

Edith Taleisnik
Alberto Daniel Golberg

...¡y nos fuimos por las ramas!

La FISIOLÓGÍA VEGETAL en la Argentina
desde sus orígenes hasta 2016



ENCUENTRO
Grupo Editor



Título: *...y nos fuimos por las ramas! La Fisiología Vegetal en la Argentina desde sus orígenes hasta 2016*

Compiladores: Edith Taleisnik, Alberto Daniel Golberg

Contribuyeron con escritos para esta historia los colegas que nombramos a continuación, en orden alfabético:

Elizabeth Agostini,	María Elena Fernández,	Victor Martin,
Malena Alvarez,	Susana Gallego,	Silvia Milrad,
Gabriela Amodeo,	Ariel Goldraj,	Gustavo Orioli,
Fernando Andrade,	Daniel González,	Claudio Pairoba,
Carlos Barassi,	Juan José Guiamet,	Horacio Pontis,
José Beltrano,	Javier Gyenge,	Fernando Prado,
María Patricia Benavides,	Antonio Hall,	Cecilia Rousseaux,
Roberto Benech Arnold,	Mirna Hilal,	Oscar Ruiz,
Rubén Bottini,	Alberto iglesias,	Graciela Salerno,
Javier Botto,	Lorenzo Lamattina,	Rodolfo Sánchez,
Claudia Casalongué,	Ramiro Lascano,	Pedro Sansberro,
Juan Bruno Cavagnaro,	Celina Luna,	Guillermo Santa María,
Raquel Chan,	Virginia Luna,	Victorio Trippi

Taleisnik, Edith
... y nos fuimos por las ramas : la fisiología vegetal en la Argentina desde sus orígenes hasta el 2016 / Edith Taleisnik ; Alberto Daniel Golberg ; compilado por Edith Taleisnik ; Alberto Daniel Golberg. - 1a ed. - Córdoba : Encuentro Grupo Editor ; Córdoba : Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, 2017.
230 p. ; 24 x 16 cm.

ISBN 978-987-4078-07-0

1. Fisiología. I. Golberg, Alberto Daniel II. Taleisnik, Edith, comp. III. Golberg, Alberto Daniel, comp. IV. Título.
CDD 571.2

© De todas las ediciones SAFV

1° Edición.

Impreso en Argentina

ISBN: 978-987-4078-07-0

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4078-08-7

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de tapa, puede ser reproducida, almacenada o transmitida por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o por fotocopia sin autorización previa.

Ilustración de tapa: Lucas Biglia (Biglia Impresores) sobre una idea de Edith Taleisnik. El árbol es el que sembraron los Maestros, Enrique Sívori y Alberto Soriano, y sus ramas representan los numerosos grupos de Fisiología Vegetal que hoy existen en la Argentina (y también en el Uruguay...). Los "frutos" son los logos de las sucesivas Reuniones Argentinas de Fisiología Vegetal (RAFV).

*Dedicado a la memoria de los Maestros
Enrique Sívori y Alberto Soriano,
iniciadores de los grupos de investigación en
Fisiología Vegetal y Ecofisiología en la Argentina*

Contenido

Alcance de esta historia, agradecimientos y perspectivas.....	7
Los albores de la Fisiología Vegetal en la Argentina.....	11
Evidencia del primer trabajo de investigación en FV	11
Los pioneros... ..	12
Algunos de los discípulos iniciales de Sívori y Soriano que contribuyeron significativamente al establecimiento de la Fisiología Vegetal en el país	15
Equipamiento de los fisiólogos en tiempos de “los pioneros”	21
Creación de la SAFV y testimonio de sus primeros años en la revista ΦΥTON	23
Las reuniones periódicas, RAFV	27
Datos y estadísticas	27
Disertantes extranjeros invitados	32
Abordajes temáticos	34
Conversaciones con algunos de los discípulos directos de los “pioneros” de nuestra historia	41
Reconocimientos nacionales a la labor científica de miembros de la SAFV....	53
Algunos temas de Fisiología Vegetal que han tenido continuidad en la SAFV.....	57
Apuntes preliminares para una historia de la Nutrición Mineral en la Argentina.....	57
Las investigaciones sobre la senescencia foliar en la SAFV	64
Los inicios.....	64
La fotomorfogénesis en la Argentina	70
Breve reseña histórica de estudios sobre fitohormonas en Argentina....	75
Fisiología de semillas.....	78
La ecofisiología de cultivos extensivos en Argentina: su exteriorización en trabajos publicados 1980-2015 (y en algunos otros indicadores de actividad)	81

Investigación sobre el metabolismo de hidratos de carbono.....	89
<i>Investigación sobre el metabolismo de los fructanos.....</i>	<i>89</i>
<i>La sacarosa: origen, evolución y función en plantas.....</i>	<i>96</i>
Los grupos de Fisiología Vegetal en la Argentina y Uruguay	100
Inicios y crecimiento desde la Cátedra de Fisiología Vegetal de La Plata al INFIVE.....	103
La Fisiología Vegetal en Mendoza.....	107
Historia de la Fisiología Vegetal en Corrientes.....	113
Breve historia de la Fisiología Vegetal en Tucumán.....	116
De Bahía a Balcarce: el nacimiento de un grupo de Bioquímica y Fisiología Vegetal.....	118
Breve historia de la Fisiología Vegetal en Rosario.....	121
Recorriendo el camino de la salinidad desde la UCC y el INTA....	125
Victorio Trippi y la Fisiología Vegetal en Córdoba.....	129
<i>Inicios de la Fisiología Vegetal en Córdoba.....</i>	<i>129</i>
<i>Breve historia de 50 años de trabajo en la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Escuela de Biología, F. C. E. F. y N., UNC.....</i>	<i>132</i>
Biología Funcional de Plantas: Centros de investigación en Bariloche y Mar del Plata	136
La era del óxido nítrico (NO) en Biología Vegetal, y la historia recién comienza... ..	144
Historia de la Fisiología Vegetal en Uruguay, el impulso de la SAFV	146
Ecofisiología de Cultivos. Unidad Integrada Balcarce	148
Grupo de Ecofisiología de Cultivos-Pergamino	152
De Bariloche a Tandil, dos ecofisiólogos forestales en el INTA	153
Crónica del grupo de Fisiología en CRILAR-CONICET	157
La Fisiología Vegetal en el IIB INTECH Chascomús.....	159
<i>Breve reseña del IIB-INTECH CHASCOMUS y su relación con la Fisiología Vegetal. Su historia y su pujanza actual.....</i>	<i>159</i>

<i>Grupo de Fisiología de las Plantas del IIB-INTECH</i>	165
Desde la Bioquímica aportando preguntas a la Fisiología Vegetal, 20 años no es nada!!	168
Fisiología y Biofísica de Plantas. Relaciones hídricas - acuaporinas vegetales.....	171
Un Fisiólogo Vegetal en La Pampa central.....	173
<i>Investigación y Docencia en FV</i>	176
Grupo de Biotecnología Vegetal y Ambiental en la UN de Río Cuarto	180
Breve historia del Laboratorio de Fisiología Vegetal en la UNRC.	187
Biología Molecular de Plantas en el CIQUIBIC-CONICET, FCQ-UNC.....	190
El Instituto de Agrobiotecnología del Litoral (IAL- UNL-CONICET)	192
La SAFV más allá de las RAFV.....	195
La FV en tiempos de dictaduras	197
Palabras finales	199
Los compiladores de esta historia.....	201

Alcance de esta historia, agradecimientos y perspectivas

En marzo de este año, Pedro Sansberro, el actual Presidente de la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal (SAFV) nos consultó sobre la posibilidad de compilar la historia de nuestra institución. Con total inconciencia, accedimos entusiasmados, ajenos a la magnitud de la tarea que teníamos por delante.

Al comenzar este trabajo, nuestro cometido fue realizar una reseña sobre la SAFV. En ese momento, las fuentes de información de las que disponíamos eran limitadas, porque nunca hubo un archivo formal de nuestra institución; inicialmente ni siquiera disponíamos de la mayoría de las Actas-Resúmenes de las Reuniones Argentinas de Fisiología Vegetal (RAFV). Afortunadamente, muchos colegas se entusiasmaron con la idea de la historia, y fueron haciéndonos llegar material que guardaban: actas, libros de resúmenes, fotos, anécdotas, crónicas personales y semblanzas de algunos Maestros por parte de quienes habían sido sus discípulos. Agradecemos a todos los que facilitaron material para armar esta historia, y para no arriesgarnos a cometer omisiones, en representación de todos los que colaboraron, agradecemos muy especialmente a Gustavo Orioli por su permanente apoyo. Agradecemos también a Alejandra de Raggio, de la Fundación Raggio, por haber puesto a disposición la colección más completa de la revista Φ YTON; y a Cristina Caso y Loli Bustos, por su colaboración con el análisis de las actas de las reuniones de la SAFV.

A poco de andar, caímos en la cuenta de que la historia de nuestra disciplina había comenzado bastante antes de que se constituyera la SAFV (¿cuándo? fue uno de los primeros interrogantes que intentamos responder) y además que era mucho más rica que la estricta historia de la SAFV. Por lo tanto, de aquella primera intención, pasamos a otra mucho más ambiciosa: documentar la historia de la Fisiología Vegetal en el país. Intentamos exponerla desde una perspectiva múltiple, abordando diversos aspectos que estimamos podían interesar.

Comenzamos con la semblanza de los que consideramos fueron los pioneros de nuestra disciplina, Enrique Sívori y Alberto Soriano. El título de este libro hace alusión a que los grupos de fisiología vegetal, que hoy se han multiplicado por todo el país, tuvieron su origen, directa o indirectamente, en las acciones de estos dos pioneros. Le sigue una breve cónica de la creación de la SAFV y de sus años iniciales, basada en los documentos de aquellos años publicados en la revista ΦΥΤΟΝ; a continuación se presenta un análisis de las reuniones, RAFV, efectuado en base a la revista mencionada y a los Libros de Resúmenes. Para retomar la historia y dejar atrás los fríos números, se incluyen transcripciones de las entrevistas grabadas a algunos de los que consideramos como referentes reconocidos de la Fisiología Vegetal en Argentina.

La historia de la SAFV revela líneas de investigación que han tenido continuidad sostenida en el tiempo. Las reseñas del aporte argentino al conocimiento de algunas de ellas integran también este volumen. Agradecemos profundamente a los autores de estas reseñas, que lograron plasmar en pocas páginas la contribución local a temas de fundamental relevancia. Se espera que estas reseñas catalicen muchas más, para poder revelar la historia de las ideas y los conceptos, que es lo realmente interesante.

Estas reseñas se complementan con las crónicas de los grupos de investigación en nuestra disciplina. Intentamos hacer la convocatoria lo más amplia posible a todos los grupos, pero algunos no llegaron. Para el próximo 60 aniversario de la SAFV, se invita a todos los grupos del país a tener una voz en esta historia, aportando crónicas de su quehacer y desarrollo, de modo tal de podernos aproximar, conjuntamente con las reseñas por temas, a la meta de reflejar la historia local de la Fisiología Vegetal.

Este trabajo, con las limitaciones expuestas arriba, debe considerarse como una primera aproximación. Seguramente habrá numerosos errores y omisiones involuntarias. Serán bienvenidos todos los comentarios, correcciones, sugerencias y aportes a esta historia que la transformen en lo que todos aspiramos: un testimonio veraz de los primeros años de la Fisiología Vegetal en la Argentina.

Esta historia no hubiera sido posible sin el apoyo al desarrollo de la disciplina en el país. Un agradecimiento muy especial cabe a las instituciones que albergan y albergaron a los grupos de investigación en Fisiología Vegetal, que financiaron becarios, equipamiento e infraestructura, que

posibilitaron viajes e intercambios, facilitaron la realización de reuniones científicas, en resumen, a todas las entidades que hicieron posible el trabajo científico en nuestra disciplina.

Edith Taleisnik y Alberto Golberg
Agosto de 2016

Los albores de la Fisiología Vegetal en la Argentina

Evidencia del primer trabajo de investigación en FV

Al comenzar a esbozar esta historia de la FV en el país nos surgió un interrogante: ¿Qué evidencia existe de los inicios de la investigación en FV? No fue fácil responderlo, mucho debimos indagar en INTERNET para llegar a la siguiente respuesta: “Aplicación de las fitohormonas en la reproducción vegetativa de las plantas”. Guillermo Covas. Anales del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina (1939, pp. 181-186). Varios aspectos pueden señalarse sobre la publicación de Covas. En primer lugar que fue publicada en el primer número de los Anales del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina (1939), un año después de haber recibido Covas el título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional de La Plata. Probablemente Guillermo Covas tempranamente se haya interesado por la FV pero su trayectoria posterior lo muestra como botánico y fitomejorador, introductor en Argentina de *Eragrostis curvula* (pasto llorón). Otro aspecto interesante a destacar es que en el título del trabajo mencionado se nombran a las fitohormonas en plural cuando por esos años solo se conocía el Ácido Indol Acético descubierto por Frits Went en 1926, si bien en la década del 30, en Japón pudieron mostrar evidencias de la existencia de un compuesto que actuaba sobre el crecimiento de plantas de arroz, recién en la de los 50 fue aislado el ácido giberélico y la cinetina fue descubierta por Miller y Skoog en 1955. Dada la importancia que reviste el trabajo de Covas en la historia de la FV sería interesante profundizar en este antecedente.



Aunque Covas haya incursionado en la incipiente disciplina de la FV, nuestra búsqueda nos lleva a considerar que en el origen de la FV está la figura **de Lorenzo R. Parodi**. Parodi fue un distinguido botánico, quizá el más importante de la Argentina a juzgar por sus publicaciones y por su larga

actividad docente. Sucedió a su maestro, el belga Hauman Merck, como profesor de Botánica General y Especial en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) y de la misma asignatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y en el Museo de Ciencias Naturales de la misma ciudad. El programa de la asignatura dictada por Parodi incluía las bases de la FV, pero, probablemente, el aporte más importante que realizó a esta disciplina fue animar a dos de sus discípulos: Enrique Sívori y Alberto Soriano a realizar estudios de especialización en FV.

Los pioneros...

Enrique Modesto Sívori: Obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en 1937. Entre 1939 y 1941 trabajó como técnico en la Sección Oleaginosas del Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero situado en la Provincia de Santa Fé, allí tuvo como compañeros a profesionales que luego habrían de tener una destacada actuación en el ámbito de la agronomía como Guillermo Covas, José Luna, Antonio Marino y Arturo Ragonese. Volvió como docente a la Facultad de Agronomía UNLPam (1941) y en 1943 partió a los Estados Unidos, realizando estudios bajo la supervisión de Frits Went, sobre el fotoperíodo de *Baeria chrysotoma*.



En 1948 comenzó su actividad docente en la cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía, UNLP. En 1968 se aprobó la creación del Instituto de Fisiología Vegetal, que dependía de las Facultades de Agronomía y Ciencias Naturales, se construyó e inauguró en 1969. El Ing Sívori fue nombrado su primer Director.

Su actividad como investigador estuvo focalizada hacia las hormonas vegetales y en general al crecimiento y desarrollo vegetal, pero, como ya señaláramos, su lugar más destacado en el desarrollo de la FV argentina está relacionado con su vocación por la formación de docentes-investigadores, entre los cuales citaremos a quienes habrían de desempeñarse como profesores de FV en distintos ámbitos: Ricardo Tizio, en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y Facultad

de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC); Edgardo Montaldi, inicialmente en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, posteriormente en la Facultad de Agronomía, UNLP; Victorio Trippi, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNCor); Isidoro Mogilner, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE); Fermín Nakayama, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Rosario (UNR). Además de los nombrados, también fueron discípulos de Sívori, entre muchos otros: Francisco Claver, Clara Rumi, Miguel Raggio, Mabel Esponda y Osvaldo Caso.

Fue director del primer (y único a la fecha) posgrado en FV realizado en el país, que se instrumentó a partir de un acuerdo firmado por la Universidad Nacional de La Plata, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y el Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias (IICA) perteneciente a la OEA. Los cursos se iniciaron en 1966 y concluyeron en 1968; inicialmente se efectuaron en la Facultad de Agronomía, UNLP y posteriormente se trasladaron al Centro de Investigaciones Agropecuarias en Castelar. Enrique Sívori lo dirigió y su coordinador fue Edgardo Montaldi. Fue un posgrado de excelencia que contó entre sus docentes a lo más destacado de la FV del país y otros distinguidos investigadores como Carlos Cardini, Andrés Stoppani y Eduardo de Robertis. También contó con la presencia de renombrados investigadores extranjeros como Frederik C. Steward (Gran Bretaña), Frederick L. Milthorpe (Australia), Jean Paul Nitsch (Francia), Eurípides Malavolta y Paulo de Tarso Alvim (Brasil). De los diez profesionales seleccionados que iniciaron el curso (siete argentinos y tres extranjeros: 2 chilenos y un brasileño), cinco recibieron el título de Magister Scientiae otorgado por la Universidad Nacional de La Plata; todos ellos habrían de tener una destacada actuación en diferentes lugares de trabajo.

Alberto Soriano: el lazo común con Sívori, su homólogo en la historia de la FV argentina fue Lorenzo Parodi, el gran referente de la biología vegetal en el país. Fue Parodi quien lo interesó, siendo aún alumno, en su primer trabajo de investigación sobre viviparidad en acelga silvestre. Ya graduado efectuó estudios de taxonomía bajo la supervisión de Parodi. Fue ayudante graduado en la Cátedra de FV, FAUBA; técnico del Instituto de



Botánica del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación (1948-1956). En 1957 accedió al cargo de Profesor Titular de FV y Fitogeografía, por concurso en FAUBA. Concluyó su larga y fecunda trayectoria docente con el nombramiento de Profesor Emérito otorgado por la Universidad de Buenos Aires. Su tarea científica se caracterizó porque pudo suplir mediante su creatividad la carencia de equipamiento; además supo aliar la investigación básica y la aplicada para resolver problemas relevantes de la producción agropecuaria del país. Sus estudios sobre la biología de malezas pueden ser valorados como paradigmáticos de una investigación realizada con la sola herramienta del talento. Los resultados obtenidos permitieron apreciar la asociación existente entre las tareas culturales y la invasión de determinadas especies de malezas y también la acción de los factores ambientales como la luz y la humedad que actúan sobre la germinación de las semillas. También estudió los efectos de la limitación hídrica sobre cultivos como el maíz y el trigo. Abordó además la ecología y ecofisiología vegetal: sus trabajos sobre el ambiente patagónico permitieron conocer aspectos relevantes de la estructura y función de estos ecosistemas. Formó numerosos e importantes discípulos en las dos disciplinas que abordó, muchos de ellos son herederos de su labor en el ámbito del Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas vinculadas a la Agricultura (IFEVA) que fuera creado y dirigido por él. Su constante preocupación por la formación de recursos humanos quedó plasmada en la creación de la Escuela para Graduados que lleva su nombre. En el libro “Destellos de la personalidad de un maestro”¹, muchos de sus discípulos expresaron toda la admiración y el afecto que el maestro supo despertar en ellos.

Uno de los hechos más significativos de la actividad de los pioneros fue su constante preocupación por la formación de discípulos. En efecto, es posible aseverar que Sívori y Soriano fueron las ramas iniciales del árbol plantado por Parodi, estas dos frondosas ramas dieron origen a la primera generación de fisiólogos que sembraron la FV en casi todo el país. Una breve semblanza de algunos de ellos se incluye seguidamente.

¹ Oyarzábal, M. León, R. (Compiladores) 2004. *Destellos de la personalidad de un maestro. Alberto Soriano*. Facultad de Agronomía 136 p.

Algunos de los discípulos iniciales de Sívori y Soriano que contribuyeron significativamente al establecimiento de la Fisiología Vegetal en el país

Ricardo Tizio: Entre 1954-1955 realizó en París investigaciones sobre el decaimiento ecológico de los clones de papa; la fisiología del tubérculo fue un tema que abordaría persistentemente a lo largo de su vida, también contribuyó sustancialmente a la fisiología de la propagación de la vid y abordó los requerimientos hídricos de especies hortícolas. Tizio fue en el país uno de los precursores de la utilización del cultivo de tejidos como herramienta para la investigación; fue en el Laboratorio de Histofisiología Vegetal del profesor Roger Gautheret en París, iniciador



de las investigaciones sobre la totipotencia celular, donde adquirió los conocimientos sobre cultivo de tejidos que habría de utilizar posteriormente en sus trabajos sobre tuberización en papa. En 1958 fue designado por concurso profesor titular de FV en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, cargo en el que permaneció hasta 1976, en que fue alejado por la dictadura militar. Felizmente, fue incorporado a la UNRC, institución en la que se desempeñó entre los años 1977-1984. Durante ese período concurrió como profesor invitado en la Universidad de Lille (Francia). Siguiendo el ejemplo de su maestro, Sívori, Tizio desarrolló a lo largo de su vida una ingente actividad de formación de discípulos, generando una importante cohorte de fisiólogos tanto en Mendoza como en Río Cuarto.

Edgardo Montaldi: completó sus estudios en FV mediante una beca que le



permitió realizar estudios sobre la regulación hormonal de las plantas en la Universidad de Wisconsin (1956-1957) bajo la dirección del Dr. Folke Skoog, descubridor de las citocininas. Inició tempranamente su actividad docente, primeramente como ayudante alumno y luego diplomado en las cátedras de Botánica Agrícola y de Fisiología

Vegetal y Fitogeografía (1950-1958), también trabajó como investigador en el Instituto de Botánica Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Al crearse el INTA, en 1958, pasó a desempeñarse como investigador en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de Castelar donde llegó a dirigir el Departamento de Botánica Agrícola (1967-1970). En 1970 regresó como profesor adjunto de FV a la Facultad de Agronomía, UNLP, luego fue Profesor asociado y más tarde (1981) Profesor Titular. Fue director del Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE) desde 1981 y Profesor Emérito a partir de 1992. Como miembro de la carrera de investigador científico del CONICET alcanzó la categoría de Investigador Superior. Sus investigaciones estuvieron relacionadas con la acción de las fitohormonas en la regulación del crecimiento y desarrollo de especies forrajeras, hortícolas y forestales, fueron notables sus hallazgos sobre la acción de la luz y la sacarosa en los tropismos de *Cynodon dactylon* y *Cyperus rotundus*. Para finalizar esta corta semblanza creemos adecuado recoger la cálida evocación realizada por el Dr. Frangi sobre el carácter de Montaldi que lo hacía tan abordable para todos quienes requirieron sus consejos y ayuda: “Edgardo Montaldi fue un maestro porque en él se amalgamaron su dimensión académica y virtudes humanas. Expresaba con claridad y en forma concisa sus ideas. Poseía un carácter tranquilo y afable, y sus gestos y movimientos suaves aportaban a un natural perfil bajo que caracterizó su vida. Su lenguaje y trato eran sencillos, amistosos y directos. Su voz pausada y andar tranquilo transmitían calma y respeto sin acartonamientos. Ayudó de buen grado a quién se le acercó en busca de un consejo, de una facilidad o un equipo de investigación. Tenía un humor refinado acompañado de una delicada sonrisa cómplice.”



Figura 1. Posiblemente 1978. De izquierda a derecha, ?, ?, M. Resnik, V. Trippi, E. Montaldi, E. Sivori, P. de Tarso Alvim

Victorio Trippi: Obtuvo su título de Perito Agrónomo en la Universidad



Nacional de su provincia natal, Tucumán, y el de Ingeniero Agrónomo en 1952 en la Universidad Nacional de La Plata. Fue docente e investigador en Cuyo y en Córdoba. En 1958 fue invitado a integrar el flamante grupo de Fisiología de la Universidad Nacional de Cuyo, y desde 1965 fue nombrado Profesor Titular de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas

y Naturales, en la Universidad Nacional de Córdoba. Esa casa de altos estudios lo distinguió con el título de Doctor Honoris Causa en el año 2002. Muy temprano en su carrera se incorporó al CONICET, habiéndose jubilado como Investigador Principal. Ha formado cohortes de discípulos, dirigió numerosas tesis de doctorado, becarios e investigadores.

Con su flamante título de Ingeniero Agrónomo, regresó a su provincia, donde comenzó a trabajar en la tristeza de los citrus, y observó que la enfermedad que destruía a los árboles viejos, no afectaba a los jóvenes. Fue el comienzo de su pasión por los fenómenos de envejecimiento y senescencia. Becado en esa época a la Universidad Nacional de La Plata, comenzó a trabajar en Fisiología Vegetal, bajo la dirección de Enrique Sivori, siempre imbuido de la idea de las “calidades fisiológicas” guardadas en la planta.

Trabajó, merced a una beca de CONICET en el laboratorio de Roger Gautheret, en Francia. Fue esa beca y otras posteriores en los laboratorios de Pierre Chouard y Robert Thymann que darían forma a sus ideas sobre el envejecimiento y la senescencia, sobre los que trabajaría toda su vida. El Ingeniero Trippi fue un pionero en los conceptos fundamentales acerca del papel regulador de la presión de O_2 sobre el crecimiento y desarrollo, y sobre las funciones de las especies reactivas del oxígeno, que luego fueron objeto de fructíferas investigaciones en todo el mundo.

Sus discípulos hablan con él con cariño y admiración. Supo guiarlos sin imposición, otorgando libertad y alas a quienes se arrimaron, y contagiando el entusiasmo y la pasión por la discusión de ideas fundamentales, encontrando siempre tiempo para el diálogo y la reflexión. Es un verdadero Maestro.

Isidoro Mogilner: Poco es lo que se puede escribir acerca de Mogilner,



no porque ese poco refleje su talento ni su obra sino porque su labor fue truncada tempranamente y lo que ha quedado sólo persiste en la memoria de alguno de sus discípulos y en publicaciones que pueden rescatarse de Internet. Fue profesor de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE hasta 1966, su vida

académica concluyó cuando fue cesanteado por la dictadura del General Onganía. Estuvo también entre los primeros en utilizar la técnica del cultivo de tejidos *in vitro* en la investigación en FV, como lo hizo en el trabajo “Crecimiento *in vitro* de raíces de *Manihot esculenta* en distintas condiciones de iluminación y temperatura” (Portuguez Arias, J.D.; Mogilner I. (Bomplandia, Vol. 2, pp. 113-120). Investigó también sobre el papel de algunos microelementos como el boro y el molibdeno y también de los macroelementos, en la mandioca y el algodón. En la foto de archivo se lo ve con su hija.

Dice sobre él su discípulo, el Dr. Gustavo Orioli: “Para sus discípulos y muchos de sus alumnos, se trató de un verdadero Maestro; el docente que les transmitió la exacta dimensión de la diferencia entre el fundamento del conocimiento científico y aquéllo que se transmite sin la convicción que otorga la condición de investigador, que ejerce no solo el método científico

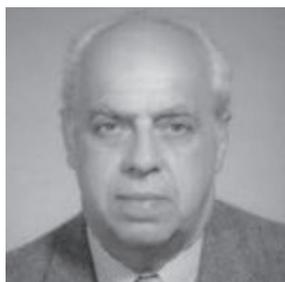
para la interpretación de los datos y las hipótesis sobre la ocurrencia de los fenómenos indagados, sino también el pensamiento crítico, aprehendido en el estudio y el ejercicio de la praxis de la filosofía de la ciencia. Lo hizo desde su esfuerzo y dedicación personal, en tiempos que los estudios de postgrado eran una rareza y él nunca había transitado otras universidades del mundo. Percibió la importancia de generar un ámbito para interesar entre el alumnado, a aquéllos que intuyeran la importancia de la ciencia en el desarrollo humano y lo hizo con la incorporación de los primeros Ayudantes Alumnos en el Instituto de Investigación por él fundado. Volveremos nombrar a Mogilner en la sección “La FV en tiempos de dictadura”.

Fermín Nakayama: apenas graduado obtuvo una beca de iniciación la cual



le permitió integrar el equipo de Enrique Sívori. En 1970 fue nombrado profesor titular de FV en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, donde desarrolló una importante labor en la formación de docentes-investigadores. Fue miembro de la carrera del CONICET. Publicó numerosos trabajos de investigación, relacionados con la fisiología de la soja (efectos del fotoperíodo) y del tomate (reguladores de crecimiento).

Oswaldo Fernández: Aunque su primer antecedente docente fue el de



Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de FV y Fitogeografía, FAUBA (1963), no fue discípulo de Soriano; al asumir dicho cargo Fernández ya poseía una Maestría en Ciencias otorgada por la Universidad de Toronto (Canadá). Obtuvo su PhD en la Universidad de Utah (USA). Posteriormente su actividad de docente-investigador se desarrolló en a la Universidad

Nacional del Sur (UNS) como Profesor Titular en la Cátedra de Fisiología Vegetal del Departamento de Agronomía; actualmente revista como Profesor Extraordinario Consulto de la UNS. También estuvo a cargo de la cátedra de Ecología. Sus investigaciones se relacionaron con la ecofisiología de las plantas de zonas áridas y la ecología y el control de malezas. Es

Investigador Principal del CONICET, ha sido director del CERZOS. Osvaldo Fernández se ha caracterizado por su preocupación y actividad en la formación de recursos humanos altamente capacitados, muchos de sus discípulos se encuentran en la actualidad a cargo de asignaturas en el Departamento de Agronomía, UNS.

Rodolfo Sánchez (discípulo de Soriano), actualmente Investigador Superior de CONICET. Sus líneas de investigación más relevantes se refieren a temas vinculados con la ecofisiología de la germinación y la fotomorfogénesis, en las que se destaca como referente a nivel internacional, además de haber sido distinguido con importantes premios en el país.



Rodolfo Sánchez egresó como Ingeniero Agrónomo (1964) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) con diploma de honor. Obtuvo el grado de doctorado en la Universidad de Davis, California. Ha sido Profesor Titular de Fisiología Vegetal (FAUBA) y en la actualidad revista como Profesor Emérito en dicha cátedra. Fue director del Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVFA). A nivel de posgrado ha dictado cursos sobre Ecofisiología de Semillas y Control del Desarrollo de Cultivos en la Escuela para Graduados Alberto Soriano (FAUBA), y ha realizado una importante tarea en la formación de recursos humanos.

Antonio Hall (discípulo de Soriano), en la actualidad es Profesor Emérito e Investigador Superior del CONICET. Es reconocido internacionalmente por su labor en Ecofisiología y sus aportes a la ecofisiología del girasol.



Egresó como Ingeniero Agrónomo en la FAUBA (1966). Se doctoró en Ciencias Biológicas (PhD) en Macquarie University (Australia). Fue Profesor Titular en la Cátedra de Fisiología Vegetal, FAUBA y Director del IFEVA, ha sido Coordinador del Programa de la Maestría en Producción Vegetal en la Escuela para Graduados “Alberto Soriano” y posteriormente director de la citada Escuela.

Ha dictado cursos de posgrado en la Escuela para Graduados Alberto Soriano (FAUBA) sobre Modelos de Simulación de aplicación agronómica y Ecofisiología de Cultivos y dirigido numerosas tesis de Maestría y Doctorado. Se lo reconoce como el referente nacional en ecofisiología de cultivos.

Gustavo Orioli (discípulo de Mogilner), se recibió de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Nordeste (1967), se inició en la docencia como jefe de trabajos prácticos en FV; en esa etapa realizó investigaciones en temas de nutrición mineral , desarrollo fásico y rendimiento en mandioca, algodón y caña de azúcar. Realizó estudios de posgrado a nivel de Magister y doctorado (PhD), este último en la Universidad de Cornell. Al



regresar de Estados Unidos, continuó su labor de docente-investigador en el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional de Sur (UNS) en la cátedra de Nutrición Mineral y Relaciones Suelo-Planta, llegando a ser Profesor Titular de la citada asignatura. Fue Director (Decano) del Departamento de Agronomía, Secretario de Ciencia y Tecnología y Vicerrector de la UNS. En el CONICET alcanzó el grado de Investigador Principal. Formó numerosos recursos humanos a nivel de maestría y doctorado. Actualmente revista como profesor Extraordinario-Consulta de la UNS. En investigación se destaca su labor en temas de nutrición mineral, fisiología del rendimiento, efecto de sustancias húmicas sobre la disponibilidad y absorción de micronutrientes.

Equipamiento de los fisiólogos en tiempos de “los pioneros”

Podemos valorar aún más las investigaciones que se realizaban en tiempos de los pioneros si se tiene en cuenta la casi inexistencia de equipamiento *ad hoc* disponible en los laboratorios; el ingenio y algo que en francés se denomina “*bricolage*” y la Real Academia lo ha traducido como bricolaje, debía suplir esta ausencia. Así, por ejemplo, Orioli relata que el primer aparato para realizar corridas de electroforesis lo realizó con un ensaladera de plástico a la que se le había perforado el fondo donde se insertaban los tubito rellenos con el gel. En el laboratorio de Soriano, los tubitos

se adosaban a la ensaladera por medio de un adminículo de goma que servía para sostener las ventanillas del Citroen 2 CV. Y ya que estamos en el laboratorio de Soriano, el “respirómetro de Warburg” permitía medir respiración por manometría: se trataba de un aparato que poseía las dimensiones de una alacena mediana que Soriano había comprado a muy bajo precio en una exposición de productos de la industria soviética realizada en Buenos Aires. También, los adminículos utilizados para realizar las investigaciones sobre la germinación de semillas de malezas *in situ* se armaban con ruleros (que en los *papers* se denominaban elegantemente “cilindros cribados”), donde las semillas eran colocadas conjuntamente con la tierra del lugar para ser posteriormente enterrados. Para ello, los ruleros eran forrados por dentro con tul de novia. Ambos elementos eran difíciles de justificar en las rendiciones de subsidio... Para los experimentos de germinación se necesitaban 20°C y no se disponía de incubadoras con refrigeración, por lo que se colocaba las semillas en una incubadora que sólo calentaba, puesta a su vez dentro de la heladera, para tener 20°C constantes. Las semillas que, como el chamico, necesitaban alternancia 20-30°C había que cambiarlas a mano de una incubadora a otra, dos cambios por día, todos los días, incluyendo, evidentemente, ...los feriados.

Los porómetros de ese entonces eran los llamados “de Alvim”, contruidos a partir de un aparato de medición de la presión y las primeras bombas de Scholander se armaron utilizando los cilindros de extintores de incendio. Los cálculos estadísticos se hacían con el auxilio de unas computadoras gigantescas que funcionaban en base a tarjetas perforadas. Para realizar las gráficas destinadas a las publicaciones se utilizaban tiralíneas y tinta china, las letras se escribían con letrógrafos o bien eran obtenidas de plantillas, de donde se despegaban normalmente de manera despareja. ¿Puede algún colega de las últimas generaciones de fisiólogos imaginar tan sofisticado equipamiento?

Creación de la SAFV y testimonio de sus primeros años en la revista ΦYTON

La SAFV fue creada el 13 de diciembre de 1958 en el local de la cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía de la Facultad de Agronomía, UNLP, en una reunión presidida por Enrique Sívori. En el momento de su creación, la SAFV figuró entre las siete primeras Sociedades de Fisiología Vegetal a nivel mundial. Los firmantes del acta fundacional fueron Enrique Sívori, Miguel Raggio, Nora de Raggio, Edgardo Montaldi, Clara Rumi, Francisco Claver, Ricardo Tizio, Mabel Esponda, Marta Moro y Ricardo Rivoire.

Las actas de las asambleas iniciales no se encuentran, por lo que esta parte de la historia de la SAFV se basa fundamentalmente en entrevistas personales, los registros en la revista *Phyton* y el análisis de los libros de resúmenes de las RAFV. A partir de ellos se ha podido reconstruir la nómina de presidentes de la SAFV y de organizadores de RAFV desde sus comienzos hasta el presente. Cabe acotar que no hemos podido conseguir registros de la octava RAFV.

Un espacio especial en la historia de la SAFV corresponde a Miguel Raggio y a la revista ΦYTON. En 1951, con tan sólo 25 años, Miguel Raggio fundó, junto a su esposa Nora Elba Moro, la revista ΦYTON, *Revista Internacional de Botánica Experimental*. La revista ΦYTON contó en sus orígenes con contribuciones de prestigiosos científicos internacionales provenientes de Israel, Japón, EEUU, Francia, India, Hungría, Gran Bretaña, entre otros muchos países. Entre los colaboradores israelíes se puede nombrar a M. Evenari, Y. Waisel y A. Poljakoff Mayber.

Esta publicación fue pionera en la difusión del conocimiento de botánica experimental en América Latina. Estuvo íntimamente ligada al desarrollo de los primeros años de la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, habiendo sido en aquel entonces un medio habitual para la difusión de los trabajos argentinos sobre fisiología vegetal. En ella se informó sobre la creación de la SAFV, el 13 de diciembre de 1958. También se comunicó sobre lo actuado en las primeras reuniones mensuales en los años 1959 y 1960, y en los seis primeros congresos (anuales), entre los años 1960 y 1964.

En el primer número de esta publicación figura un trabajo del joven Ricardo Tizio, entonces Jefe de Trabajos Prácticos en la Universidad Nacional de La Plata. El trabajo se refiere al efecto de bajas temperaturas sobre la primera fase del desarrollo (termofase) de *Matthiola incana*, el alelí, que para este estudio es utilizada como especie modelo. El número 2 del mismo año tiene un segundo trabajo de Tizio, sobre la influencia de altas temperaturas sobre la degeneración de la papa. También figura en este número un trabajo de Miguel y Nora Raggio sobre la influencia de la aplicación de cera sobre la transpiración y fotosíntesis. Francisco Claver publica desde los comienzos.

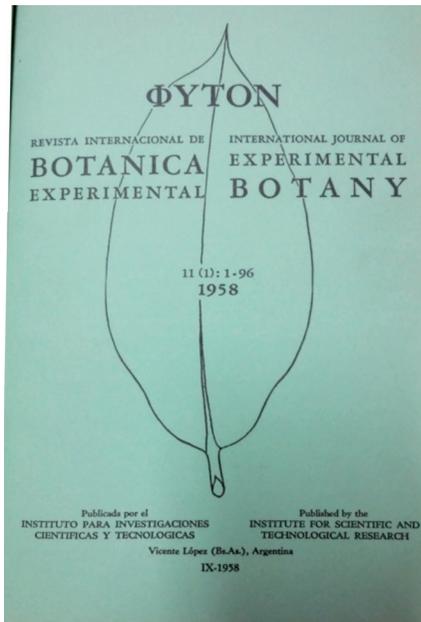


Figura 2. Carátula del número de la revista Φ YTON en el que figura la noticia de la fundación de la SAFV, gentileza de Alejandra Krusemann de Raggio.

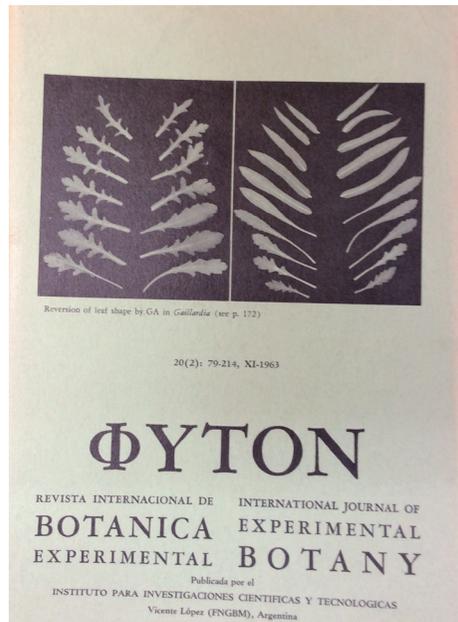


Figura 3. Tapa del vol. 20 (2). 1963, de la revista Φ YTON con fotografía de un trabajo de Trippi sobre ontogenia y senilidad en plantas.

En el volumen 16, número 2 (1961) aparecen los primeros trabajos conjuntos de Trippi, Tizzio y Trione, sobre la influencia de la papa en la dispersión de una maleza, y sobre el uso de hormonas para favorecer el

enraizamiento de estacas de vid. En el volumen 20, número 1, de 1963, aparecen varios trabajos de Trippi sobre ontogenia y salinidad y la tapa del número 2 del mismo volumen trae una foto de hojas de plantas tratadas con ácido giberélico, que corresponde a un trabajo de Trippi. Varios trabajos más de Trippi sobre el tema se encuentran en el volumen 21. Los números 25 y 27, de 1968, traen trabajos de Roberto Marlangeon (del recientemente creado Instituto de Ciencias Agronómicas, UN Córdoba) sobre frutales. En esa época aparecen los primeros trabajos de Resnik (INTA Castelar) sobre nutrición fosforada, tema que había sido abordado por Sívori en la segunda reunión mensual de la SAFV, según se aprecia en el volumen 13 (1) de 1959.

Aunque los fisiólogos vegetales argentinos de esa época también publicaban en otras revistas, *PHYTON* siguió siendo una de las alternativas normales para la difusión de sus trabajos. En los volúmenes posteriores a los mencionados en el párrafo anterior ya aparecen trabajos de discípulos de la segunda generación de fisiólogos vegetales. El volumen 27 de 1969 contiene trabajos de R. Pont Lezica (Mendoza) y N. Correa, quien posteriormente se estableció en Río Cuarto. Los volúmenes siguientes tienen trabajos de los discípulos y colaboradores de Trippi (M. Ferri, C. Guzmán) y posteriormente, en el vol. 34 (1976), J. Kenis y M. Edelman. Un trabajo de J. B. Cavagnaro (Mendoza) aparece en el vol. 30 (1972) en el que también figuran trabajos de O. Fernández y N. Curvetto (UNS). Más contribuciones desde Río Cuarto aparecen en el volumen 33 (1975), con trabajos de G. Abdala, M. Goleniowski y R. Bottini. En el vol. 35 hay un trabajo firmado por O. Caso y D. Cogliatti (SEVEG). El vol. 36 (1978) incluye trabajos de L. Mroginski y H. Rey, de Corrientes, sobre cultivo de tejidos. Los vols. 39 y 40, de 1980 y 81, respectivamente, traen trabajos de A. Barneix, R. Racca, E. Morandi y F. Nakayama. Y una nueva generación de discípulos aparece publicando en el vol. 41, de 1981: D. Collino y J. Argüello. El volumen 44 (1984) tiene contribuciones de J. J. Guamet y J. Beltrano, ambos de La Plata. Los temas de fitopatología aparecen temprano en la revista, a los que posteriormente se suman las contribuciones de integrantes del grupo que luego originaría el IFFIVE, que se encuentran en los vols. 48 (1988, trabajo de D. Ducasse) y 49 (1989, trabajos de S. Nome y V. Conci).

La revista proveía comentarios sobre nuevos libros, en el número 4 (vols. 1-2) de 1954 aparece uno sobre el nuevo libro de botánica de Strasburger. También incluía publicidad de equipamiento y de otras

revistas sobre temas afines (Crop Science y Agronomy Journal, en el Vol. 29 de 1972). La clásica tapa beige o verde de los primeros años fue modernizándose con el tiempo, incluyendo esquemas y fotografías que invitaban a recorrer el contenido.

Las reuniones periódicas, RAFV

Datos y estadísticas

La creación de la SAFV significó un importante avance en el desarrollo de la disciplina en el país. Uno de sus objetivos concretos, y una de sus principales actividades ha sido la organización de reuniones periódicas. Las Reuniones Argentinas de Fisiología Vegetal (RAFV) brindan un ámbito propicio para la discusión de trabajos en curso, la exposición de nuevas tendencias, favorecen el contacto personal entre los investigadores y el acercamiento entre investigadores jóvenes y los más establecidos.

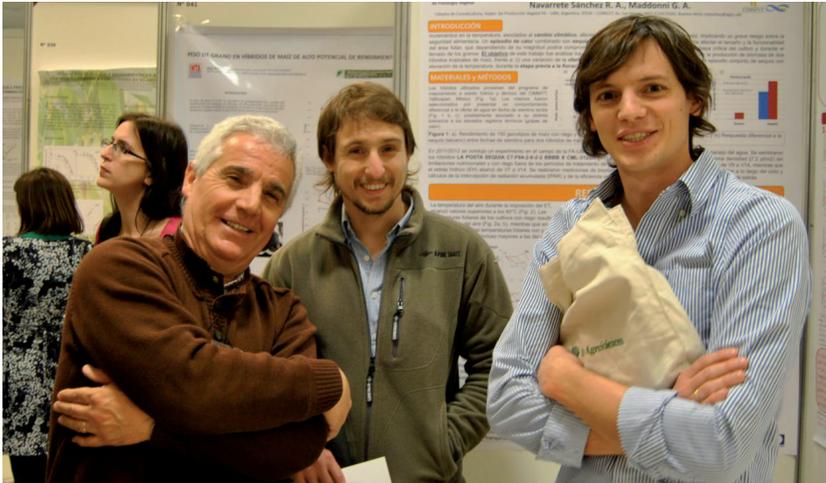


Figura 4. A. Cirilo y dos jóvenes colegas comentando un poster, RAFV 2012.

Las RAFV han sido presididas por las sucesivas autoridades de la SAFV y organizadas por comités locales, cuyas presidencias podían o no coincidir con las de la SAFV. Estas, a lo largo de la historia de la SAFV, han sido electas en asambleas, que se realizaron generalmente en ocasión de las reuniones periódicas que figura en la Tabla 1.

Tabla 1. Presidentes de la SAFV, congresos RAFV, organizadores de reuniones y coincidencia con Reuniones Latinoamericanas de Fisiología Vegetal.

Año	Presidente SAFV	RAFV	Lugar	Presidente Comisión Organizadora RAFV	Reuniones Latinoamericanas (LA)
1958	E. Sívori	Creación	La Plata		
1960	E. Sívori	II	Tucumán		
1961	E. Sívori	III	INTA Castelar		
1962	E. Sívori	IV	La Plata		
1963	E. Sívori	V	Córdoba		
1964	E. Sívori	VI	Corrientes		
1967	R. Tizio	VII	Mendoza		7 LA
1972	E. Sívori	IX	Neuquén		
1974	O. Caso	X	Jujuy		
1976	O. Caso	XI	La Plata		
1978	O. Caso	XII	Mar del Plata		
1980		XIII	Córdoba	V. Trippi	
1981		XIV	Rosario	F. Nakayama	
1983		XV	Tucumán	E. Cerrizuela	
1985	E. Montaldi	XVI	La Plata	E. Montaldi	
1987	L. A. Mroginski	XVII	Corrientes	L. A. Mroginski	
1989	E. Montaldi	XVIII	Puerto Iguazú	O. Caso	10 LA
1992	J. Argüello	XIX	Huerta Grande	J. Argüello	
1993	G. Orioli	XX	Bariloche	G. Orioli	
1996	G. Orioli	XXI	Mendoza	R. Tizio	
1998	G. Orioli	XXII	Mar del Plata	H. Pontis	
2000	G. Orioli	XXIII	Rio Cuarto	R. Bottini	
2002	E. Taleisnik	XXIV	Punta del Este, UY	L. Viega	11 LA
2004	E. Taleisnik	XXV	Santa Rosa	A. Golberg	
2006	A. D. Golberg	XXVI	Chascomús	G. Santa María	
2008	E. N. Morandi	XXVII	Rosario	E. Morandi	13 LA
2010	J. J. Guiamet	XXVII	La Plata	J. J. Guiamet	

2012	R. Benech Arnold	XXIX	Mar del Plata	R. Benech Arnold
2014	L. Aguirrezábal	XXX	Mar del Plata	L. Aguirrezábal
2016	P. Sansberro	XXXI	Corrientes	P. Sansberro



Figura 5. VII RAFV, Mendoza 1967. Fila de adelante, penúltimo y último Aníbal H. Merzari, Microbiología, Agronomía Corrientes, Pedro Garese, discípulo de Sívori. Fila del medio, penúltimo a la derecha: P. de Tarso Alvim, Fila de atrás, sexto desde la izquierda: Guillermo Ryan, INTA Manfredi, onceavo y siguientes: E. Parodi, F. Claver, M. Marcavillaca, F. Nakayama, debajo sigue R. Tizio, detrás de quien está V. Trippi, y saltando una persona, G. Orioli.



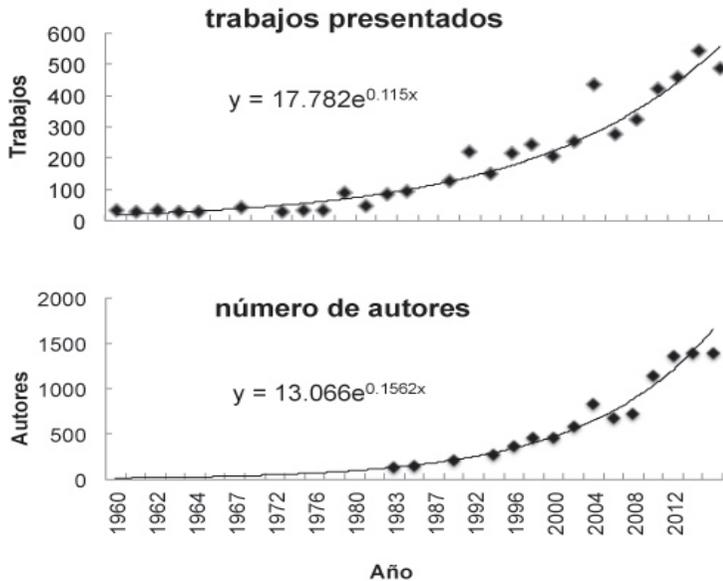
Figura 6. XIII RAFV, Córdoba 1980. Rodolfo Sánchez y Gustavo Orioli.

Durante los primeros años las RAFV se efectuaban en ámbitos pequeños pues la cantidad de asociados era limitada. En esas épocas se realizaban varias reuniones por año. Entre 1959 y agosto de 1960 se realizaron 5 reuniones, que tuvieron lugar en la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía, UNLP; el INTA Castelar; la FAUBA y el Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. En esas reuniones se exponían avances de investigación o se escuchaban informes de investigadores que regresaban del exterior. En ciertas ocasiones se llevaron a cabo conjuntamente con las reuniones de la Sociedad Argentina de Botánica, como las realizadas en 1974 en San Salvador de Jujuy y en 1976 en La Plata. Varias veces las RAFV fueron anfitrionas de las reuniones de la Sociedad Latinoamericana de Fisiología Vegetal, oportunidades en que hubo nutrida concurrencia de investigadores de países limítrofes.

Con el tiempo, el interés por las reuniones de la SAFV fue creciendo exponencialmente, tanto en número de trabajos presentados como en participantes. Eso se refleja en los gráficos de la Figura 7. El crecimiento de los trabajos presentados en las RAFV a partir de 1996 es superior al ritmo del aumento en el número de publicaciones argentinas en ciencias de las plantas, registrado por Scimago para el mismo período (<http://www.scimagojr.com/countrysearch.php?country=ar&area=1100>). Esto pone de relieve el interés por estos congresos, aún cuando ha crecido el número de reuniones nacionales o regionales que abordan temáticas afines, como ocurre con la

sección de plantas de la SAIB, las Buenos Aires Plant Biology Lectures, las reuniones de REDBIO, reuniones temáticas por cultivo como las de ASAGIR, etc.

Figura 7. Trabajos presentados en las reuniones RAFV y número de autores en la totalidad de dichos trabajos.



El crecimiento del número de trabajos presentados en las RAFV reflejó la expansión de la Fisiología Vegetal en el país. En la segunda RAFV, realizada en Tucumán en 1960, estuvieron presentes investigadores de Mendoza, del INTA Castelar y de Corrientes. En las III y IV reuniones se sumaron investigadores de Buenos Aires y La Plata. Para el año 1972, en que se realizó la IX RAFV, los participantes provinieron de Bahía Blanca, Buenos Aires (varios centros), Córdoba, Corrientes, Castelar, Pergamino, Jujuy, La Pampa, La Plata, Río Cuarto y Tucumán. En la última RAFV, la XXX, realizada en Mar del Plata, presentaron trabajos investigadores provenientes de 86 instituciones, y eso no tiene en cuenta que en algunas instituciones existen varios grupos distintos que participan del congreso. Estas cifras hablan a las claras del creciente interés que despiertan los estudios sobre Fisiología de las Plantas, que hoy en día exceden las difusas fronteras de la disciplina y convocan a investigadores que, trabajando en otros campos, consideran que su trabajo es pertinente a la fisiología de las plantas.

Disertantes extranjeros invitados

A partir de 1974, con la participación de la Doctora Daphne Osborne, uno de cuyos hallazgos más relevantes permitió agregar al etileno en la frondosa lista de las hormonas vegetales, en la mayoría de las RAFV se invitaron a destacados investigadores extranjeros, que agregaron un interés adicional a estas reuniones. La nómina de disertantes extranjeros invitados se incluye en la Tabla 2.

Tabla 2. Nómina de disertantes extranjeros participantes en las RAFV

Año	Disertante	País
1961	Silberschmidt, K.	Brasil
	Baldovinos, G.	México
1962	Stebbins, I.	EEUU
	Müller, L.	Costa Rica
1974	Osborne, D.	Australia
1978	Tarso Alvim, P. de	Brasil
	Osborne, D.	Australia
1981	Schwabe, W. W.	Gran Bretaña
1985	Gautheret, R.	Francia
1989	Salisbury, F.	EEUU
1992	Valpuesta, V.	España
	Dathe, W.-	Alemania
1998	Cheesman, J.,	EEUU
	Prioul, J.	Francia
	Ort, D.	EEUU
	Echeverría, E.	EEUU
	Herrera Estrella, L.	México
2000	Jones, R.	EEUU
	Chappell, J.	EEUU
	Hedden, P.	Gran Bretaña
	Pharis, R.	Canadá
	Cohen, J.	EEUU
2002	Zeiger, E.	EEUU
	Blumwald, E.	EEUU
	Carbonell, J.	España
	Edwards, G. E.	EEUU
	Lea, P.	Gran Bretaña
	Spangenberg, G.	Australia

	Valpuesta, V.	España
	Gomez Campo, C.	España
2004	Rona, J. P.	Francia
	Ledent, J. F.	Bélgica
	Zeiger, E.	EEUU
	Kigel, J.	Israel
2006	Bradford, K.	EEUU
	Pech, J. P.	Francia
	Folta, K.	EEUU
2008	Blazquez Rodriguez, M.A.	España
	Carpita, N.	EEUU
	Blumwald, E.	EEUU
	Pozueta Romero, J.	España
	Sederoff, H.	EEUU
	Stitt, M.	Alemania
	Magalhaes, J.	Brasil
	Orellana, A.	Chile
2010	Rothan, Ch.	Francia
	Sage, R.	Canada
	Araus, J.L.	España
	Valpuesta, V.	España
	Colmer, T.	Australia
	Granell, R.	Francia
	Foyer, C.	Gran Bretaña
2012	Bennet, M.	Gran Bretaña
	Finch Savage, B.	Gran Bretaña
	Martin John, C.	Gran Bretaña
	Beemster, G.	Bélgica
	Nunes Nesi, A.	Brasil
	Cejudo, J.	España
	Penfield, S.	Gran Bretaña
	Baldwin, I.	Alemania
	Richards, R.	Australia
2014	Bastow, R.	Gran Bretaña
	Rothan, Ch.	Francia
	Barreiro, R.	EEUU
	Tardieu, F.	Francia
	Grotewold, E.	EEUU
	Crespi, M.	Francia
	Buckeridge, M.	Brasil
	Habermann, G.	Brasil



Figura 8. XIX RAFV, Huerta Grande, 1992. De izquierda a derecha R. Tizio, R. Racca, J. Argüello, G. Abdala.



Figura 9. XIX RAFV, Huerta Grande, 1992. De izquierda a derecha A. Hall, F. Andrade, B. Cavagnaro, O. Fernández, J. Beltrano, A. Soriano y E. Taleisnik

Abordajes temáticos

Las divisiones temáticas en que se ubicaron los trabajos de las RAFV a lo largo del tiempo se muestra en la Tabla 3. Allí es posible observar que ha habido algunos temas específicos que han suscitado interés sostenido a lo largo del tiempo. Tales son los casos de la Fisiología de Semillas, Nutrición Mineral y Regulación Hormonal. Se indica en al Tabla 3 que a partir de 1992 la Ecofisiología fue objeto de una sección específica. Los comienzos

de la biotecnología, que tuvieron sus antecedentes en los trabajos sobre cultivo de tejidos, tienen presencia en las RAFV a partir de 1985. En la sección **Algunos temas de Fisiología Vegetal que han tenido continuidad en la SAFV** podrán encontrarse algunas reseñas que reflejan el aporte de la investigación desarrollada en la Argentina a cada temática.

Por otra parte, puede apreciarse que la Enseñanza de la Fisiología Vegetal tuvo una sección específica entre el 2000 y el 2010. Este tema interesa a todos los que desarrollan docencia de grado, y genera calurosos debates cada vez que se convoca, por lo cual sería importante asignarle tiempo en las reuniones venideras.

Tabla 3. Divisiones temáticas en que se ubicaron los trabajos de las RAFV a lo largo del tiempo.

	1967	1980	1981	1985	1987	1992	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014
Aspectos del desarrollo	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
Metabolismo	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nutrición mineral	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	
Crecimiento y morfogénesis	x	x	x		x			x	x			x	x	x	x	
Regulación hormonal			x	x	x	x				x	x		x	x	x	x
Estrés abiótico			x				x		x	x	x	x	x	x	x	x
Relaciones hídricas				x	x									x	x	
Cultivo <i>in vitro</i> y biotecnología				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Fisiología de semillas		x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	
Ecofisiología						x	x	x	x	x			x	x	x	
Interacciones bióticas					x		x			x	x		x	x	x	x
Enseñanza de la Fisiol. Vegetal									x	x	x	x	x	x		
Postcosecha													x	x		
Señalización													x	x	x	
Cultivos regionales																x
Biología de sistemas																x
Genética y mejoramiento													x	x	x	x



Figura 10. XX RAFV, Bariloche 1993. De izquierda a derecha: E. Montaldi, N. Curvetto, P. Garriz, R. Bottini, G. Orioli

El simple análisis de las divisiones temáticas en que se ubicaron los trabajos de las RAFV a lo largo del tiempo no arroja luz sobre la evolución de los focos de interés ni sobre la aparición de nuevos abordajes experimentales o temáticos. Eso requiere de un análisis de los trabajos presentados en cada sección, que excede el alcance de esta revisión. Cabe acotar que en las RAFV habitualmente se realizaron simposios sobre temas que oportunamente convocaron interés, cuyo análisis seguramente también contribuiría a arrojar luz sobre la evolución de las tendencias en investigación y la emergencia de investigadores jóvenes en ellas.

La Tabla 3, por ejemplo, no revela el interés sostenido que ha habido en estudios referentes a los efectos de la luz sobre diversos aspectos de la morfogénesis, el desarrollo y la interacción entre plantas, que con el tiempo han logrado amplio reconocimiento internacional. En la SAFV pueden rastrearse las primeras presentaciones sobre el tema al año 1963, en que en la V RAFV, Rodolfo Sánchez presentó un coloquio sobre Efecto de la Luz sobre las Plantas.

Tampoco destaca el interés por la senescencia, que también ha sido objeto de estudios sostenidos en el tiempo. En la revista *PHYTON*, en 1963, aparecen los primeros trabajos de Trippi sobre ontogenia y senescencia en plantas.

Asimismo, no se vislumbra en la Tabla 3 el balance entre estudios de tipo básico y aplicado, ni el abordaje experimental. No refleja, tampoco, la evolución de los sistemas modelo hasta la generalización de la utilización

de Arabidopsis como planta modelo. Tal como se indicó anteriormente, estos temas merecen un análisis del contenido de los trabajos presentados en las sucesivas RAFV, que posiblemente sería interesante realizar.

En el presente resumen, el alcance de los trabajos presentados solamente se infirió a partir de los títulos. Este análisis, aunque superficial, sugiere que, tal como podría esperarse según la evolución del conocimiento en Fisiología Vegetal, con el tiempo ha disminuido el interés por los trabajos de fisiología de la planta entera (Figura 11), aparentemente tendieron a incrementarse los de bioquímica y metabolismo, junto con los de control ambiental del crecimiento y desarrollo y los de interacciones con otros organismos.

Figura 11. Porcentaje de trabajos en diversas agrupaciones temáticas, presentados en las RAFV hasta el año 1972, 1980 y en la RAFV del 2014.

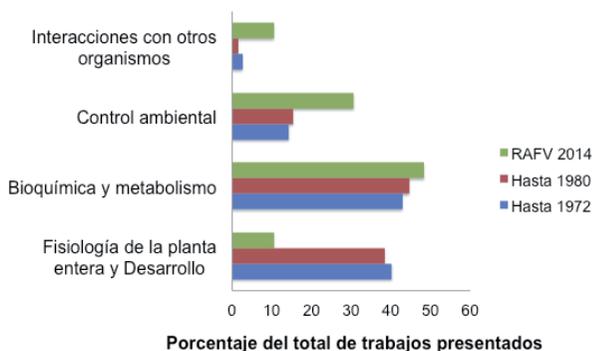


Figura 12. XXIV RAFV y XI Reunión LA, Punta del Este, UY, 2002. Cena del congreso. De izquierda a derecha, C. Gomez Campo y señora, V. Martin y su esposa, Virginia Echegaray, ?, L. Viega, G. Spangenberg, ?.



Figura 13. XVIII RAFV, Puerto Iguazú, 1989. Un alegre grupo. De izquierda a derecha: Leonardo Casano, ?, ?, Marina Medina, Alejandro Ruiz, Mónica Fulchieri, Ricardo Toselli, Dora Martínez, al fondo, de frente Juan Argüello



Figura 14. XXV RAFV, Santa Rosa, 2004. De izquierda a derecha; Marlene Aparecida Schiavinato, R. Sánchez, E. Valle, V. Martín, Gladys Fernández (Chile), L. Viega, E. Taleisnik, A. Golberg (presidente del Congreso) y Ana María Magalhães Andrade Lagoa, presidente de la Sociedad Brasileña de F. Vegetal.



Figura 15. XXVII RAFV (50 aniversario), Rosario 2008. Trippi y generaciones de discípulos. De izquierda a derecha: N. Muñoz, R. Lascano, V. Trippi, M. Melchiorre, R. Racca, D. Bustos, E. Taleisnik, con E. Morandi, presidente del congreso.



Figura 16. XXIX RAFV, Mar del Plata 2012. R. Benech Arnold cerrando la reunión, a la izquierda parte del grupo organizador.



Figura 17. XXX RAFV, Mar del Plata 2014. Jóvenes investigadores consultando con especialistas. Se ven grupos con J. J. Guiamet (último de la mesa, a la derecha) y F. Tardieu (segundo de la mesa, a la derecha).

Conversaciones con algunos de los discípulos directos de los “pioneros” de nuestra historia

Habiendo resumido la historia de la SAFV en números en el capítulo anterior, en este capítulo transcribimos entrevistas con algunos discípulos directos de los “pioneros” de nuestra historia, a quienes solicitamos sus opiniones sobre tres cuestiones

1. ¿Qué consideraciones puede hacer acerca del desarrollo de la Fisiología Vegetal en el país?
2. ¿Qué limitaciones/dificultades ha encontrado en su trabajo?
3. ¿Cuál es el futuro que avizora?

El texto surge de las grabaciones registradas que luego fueron transcritas y sintetizadas, por lo tanto debemos aclarar que la versión que presentamos no es textual aunque consideramos que reflejan las opiniones vertidas.

Dr. Victorio TRIPPI

PREGUNTA 1: La formación de la SAFV tiene lugar en una época en la que no conozco de dónde viene la inspiración de estimular la investigación científica. Pero en este momento eran muy pocos los profesionales dedicados a la investigación, sin embargo se inicia el estímulo de la actividad particularmente en las universidades, que inician la incorporación de Docentes de dedicación exclusiva, unos años después la creación del CONICET.

PREGUNTA 2: Personalmente considero que tengo que estar agradecido ya que el CONICET me permitió trabajar en el Laboratorio de Roger Gautheret pionero en el Cultivo “in vitro” de tejidos vegetales, luego en el de Pierre Chouard impulsor en la construcción del Phytotron francés con importante producción en el conocimiento de la influencia del fotoperíodo y la vernalización y finalmente participar en un trabajo

con Keneth Thimann en la Universidad de California. No tengo dudas que desde Houssay (alrededor 1960) se estimula considerablemente la formación de investigadores por el programa de becas de la institución, pero es importante destacar su cercanía a los becarios a los que visitaba personalmente en algún momento interesándose en el desarrollo del trabajo propuesto.

PREGUNTA 3: En mi apreciación el futuro depende de muchos factores, entre ellos la situación de la economía del país y la distribución de recursos que necesariamente deben permitir contar con recursos para que los estudiosos vivan decorosamente, asistir a reuniones científicas que permitan un intercambio razonable con el resto estudiosos en el mundo.

Dr Gustavo ORIOLI

PREGUNTA 1: La FV tuvo su origen en el país por la actuación de dos grupos que no tuvieron mucho contacto entre sí, quizás porque Soriano estaba más relacionado con la ecología y la ecofisiología y en el caso de Sívori las líneas de investigación eran más de índole biológica; pero en cuanto a la expansión geográfica fue más importante el grupo de Sívori, pues de allí salieron Tizio que organizó la cátedra de FV primero en Mendoza y luego en Río Cuarto, Trione (Mendoza), Trippi (Córdoba), Montaldi (INTA Castelar y posteriormente UNLP y Claver (UNLP).

En el laboratorio de Sívori inicialmente se dieron discusiones sobre temas de mucho interés como la vernalización y el envejecimiento de la papa, en este caso se debatía en base a dos hipótesis: la posibilidad de que el proceso fuese ocasionado por un virus o bien tuviera una base totalmente fisiológica. Mucha de la bibliografía utilizada en aquel período procedía de la Unión Soviética como *Fisiologia Rastanii*, publicada en inglés con el título de *Soviet Plant Physiology*.

En la época de la presidencia de Frondizi (1958-1962) hubo un florecimiento de la democracia universitaria y de apoyo a la investigación; se creó la dedicación exclusiva en la docencia, el INTA instrumentó el plan CAFTA (Comisión Administradora del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria) que aportó importantes sumas de dinero para la investigación en las facultades relacionadas con las disciplinas agropecuarias. Todo este florecimiento concluyó con el golpe de estado de Onganía y la

famosa “Noche de los bastones largos”. La Facultad de Ciencias Agrarias de Corrientes fue una de las instituciones más castigadas: todo el grupo de trabajo de Mogilner fue dejado cesante y la infraestructura que él había podido conseguir: invernáculos, cámaras de crecimiento, quedaron abandonadas.

Una creación importante de los años 60 fue la Escuela para Graduados en Ciencias Agrarias que funcionaba en el INTA de Castelar donde se realizaron Magister relacionados con la Fisiología Vegetal y también en Fitopatología, Edafología y Genética, ese fue el origen de los posgrados en la Agronomía. Durante los años 90 se observó un gran desarrollo de los estudios de posgrado y tuvo su origen la política de incentivos a la investigación, cuyo impacto en la actualidad ha disminuido considerablemente debido a la cantidad de investigadores que han ingresado al sistema sin un concomitante aumentara el presupuesto. En cuanto a los estudios de posgrado, considero que habría que replantearlos, no puedo afirmar que sean laxos pero hay mucha disparidad en la calidad de las tesis. Actualmente es importante la posibilidad de realizar los posgrados en el país pues dicho nivel se ha venido implementando en muchas facultades del país. Sería de desear que una vez obtenido el título de posgrado, el investigador tuviese la oportunidad de realizar estudios posdoctorales en el extranjero para disminuir el *imbreading*. Antiguamente las becas que otorgaba el CONICET eran por lo general de un año con el objeto de evitar la desambientación que podría sufrir el becario después de una larga ausencia del país.

PREGUNTA 2: Considero que la principal limitación que hemos tenido es la de acceder al equipamiento necesario, esta limitación tiene aún mucha vigencia pues todavía existe mucha dificultad para acceder a los fondos necesarios que permitan la adquisición de un material que por lo general es muy costoso. Actualmente surgió un problema adicional por la dificultad de manejo de equipos que suelen ser muy sofisticados; dicha dificultad obligaría a la contratación de técnicos que pudieran hacerse cargo del manejo de éste instrumental, algo que muy pocas veces es admitido en los presupuestos de los proyectos de investigación. Además suelen ser equipos tan caros que para amortizarlos deberían estar en funcionamiento durante 24 horas. Por esta razón este material en lugar de depender de una cátedra o de un laboratorio tendría que pertenecer a toda la Universidad y recaer en ella su gestión y mantenimiento.

PREGUNTA 3: Pensando en el corto plazo (3-4 años), creo que estamos bien encaminados, uno de los hechos importantes a señalar es que se ha avanzado mucho en el acceso a la bibliografía debido a la posibilidad de realizar las consultas *on line*, a diferencia de nuestra época en que debíamos llenar la tarjeta de solicitud, enviársela por correo al autor del trabajo y si teníamos suerte, después de 2-3 meses recibíamos la separata.

Insisto en que debería apuntarse a una revisión de los posgrados para tratar de homogenizar las exigencias teniendo en cuenta la calidad de las tesis.

Reflexiones de Gustavo Orioli

Alrededor de 2000 años atrás un hombre llamado Jesús pronunció la siguiente parábola (Lc 8,5-8): “El sembrador salió a sembrar su semilla; y mientras sembraba parte cayó junto al camino, y fue hollada, y las aves del cielo la comieron. Otra parte cayó sobre la piedra; y nacida se secó, porque no tenía humedad. Otra parte cayó entre espinos, y los espinos que nacieron juntamente con ella la ahogaron. Y la otra parte cayó en buena tierra, y nació y llevó fruta a ciento por uno”. Describía causas y efectos conocidos, fáciles de comprender pero sin explicación científica.

Alrededor de 2000 años después se constituían en Argentina unos pocos grupos interesados en los estudios sobre fisiología vegetal. Para la fecha de la fundación de la SAFV, se tenía la suficiente información y conocimiento como para explicar científicamente parte de los mecanismos asociados a los efectos que se describían en la citada parábola. Fisiología Vegetal hasta pocos años atrás había sido parte de Botánica, Química Biológica se daba como una parte de la química orgánica. El acceso a las fuentes de información eran muy escaso: los primeros volúmenes del Tratado de Fisiología Vegetal de F.C.Steward llegaron a fines de los 50'; los libros de texto de Fisiología Vegetal, Maximov y mas adelante Meyer *et al.*, exponían muchas dudas y pocas certezas. Ese fermento que comenzó en unas pocas universidades en poco tiempo migró a otras, participó en el posgrado en Castelar, expandió los estudios sobre la fisiología de las plantas y consolidó la SAFV. Cincuenta años después encontramos que equipos de investigación asociados a la SAFV han hecho importantes aportes para el mejor y mas completo entendimiento del estrés hídrico y el control de las malezas.

Hay relatos que nos dicen que los primeros encuentros entre los pioneros² de la Fisiología Vegetal en Argentina daban pie para discutir fenómenos biológicos como: período de vernalización y período de luz según Lysenko; topófisis a lo largo del tallo; hormonas; degeneración de un clon vs. virosis. Ideas, propuestas y resultados eran considerados y discutidos; no pocas veces del campo de las biológicas pasaban y no es de extrañar consideraciones filosóficas, ideológicas, teológicas, que terminaban sin conclusiones aceptables. Sin embargo los resultados, la gran cantidad de publicaciones, como así también el haber concretado la fundación de la SAFV y darle permanencia, son hitos que muestran que a lo largo de tiempo las conclusiones muchas veces se convirtieron en éxitos.

En las primeras reuniones de la SAFV los de la “nueva” generación encontramos un ambiente muy bueno, hasta familiar. Nada de pósters. Todas las comunicaciones eran orales y como la mayoría sabía algo del tema, algunos tanto o más que el orador, éste corría el riesgo de ser sometido a un pesado escrutinio. Asistíamos a toda la reunión y en cada una todos sabíamos quien era quien. No era raro que en el almuerzo o la cena uno se sentara al lado, de por ejemplo, el Ing. Soriano quien te preguntaba ¿Y Ud. (no había tuteo) que está haciendo Orioli? Del intercambio con cualquiera de ellos siempre salías ganando, aunque el bocado se te atragantara.

¿Qué se ganaba? Mucho. Nuevas ideas, información y sobre todo estímulo a continuar y mejorar. Cada resultado que se comunicaba abría un gran espectro de interrogantes, de hechos por conocer, nuevas metas que eran fuerza impulsora para el grupo, sobre todo para los integrantes mas jóvenes. Conseguir información no era fácil; la suscripción de “journals” no era moneda corriente y pasaban meses hasta que cada número llegara a la biblioteca. Esperar el último número de Biological Abstract, revisarlo, completar la tarjetita con el pedido del reprint, y luego esperar semanas y meses hasta que con suerte llegaba el sobre conteniendo el artículo.

Hoy en día resultaría imposible presentar todas las comunicaciones en forma oral. No hay tiempo material para ello y no todos los asistentes están interesados en lo que se comunica sobre un tema en particular. Pretender que la gran cantidad de asistentes a las variadas secciones temáticas de las reuniones de la SAFV sepan quien es quien es un imposible. Se ha perdido algo importante?, estoy seguro que si. Pero se ha ganado en

² Soriano, Sivori, Montaldi, Mogilner, Trippi, Tizzio, Trione, Claver, ...

cuanto la diversidad de temas bajo estudio y la cantidad y calidad de las comunicaciones ha aumentado.

Hoy, sesenta años después de la creación de la SAFV, encontramos que equipos de investigación asociados a la SAFV no solo han hecho importantes aportes para el mejor y más completo entendimiento de temas que planteó la parábola: el estrés hídrico y el control de las malezas, sino excelentes aportes en todas las otras ramas que competen a la Fisiología Vegetal. Y no por último de menor importancia, han contribuido a elevar la calidad de los egresados de grado y posgrado, interviniendo activamente en la formación de candidatos a integrar las nuevas generaciones de fisiólogos.

Dr. Rodolfo SÁNCHEZ

PREGUNTA 1: Desde el punto de vista cualitativo el desarrollo ha sido muy grande. Se han formado un buen número de grupos en distintos lugares del país con un nivel que en muchos casos puede considerarse de buen nivel internacional. La calidad de las revistas donde se publica ha mejorado notablemente y el número de citas que reciben los trabajos es interesante. Es coherente con este panorama que son varios los investigadores que ocupan o han ocupado posiciones en los comités editoriales de buenas revistas de difusión internacional. Desde el punto de vista cuantitativo, en el número de grupos de grupos con buen nivel, también crecimos pero menos de lo necesario. Hemos crecido menos que algunos países de la región. Puede atribuirse este menor avance relativo a la falta de interés de la sociedad en el desarrollo científico, y también a que las exigencias del medio son bajas.

PREGUNTA 2: Naturalmente la disponibilidad de recursos es un factor de consideración entre las limitaciones por lo que implica en cuanto a infraestructura y equipamiento. Para mí personalmente algo que me ha sacado demasiado tiempo es el sistema de administrar los recursos transfiriéndole los fondos al investigador y que él lidiara con las compras y las licitaciones. En términos generales también hay que considerar la limitación que implica la elección de temas originales. Esto tiene alguna relación con el equipamiento disponible pero más con la disposición de los investigadores o becarios.

PREGUNTA 3: Existe en el país un potencial humano muy grande; también existen muchas posibilidades de formación de recursos humanos.

El progreso futuro va a depender de la clase de estímulos que haya para que la gente siga dedicándose a la actividad científica y también del grado de exigencia que imponga. En cuanto a las posibilidades de que ese potencial se manifieste, mi optimismo no es muy grande respecto del futuro. En las universidades no creo que pueda avizorarse una mejoría, me da la impresión de que aspirar a una exigencia alta, que es indispensable para aumentar la calidad, no es muy esperable.

Hay un factor muy positivo relacionado con la cantidad de posgrados existentes pero a la vez se observa una “inflación” pues al mismo tiempo que ha aumentado el número se han disminuido las exigencias. La base de directores de tesis ha ido aumentando pero debería ampliarse mucho más. En la FAUBA, por ejemplo, la Escuela para Graduados ha tenido un impacto positivo enorme, no solo en la formación de docentes sino también en la ampliación de la base de investigadores con capacidad para dirigir tesis, incluso en temas que no estaban cubiertos anteriormente. Por otra parte, la Fisiología Vegetal va a crecer en la medida que seamos capaces de aumentar las interfaces de interacción con otras disciplinas, por ejemplo: con investigadores que trabajan en cultivos, malezas, producción de cereales, bioquímica, microbiología, etc. En la actualidad estas interacciones no son suficientemente exploradas, mucho menos de lo que ocurre en otros países. Las tesis doctorales representan una gran oportunidad para realizar este tipo de conexiones.

Respecto de la SAFV, me gustaría que la interacción entre los fisiólogos en ese ámbito continúe siendo como hasta ahora, con espíritu amistoso, de colaboración, donde no se manifiesten casos de enconos personales y enemistades.

Considero que la SAFV ha venido actuando razonablemente bien, aunque sería importante que además de las reuniones bianuales pudieran realizarse otras sobre temas específicos.

Dr. Antonio HALL

PREGUNTA 1: En la ecofisiología de cultivos, que es la especialidad con la cual tengo mayor contacto, ha habido un enorme desarrollo en los últimos 20 años; actualmente existen grupos con buena formación, repartidos en distintas universidades del país los cuales han realizado contribuciones muy importantes no solo a nivel nacional sino también a nivel internacional.

Los trabajos realizados han permitido conocer la ecofisiología de cultivos de invierno y también de verano especialmente del maíz y el girasol y con algo de retraso respecto de la soja.

También han podido observarse avances importantes en otros niveles de organización. En la actualidad existe un gran auge de la investigación enfocada a nivel molecular. Por un lado podría decirse que este ha sido un hecho positivo aunque es preocupante la desconexión con otros niveles de organización. Existe un divorcio significativo entre los que realizan investigación en biología molecular de plantas y la investigación a nivel de cultivo o llevándolo a un nivel de mayor complejidad, a nivel de bosques naturales. Esta desconexión que describo no es particular de nuestro país, existe en todo el mundo, pero para mitigar un poco la afirmación, debe hacerse la salvedad de que es una conexión de muy difícil realización; sin embargo, sin minimizar las dificultades existentes, considero que hemos llegado a un grado tal de divorcio que se está convirtiendo en una barrera para el avance de la ciencia.

Por otra parte, se ha abierto una ventana para la publicación de trabajos que nunca debieron haberse publicado; una de las raíces de esto está en relación con el hecho de que los editores no tienen una visión lo suficientemente amplia de la realidad, también existe la cuestión de las modas en la investigación que impulsa un aumento cuantitativo de las publicaciones, muchas veces sin que exista una relación directa con la calidad. Por otra parte, puedo dar varios ejemplos de trabajos publicados en revistas internacionales prestigiosas cuyos resultados son obvios cuando no poseen observaciones erróneas. A esta situación ha coadyuvado el hecho de que el flujo de trabajos que llegan a las manos de los editores es en la actualidad de tal magnitud que en muchas ocasiones no hay posibilidades de efectuar una revisión rigurosa. Sucede un hecho semejante con la "inflación" de tesis de posgrado lo cual ha actuado en desmedro de la calidad. El hecho central en este caso es que faltan investigadores generalistas para actuar como jurados, que puedan actuar con comodidad, aunque no con mucho detalle, en todos los niveles de organización, desde los sistemas de organización de genes hasta el cultivo y el bosque.

Interrogado Hall sobre la organización misma del posgrado, donde en muchos casos se envía al jurado el manuscrito final que resulta del trabajo de 4-5 años, donde la emisión de una opinión negativa por parte del jurado representa una responsabilidad muy difícil de asumir.

Respuesta de Hall: Es una responsabilidad muy dolorosa pero absolutamente inevitable y considero que debe formar parte del código de buenas prácticas, a mí me ha tocado realizar valoraciones negativas. Las responsabilidades en la ejecución de una tesis están repartidas entre el tesista y su director. Por otra parte, es dable observar que existen directores que por necesidad de tener tesistas admiten temas con poca originalidad o que no poseen la profundidad necesaria para ser admitidos como tesis doctorales. Por suerte también existen todavía numerosos casos de trabajos de calidad y genuinamente originales.

Pienso que para mitigar las deficiencias señaladas se requiere de un sistema de regulación muy eficiente el cual debe ser conducido por gente con capacidad de transitar por todos los eslabones de los niveles de organización desde la expresión de genes hasta la ecología; el sistema de regulación tendría que asegurar que los revisores de las tesis sean capaces de rechazar aquellas que no revisten la calidad suficiente. El problema es que la gente que puede actuar en este sistema debería sacrificar buena parte de su tiempo y de su carrera personal a fin de asegurar la calidad del producto y esto quizá no es una expectativa razonable.

PREGUNTA 2: -La originalidad de los temas de investigación, esta es una deficiencia que va a persistir.

-Incremento de las dificultades para contar con facilidades que permitan desarrollar la investigación, dichas dificultades se hallan fundamentalmente relacionadas con la posibilidad de contar con el equipamiento necesario y esto acontece en todos los niveles de la investigación, desde la biología molecular hasta la ecofisiología.

PREGUNTA 3: A largo plazo, veo con optimismo la evolución de todas las disciplinas relacionadas con la biología vegetal pero este optimismo está basado en una hipótesis negativa: considero que tarde o temprano se va a generar la conciencia tanto en el sector público como en el privado de que la humanidad va a enfrentarse con un problema de deficiencia alimentaria para abastecer a una población en constante incremento; deberá anticiparse a la necesidad de realizar cultivos en ecosistemas áridos. Probablemente en el camino se tropiece con un desastre que llevará a que los tomadores de decisión se vean forzados a decidir la

realización de inversiones importantes teniendo en cuenta que desde hace varias décadas los incrementos de rendimientos de los cultivos han sido inferiores a los necesarios. A largo plazo el sistema agroalimentario se verá forzado a investigar en todos y cada uno de los niveles de organización para comprobar qué oportunidades hay en cada eslabón de la cadena. Para tener éxito en este camino habrá que reconvertir la formación de mucha gente, modificar paradigmas, tanto en el sector público como en el privado. La situación es difícil pero estoy convencido de que las ventanas de oportunidad existen.

Para propiciar estos cambios habrá que poner a disposición de los investigadores el equipamiento necesario, el cual en el futuro será mucho más costoso que actualmente dada la sofisticación creciente de los instrumentos. También deberán realizarse importantes inversiones en la formación de recursos humanos que puedan integrar equipos donde se evalúe desde el nivel molecular hasta el de cultivo con el objetivo de extraer conocimientos que permitan abordar problemáticas estratégicas.

Síntesis

Si bien las opiniones de los cuatro referentes han incursionado por distintos caminos, posible observar algunas coincidencias que resulta interesante señalar: en primer lugar en cuanto al desarrollo ascendente de la FV en Argentina, hecho que se pone de relieve en la Figura 7, sobre todo a partir de la década del 80 cuando la exponencial que era casi asintótica a la abscisa tiene un importante ascenso en el número de trabajos presentados a la SAFV y en la cantidad de autores involucrados. Podríamos proponer la hipótesis de que este incremento tiene correspondencia con el aumento de trabajos publicados en revistas tanto nacionales como internacionales, aunque en este último caso pueda verificarse con mayor certeza a partir del nuevo siglo.

Existen líneas temáticas dentro de la FV que han logrado un buen nivel internacional, entre las que cita las investigaciones sobre crecimiento y desarrollo y tanto Sánchez como Hall mencionan a la ecofisiología de cultivos como uno de los puntos fuertes de la investigación en FV.

Victorio Trippi pone de relieve la contribución de CONICET al desarrollo de la FV en el país, destacando el apoyo de la institución a la formación de RRHH.

Existe una posición casi unánime en señalar la debilidad actual del nivel de estudios de posgrado en las universidades, esta deficiencia debe ser considerada muy seriamente porque el posgrado representa una de las vías más efectivas para el avance de la ciencia.

En cuanto al futuro de la investigación en FV, tanto Orioli como Sánchez y Hall muestran un optimismo mitigado. En términos generales el avance futuro de la disciplina va a depender sobre todo (según Sánchez) de la valoración que realice la sociedad del desarrollo científico.

Reconocimientos nacionales a la labor científica de miembros de la SAFV

La labor científica de algunos de los miembros de la SAFV ha sido objeto de importantes reconocimientos nacionales. La SAFV se enorgullece de estas distinciones, cuya nómina se presenta seguidamente, ya que son testimonio de la calidad de la investigación en biología experimental de plantas realizada en el país. Es probable que muchos miembros de la SAFV hayan recibido distinciones internacionales, pero no se las menciona por no contar con un registro ordenado de las mismas. Se invita a los lectores de esta historia a completar este capítulo.

Los **Premios Konex** distinguen cada año a una rama diferente del quehacer nacional en ciclos de 10 años. De 1980 a 1989 se consideró la trayectoria total de los premiados. Posteriormente se premió la trayectoria de los últimos 10 años. En cada una de las 20 disciplinas el Gran Jurado selecciona por medio de una votación a las 5 personalidades / instituciones que ostenten las trayectorias más destacadas. Las 100 personalidades / instituciones resultantes reciben los Premios Konex - Diplomas al Mérito. Con posterioridad el Gran Jurado selecciona, de cada quinteto premiado, una figura. Así surgen 20 personalidades / instituciones, quienes reciben los Premios Konex de Platino

La nomina de investigadores ligados a la SAFV que recibieron los **premios Konex** es la siguiente

- | | | |
|------|---|--|
| 1983 | Diploma al mérito, | Alberto Soriano |
| 1993 | Platino, Agronomía, | Antonio Juan Hall |
| 1993 | Diploma al mérito, | Rodolfo Augusto Sánchez
Edgardo Montaldi
Osvaldo Fernández |
| 2003 | Diploma al mérito Biología Vegetal, | Fernando H. Andrade |
| | Diploma al mérito Biología Vegetal, | Jorge José Casal |
| 2013 | Diploma al mérito Agronomía, Veterinaria y Alimentos, | María Elena Otegui |

Diploma al mérito Biología y Ecología, Carlos L. Ballaré
Diploma al mérito Bioquímica y Biología Molecular,
Lorenzo Lamattina
Diploma al mérito Biotecnología, Néstor Carrillo
Raquel Chan

El Premio Fundación Bunge y Born tiene como finalidad reconocer y estimular a investigadores por la trascendencia de sus aportes científicos y por su contribución a la formación de recursos humanos. Una categoría especial de estos premios es la de Estímulo a Jóvenes Científicos. Las premiaciones se otorgan por áreas del conocimiento.

Premios Fundación Bunge y Born

1964	Lorenzo Parodi	Ciencias Agropecuarias
1970	Guillermo Covas	Ciencias Agropecuarias
1983	Alberto Soriano	Agronomía
2002	Rodolfo Sánchez	Agronomía
2006	Lorenzo Lamattina	Biología Vegetal
2013	Antonio Hall	Ciencias Agronómicas

Premios Estímulo a Jóvenes Científicos

2006	Dr. Marcelo Javier Yanovsky	Biología Vegetal
2013	Dra. María Elena Fernández	Ciencias Agronómicas

La **Distinción Investigador/a de la Nación** es otorgada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Los Premios “Houssay”, “Houssay Trayectoria” y “Jorge Sábato” distinguen a los científicos que contribuyeron a lo largo de su carrera a la producción de nuevos conocimientos, a desarrollar innovaciones tecnológicas de impacto social y productivo y a promover la transferencia de conocimiento y la formación de recursos humanos.

Los investigadores vinculados a la SAFV que recibieron estos premios son:

2012 Premio Jorge Sábato en Química, Bioquímica, Biología molecular	Raquel L. Chan
2014 Química, Bioquímica, Biología Molecular	Javier Palatnik

El **Premio Nacional L’Oreal UNESCO “Por las Mujeres en la Ciencia”** premia la excelencia científica y estimula la participación de mujeres en el ámbito científico. En el año 2013 fue galardonada la Dra Fabiana Drincovich, miembro de la SAFV.



Figura 18. V. Trippi recibe el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de Córdoba, año 2002.

Algunos temas de Fisiología Vegetal que han tenido continuidad en la SAFV

Existen líneas de investigación que se iniciaron en los albores de la Fisiología Vegetal en la Argentina y que han tenido un desarrollo sostenido a través del tiempo, habiendo logrado reconocimiento internacional. Breves reseñas de algunas de ellas se incluyen a continuación. Estas historias ilustran también sobre el desarrollo de los grupos de investigación, que se complementan en la sección siguiente con las crónicas que han aportado los grupos.

Ninguna de estas dos secciones ha tenido directivas acerca de formato o contenido, por lo que los autores de cada escrito han tenido plena libertad para expresarse. Como consecuencia, también, el contenido de estas secciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Apuntes preliminares para una historia de la Nutrición Mineral en la Argentina

Escribe: Guillermo Santa María

“Una recepción plena es lo que quiere el presente para hacerse eternidad”

Macedonio Fernández

No es sencillo brindar una idea, siquiera como bosquejo, de la historia de la Nutrición Mineral de las plantas en nuestro país. Esto es así por varios motivos, uno de los cuales –acaso el de mayor relevancia- es la pobre conservación de archivos cuya génesis no es tan lejana en el tiempo. Otra razón, es que el saber en los albores de esta “disciplina”, así como el de tantas otras, fue transmitido de boca en boca; por lo que no guardamos conocimiento preciso de quienes y como lo generaron. Finalmente, no

es vano mencionar que lo que hoy llamamos Nutrición Mineral resulta del entramado de conocimientos y técnicas provenientes de distintas tradiciones científicas entre las cuales el diálogo no siempre ha sido fecundo o ha sido solo tardíamente emprendido. Esto conduce a que el examen de la historia de esta disciplina resulte sesgado por la tradición científica de cada narrador. Pese a ello, el esfuerzo bien vale la pena de ser hecho, al menos como tentativa incompleta y sin dudas mejorable.

El trazado de una línea que demarque el inicio de esta disciplina en la Argentina asume un pacto con la imprecisión. Quizás el comienzo, por demás difuso, haya correspondido a las observaciones sobre la formación de nódulos en leguminosas y sus efectos sobre el rendimiento de los cultivos atribuidas al destacado botánico Arturo Ragonese y a E. Schiel¹; particularmente a este último quien realizó varios estudios sobre el tema a principios de la década del 40. Las observaciones sobre nódulos fueron, en verdad, antecedidas por un trabajo de Arturo Burkart; quien además publicaría su tratado sobre “Las leguminosas Argentinas, silvestres y cultivadas: descripción sistemática de la familia, los géneros y las principales especies, de su distribución y utilidad en el país y en las regiones limítrofes”², el cual incluía un apartado sobre “La actividad de los nódulos y el mecanismo de la fijación del N libre”. La primera referencia que he podido encontrar respecto de las micorrizas en nuestro país implican, en tanto, los trabajos realizados por Rolf Singer; quien durante varios años recolectó material fúngico en Sud América³. Por otro lado, el importante trabajo realizado desde la bioquímica llevó a que algunos grupos de investigación estudiaran el efecto de diversos elementos químicos sobre la actividad de enzimas vegetales como bien lo ejemplifica un trabajo publicado en 1955 por Carlos Cardini, Luis Federico Leloir y Jorge Chiriboga⁴. Faltaban aún varios años para que se iniciaran estudios fisiológicos que vinculen el estado nutricional de los tejidos con la actividad de las enzimas en las plantas.

Es difícil hallar, en tiempos anteriores a mediados de los 50, estudios realizados en el país que hayan intentado avanzar en la fisiología implicada en los procesos de adquisición y utilización de los nutrientes esenciales. Conviene mencionar, como aclaración, que la Nutrición Mineral como disciplina era aún muy joven y que los conceptos de adquisición y utilización –tal como hoy los conocemos– mantenían un carácter todavía borroso. Entre fines de los años 50 y mediados de los 70 comenzó una corriente

de estudio que intentó abordar preguntas referidas a los mecanismos operativos en tales procesos. Uno de los primeros trabajos de esta naturaleza fue emprendido por Miguel y Nora Raggio, quienes dedicaron sus esfuerzos a entender los factores que afectaban la formación de nódulos en la interacción entre rizobios y leguminosas⁵. Entre este grupo de pioneros, que en algunos casos contaron con un decidido apoyo institucional provisto a través del Plan de CAFTA (*Comisión Administradora para el Fondo de Tecnología Agropecuaria*), cabe mencionar a Isidoro Mogilner, Gustavo Orioli, Máximo Resnik y Silvia Matteucci quienes publicaron los primeros trabajos hechos en el país referidos a la utilización de microelementos, la relación entre la absorción foliar y radical, el transporte de azufre, rubidio (como análogo del potasio) y fósforo^{6,7,8,9}. La influencia ejercida por Resnik sobre el posterior desarrollo de la especialidad en el país estriba mayormente en la autoría del Capítulo “Nutrición Mineral” correspondiente al libro *Fisiología Vegetal*¹⁰ publicado por la editorial Hemisferio Sur en 1975, el cual constituyó con frecuencia la primera lectura sobre el tema para varias camadas de estudiantes. El caso de Mogilner y Orioli –quienes durante los años 60 establecieron en Corrientes una estrecha colaboración como mentor y discípulo, respectivamente- es de particular interés ya que el último, tras finalizar sus estudios de doctorado en Cornell University, dirigió un grupo de investigación en Bahía Blanca que se abocó, en parte, al estudio de la absorción y transporte de nutrientes a partir de fuentes orgánicas, de modo particular ácidos húmicos. Por esa época otros grupos de investigación del país iniciaron o profundizaron investigaciones sobre la producción de inoculantes para leguminosas. Sobre el final de este período Ricardo Wolosiuk comenzó, en el laboratorio de Bob Buchanan, una serie de destacados trabajos que pusieron de manifiesto el rol de la tioredoxina y el glutatión –los que contienen azufre en su estructura- en la regulación de la asimilación de carbono¹¹. A su regreso al país, Wolosiuk en conjunto con Leloir y Rodolfo Ugalde brindó el curso de post-grado “Bioquímica del Suelo”. Este curso constituyó, durante varios años, una referencia obligada para todos los recién graduados del país interesados en la nutrición de las plantas.

Esos intentos esencialmente solitarios fueron acompañados o seguidos, dependiendo del caso, por el desarrollo de un programa de mejora de la nutrición de trigo en el que se integraron varios investigadores entre los que es menester mencionar a Daniel Cogliatti, Atilio Barneix y

Patricia Arnozis. Estos jóvenes investigadores habían tenido la oportunidad de formarse en laboratorios líderes en la especialidad del Reino Unido, el primero de los nombrados¹², y de los Países Bajos^{13,14}, los otros dos. Tras su regreso, entre principios y mediados de la década del 80, abrazaron la idea de hacer una contribución significativa respecto de los mecanismos implicados en la regulación de la adquisición de fósforo, nitrato y amonio así como en el proceso de llenado de nitrógeno en los granos de trigo. La conformación del grupo fue favorecida por la política de subsidios instaurada en el CONICET tras el retorno a la democracia en 1983. A la par, Fernando Andrade y colaboradores desarrollaron un proyecto en parte coalescente con el anterior, en el cual examinaron –a nivel de cultivo- la relación entre la nutrición de nitrógeno y la determinación de los componentes del rendimiento –así como los procesos subyacentes a la misma y a otros fenómenos- en maíz y trigo¹⁵. Los trabajos centrados en la nutrición a nivel eco-fisiológico tuvieron también un impulso notable merced al trabajo pionero de Antonio Hall quien lideró un grupo de investigación que efectuó estudios relevantes sobre la relación entre la acumulación de nitrógeno y el crecimiento y desarrollo del cultivo de girasol¹⁶. Por entonces, el grupo liderado por Barneix logró establecer la que –de acuerdo a mi conocimiento- fue la primera interacción exitosa de “nutricionistas” con un grupo de genetistas, liderado éste último por Enrique Suarez del INTA Castelar. Esta interacción años más tarde resultaría en importantes aportes al conocimiento de los genes implicados en el control del contenido de proteína en los granos de trigo. Simultáneamente, en Córdoba, Edith Taleisnik comenzó la conformación de un grupo de investigación que exploró las bases fisiológicas de la resistencia a la salinidad, contribuyendo al entendimiento de la relevancia y modalidad del transporte de potasio y sodio bajo condiciones de estrés salino¹⁷. Por otro lado, desde principios de esa década, varios grupos de investigación –entre los que deben destacarse los liderados por Gabriel Favelukes¹⁸, Ugalde¹⁹ y Luis Ielpi²⁰- comenzaron el estudio fino de los procesos de nodulación y fijación simbiótica de nitrógeno generando una rica tradición que aún continúa y que ha rendido importantes avances. De esta tradición científica, resultó por vez primera en el país el empleo de técnicas de biología molecular para responder preguntas fisiológicas; si bien restringidas inicialmente al componente procariota de la asociación. A la vez, situado en un nivel de organización radicalmente distinto, debe destacarse también el importante

trabajo realizado en la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes de la UBA por Raúl Lavado quien conformó un grupo de investigación cuyo interés se ha centrado desde entonces en el estudio de la relación suelo:planta²¹.

Los investigadores mencionados en el extenso párrafo anterior lograron mayormente, y a pesar de los formidables obstáculos interpuestos, la formación de discípulos. Sus esfuerzos encontraron cierto límite a comienzos de la década del 90; durante la cual numerosos investigadores jóvenes debieron probar suerte en diversos laboratorios extranjeros. Algunos de ellos retornaron al país permitiendo así la continuidad y diversificación de las líneas de investigación pre-existentes. En otros casos, si bien el regreso no fue posible se logró continuar el trabajo a través de colaboraciones informales facilitadas por el notable desarrollo de las comunicaciones. A la vez, investigadores provenientes de otras tradiciones científicas derivaron también hacia estudios nutricionales. Comenzó así hacia fines de los años 90 y de modo más claro durante la primera década del siglo XXI un nuevo período particularmente enriquecedor durante el cual, de modo paulatino, ocurrió la incorporación masiva de técnicas de biología molecular y celular al estudio de la nutrición de las plantas a la par que comenzaron a usarse herramientas de biología de sistemas. De este último estadio, que creo aún no ha concluido, no vamos a hablar aquí ya que ocupa a un gran número de protagonistas con muy variados intereses y a que nos encontramos demasiado próximos a él como para valorarlo adecuadamente. Es conveniente notar que durante el período cubierto por esta brevísima sinopsis, la que casi no ha incluido el importante aporte realizado por ecólogos, han cambiado no solo los enfoques técnicos sino también las preguntas y los correspondientes marcos teóricos a partir de los cuales se han construido las hipótesis a contrastar. La contribución de nuestra comunidad científica a ese desarrollo ha sido creciente a la par que se ha ido enlazando, paulatinamente, con la resolución de problemas en que el conocimiento de la nutrición de las plantas entronca cada vez más estrechamente con la producción.

Nota del autor: Deseo dar las gracias a los numerosos colegas que aportaron sus recuerdos y búsquedas bibliográficas. Notese que, por razones de espacio, la asignación de citas se ha restringido a sólo una para cada uno de los autores mencionados, por lo que la misma sólo tiene un vago carácter indicativo y no describe la constelación de contribuciones efectuada por cada uno de ellos, aún en los temas aquí mencionados.

Referencias

- 1- Schiel E, Ragonese AE. 1942. Infección de la alfalfa con *Rhizobium meliloti* en la provincia de Santa Fe. Revista argentina de agronomía (Buenos Aires- Argentina) 9(2): 114-169.
- 2- Burkart A. 1952. Las leguminosas Argentinas, silvestres y cultivadas: descripción sistemática de la familia, los géneros y las principales especies, de su distribución y utilidad en el país y en las regiones limítrofes. Primera Edición de 1943, hecha por Editorial ACME Agency SRL.
- 3- Singer R. 1953. Four years of mycological work in southern South America. Mycologia 45: 865-891.
- 4- Cardini C, Leloir LF, Chiriboga J. 1955. The biosynthesis of sucrose. Journal of Biological Chemistry 214: 149-155.
- 5- Raggio M, Raggio N, Torrey JG. 1957. The nodulation of isolated leguminous roots. American Journal of Botany 44: 325-334.
- 6- Mogilner I, Cenoz HM. 1960. Comunicación preliminar sobre el efecto del microelemento molibdeno sobre el rinde del algodonero. Bomplandia 1: 70-82.
- 7- Orioli G. 1961. Absorción foliar de azufre radioactivo en plantas de frijol. Turrialba, Costa Rica, Tesis Mag Agr.
- 8- Resnik M. 1970. Effect of mannitol and polyethylene glycol on phosphorus uptake by maize plants. Annals of Botany 34:497-504.
- 9- Matteucci SD. Effect of transpiration on long-distance transport of rubidium in maize seedlings. ΦYTON 29: 9-12.
- 10- Resnik M. 1975. En Fisiología Vegetal. Eds: E Sivori, E Montaldi, O Caso. Editorial Hemisferio Sur, 1975.
- 11- Wolosiuk RA, Buchanan BB. 1977. Thioredoxin and glutathione regulate photosynthesis in chloroplasts. Nature 266, 565 – 567.
- 12- Cogliatti DH, Clarkson DT. 1983. Physiological changes in, and phosphate uptake by potato plants during development of, and recovery from phosphate deficiency. Physiologia Plantarum 58: 287–294.
- 13- Barneix AJ, Breteler H. 1985. Effect of cations on uptake, translocation and reduction of nitrate in wheat seedlings. New Phytologist 99: 367–379.
- 14- Breteler H, Arnozis P. 1985. Effect of amino compounds on nitrate utilization by roots of dwarf bean. Phytochemistry 24: 653-657.
- 15- Slafer GA, Andrade F, Feinglod S. 1990. Genetic improvement of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Argentina: relationships between nitrogen and dry matter. Euphytica 50:63-71.
- 16- Connor DJ, Hall AJ, Sadras VO. 1993. Effect of nitrogen content on the photosynthetic characteristics of sunflower leaves. Australian Journal of Plant Physiology 20: 251 – 263.
- 17- Taleisnik E., Grunberg K. 1994. Ion balance in tomato cultivars differing in salt tolerance. I. Sodium and potassium accumulation and fluxes under moderate salinity. Physiologia Plantarum 92: 528–534.
- 18- Caetano-Anolles G, Wall LG, De Micheli AT, Macchi EM, Bauer WD, Favelukes G. 1988. Role of motility and chemotaxis in efficiency of nodulation by *Rhizobium meliloti*. Plant Physiology 86: 1228-1235.
- 19- Imperial J, Ugalde RA, Shah VJ, Brill WJ. 1984. Role of the *nifQ* gene product in the incorporation of molybdenum into nitrogenase in *Klebsiella pneumoniae*. Journal of Bacteriology 158: 187-194.

- 20- Dylan T, Ielpi L, Stanfield S, Kashyap L, Douglas C, Yanofsky M, Nester E, Helinski DR, Ditta G. 1988. Rhizobium meliloti genes required for nodule development are related to chromosomal virulence genes in *Agrobacterium tumefaciens*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 83: 4403-4407.
- 21- Chaneton EJ, Lemcoff JH, Lavado RS. 1996. Nitrogen and phosphorus cycling in grazed and ungrazed plots in a temperate subhumid grassland in Argentina. Journal of Applied Ecology 33:291-302.

Las investigaciones sobre la senescencia foliar en la SAFV

Escribe: Juan José Guiamet

Es frecuente definir a la senescencia como un conjunto de procesos de deterioro que preceden (y presumiblemente causan) la muerte de órganos o individuos. En el caso de las hojas, el síndrome de la senescencia incluye la caída de la actividad y capacidad fotosintética, la degradación de pigmentos, proteínas y ácidos nucleicos, y la disminución de las actividades de asimilación de nutrientes (nitrógeno y azufre), entre otros procesos. Parte del interés por estudiar la senescencia radica en que en las especies de cultivo este proceso libera para el crecimiento de los granos importantes cantidades de nitrógeno almacenado en las hojas, pero simultáneamente compromete la fotosíntesis del canopeo, sin que sea claro actualmente cuál de estos efectos contrapuestos es más importante.

La senescencia, y en particular la senescencia de hojas, ha sido un tema de estudio en la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal prácticamente desde los inicios de la misma en 1958. Sin dudas fueron los trabajos pioneros del Prof. Victorio Trippi los que colocaron a la senescencia como una de las áreas de investigación en la naciente SAFV. Es difícil acceder a los trabajos originales publicados alrededor de los inicios de la SAFV, pero la exhaustiva revisión e interpretación del “estado del arte” acerca de la senescencia publicada por V. Trippi en 1980 (“Ontogenia y Senilidad en Plantas”) nos ofrece una ventana a esos comienzos.

Los inicios

Posiblemente uno de los primeros trabajos sobre senescencia haya sido el del Prof. Sívori y colaboradores (Sívori *et al.* 1954) sobre la influencia de las tubérculos hijos sobre la muerte de la planta de papa. Temas como el envejecimiento clonal de especies de interés económico como la caña de azúcar (Trippi y Montaldi, 1960, citado en Trippi 1980) o la heteroblastia

asociada a la juvenilidad en especies perennes parecen haber sido las puertas de entrada al estudio del envejecimiento y senescencia en los años '50 y '60. De esos años se pueden destacar las publicaciones del Prof. Sívori y colaboradores y una extensa serie de artículos de V. Trippi, solo o en colaboración con otros autores, bajo el título general "Studies on Ontogeny and Senility in Plants" que aparecieron en *PHYTON* a partir de 1963. Los temas específicos abordados por estos primeros trabajos de V. Trippi incluían los cambios en la capacidad proliferativa de yemas durante la ontogenia de especies perennes (1963), la senescencia de meristemas (1964), y los efectos fotoperiódicos sobre la longevidad foliar (1965), entre otros. Cinco o seis décadas atrás, con los conocimientos biológicos de la época, nuestros predecesores hicieron grandes progresos en la comprensión de los procesos de deterioro en las plantas, y sus relaciones con efectos ambientales o inter-orgánicos.

Los años '70 asistieron al inicio de la inserción de los estudios argentinos sobre senescencia en la comunidad científica internacional, y a la incorporación de métodos modernos, por ejemplo para el estudio del intercambio gaseoso (fotosíntesis) y la actividad enzimática en relación con la senescencia. A. Hall indagó sobre las relaciones fuente-destino, y demostró la inhibición de la fotosíntesis por disminución de la demanda, y la aceleración de la senescencia en tales condiciones (Hall y Brady, 1977), anticipándose a un intenso debate que se desarrolló en la década siguiente acerca de la influencia de la carga reproductiva sobre la senescencia foliar. En colaboración con investigadores franceses, V. Trippi inició una serie de trabajos sobre cambios isoenzimáticos de peroxidadas, esterasas, y deshidrogenasas en el curso de la senescencia de hojas o pétalos. En lo que concierne a los estudios sobre senescencia, podría decirse que este período culmina con la publicación del libro de V. Trippi en 1980 (nombrado anteriormente), que abarca exhaustivamente el conocimiento hasta ese momento sobre los procesos de senescencia en plantas y constituyó una referencia obligada sobre el tema.

Finales del siglo XX

Así como el libro escrito por V. Trippi constituye una excelente fuente para conocer las investigaciones sobre la senescencia hasta 1980, a partir de ese año los libros de resúmenes de las sucesivas Reuniones Argentinas de Fisiología Vegetal nos ayudan a rastrear el desarrollo de este campo del conocimiento en la Argentina.

Con un grupo nutrido de colaboradores, V. Trippi continuó con el estudio de los cambios bioquímicos que ocurren durante la senescencia (v.g., actividad de proteasas, ribonucleasas, peroxidases, etc) y expandió las investigaciones sobre los factores que regulan la senescencia (fitocromo, luz, concentración de oxígeno, estrés hídrico, niveles de azúcares, etc). En sus trabajos comenzó a cobrar cada vez más importancia el estrés oxidativo y el daño a las membranas como factores importantes de desencadenamiento de la senescencia. Probablemente por su importancia en el reciclado de N y la actividad fotosintética, varios estudios se enfocaron en la declinación del contenido de proteínas durante la senescencia foliar. V. Trippi y colaboradores comenzaron a abordar el aislamiento e identificación de proteasas cloroplásticas (Casano *et al.*, 1990; Casano *et al.*, 1994), en consonancia con la comunidad científica que se volcó a la búsqueda de hidrolasas localizadas en el plástido mismo. En Mar del Plata, L. Lamattina demostró que el factor crucial de la disminución del contenido de proteínas es el aumento en la velocidad de degradación, y que las hormonas que retrasan la senescencia lo hacen regulando la degradación (Lamattina *et al.*, 1985).

Recién a finales de los 90's comenzamos a ver un número más importante de trabajos que abandonan las condiciones controladas, o semi-controladas de las cámaras de crecimiento o invernáculos, y se desarrollan en condiciones realistas de cultivo, o que intentan aplicar conocimientos sobre la senescencia a temas de interés económico, como el almacenamiento postcosecha de vegetales. En condiciones reales de cultivo, C. Rousseaux, con A. Hall y R. Sanchez, estudiaron la regulación de la senescencia de las hojas basales del girasol por los cambios en el clima lumínico (irradiancia y relación rojo: rojo lejano) (Rousseaux *et al.*, 1996). Fue hacia finales de esta década también, que G. Martínez y colaboradores comenzaron a aplicar conocimientos sobre la senescencia foliar, y en particular el catabolismo de clorofilas, al deterioro postcosecha de especies hortícolas (v.g., Costa *et al.*, 2002).

El siglo XXI

Las investigaciones argentinas sobre la senescencia se intensificaron en los primeros 15 años de este siglo, y parecen estar todavía en un ciclo de incrementos crecientes: Scopus releva alrededor de 24 publicaciones sobre senescencia de plantas efectuadas por autores argentinos entre 2000

y 2009, que ascienden a 35 para el período 2010-2015. No solamente aumentó el número de contribuciones argentinas, sino que también se expandieron a áreas antes no abordadas, y se incorporaron las nuevas herramientas aportadas por la biología molecular.

Una descripción probablemente incompleta de estas nuevas investigaciones incluye estudios de proteasas asociadas a la senescencia incorporando aproximaciones proteómicas (v.g., Roberts *et al.*, 2006, Martínez *et al.*, 2015), y la aplicación de métodos de biología celular. En particular, en colaboración con M. S. Otegui (Otegui *et al.*, 2005), en el INFIVE caracterizamos una nueva clase de pequeñas vacuolas líticas asociadas a la senescencia que son parte de una vía de degradación extra-plastidial de proteínas fotosintéticas, entre otras Rubisco, y que parecen cumplir un rol importante en el reciclado de N desde las hojas. En estos años el Instituto de Biotecnología del INTA comenzó a desarrollar estudios sobre los cambios transcriptómicos en hojas senescentes de girasol (v.g., Moschen *et al.*, 2016), y recientemente se han llevado a cabo varios ensayos para demorar la senescencia de cultivos importantes a través de la expresión de un gen clave en la biosíntesis de citocininas dirigido por un promotor asociado a la senescencia (pSARK::ipt). En suma, la comunidad argentina de fisiólogos dedicados a la senescencia ha tomado las herramientas modernas que ofrecen la biología molecular y celular, lo que augura avances muy interesantes en el futuro cercano, y oportunidades para la interacción con investigadores en aspectos más “agronómicos” de los cultivos.

Finalmente, es de destacar que en contraste con el progreso importante que se ha realizado en la comprensión de la senescencia, su mecanismo y regulación, y en las estrategias de todo tipo (v.g., hormonales o genéticas) que permiten manipular la senescencia, es bastante incompleto el conocimiento disponible sobre la importancia de la senescencia en la determinación del rendimiento de los cultivos. A pesar de numerosos aportes de investigadores argentinos sobre la regulación ambiental o inter-orgánica, y sobre el papel de la senescencia en distintos cultivos (por ejemplo, Borrás *et al.*, 2003, De la Vega *et al.*, 2011, Lisanti *et al.*, 2013, Antonietta *et al.*, 2014), una pregunta aparentemente tan sencilla como ¿es conveniente demorar o adelantar la senescencia para mejorar el rendimiento en maíz? (o por caso, cualquier cultivo de grano) no tiene una respuesta unívoca. Tal respuesta parece depender fuertemente de las condiciones ambientales, de

manejo, etc , y este hecho resalta la necesidad de profundizar los estudios sobre la senescencia en condiciones de cultivo, e integrar en esta escala más compleja los conocimientos pertinentes, incluyendo aquéllos acumulados por la investigación en niveles de organización más simples (v.g., moléculas, fisiología de planta entera, etc).

Consideraciones finales

Desde los esfuerzos visionarios de V. Trippi y sus colaboradores, la SAFV ha nutrido y preservado un espacio de investigación y reflexión sobre la senescencia de las hojas y otros fenómenos de deterioro en las plantas (aunque el énfasis de esta reseña ha estado enfocado en las hojas). Los trabajos sobre senescencia desarrollados por los socios de la SAFV han tenido una importante repercusión, como dan cuenta las 1041 citaciones recibidas solamente entre 2012 y 2016 para los trabajos de autores argentinos que registra SCOPUS bajo la palabra clave “senescencia” (revisados para eliminar registros no vegetales) en la sección temática “Agriculture and Biological Sciences”. Este cúmulo de citas refleja una adecuada inserción en la comunidad internacional y trabajos al nivel del “estado del arte”. Muestran también las potencialidades de nuestra sociedad para encarar el desmantelamiento del aparato fotosintético y otros procesos similares en beneficio del rendimiento de los cultivos y la eficiencia en el uso del nitrógeno. Los más de 60 años de fecunda indagación sobre la senescencia por parte de la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal preanuncian un futuro interesante, con nuevos desafíos intelectuales y logros en la interfase con las aplicaciones agronómicas.

Referencias seleccionadas³

- Antonietta M, Fanello DD, Acciaresi HA, Guiamet JJ (2014) Senescence and yield responses to plant density in stay green and earlier-senescing maize hybrids from Argentina. *Field Crops Res.* 155: 111-119.
- Borrás L, Madonni GE, Otegui ME (2003) Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Res.* 82: 13-26.
- Casano LM, Gómez LD, Trippi VS (1990) Oxygen and light-induced proteolysis in isolated oat chloroplasts. *Plant Cell Physiol* 31: 377-382
- Casano LM, Lascano HR, Trippi VS (1994) Hydroxyl radicals and a thylakoid-bound

³ Este listado pretende ser solamente un ejemplo del tipo de publicaciones sobre la senescencia en plantas producidas por los miembros de la SAFV

- endopeptidase are involved in the light and oxygen-induced proteolysis in oat chloroplasts. *Plant Cell Physiol* 35: 145- 152
- Costa ML, Civello PM, Chaves AR, Martínez GA (2002) Characterization of Mg-dequelatase activity obtained from strawberry fruit (*Fragaria x ananassa*, Duch., cv Selva). *Plant Physiol. Biochem.* 40: 111-118.
- De la Vega AJ, Cantore MA, Sposaro MM, Trápani N, Lopez Pereira M, Hall AJ (2011) Canopy stay green and yield in non-stressed sunflower. *Field Crops Res.* 121: 175-185.
- Hall AJ, Brady CJ (1977) Assimilate Source-Sink Relationships in *Capsicum annuum* L. II. Effects of Fruiting and Defloration on the Photosynthetic Capacity and Senescence of the Leaves. *Australian Journal of Plant Physiology* 4: 771 - 783
- Lamattina L, Pont Lezica R, Conde RD (1985) Protein metabolism in senescing wheat leaves. Determination of synthesis and degradation rates and their effects on protein loss. *Plant Physiol.* 77: 587-590.
- Lisanti S, Hall AJ, Chimenti CA (2013) Influence of water deficit and canopy senescence pattern on *Heliantus annuus* (L.) root functionality during the grain-filling phase. *Field Crops Res.* 154: 1-11.
- Martínez DE, Borniego ML, Battchikova N, Aro E-M, Tyystjärvi E, Guiamet JJ (2014) SASP, a Senescence-Associated Subtilisin Protease, is involved in reproductive development and determination of silique number in *Arabidopsis*. *Jour. Exp. Bot.* 66: 161-174.
- Moschen S., Bengoa Luoni S, Di Rienzo JA, *et al.* (2016) Integrating transcriptomic and metabolomic analysis to understand natural leaf senescence in sunflower. *Plant Biotechnol. J.* 14: 719-734.
- Otegui, M., Noh, Y-S, Martínez, D., Vila-Petroff, M., Staehelin, A., Amasino, R. y Guiamet, J.J. (2005) Senescence-associated vacuoles with intense proteolytic activity develop in senescing leaves of *Arabidopsis* and soybean. *The Plant Journal* 41: 831-844.
- Roberts IN, Passeron S, Barneix AK (2006) The two main endoproteases present in dark-induced senescent wheat leaves are distinct subtilisin-like proteases. *Planta* 224: 1437-1447.
- Rousseaux MC, Hall AJ, Sanchez RA (1996) Far-red enrichment and photosynthetically active radiation influence leaf senescence in field-grown sunflower. *Physiol. Plant.* 96: 217-224.
- Sívori EM, Montaldi ER, Claver FK, Tizio R (1954) Influencia de las tubérculos hijos sobre la muerte de la planta de papa. *Rev. Fac. Agron. La Plata* 30: 163-166
- Trippi, V. (1980) *Ontogenia y Senilidad en Plantas*, 547 pp., Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional de Córdoba.

La fotomorfogénesis en la Argentina

Escriben: Rodolfo Sánchez y Javier Botto

En esta reseña vamos a incluir a las respuestas fotoperiódicas dentro de la fotomorfogénesis siguiendo la definición de Hans Mohr (1962), aunque más adelante fotoperiodismo y fotomorfogénesis no siempre se trataron conjuntamente. Se incluirán referencias a algunos trabajos que indican las características de los temas abordados en cada época, pero solamente hasta 1990. La primera publicación de autores argentinos sobre efectos morfogénicos de la luz es acerca de la influencia del fotoperiodo sobre la floración de trigo por F. Claver y E. Sívori en 1950. En la década del 1960 continuaron los estudios de fotoperiodismo, en 1965 R. Pont-Lezica publicó el primero de una serie de trabajos sobre la relación entre el fotoperiodo y las giberelinas. También sobre fotoperiodismo fueron los trabajos de Mogilner, Orioli y Bettler (1967) con mandioca y de Caso y Kefford (1968) con *Chondrilla juncea*. Es en esta época que comenzaron las publicaciones en la cátedra de Fisiología Vegetal de la FAUBA sobre la influencia de la calidad de la luz particularmente enfocados en la relación rojo/rojo-rojo lejano y la acción del fitocromo. Inicialmente estudiando el control de la germinación por la luz (Soriano, Sánchez y Eilberg, 1964) la influencia de las cubiertas (Sánchez, Soriano y Eilberg 1967) y la interacción entre la forma activa del fitocromo, inhibidores de la germinación y la exposición continua a la luz azul y el rojo-lejano en semillas de lechuga (Burkart y Sánchez, 1969). De manera que inicialmente los estudios morfogénicos de la luz estuvieron dirigidos a los efectos del fotoperiodo, particularmente sobre la floración y la tuberización y los de la calidad de la luz en el control de la germinación. Coincidentemente los únicos argentinos que asistieron al primer simposio europeo sobre fotomorfogénesis fueron Rafael Pont Lezica y Rodolfo Sánchez.

Los trabajos en la U. de Cuyo liderados por Ricardo Tizio (Pont Lezica, 1965, Racca and Tizio, 1968), constituyeron un aporte importante ya que incluyeron la medición de niveles endógenos de sustancias del tipo

de las giberelinas. Si bien las determinaciones se hacían mediante bioensayos, que era la forma posible en esa época, la idea general de que la tuberización en días cortos dependía de cambios en las giberelinas y anti-giberelinas (más tarde identificadas como ABA) fue confirmada dos décadas después por mediciones con GC-MS. Se pueden encontrar citas de algunos de estos trabajos aún en 2006 y 2013.

Los trabajos iniciales sobre el fotocontrol de la germinación requirieron la instalación de fuentes de luz que proveían fotones de zonas restringidas del espectro (400-500, 600-70 y 700-800nm), inicialmente las fuentes de luz para el rojo y el rojo lejano eran lámparas incandescentes lo que hacía necesario incluir una cubeta con agua entre la fuente y el filtro de vidrio para evitar el aumento de temperatura que podía romperlo en el caso del rojo lejano y en el caso de la fuente de rojo una solución de SO_4Cu . La fuente de luz para el azul eran lámparas de mercurio de alta presión. Los trabajos iniciales se dirigieron a la caracterización de las respuestas a distintas zonas del espectro visible, particularmente la relación entre el rojo (R) y el rojo lejano (RL) en relación con las cubiertas seminales, la postmaduración y las interacciones con inhibidores de la germinación. Esto último visto desde la actualidad puede parecer por lo menos llamativo pero en esa época había una controversia sobre la importancia de los inhibidores en el fotocontrol de la germinación en la que estaban incluidos próceres como Evenari (1961) y Thimann (Chen and Thimann, 1966). Por esa razón los trabajos iniciales incluyeron el estudio de inhibidores, inicialmente con bioensayos.

Los experimentos en los que se investigó la influencia de distintas regiones espectrales sobre la morfogénesis y el crecimiento de plantas se demoraron hasta mediados de los 70 (requerían más equipamiento que los necesarios para las semillas). La mayoría de esos trabajos se realizaron en la cátedra de FV de la FAUBA, Cogliatti y Sanchez, 1975) y se dirigieron principalmente a las relaciones entre la calidad de la luz y el crecimiento y la forma de las hojas y el transporte de agua. Trabajos utilizando variaciones en la calidad de la luz y/o el fotoperiodo para analizar procesos como la senescencia, la tuberización y la floración se realizaron también en Córdoba y La Plata (Trippi, 1973; Claver y Montaldi, 1977). En esta década comenzó su actividad Silvia Braslavsky realizando numerosos aportes de primer nivel acerca de la fotofísica y la fotoquímica del fitocromo. Aunque tuvo que desarrollar su muy destacada carrera en el exterior interactuó

con un número significativo de investigadores locales promoviendo efectivamente el desarrollo de la fotobiología, la fotoquímica y la fotofísica en la Argentina.

En la década de 1980 se produjo un crecimiento notable tanto cuantitativo como cualitativo en los trabajos centrados en la acción del fitocromo (recién a partir de 1985 supimos que había más de uno) debido en gran medida al aumento en el número de investigadores dedicados al tema. En la FAUBA se sumaron a Rodolfo Sánchez, Jorge Casal, Pedro Aphalo, Carlos Ballaré, Ana Scopel y también se estudiaron respuestas del fitocromo en la UN de La Plata por E. Montaldi, Guiamet, Balatti, (1986, 1989) en la UN Córdoba por V. Trippi, (Kenis y Trippi, 1980) entre otros. No solamente se estudiaron nuevos procesos (macollaje, alargamiento de entrenudos, senescencia, nodulación, crecimiento de estolones) sino que se hicieron avances importantes en el significado biológico de las respuestas al estado del fitocromo favorecidos por la interacción con ecólogos como C. Ghera. El que ha tenido más repercusión es la demostración que las plantas pueden detectar muy tempranamente la presencia de individuos vecinos (antes de que haya sombreado) a través de la percepción del RL reflejado por tejidos verdes (Ballaré *et al.* 1987). Estos trabajos 25 años después de su publicación todavía reciben, entre los dos tres citas por mes.

En la década de 1990 se produjo otro cambio cualitativo importante: la utilización de mutantes y plantas transgénicas para analizar las bases moleculares de la acción de los fitocromos y otros fotorreceptores. En particular la vinculación entre los investigadores de la FAUBA con los del Instituto Leloir y de algunos laboratorios de EEUU y Europa dio un impulso notable a esta disciplina. En la FAUBA se incorporaron a trabajar en esta área bajo la dirección de Rodolfo Sánchez o Jorge Casal: Marcelo Yanovsky, Javier Botto, Agustina Mazzella, Hernán Boccalandro, Verónica Arana y en el Instituto Leloir Pablo Cerdan y Roberto Staneloni. Un aporte significativo fue la dedicación del grupo dirigido por Carlos Ballaré a los efectos de la luz UV-B y a la relación entre las respuestas fotomorfogénicas y la defensa contra hongos y herbívoros. Los estudios en esta década se focalizaron en estudiar la fisiología de materiales mutantes y transgénicos para identificar la función de distintos fotorreceptores y componentes de señalización molecular en las respuestas fotomorfogénicas de semillas y plantas en condiciones de laboratorio y naturales. Se identificaron claramente el rol de los fitocromos, criptocromos en el fotocontrol de la

germinación, de-etiolación, escape al sombreado, floración y defensa entre otras, utilizándose a *Arabidopsis thaliana* y otras especies como tomate y papa como modelos de estudio.

En los años 2000 hasta la actualidad, nuevas líneas de trabajos se generaron en el área de fotomorfogénesis. Nuevos laboratorios se abrieron bajo la dirección investigadores que hicieron sus estudios de postdoctorado en el extranjero como el control de la floración por luz y su interacción con la temperatura (Pablo Cerdán), los ritmos circadianos en plantas (Marcelo Yanovsky), la variación natural a la luz (Javier Botto), los efectos de la radiación UVB sobre el crecimiento de las plantas (Paula Casati), entre otros. Otra característica de esta época es que los estudios de investigación se han complejizado y se han intensificado las colaboraciones con laboratorios del extranjero para garantizar el abordaje al problema de estudio desde diversas aproximaciones experimentales como la genómica funcional de microarreglos y secuenciación, microscopia de barrido laser confocal, estudios de interacción ADN y proteínas con cromatografía de inmunoprecipitación seguido de secuenciación de ADN (ChIPseq), o co-inmunoprecipitación de complejos proteicos (CoIP), entre otras. Los resultados de la última década además nos enseñan que las plantas integran las señales lumínicas y otras señales bióticas y abióticas del ambiente mediante una red compleja de mecanismos genéticos y epigenéticos para la adaptación de los individuos en ambientes lumínicos fluctuantes. Asimismo ha habido aportes de investigadores de la UN de La Plata sobre efectos de la relación R/RL (Barreiro, Guiamet), en la U de Cuyo sobre efectos del UV-B (Bottini), en la U de Rio IV (M. Pontin) de manera que los estudios sobre fotomorfogénesis continúan avanzando sostenidamente.

Referencias

- Ballaré, C.; Scopel, A.; Sánchez, R. *Science*, 247, 329-332. 1990.
Braslavsky, S. *Pure and Applied Chemistry*. 56, 1153-1165. 1984.
Burkart, S. and Sanchez, R. *Botanical Gazette*. 130, 42-47. 1969.
Caso, O. and Kefford, N. *Australian Journal of Biological Sciences* 21. 883-894, 1968.
Chen, S. and Thimann, K. *Science*, 153, 1537-1539. 1966.
Claver, F. y Sivori, E. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata*. 27, 129-140. 1950
Evenari, M. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 26, 597-658. 1961.

- Guamet, J. Willemoes, J. and Montaldi, E. *Botanical Gazette*. 150, 148-151. 1989.
- Kenis, J. and Trippi, V. *Phyton*. 39, 153-159. 1980.
- Mogilner, I. Orioli, G y Bletter, M. *Bonplandia*. 2, 165-272. 1967.
- Mohr, H. *Annual Review of Plant Physiology* 13, 465-488. 1962.
- Pont Lezica, R. *Bull. Soc. r. Sci. Liege* 34, (1-2) 49-55. 1965.
- Racca, R. and Tizio, R. *European Potato J.* 11, 213-220. 1968.
- Soriano, A.; Sanchez, R. and Eliberg, B. *Can. Journal of Botany* 42, 1189-1203. 1964.
- Sanchez, R. and Cogliatti, D. *Botanical Gazette*. 136, 281-285. 1975.
- Trippi, V. and Brulfert, J. *American Journal of Botany* 60, 951-955. 1973.

Breve reseña histórica de estudios sobre fitohormonas en Argentina

Escribe: Rubén Bottini

Fue Enrique M. Sívori¹ quien en 1943 viajó al laboratorio del Profesor Fritz Went de la Universidad de Pasadena, CA, USA, descubridor de las auxinas, quien sembró el germen de los estudios con fitohormonas a la vez de convertirse en padre fundador de la Fisiología Vegetal en Argentina. Es precisamente en su Cátedra de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de La Plata donde se formaron originalmente los científicos que luego desarrollaron en el mismo lugar, o en otros centros académicos del país, la temática.

Partiendo entonces de La Plata, a mediados de los 1950 Ricardo Tizio² llevó a cabo una estadía de perfeccionamiento en Francia para estudiar el decaimiento clonal en papa, focalizándose sobre la en ese entonces incipiente técnica de cultivo *in vitro* en el Laboratorio de Roger Gautheret de París, tomando como base el uso de las citocininas. Posteriormente Tizio, ya radicado como Profesor Titular de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, trabajó extensivamente en el papel de las giberelinas en diversos procesos fisiológicos, con especial énfasis en la tuberización de papa³.

En la segunda mitad de 1950 Edgardo Montaldi⁴ inició el estudio del papel de auxinas y citocininas sobre diversas especies con una beca Gughenheim en la Universidad de Wisconsin, pero se destacan en las décadas de 1960 y 1970 sus estudios pioneros realizados en la Universidad Nacional de La Plata sobre diageotropismo en gramíneas y el papel de las giberelinas interaccionado con sacarosa y luz en el control del proceso⁵.

Es en el campo de las giberelinas donde probablemente existieron los mayores esfuerzos para avanzar en el conocimiento de su papel regulador del crecimiento y desarrollo en diferentes especies y sistemas experimentales. A

principios de los 1970 comienza en la recientemente fundada Universidad Nacional de Río Cuarto un activo trabajo para estudiar el papel de estas fitohormonas, en interacción con otros reguladores conocidos en ese entonces como inhibidores del crecimiento, por parte de Néstor Correa⁶ continuado luego por Rubén Bottini y colaboradores sobre la regulación de dormición en yemas vegetativas y florales de duraznero⁷. En la Universidad de Buenos Aires Rodolfo Sánchez abordó el control de la germinación de semillas por luz y su interacción con giberelinas⁸, donde Benech-Arnold y equipo han contribuido al conocimiento del control por parte de giberelinas y ABA del brotado en cereales⁹.

A fines de los años 1980 Bottini y colaboradores reportaron que bacterias de suelo tienen la capacidad *per se* de producir giberelinas¹⁰, lo que abrió un campo muy amplio de aplicaciones de bacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPB) a diversos cultivos. Posteriormente la capacidad de las PGPB de producir otras fitohormonas como Jasmonatos¹¹ y ABA¹² ha sido claramente establecida por los grupos de Abdala y Bottini, respectivamente.

El estudio del papel fisiológico de los jasmonatos fue abordado por Guillermina Abdala y colaboradores en la Universidad Nacional de Río Cuarto, respecto de los mecanismos de defensa ante factores adversos del ambiente tanto biótico como abiótico¹³.

Una mención especial merecen los trabajos pioneros de Lorenzo Lamattina y colaboradores en la Universidad Nacional de Mar del Plata acerca del NO como intermediario entre las señales del ambiente y la respuesta biológica, que excede la fisiología vegetal para incursionar en la humana¹⁴.

Más recientemente y volviendo al rol de las respuestas de los vegetales al ambiente, se destacan los estudios de Patricia Piccoli y colaboradores sobre ABA como modulador de respuestas a ambientes adversos, es decir del papel de ABA como intermediario entre las señales bióticas (PGPB, patógenos) y abióticas (sequía, radiación UV-B), y la respuesta de los tejidos vegetales explicitadas a través de la modulación del metabolismo secundario¹⁵ y el transporte de asimilados¹⁶.

Referencias

- ¹ Anal. Acad. Nac. Agr. Vet. 36: 17-19, 1982.
- ² Anal. Acad. Nac. Agr. Vet. 56: 24, 2002.
- ³ Thèse de Docteur de Etait en Sciences Naturelles, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 1979.
- ⁴ Anal. Acad. Nac. Agr. Vet. 54: 90-91, 2000.
- ⁵ Clúa A. *et al.* *Physiol. Plant.* 98: 381-388, 1996.
- ⁶ Correa N. *et al.* *PHYTON* 33: 193-204, 1975.
- ⁷ Bottini R, Luna V. *Curr. Topics Plant Physiol.* 1: 147-159, 1993.
- ⁸ Arana, M.V. *et al.* *Planta* 223: 847-854, 2006.
- ⁹ Bradford K.J. *et al.* *J. Exp. Bot.* 59: 335-347, 2008.
- ¹⁰ Bottini R. *et al.* *Plant Physiol.* 90: 45-47, 1989.
- ¹¹ Forchetti, G. *et al.* *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 76: 1145-1152, 2007.
- ¹² Cohen A.C. *et al.* *Plant Growth Regul.* 54: 97-103, 2008.
- ¹³ Demkura P.V. *et al.* *Plant Physiol.* 152: 1084-1095, 2010.
- ¹⁴ Tossi V. *et al.* *Trends Plant Sci.* 17: 510-517, 2012.
- ¹⁵ Salomon M.V. *et al.* *Physiol. Plant.* 151: 359-374, 2014.
- ¹⁶ Murcia G. *et al.* *Physiol. Plant.* 156: 323-337, 2016.

Fisiología de semillas

Escribe: Roberto Benech Arnold

Rastreando la historia de la disciplina “Fisiología de Semillas”, y quizás por ser los documentos que tengo más a mano, podría afirmar que el comienzo formal de la misma, coincide con la llegada del Ing. Alberto Soriano a la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía (UBA), en la década del '50, algunos años antes de que se fundara la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. En efecto, los primeros trabajos llevados a cabo por el Ing. Soriano en germinación de semillas del género *Stipa*, constituyen el inicio mismo de las líneas de investigación en ecofisiología de semillas dentro de lo que, varios años más adelante, sería el IFEVA. En la década del '60 comienzan los estudios en semillas de *Datura ferox* por parte de Rodolfo Sánchez. Es desde ese momento que las semillas de esta especie constituyen uno de los sistemas modelo para el estudio de la dormición y la germinación con los que ha contado nuestra área de investigación en el Instituto y en el país. Esta línea aún continúa y ha dado lugar a numerosas publicaciones y tesis de posgrado; por sobre todo, los trabajos en *Datura ferox* tuvieron un vuelco decisivo a partir de la estancia doctoral de Rodolfo en UC Davies (Sánchez *et al.*, 1990). Ana Scopel, Alejandra Mella, Javier Botto, María José Burgin, Verónica Arana y Gabriela Auge son algunos de los investigadores que abrevaron en esta línea, produjeron y siguen produciendo trabajos de gran calidad. Es a partir de esos trabajos que se pusieron en evidencia las respuestas a la luz de estas semillas y los mecanismos fisiológicos y moleculares que subyacen a la terminación de la dormición disparada por la luz y, en general, a los cambios en el nivel de dormición (Botto *et al.*, 1996).

La colaboración que en las décadas del '80 y '90 tuvo Rodolfo Sánchez con investigadores de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA) como Alberto Boveris y Susana Puntarulo, fue determinante para la dilucidación de los mecanismos bioquímicos del deterioro y la reparación

en semillas de soja durante la germinación. También en soja y de más o menos la misma época, son los trabajos que Eligio Morandi (Universidad Nacional de Rosario) llevó a cabo durante su estancia en el laboratorio de J.R. Schussler; en esos trabajos se establecieron relaciones funcionales entre la tasa de crecimiento de las semillas de soja y los niveles endógenos de ácido abscísico y azúcares (Morandi, Schussler y Brenner, 1990). Esos trabajos fueron continuados, aunque más en relación a la regulación de la germinación prematura de estas semillas, por Carlos Gosparini y Carlos Cairo.

La creación del grupo “Malezas” dentro del IFEVA liderado por Claudio Ghera durante la década del '80 determinó la generación de numerosas nuevas líneas de investigación en el área de semillas. Entre ellas, el abordaje de la ecofisiología de la dormición y la germinación del sorgo de Alepo a partir del uso de modelos matemáticos de simulación (línea en la que me vi involucrado durante mi etapa como becario interno de CONICET), constituye un punto de partida para lo que es una de las líneas más visibles dentro la disciplina a nivel nacional: la predicción de la dormición y la germinación a partir de variable ambientales. La llegada de Betina Kruk, a principios de los '90 y luego de Diego Batlla a fines de los '90, hizo que esta línea cobrara gran dinamismo y se generaran numerosos trabajos que, antes de ser publicados, fueron presentados y discutidos en las reuniones de nuestra Sociedad (Batlla y Benech-Arnold, 2005). En ese marco se inscriben también los trabajos de Guillermo Chantre y Ricardo Sabbattini de la Universidad Nacional del Sur y los Liliana Windauer trabajando en la domesticación de nuevas especies oleaginosas..

Ya en la década del '90, con mi regreso de Inglaterra al concluir mi doctorado y como continuación de los aspectos estudiados durante el mismo, se inician los estudios de regulación hormonal de la dormición en semillas de cereales. El sorgo granífero primero, y la cebada cervecera después, han sido y siguen siendo especies modelo para el estudio de las bases fisiológicas de la dormición. En el año 1997 comienza una colaboración con el grupo del Dr. Norberto Iusem (Laboratorio de Fisiología y Biología Molecular). Esta colaboración disparó el interés de nuestro grupo por el estudio a nivel molecular de la biología de semillas. En ese ámbito se formaron María Verónica Rodríguez, Guillermina Mendiondo, Nicolás Gualano, Roberto Huarte, Renata Cantoro entre otros investigadores que

hoy siguen trabajando en la misma disciplina. Esta línea se vio potenciada también a partir de la interacción con los grupos del Dr. Rubén Bottini y de la Dra. María Virginia Luna cuya experticia en metabolismo de hormonas vegetales fue de importancia decisiva para la generación de numerosos trabajos (Rodríguez *et al.*, 2012).

Como resultado de este derrotero, hoy son incontables las colaboraciones que se llevan a cabo entre grupos de nuestro país y que contribuyen al crecimiento del área de fisiología de semillas. No se pueden dejar de mencionar los trabajos más recientes conducidos en nuevas especies como el zapallito (Dr. Carlos Bartoli), girasol (Diego Batlla, Verónica Rodríguez, Sergio Alemano), *Nothofagus* (Verónica Arana, Leonardo Gallo), algarrobo (Analía Llanes, Virginia Luna) y muchos más.

Para terminar esta semblanza, y en referencia a nuestro laboratorio, me gustaría destacar nuestra permanente colaboración, también, con instituciones extranjeras tales como Horticultural Research Internacional (Prof. Bill Finch-Savage), Laboratorio de Fisiología Vegetal Aplicada de la Universidad Piere et Marie Curie, Francia (Prof. Françoise Corbineau) y el Seed Biotechnology Center (Prof. Kent Bradford), CSIRO (Dr. Frank Gubler) y muchos más. Actualmente se forman en el laboratorio numerosos estudiantes de grado, posgrado (maestría y doctorado) y de nivel posdoctoral, tanto del país como del extranjero.

Referencias

- Batlla D. and Benech-Arnold R.L. (2005) Changes in the light sensitivity of buried *Polygonum aviculare* seeds in relation to cold-induced dormancy loss: development of a predictive model. *New Phytologist*, 165, 445-452.
- Botto J.F., R.A. Sanchez, G.C. Whitelam and J.J. Casal (1996) Phytochrome A mediates the promotion of seed germination by very low fluences of light and canopy shade light in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 110, 439-444.
- Morandi E.N., J. R. Schussler and M. L. Brenner (1990) Photoperiodically Induced Changes in Seed Growth Rate of Soybean as Related to Endogenous Concentrations of ABA and Sucrose in Seed Tissues. *Annals of Botany*, 66, 605-611.
- Rodríguez M.V., Mendiondo G.M., Cantoro R., Auge G.A., Luna M.V., Masciarelli O. y Benech-Arnold R.L. (2012) Expression of Seed Dormancy in Grain Sorghum Lines with Contrasting Pre-Harvest Sprouting Behavior Involves Differential Regulation of GA Metabolism Genes. *Plant and Cell Physiology*, 53, 64-80.
- Sánchez R.A., L. Sunell, J.M. Labavitch and B. A. Bonner (1990) Changes in the Endosperm *Cell Walls of Two Datura Species* before Radicle Protrusion. *Plant Physiology*, 93, 89-97.

La ecofisiología de cultivos extensivos en Argentina: su exteriorización en trabajos publicados 1980-2015 (y en algunos otros indicadores de actividad)

Escribe: A.J. Hall⁴

Contribuyeron de forma sustancial a esta reseña con información y sugerencias las siguientes personas (en orden alfabético): *L.A.N. Aguirrezábal, F.H. Andrade, L. Borrás, D. Calderini, J.J. Guiamet, G.A. Maddonni, M. Mangieri, D. Miralles, M.E. Otegui, V.O. Sadras, y G.A. Slafer*. Los errores son responsabilidad exclusiva del compilador.

La ecofisiología de los cultivos extensivos para granos y tubérculos se puede distinguir de disciplinas afines como la fisiología de plantas y la ecología por una serie de propiedades distintivas de su objeto de estudio. Una muy importante es las escalas temporales y espaciales de los cultivos (Osmond y Chow, 1986). La ecofisiología de cultivos se interesa por procesos y fenómenos que se cumplen en días a meses, y con escalas espaciales de varios metros cuadrados hasta hectáreas en el plano horizontal y de hasta pocos metros en sentido vertical (perfil del suelo más parte aérea). Otra propiedad distintiva es su interés por estudiar, en condiciones de campo, procesos propios de arreglos mono o pauci-específicos de plantas durante todo el ciclo que media entre la siembra y la cosecha con el objetivo de entender las conexiones entre los procesos biofísicos del cultivo, la formación y concreción del rendimiento y la calidad de los productos cosechados. Tiene interés especial en las formas en que los cultivos capturan recursos (agua, radiación, nitrógeno, carbono), la eficiencia con que utilizan esos recursos, y los efectos de la captura y de la eficiencia de utilización de esos recursos. Sus técnicas de abordaje incluyen el uso de marcos de referencia característicos para radiación, agua y nitrógeno (Monteith, 1977; French

⁴ IFEVA, Facultad de Agronomía UBA/CONICET, Av. San Martín 4453, (C1417DSE) C.A. Buenos Aires, Argentina. e-mail: hall@ifeva.edu.ar

y Schultz, 1984; Cassman *et al.*, 2002); la manipulación del ambiente en el que crecen los cultivos; y el uso de modelos de simulación de cultivos. Comparte fronteras con, entre otras disciplinas, la agronomía, la fisiología vegetal, la genética y el mejoramiento, y la ecología. A veces resulta complejo decidir si una investigación en particular pertenece a la categoría de ecofisiología de cultivos extensivos o a una disciplina linderas, sobre todo cuando la investigación en cuestión aborda cuestiones de interés de ambas disciplinas.

El presente relevamiento intenta poner de manifiesto la importancia que ha adquirido la disciplina en el país a través del registro de trabajos publicados en revistas internacionales. La compilación del registro ha priorizado aquellos trabajos basados en experimentos efectuados a campo, pero ha incluido también trabajos efectuados en condiciones controladas o semi-controladas cuando los mismos exploraron procesos que tienen una clara conexión con el desarrollo y funcionamiento de los cultivos, con su rendimiento o con la calidad del producto cosechado. Se han excluido trabajos referidos a fisiología de semillas de especies cultivadas, ya que este tema es objeto de otra reseña incluida en este libro. Al análisis de la dinámica de publicaciones, la reseña agrega breves referencias a otros indicadores del impacto logrado por los practicantes argentinos de la disciplina, residentes en el país o fuera de él.

Cualquier intento de historiar el desarrollo de la ecofisiología de cultivos en Argentina requiere definir un punto de partida. Para el autor, el primer trabajo argentino publicado en el tema fue el de Bermann *et al.* (1969) en la Revista de Investigaciones Agropecuarias, un estudio acerca del efecto de la sequía sobre el crecimiento del cultivo del maíz. Ese trabajo incluía a Alberto Soriano entre sus autores. Luego transcurrieron unos once años, hasta que empezaron a aparecer, de forma muy pausada, pero regular, trabajos sobre ecofisiología de maíz en revistas internacionales basados en investigaciones efectuadas por argentinos en Argentina. El primero de esa serie (Hall *et al.*, 1980) contó también con la autoría de Alberto Soriano. Con el transcurrir del tiempo el espectro de cultivos estudiados y la tasa de publicación fueron aumentando lentamente.

La métrica utilizada en esta reseña para reflejar la intensidad de la actividad de investigación en ecofisiología de cultivos en Argentina ha sido la de los trabajos publicados en revistas internacionales para el período 1980 a 2015 (35 años). Se han excluido los trabajos hechos por argentinos

en el exterior (usualmente durante estadías de estudio de postgrado ó cómo investigadores visitantes), pero se incluyeron trabajos efectuados en colaboración con investigadores extranjeros si los mismos incluyeron un componente importante de experimentación o trabajo en Argentina. También se excluyeron trabajos de revisión, libros y capítulos de libros. La base de datos fue compilada durante agosto de 2016 usando Scopus Author Search con el nombre del autor cómo término de búsqueda. Para evitar repeticiones de trabajos entre registros de autores, se trabajó en orden de antigüedad decreciente de autor, eliminando del registro de los autores de menor antigüedad las superposiciones de autoría con los registros de los autores de mayor antigüedad. Las sub-categorías específicas de trabajo fueron maíz, trigo, girasol, soja, otros cultivos (quinoa, maní, sorgo, papa, arveja, canola), y se agregó una subcategoría que incluye trabajos efectuados en relación con cultivos mixtos, con comparaciones entre cultivos , y con análisis regionales usando modelos de simulación y/o marcos de referencia generalizables.

La tasa de publicación anual total fue baja (cercano a un trabajo por año) entre 1980 y 1988, luego aumentó gradualmente en los siete años subsiguientes y más fuertemente a partir de esa fecha (Figura 19). Los trabajos acerca de maíz, trigo y girasol fueron los más frecuentes en todo el período de registro, mientras que los referidos a soja, contrastes entre especies/cultivos mixtos (intersiembras, secuencias de cultivos)/análisis regionales, y a otros cultivos empiezan a aparecer con cierta frecuencia a partir del 2000 (Figura 19). En el período de registro se publicaron un total de 435 trabajos y la tasa anual promedio en los últimos cinco años fue de un poco más de 24 trabajos por año. Una tarea interesante pendiente sería una medición formal del impacto logrado por los trabajos que subyacen al relevamiento sintetizado en la Figura 19 a través de la cantidad de citas generadas por dichos trabajos, especialmente los de mayor impacto.

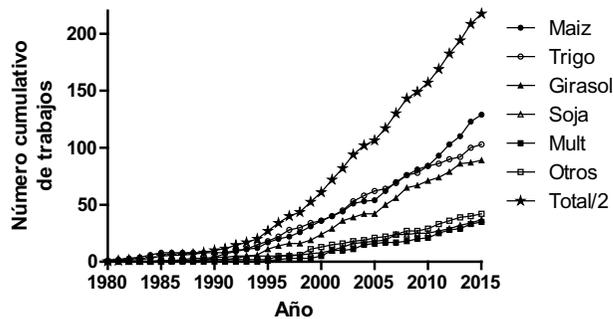


Figura 19. Dinámica 1980-2015 de los totales acumulativos de trabajos en ecofisiología de cultivos extensivos publicados por autores argentinos en revistas internacionales basados en trabajos experimentales realizados en forma total o sustancial en Argentina. La secuencia de símbolos a la derecha de la figura indica la categoría o sub-categorías de registro utilizados en el relevamiento. Los valores para el total de publicaciones han sido dividido por dos para mejorar la visualización de las sub-categorías utilizadas.

La temática abordada en estos trabajos ha sido amplia. Los efectos de estrés ambientales por agua (tanto sequía como inundación); temperatura (altas y moderadamente bajas); nutrientes (nitrógeno y, en menor grado, azufre); radiación (por sombreado o por cambios en el arreglo espacial de las plantas integrantes del cultivo) sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de producto cosechado de los cultivos ha sido un tema recurrente. Varios autores argentinos han hecho contribuciones significativas a la identificación de los períodos críticos para la determinación de los componentes del rendimiento (número, peso y calidad de los granos) para varios cultivos. El conocimiento de estos períodos críticos ha facilitado considerablemente el diseño y la ejecución de experimentos dirigidos a entender los efectos de los estrés ambientales sobre el rendimiento y la calidad del producto cosechado gracias a la ubicación correcta de la exposición a estrés con la fase fenológica correspondiente al período crítico deseado. Ese conocimiento también ha facilitado la formulación de modelos de simulación y la ejecución de ejercicios de fenotipado, y ha abierto posibilidades de mejorar el manejo de los cultivos y/o su mejora genética. Los estudios de ecofisiología comparada de varios cultivos (o genotipos dentro de un cultivo) han mejorado nuestra apreciación de las vías y procesos que afectan la formación y la concreción del rendimiento y

han echado luz sobre posibles vías de mejoramiento genético y de manejo agronómico para esos cultivos. En la última década y media han aparecido un número nada trivial de trabajos con un fuerte componente ecofisiológico que han examinado, utilizando herramientas que van desde los modelos de simulación o los marcos de referencia como los de Monteith (1977) y French y Shultz (1984), temas tales como el funcionamiento de sistemas de intercultivos o secuencias de cultivos, la variabilidad temporal y espacial del rendimiento de cultivos específicos, y la magnitud de las brechas de rendimiento entre los alcanzables (definidos por el ambiente) y los efectivamente logrados por los productores. Estos trabajos, en la frontera entre la agronomía y la ecofisiología de los cultivos han abierto nuevas perspectivas en relación a las problemáticas analizadas. Investigaciones en otras fronteras interdisciplinarias cómo aquellas con la fitopatología, con la genética y el mejoramiento, con la fisiología de las plantas y con la biología molecular de las mismas constituyen otros desarrollos relativamente recientes en el espectro de actividades de los ecofisiólogos argentinos.

Este relevamiento ha servido para poner de manifiesto los núcleos iniciales de la actividad en investigación en ecofisiología de cultivos. En los primeros diez años del período considerado la mayoría de los trabajos fueron realizados en maíz en la Facultad de Agronomía de la UBA, con alguna contribución del Departamento de Agronomía de la UNS (girasol) y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNLP (soja). A ello siguió un período de predominancia de Facultad de Ciencias Agrarias UNMdP y la FAUBA con trabajos centrados en maíz, trigo y girasol. En la última década la contribución de estas dos instituciones siguió siendo relevante, pero han crecido de modo apreciable las contribuciones de las Facultades de Ciencias Agrarias de la UNR y de la UNLP, como así también las de investigadores basados en las estaciones experimentales del INTA diferentes a la UI Balcarce.

El propósito inicial de este relevamiento, base de lo expuesto en el texto precedente, fue poner en evidencia la importancia de lo realizado en ecofisiología de cultivos extensivos en Argentina a través de la exploración de la dinámica de publicación de autores argentinos basados en trabajos realizados en un todo o muy sustancialmente en Argentina. Pero a ello habría que agregar, aunque sea en forma asistemática, algunos otros indicadores del impacto de los investigadores argentinos sobre la disciplina a nivel global y local y el grado de reconocimiento internacional que han

recibido. Ecofisiólogos residentes en el país son o han sido editores de revistas internacionales del calibre de Crop Science (Andrade, Borrás, Otegui, Rotundo), Agronomy Journal (Maddonni), Journal of Crop Improvement (Andrade), Potato Research (Caldiz), Frontiers in Plant Science (Aguirrezábal) y Field Crops Research (Hall). Existe una diáspora de ecofisiólogos argentinos (entendidos cómo personas que se iniciaron en el oficio antes de salir del país, algunos de los cuáles se han corrido, *a posteriori*, más hacia el mejoramiento) de muy alto reconocimiento global, incluyendo a Slafer, Sadras, Savin, Calderini, Rodríguez, Dreccer, Messina, de la Vega y Grassini. Una característica importante de muchos de los integrantes de esta diáspora es su contacto continuado entre sí y con sus colegas residentes en el país, concretado en trabajos conjuntos. Otra dimensión importante de la actividad de ecofisiólogos residentes en el país ha sido el tutorado de los estudios de postgrado de personas que luego se han incorporado en la industria de mejoramiento y producción de semillas, tanto en el país cómo el exterior. Finalmente, se han publicado un conjunto importante de libros con claras conexiones con la ecofisiología de cultivos, editados en el país o en el extranjero por argentinos residentes y/o de la diáspora (Slafer, 1994; Andrade *et al.*, 1996; Aguirrezábal *et al.*, 1996; Aguirrezábal y Andrade, 1998; Satorre y Slafer, 1999; Andrade y Sadras, 2000; Otegui y Slafer, 2000; Slafer *et al.*, 2002; Satorre *et al.*, 2003 y 2008; Royo *et al.*, 2005; Sadras y Calderini, 2009 y 2015; Miralles *et al.*, 2010; Miralles *et al.*, 2011; Araus y Slafer, 2011; de la Fuente *et al.*, 2013).

Tomando en forma conjunta los indicadores de actividad considerados en esta reseña, queda claro que la disciplina de ecofisiología de cultivos ha tenido un desarrollo muy robusto en Argentina en el período 1980-2015, logrando contribuciones importantes a la comprensión del funcionamiento de los cultivos, concretando un grado de reconocimiento internacional robusto y generando de redes de investigación que exceden los límites del país. Dicho eso, la trayectoria para los trabajos en ecofisiología de soja (Figura 19), muestra diferencias importantes con respecto a las de maíz, trigo y girasol, diferencias que contrastan con las importancias relativas en términos de superficies cultivadas y producción de los cuatro cultivos en Argentina. No parece razonable asumir que los vacíos de conocimiento ecofisiológico sean menores en soja que en los otros tres cultivos, de manera que un tema pendiente muy importante para la comunidad ecofisiológica argentina sería incrementar el esfuerzo dedicado a los temas propios de la

soja. Algo similar parecería valer para los otros cultivos (maní, papa, sorgo, quinoa, arveja, canola, etc.) que han recibido una atención limitada en el pasado.

Escapa a los objetivos de esta reseña realizar un intento formal y sólidamente fundamentado de categorizar los desafíos generales (a diferencia de los cultivo-específicos y circunscriptos a la Argentina mencionados en el párrafo precedente) que deberían ser enfrentados por los ecofisiólogos de todo el mundo en el futuro más o menos inmediato. Un intento muy parcial (en términos de cobertura temática) de hacer algo en esa dirección fue el de Hall y Sadras 2009. Una nueva visita a ese trabajo sugiere que si bien ha habido avances en los últimos siete años (algunos potenciados por investigadores argentinos) queda aún mucho por hacer. No existen indicios de que los ecofisiólogos argentinos fueran a carecer de temas interesantes de trabajo en los años venideros.

Referencias

- Andrade, F.H., Cirilo, A., Uhart, S., Otegui, M.E. (1996) Ecofisiología del cultivo de maíz. Edit. La Barrosa (Buenos Aires). pp. 292
- Andrade, F.H., Sadras, V.O. (eds) (2000). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Unidad Integrada Balcarce (Balcarce). 443 pp.
- Aguirrezábal L.A.N., Orioli, G.A., Hernández L., Pereyra V.R., Miravé J. P. 1996. Girasol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Editorial Unidad Integrada Balcarce (Balcarce). 127 pp.
- Aguirrezábal, L.A.N., Andrade, F.H. (eds.) 1998. Calidad de productos agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Editorial Unidad Integrada Balcarce- Ediciones técnicas Morgan- Publicaciones Nidera (Balcarce). 315 pp.
- Araus, J.L., Slafer, G.A. 2011. Crop stress management and global climate change. CABI Climate Change Series. CAB International (Wallingford-Oxfordshire), 224 pp.
- Bermann, B., Ginzo, H.D., Soriano, A. 1969. Eco-fisiología del maíz I: Relaciones entre la economía del agua y el crecimiento en plantas de maíz con riego y sin riego. Rev. Investig. Agrop. (ser. 2), 6:635-64.
- Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T. (2002). Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *AMBIO* 31:132-140.
- de la Fuente, E. B., Gil, A., Gimenez, P. I., Kantolic, A. G., Lopez Pereira, M., Ploschuk, E. L., Sorlino, D. M., Vilariño, P., Wassner, D. F., Windauer, L. B. (eds.). 2013. Cultivos Industriales. Editorial Facultad de Agronomía (Buenos Aires). 835 pp.
- French, R.J., Schultz, J.E. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type environment. I. The relation between yield, water use and climate. *Aust. J. Agric. Res.* 35: 743-764.
- Hall, A.J.; Ginzo, H.D.; Lemcoff, J.H., Soriano, A. 1980. The influence of drought during pollen-shedding on flowering, growth and yield of maize. *Z. Acker-u. Pflanzenbau* 149: 287-98.
- Hall, A.J., Sadras, V.O. 2009. Whither crop physiology? En Sadras, V.O., Calderini, D.

- (eds.). *Crop physiology : Applications for genetic improvement and agronomy*. Academic Press (Burlington, MA.). pp. 545-570.
- Miralles, D.J.; Aguirrezábal L.N., Otegui, M.E., Kruk, B.C., Izquierdo N. (eds.) 2010. *Avances en ecofisiología de cultivos*. Editorial Facultad de Agronomía (Buenos Aires). 284 pp.
- Miralles D.J, Abeledo G.L, Benech-Arnold R.L. (eds). 2011. *Cebada cervecera*. Editorial Facultad de Agronomía (Buenos Aires). 284 pp.
- Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B.* 281:277-294.
- Osmond, C.B., Chow, W.S., 1988. Ecology of photosynthesis in sun and shade: Summary and prognostications. *Aust. J. Plant Physiol.* 15: 1-9.
- Otegui, M.E., Slafer, G.A. (eds.).2000. *Physiological bases for maize improvement*. Food Products Press (New York). 217 pp.
- Royo, C., Nachit, M.N., Di Fonzo, N., Araus, J.L., Pfeiffer, W.H., Slafer, G.A. 2005. *Durum wheat breeding: current approaches and future strategies*. Food Product Press (New York), 1084 pp.
- Sadras, V.O., Calderini, D. (eds.). 2009 (1ª. ed.), 2015(2ª. ed.). *Crop physiology : Applications for genetic improvement and agronomy*. Academic Press (Burlington, MA.). 581 pp.
- Satorre, E.H., Benech Arnold, R.L., Slafer, G.A., de la Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui M.E., Savin,R. (eds). 2003 (1ª. ed.), 2008 (2ª. ed) *Producción de granos: Bases funcionales para su manejo*. Editorial Facultad de Agronomía (Buenos Aires). 787 pp.
- Satorre, E.H., Slafer, G.A. (eds.). 1999. *Wheat: Ecology and physiology of yield determination*. Food Products Press (New York). 503 pp.
- Slafer, G.A. (ed.) (1994). *Genetic Improvement of Field Crops*. Marcel Dekker Inc, New York), 470 pp.
- Slafer, G.A., Molina-Cano, J.L., Savin, R., Araus, J.L., Romagosa, I. 2002. *Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality*. Food Product Press (New York), 565 pp.

Investigación sobre el metabolismo de hidratos de carbono

Las dos reseñas que se incluyen a continuación dan cuenta de la fructífera contribución de laboratorios argentinos al metabolismo de hidratos de carbono.

Investigación sobre el metabolismo de los fructanos

Escribe: Horacio G. Pontis⁵

Por muchos años mi interés científico estuvo focalizado en el descubrimiento de nucleótidos azúcares. Estos compuestos, formados por un nucleósido difosfato al cual se encuentra unido un azúcar, se encuentran en todos los reinos y su función radica, esencialmente, en actuar como donantes del azúcar para generar sacáridos más complejos o polisacáridos. Entre los hidratos de carbono que podrían formarse por donación de un azúcar podrían encontrarse los fructanos. Éstos son polímeros de fructosa que constituyen una serie continua de oligosacáridos homólogos que pueden ser considerados derivados de la sacarosa, ya que poseen un grupo glucosilo al principio de sus cadenas unido a la primera fructosa de la misma mediante una unión del tipo β -(1,2), tal como ocurre en la sacarosa. El tipo de fructano está determinado por la posición de la unión glucosídica de los residuos fructosa, que tiene lugar en uno de los dos hidroxilos primarios [β -(2 \rightarrow 1) ó β -(2 \rightarrow 6) o ambas uniones].

⁵ Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA), E-mail: pontis@fiba.org.ar

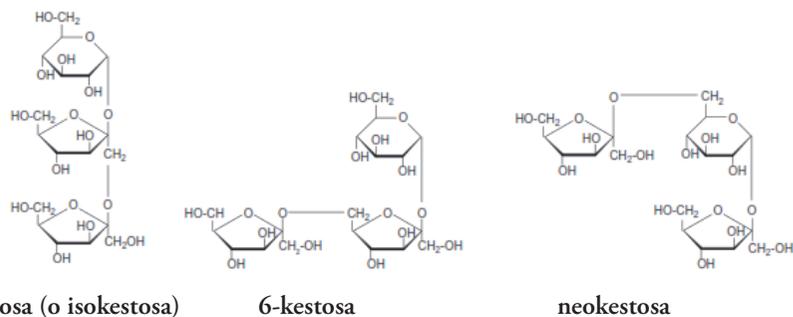


Figura 20. Principales trisacáridos derivados de sacarosa (fructosil-sacarosa, grado de polimerización DP=3) que dan origen a las distintas series de fructanos.

Hoy sabemos que los fructanos se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal, llegando a constituir el 15% de los hidratos de carbono de reserva en las plantas con flores. Están presentes tanto en mono como en dicotiledóneas, y son especialmente abundantes en raíces, bulbos, tubérculos, rizomas y algunas frutas inmaduras (aunque también se los encuentra en hojas). Una característica sobresaliente de estos oligosacáridos es que se pueden acumular en altas concentraciones (puede constituir más del 50% del peso seco en varias compuestas, liliáceas y gramíneas).

En las plantas que acumulan fructanos parecía probable que existiera un nucleótido azúcar conteniendo fructosa que interviniera en su síntesis. En 1962, con la ayuda de Nérida González buscamos en tubérculos de *Dahlia* y aislamos por primera vez, un nucleótido con aquellas características, que denominamos UDP-fructosa. Lamentablemente, fue imposible en ese momento determinar con exactitud qué tipo de unión existía entre el pirofosfato del nucleótido y el azúcar del mismo. Este hallazgo fue confirmado al año siguiente por el aislamiento de UDP-fructosa de tubérculos de topinambur (*Helianthus tuberosus*) llevado a cabo por un grupo de investigadores japoneses, pero que tuvo la misma limitación que nosotros al intentar determinar la naturaleza de la unión entre el nucleósido difosfato y el azúcar. Hasta el presente, y después de más de 50 años, no se ha podido demostrar que estos nucleótidos aislados en la década del 60, intervengan de algún modo en la síntesis de fructanos. Cabe entonces preguntarse cuál es el rol del UDP-fructosa en las plantas, ya que también fue aislado de plantas que no contienen fructanos.

Otro aspecto del metabolismo de los polímeros de fructosa que no estaba totalmente clarificado era su degradación. Ahora bien, si uno

contempla la estructura de una cadena de fructanos puede predecir que podría haber dos maneras de degradarla: i) mediante hidrólisis por una fructan-hidrolasa, o ii) mediante la acción de una fosforilasa, que seguiría el mismo camino que tiene lugar en la degradación de glucógeno y de almidón. A partir de estas observaciones surgió la hipótesis de que la fosforólisis de los polímeros de fructosa tendría como resultado la aparición de fructosa-2-fosfato. Consecuentemente, con el apoyo de Nélide se hicieron muchos experimentos con el fin de aislar una posible fosforilasa de fructanos. Se incubaron fructanos con ortofosfato (Pi) para tratar de demostrar que se podía formar fructosa-2-fosfato. En aquella época, mediamos esta reacción por la desaparición del Pi mediante el método de Fiske-Subbarow. Inicialmente, en los primeros momentos de agregado de los reactivos, aparecía una disminución del Pi agregado, pero a los pocos minutos se producía una coloración que indicaba que el Pi no había realmente desaparecido, por lo que los resultados eran totalmente confusos. Esto llevó a pensar que el éster que se producía era muy lábil dado que el método de Fiske-Subbarow utiliza en su reacción ácido sulfúrico 5 N. En vistas de ello se decidió cambiar el enfoque de los experimentos y realizar en su lugar la síntesis química de fructosa-2-fosfato, y a partir de este azúcar-fosfato intentar sintetizar el polímero de fructosa. En conjunto con Catalina Fischer, se efectuó la síntesis química de la fructofuranosa-2-fosfato y de la fructopiranososa-2-fosfato (1963). La primera sería el éster fosfórico responsable de la síntesis de los polímeros de fructosa.

Nuevamente, los resultados obtenidos fueron dispares, llegando incluso en un caso a producir esferas de inulina (cabe aclarar que los fructanos de tipo inulina están presentes en órganos de reserva como tubérculos y rizomas de dicotiledóneas como dalia, topinambur y achicoria). A pesar de que Carl Peter Dietrich, que vino de la Universidad de San Pablo (Brasil) a trabajar en mi grupo, ensayó este experimento reiteradas veces tampoco pudo obtener un resultado definitivo. Se cambió entonces la forma de estudiar el metabolismo de los polímeros de fructosa. Para ello se puso a punto la técnica de cultivo de tejidos propuesta por Gautheret en Francia, con tubérculos de topinambur. Se demostró así que era posible reproducir los cambios de estaciones que se producen dentro de los tubérculos en los tejidos cultivados *in vitro*. Esta técnica permitió también mostrar que para que se produjera la formación de fructanos *in vivo* era necesaria la síntesis *de novo* de proteínas. Se demostró a su vez, usando la misma técnica, que

el metabolismo de fructanos estaba sujeto a la acción hormonal, donde las auxinas, citokininas y giberelinas aumentan la síntesis de los fructanos cuando se colocan explantos en un medio rico en glucosa (1965). Esto indica que la técnica aplicada con explantos resultó sumamente útil para el estudio del metabolismo de hidratos de carbono en plantas. Usando la técnica de cultivo de tejidos también fue posible demostrar que una determinada concentración de sacarosa era esencial para que la síntesis de fructanos comenzara y que el primer término de la serie (DP=3), fructosil sacarosa (Fig. 1), juega un rol fundamental en la síntesis de dichos polímeros (1970).

Los experimentos posteriores se enfocaron en demostrar que los fructanos cumplen un rol muy importante en las plantas que los contienen relacionado con la tolerancia a fenómenos ambientales adversos (como frío y sequía). Para estos estudios era necesario contar con una técnica que permitiera separar los distintos fructanos. La separación parcial de estos oligosacáridos se podía hacer por cromatografía en columnas de carbón activado o por precipitación controlada con alcohol. Una mejor separación se podía obtener con la técnica de cromatografía en papel, proceso sumamente lento. En cambio, y por primera vez (1968), utilizamos la técnica de filtración en gel y obtuvimos una separación completa de los primeros miembros de la serie de polímeros, hasta un DP=10.

La primera demostración de que existía una relación directa entre la tolerancia al frío y el contenido de los polímeros de fructosa surgió de mi laboratorio, y a continuación siguieron numerosos estudios que aportaron evidencia directa e indirecta relacionando el metabolismo de los fructanos con el estrés ambiental. Jorge Tognetti *et al.* (1989) demostraron que un buen sistema para el estudio de dicha relación, especialmente cuando se trata de aclimatación al frío, eran las plántulas de trigo. En un primer momento, el objeto de estudio fue demostrar que la acumulación de fructanos en respuesta a la aclimatación por frío en plántulas de trigo era un fenómeno reversible. Se encontró que la actividad de la enzima que inicia la síntesis de los polímeros (sacarosa-sacarosa-fructosil transferasa) aumenta significativamente en plántulas sometidas a aclimatación al frío, para volver a los niveles iniciales de actividad cuando son regresadas a temperatura ambiente. Posteriormente, se seleccionaron cuatro cultivares de trigo de nuestro país para llevar a cabo un estudio sobre la respuesta del metabolismo de fructanos y sacarosa a las condiciones de aclimatación

(baja temperatura mayor que 0°C) y posterior congelamiento. Los resultados mostraron niveles mayores de fructanos y sacarosa en las hojas de las variedades más tolerantes al frío (1990). Siguiendo con la misma línea de trabajo, Silvina Santoiani realizó un estudio análogo pero en raíces de trigo (1993). Se observó que a diferencia de las hojas, donde tanto el nivel de sacarosa como de cualquier miembro de la serie de fructanos incrementa a lo largo del enfriamiento, en las raíces la concentración de sacarosa y fructosil-sacarosa solamente aumentan al inicio del tratamiento con frío. Luego, sus niveles se estabilizan y favorecen la acumulación de fructanos de mayor peso molecular (> DP). En las hojas por el contrario, la fotosíntesis provee sacarosa, estimulando una síntesis continua de los primeros miembros de las series de fructanos.

Estos estudios no se limitaron únicamente al trigo, sino que se amplió con el estudio de especies nativas de la Patagonia del género *Bromus*, y se las comparó con otras del mismo género pero adaptadas a condiciones climáticas más cálidas (1997). Los resultados obtenidos por Andrea Puebla mostraron que las especies de la zona fría y desértica sintetizaban fructanos de manera constitutiva, mientras que por el contrario, las provenientes de un clima más cálido (Norte de Argentina) acumulaban fructanos sólo bajo estrés por bajas temperaturas. Estos resultados confirmaron la hipótesis de que el metabolismo de los fructanos tenía una estrecha relación con la tolerancia a condiciones ambientales adversas, como las bajas temperaturas y la sequía. También se demostró que los ápices de las raíces de las especies del norte eran más afectados por las condiciones de sequía que los de las especies meridionales, adaptadas al déficit hídrico.

Otro aspecto de los fructanos que estudiamos fue el proceso de inducción de su síntesis, y se encontró que la sacarosa era el mejor inductor. Además Giselle Martínez-Noël demostró que se requería la síntesis de quinasas y fosfatasa de proteínas para que se produjera dicha inducción. O sea, que en la vía de señalización que lleva a la transcripción de los genes relacionados con las enzimas de la síntesis de los polímeros tiene lugar la fosforilación/defosforilación de proteínas (2001). Cuando se profundizaron estos estudios, se demostró que el calcio es necesario en la transducción de la señal y también la actividad de fosfatasa de proteína tipo PP2A para iniciar la señalización de sacarosa que lleva a la inducción de la síntesis de fructanos en trigo (2010, 2013).

La hipótesis que guiaba los experimentos anteriores sobre el rol de los fructanos en la adaptación o tolerancia a fenómenos ambientales adversos ha sido estudiada más recientemente y confirmada por otros grupos del exterior. Se demostró también que los fructanos llegan por transporte mediado por vesículas desde la vacuola hasta el apoplasto y allí cumplen su función de estabilizadores de membrana frente al frío o la sequía (2009, 2013).

Finalmente, me he dedicado a realizar estudios en relación con una propiedad única de los polímeros de fructosa: los polímeros de diferentes grados de polimerización (DP) tienden a un equilibrio donde la relación entre la cantidad de fructosa de distintos miembros de la serie tiende a uno. Esto significa que la cantidad de fructosa (masa) de un fructano de $DP=n$ es igual a la cantidad de fructosa de otro de $DP=i$, de manera tal que la concentración molar de cada miembro de la serie será menor que la del miembro precedente. Es decir, que la proporción molar de los fructanos pertenecientes a una serie tiende a decrecer a medida que el DP aumenta. Por ende, las plantas que acumulan fructanos poseen un mecanismo regulador que permite un cambio de tamaño y número de moléculas, generando así un cambio en la presión osmótica. En combinación con la estructura y flexibilidad particular de los fructanos, este mecanismo podría explicar la tolerancia al estrés abiótico por parte de las plantas que contienen polímeros de fructosa.

Aún nos queda mucho por conocer sobre el metabolismo de los fructanos en las plantas y dilucidar la función del nucleótido de fructosa. Pero lo que ha reavivado el interés en el estudio de estos polímeros han sido los efectos beneficiosos que tienen sobre la salud humana, estimulando selectivamente bacterias benéficas, actuando como prebióticos.

Bibliografía

- Uridine diphosphate fructose and uridine diphosphate acetylgalactosamine from Dahlia tubers. N. Gonzalez y H.G. Pontis. *Biochim. Biophys. Acta* 69, 179-181 (1963).
- Synthesis of D-fructopyranose 2-phosphate and D-fructofuranose 2-phosphate. H.G. Pontis y C.I. Fisher. *Biochem. J.* 89, 542 (1963).
- Anion exchange chromatography of sugar phosphates with triethylammoniumborate. M.J. Lefevre, N.S. González, H.G. Pontis. *J. Chromatog.* 15, 495-500 (1964).
- Separation of sugar phosphates and sugar nucleotides by thin-layer chromatography. C.P. Dietrich, S.M.C. Dietrich, H.G. Pontis. *J. Chromatogr.* 15, 277-278 (1964).
- Separation of fructosans by gel filtration. H.G. Pontis. *Anal. Biochem.* 23, 331-367 (1968).
- The role of sucrose and fructosyl-sucrose in fructosan metabolism. H.G. Pontis. *Physiol.*

- Plantarum 23, 1089-1100 (1970).
- Fructan metabolism: Reversal of cold acclimation. J.A. Tognetti, P.L. Calderón, H.G. Pontis. *J. Plant Physiol.* 134, 232-236, (1989).
- Fructans and cold stress. H.G. Pontis. *J. Plant Physiol.* 134, 148-150 (1989).
- Sucrose and fructan metabolism in different wheat cultivars in relation to cold acclimation. J.A. Tognetti, G.L. Salerno, M.D. Crespi, H.G. Pontis. *Physiol. Plantarum* 78, 554-559 (1990).
- Sucrose and fructan metabolism in wheat roots at chilling temperatures. C.S. Santoiani, J.A. Tognetti, H.G. Pontis, G.L. Salerno. *Physiol. Plant.* 87, 84-88 (1993).
- A Discussion of the present model of fructan biosynthesis. H.G. Pontis. En "Sucrose Metabolism, Biochemistry, Physiology and Molecular Biology", (Eds. H.G. Pontis, G.L. Salerno, E. Echeverría). *Current Topics in Plant Physiology*, Vol. 14, American Society of Plant Physiologists, pp 190, 1995.
- Fructan metabolism in two species of *Bromus* submitted to chilling and water stress. A. Puebla, G.L. Salerno, H.G. Pontis. *New Phytologist* 136, 123-129 (1997).
- Involvement of sucrose synthase in sucrose synthesis during mobilization of fructans in dormant Jerusalem artichoke tubers. G. Martínez Noël, H.G. Pontis. *Plant Sci.* 159, 191-195 (2000).
- Protein kinase and phosphatase activities are involved in fructan synthesis initiation mediated by sugars. G. Martínez Noél, J.A. Tognetti, H.G. Pontis. *Planta*, 213, 640-646 (2001).
- Transport of 1-kestose across the tonoplast of Jerusalem artichoke tubers. H.G. Pontis, P. Gonzalez, E. Echeverría. *Phytochemistry* 59, 241-247 (2002).
- Calcium is essential for sucrose signaling transduction leading to the initiation of fructan synthesis in wheat. G. Martínez-Noël, J. Tognetti, V. Nagaraj, A. Wiemken, H.G. Pontis. *Planta* 225, 183-191 (2006).
- Molecular characterization of a putative sucrose:fructan 6-fructosyltransferase (6-SFT) of the cold resistant Patagonian grass *Bromus pictus* associated with fructan accumulation under low temperatures. F. del Viso, A.F. Puebla, C.M. Fusari, A.C. Casabuono, A.S. Couto, H.G. Pontis, H.E. Hopp, R.A. Heinz. *Plant Cell Physiol.* 50, 489-503 (2009).
- Protein phosphatase activity and sucrose-mediated induction of fructan synthesis in wheat. G.M.A. Martínez-Noël, J.A. Tognetti, G.L. Salerno, A. Wiemken, H.G. Pontis. *Planta* 230, 1071-1079 (2009).
- Sugar signaling of fructan metabolism: new insights on protein phosphatases in sucrose-fed wheat leaves. G.M.A. Martínez-Noël, J.A. Tognetti, G.L. Salerno, H.G. Pontis. *Plant Signal. Behav.* 5, 311-313 (2010).
- Sucrose signaling in plants: a world yet to be explored. J.A. Tognetti, H.G. Pontis, G. Martínez-Noël. *Plant Signal. Behav.* 8(3): e23316 (2013).

La sacarosa: origen, evolución y función en plantas

Escribe: Graciela L. Salerno⁶

Los aportes de grupos argentinos al estudio del metabolismo de la sacarosa han sido muy reconocidos, y han estado siempre presente a lo largo de la historia de la SAFV. Este tema ha sido objeto de estudio por parte de nuestro grupo de trabajo durante más de cuatro décadas. El camino de la biosíntesis de la sacarosa en las plantas tiene lugar por acción de dos enzimas (SPS, sacarosa-fosfato sintasa, y SPP, sacarosa-fosfato fosfatasa) que actúan en forma sucesiva. Fue demostrado por primera vez por Luis F. Leloir y Carlos E. Cardini (1955). Hasta la década del '70 se publicaron escasos trabajos sobre el metabolismo de la sacarosa, pero en nuestro país se continuaron los estudios en el Departamento de Biología de la Fundación Bariloche, dirigidos por Horacio Pontis. Ricardo Wolosiuk completó su tesis doctoral sobre la sacarosa "sintetasa" (hoy se denomina sacarosa sintasa, SuS) de *Helianthus tuberosus* (1974), otra enzima importante del metabolismo de la sacarosa, también descubierta por Leloir y Cardini.

Los inicios: el estudio de las enzimas, purificación y estudio de propiedades

En los '70, los estudios sobre la sacarosa estaban principalmente dirigidos a conocer las propiedades bioquímicas, la cinética y la regulación (por metabolitos o factores proteicos) de las enzimas vinculadas a su metabolismo. Para cumplir con estos objetivos, era necesario purificar a "homogeneidad" las proteínas, tarea laboriosa y generalmente poco exitosa. A pesar de que la sacarosa es un importante producto de la fotosíntesis, las enzimas que la sintetizan están en muy baja concentración en las hojas y sus actividades son muy lábiles. O sea, en aquella época la purificación de las enzimas de

⁶ Instituto de Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTEC-CONICET) y Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA). E-mail: gsalerno@fiba.org.ar

la síntesis de la sacarosa (como SPS) a partir de hojas era una ardua tarea que requería muchos kilos de material para lograr unos pocos miligramos de proteína activa para estudiar sus propiedades bioquímicas (1978, 1986, 1991). En el presente, esto ha sido reemplazado por la producción de enzimas recombinantes que se pueden purificar en cantidad y fácilmente.

El estudio de la enzima SPP (la fosfatasa específica que hidroliza el fosfato de la sacarosa-6-fosfato para dar sacarosa) presentaba otro problema: su sustrato no se producía comercialmente. Así que, por un largo tiempo, tuvimos que fabricar sacarosa-6-fosfato en el laboratorio usando un método enzimático que desarrollamos, y así poder estudiar las propiedades de la SPP (1986, 1993, 1994). Pero el esfuerzo dio sus buenos frutos, ya que ni bien contamos con sacarosa-6-fosfato en un tubito, pudimos demostrar (a partir de evidencias físicas y cinéticas) la asociación entre las dos enzimas SPS y SPP, la cual conduce a una síntesis más eficiente de sacarosa.

La sacarosa: tolerancia a estreses y aumento de la productividad vegetal

A mediados de la década de los '80, comenzamos a estudiar junto con Horacio Pontis, la relación entre el metabolismo de la sacarosa y el de los fructanos con respecto a la respuesta a bajas temperaturas en trigo y en algas unicelulares (como modelos más simples de estudio). Y paralelamente, comenzamos a introducir metodologías de biología molecular para estudiar la regulación de la expresión génica y conocer secuencias nucleotídicas codificantes (obtenidas manualmente!). En ese entonces, una meta importante era obtener la secuencia codificante de la enzima SPS para tratar de generar plantas por ingeniería genética que la sobreexpresaran, y así acumular más sacarosa (1995). El objetivo final era aumentar la productividad de cultivos. Para ello, unimos nuestra experiencia bioquímica/fisiológica a la de Luis Herrera-Estrella (CINVESTAV, México) experto en transformación vegetal. Con el apoyo de la Fundación Rockefeller (durante diez años) nos propusimos aumentar el contenido de sacarosa en plantas de arroz. Los intentos de sobreexpresar un gen de arroz codificante de una SPS no dieron los resultados que esperábamos ya que había regulación metabólica endógena y no se obtenía mayor actividad de la enzima, y por ende, no aumentaba el contenido del disacárido (1996).

Sin embargo, pudimos seguir con el proyecto gracias a los resultados de otra línea de investigación en cianobacterias que desarrollábamos en forma paralela y en la que tratábamos de respondernos cuál habría sido el origen evolutivo de la sacarosa. Las cianobacterias son organismos procariotas que realizan fotosíntesis oxigénica como las plantas. Hay reconocidas evidencias que apoyan el origen cianobacteriano de los cloroplastos de las plantas. Resultó que las enzimas SPS de cianobacterias no se regulan endógenamente por metabolitos (1996, 1998). Por lo tanto, se generaron plantas transgénicas que sobreexpresaban la secuencia codificante de una SPS obtenida de la cianobacteria *Nostoc* sp. PCC 7119. Obtuvimos plantas con un 40% más de sacarosa en hojas, pero no se tradujo en una mayor productividad.

El origen evolutivo del metabolismo de la sacarosa y sus roles múltiples en la planta

Fue el estudio de la biosíntesis de la sacarosa en una cianobacteria filamentosa diazotrófica (*Nostoc* sp. PCC 7119) y en otra unicelular (*Synechocystis* sp. PCC 6803) lo que nos abrió el camino para respondernos la pregunta del origen de la sacarosa. Las SPSs y las SuSs resultaron ser enzimas modulares, que comparten un módulo donde está el sitio activo de glucosiltransferasa. Y lo más importante fue que se demostró que hay dos tipos de SPSs, las de cianobacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno (como la *Nostoc* sp.) en que las SPSs son unidades catalíticas mínimas (unimodulares) que cumplen igual función que las enzimas SPSs de plantas (bimodulares) (1996, 2002). Estos resultados, y la publicación de genomas completos de otras cianobacterias permitieron realizar estudios filogenéticos y evolutivos (2003) y postular posteriormente que el surgimiento de la sacarosa como soluto compatible (para tolerar cambios ambientales, como aumento de la salinidad) habría tenido lugar en microorganismos fotosintéticos oxigénicos de ambientes de agua dulce, y que genes codificantes de las enzimas responsables de su síntesis habrían estado presentes en ancestros cianobacterianos (2014). Los trabajos realizados en cianobacterias reafirmaron la importancia de la sacarosa como molécula de respuesta al estrés (salino, osmótico, lumínico, oxidativo, por temperaturas extremas), su relación directa con el metabolismo del glucógeno (el compuesto de reserva cianobacteriano equivalente al almidón en las plantas), su rol

crucial en la fijación del nitrógeno (en cianobacterias diazotróficas), y lo más sorprendente, su función como molécula de señalamiento en respuesta a cambios ambientales (2005). O sea, que en las cianobacterias están presentes muchas de las funciones que la sacarosa cumple en las plantas.

La importancia de las invertasas alcalino/neutras

En las plantas, la hidrólisis de la sacarosa a glucosa y fructosa puede ser catalizada tanto por invertasas ácidas (localizadas en la vacuola o en la pared de la célula vegetal) como por invertasas alcalino/neutras (que hasta hace pocos años eran consideradas enzimas citosólicas). Estas dos clases de invertasas, que puede ser visto como una redundancia metabólica, no lo es, ya que pertenecen a diferentes familias de proteínas y muestran diferentes mecanismos catalíticos. La coexistencia de los dos tipos de enzimas dentro de la célula de la planta confiere una mayor variedad de destinos fisiológicos de sacarosa, muchos de los cuales fueron descubiertos hace pocos años.

Las invertasas alcalino/neutras han sido ignoradas por largo tiempo en los estudios bioquímico/fisiológicos, tal vez porque estaban en baja concentración, presentaban relativamente actividad baja y eran muy lábiles cuando se las quería purificar. Nuestro laboratorio ha sido pionero en el estudio de las invertasas alcalino/neutras de localización citosólica en trigo, tabaco y *Arabidopsis* y su relación en la respuesta a estreses abióticos y a la síntesis de fructanos (2007, 2010, 2016). También hemos demostrado experimentalmente por primera vez la actividad invertasa dentro de una organela (2008, 2012, 2016). La presencia de una isoforma de invertasa alcalino/neutra en el cloroplasto resultó estar vinculada con la síntesis del almidón fotosintético y las isoformas de localización mitocondrial influyen la germinación, el crecimiento de las hojas, el desarrollo de raíces y la floración (2014, 2016).

La sacarosa como molécula de señalamiento

En la introducción de mi tesis sobre el estudio de la biosíntesis de la sacarosa en germen de trigo mencionaba que “Hay también evidencias que este disacárido cumple un rol como factor de control, a pesar de encontrarse en altas concentraciones” (UBA, 1977)”, información que provenía de un

solo trabajo publicado por Horacio Pontis ese mismo año. Hoy, casi cuatro décadas después, el rol de la sacarosa como molécula de señalización ha sido ampliamente demostrado por numerosos trabajos, y es un campo a seguir explorando. Los estudios realizados en nuestro laboratorio contribuyeron a identificar componentes del camino de señalización intracelular de sacarosa (tales como Ca^{2+} , y CDPK y PP2A, quinasas y fosfatasas de proteínas específicas, respectivamente) en la inducción de la síntesis de polímeros de fructosa en trigo (Martinez-Noël, Tognetti, Pontis). Estos aportes contribuyen a la comprensión de las respuestas a estreses ambientales, como es el caso de la aclimatación al frío en trigo (2001, 2006-2010, 2013, 2016).

Con la incorporación de nuevas herramientas metodológicas y de técnicas analíticas muy sensibles, y con la disponibilidad de datos metabólicos a gran escala, se abren nuevas posibilidades para estudiar el señalamiento de azúcares en relación a otros compuestos. Tal es el caso del rol recientemente propuesto para la trehalosa-6-fosfato en el señalamiento y la regulación de los niveles de sacarosa.

Sin lugar a dudas, la comprensión de las bases de la productividad de los cultivos y de sus repuestas a la cambiantes condiciones ambientales dependerá, en gran parte, de la profundización del conocimiento del rol la sacarosa, y en particular, de los intrincados caminos regulatorios en los que está involucrada.

Bibliografía

- Pontis HG (1978) On the scent of the riddle of sucrose. Trends Biochem Sci 3, 137-139.
- Tognetti JA, Salerno GL, Crespi MD, Pontis HG (1990) Sucrose and fructan metabolism of different wheat cultivars at chilling temperatures. Physiologia Plantarum 78, 554-559.
- Porchia AC, Salerno GL (1996) Sucrose biosynthesis in a prokaryotic organism: Presence of two sucrose-phosphate synthases in *Anabaena* with remarkable differences compared with the plant enzymes. Proc Natl Acad Sci U S A 93, 13600-13604.
- Noël-Martinez GMA, Tognetti JA, Pontis HG (2001) Protein kinase and phosphatase activities are involved in fructan synthesis initiation mediated by sugars. Planta 213, 640-646.
- Echeverría E, Salvucci ME, González P, París G, Salerno GL (1997) Physical and kinetic evidence for an association between sucrose-phosphate synthase and sucrose-phosphate phosphatase. Plant Physiol 115, 223-227.
- Salerno GL, Curatti L (2003) Origin of sucrose metabolism in higher plants: when, how and why? Trends Plant Scie 8, 63-69.
- Vargas WA, Pontis HG, Salerno GL (2007) Differential expression of aklaline and neutral

- invertases in response to environmental stresses: characterization of an alkaline isoform as a stress-response enzyme in wheat leaves. *Planta* 226, 1535-1545 (2007).
- Vargas WA, Pontis HG, Salerno GL (2008). New insights on sucrose metabolism: evidence for an active A/N-Inv in chloroplasts uncovers a novel component of the intracellular carbon trafficking. *Planta* 227, 795-807.
- Vargas WA, Salerno GL (2010) The Cinderella Story of Sucrose Hydrolysis: Alkaline/Neutral Invertases, from cyanobacteria to plant cytosol and organelles. *Plant Sci* 177, 371-375.
- Martín ML, Lechner L, Zabaleta EJ, Salerno GL (2013) A mitochondrial alkaline/neutral invertase isoform (A/N-InvC) functions in developmental energy-demanding processes in *Arabidopsis*. *Planta* 237, 813-822.
- Vargas WA, Martín ML, Salerno GL. (2013) “Myths and Facts on cytosolic sucrose hydrolysis”. En: *Sucrose: Properties, Biosynthesis and Health Implication*, (Ed. Salvatore Magazù). NOVA Science Publishers, Inc., NY, USA Chapter 9, pp. 155-176.
- Tognetti JA, Pontis HG, Martínez-Noël GMA (2013) Sucrose signaling in plants. A world yet to be explored. *Plant Signal Behav.* Mar;8(3):e23316. doi: 10.4161/psb.23316.

Los grupos de Fisiología Vegetal en la Argentina y Uruguay

La semilla iniciada por Sívori y Soriano ha dado un magnífico árbol, sus ramas se extienden hoy en la Argentina y el Uruguay. Desde la época de los pioneros al presente, los grupos de Fisiología Vegetal se han multiplicado en toda la Argentina. En la vecina República Oriental del Uruguay, los grupos de FV se reconocen como miembros plenos de la SAFV.

A continuación incluimos algunas de las crónicas de los grupos de Fisiología Vegetal. Invitamos a todos los colegas que no tuvieron la oportunidad de sumarse a esta edición de la historia de la Fisiología Vegetal en Argentina a hacer llegar sus contribuciones para una próxima edición de esta obra.

Inicios y crecimiento desde la Cátedra de Fisiología Vegetal de La Plata al INFIVE

Escribe: José Beltrano

La SAFV nace formalmente en La Plata en el año 1958 aunque algunos años antes los que serían sus fundadores ya habían hecho sus primeros aportes a la FV de la Argentina. Enrique M. Sívori, había constituido la Cátedra de Fisiología Vegetal en la Facultad de Agronomía de la UNLP, fue esta, la primera cátedra de Fisiología Vegetal creada en nuestro país y Sívori el primer profesor de esta área de conocimiento. Sívori algunos años antes había viajado a Estados Unidos para realizar estudios bajo la supervisión de Went. Su formación sobre el desarrollo en los vegetales, sería su principal línea de trabajo y la de sus discípulos, que fue continuada posteriormente por Rumi y Gimenez. Al mismo tiempo y bajo su tutoría se desarrollaron

estudios sobre la tuberización en papa. Los estudios sobre la fisiología de la tuberización en papa, en principio fueron desarrollados junto a Sivori, por Claver, Tizio y Montaldi. Aunque, a través del tiempo esta línea de investigación padeció las situaciones de estrés ambiental más insólitas, al punto que se generaron situaciones de enfrentamiento científico entre los que postulaban explicaciones diferentes al fenómeno en estudio. Así fue que, como consecuencia de estas diferentes interpretaciones, entre otras causas, en La Plata, Sivori y Claver mantenían una convivencia científica poco cordial, mientras que Montaldi que había participado activamente de esta línea de investigación, actuaba como mediador o moderador de turno. Las discusiones continuarían más tarde entre Claver en La Plata y Tizio, que continuaría sus trabajos en la Universidad Nacional de Cuyo, y aunque nunca la sangre llegó al río, siempre era la comidilla de las reuniones de Fisiología Vegetal de la época. Al mismo tiempo, en La Plata se constituyó el primer grupo que realizaba cultivo in vitro de tejidos y que estaba constituido por Sivori, Claver, Tizio, Montaldi y Caso y más tarde Nakayama. Desde 1969 Sivori fue Director del Instituto de Fisiología Vegetal creado por las Facultades de Agronomía y de Ciencias Naturales de la UNLP.

En el año 1957 Montaldi viaja a Estados Unidos a trabajar con Skoog y a su regreso luego de pasar un tiempo en INTA Castelar, en 1970 se incorporó al Instituto de Fisiología Vegetal, recientemente inaugurado y a la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía como profesor adjunto en la Facultad de Agronomía de la UNLP, pero ya para desarrollar sus trabajos en regulación hormonal y morfogénesis vegetal.

Durante la dictadura militar, en La Plata y en el ámbito de la Cátedra de Fisiología Vegetal debieron emigrar Carpinetti, Marita y Elisa D'Antoni. Más tarde pero por oportunidades de crecimiento académico, emigraron Nakayama a la Universidad Nacional de Rosario y Rastelli a la Universidad de Lujan y el matrimonio Fernandez - Betría partieron hacia el sur a ejercer el libre ejercicio de la profesión, en tanto que Jatimliansky que trabajaba en fotosíntesis, a su regreso de Francia, dejó como lugar de trabajo el Instituto, y pasó a realizar sus trabajos en Santa Catalina y docencia en la Cátedra de Física. La fisiología de la papa fue continuada en lo que hacía a los aspectos bioquímicos por Alaniz. En 1978 fallece. Caldiz desarrolla sus actividades en la misma línea pero con la dirección de Claver, que había asumido como Director del Instituto y como Profesor Titular de la Cátedra de Fisiología

Vegetal. Caldiz lo acompaña en sus investigaciones hasta su fallecimiento que ocurre dos años más tarde, y continuará las investigaciones sobre la fisiología de papa en forma independiente, hasta su incorporación a la actividad privada realizando aportes desde esa plataforma.

En 1981 Montaldi, que en ese momento era Investigador del CONICET, Titular de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía y de Ciencias Naturales de la UNLP, asume la dirección del INFIVE, se genera el Programa INFIVE (PRINFIVE) y la relación con el CONICET se hace más formal. Además, dirige un número importante de jóvenes, la mayoría de ellos realizan el doctorado bajo su Dirección y que luego permanecerán en el Instituto Ronco, Guiamét, Bartoli, Luquez, entre otros. Guiamet y Balatti realizarán sus Doctorados en Estados Unidos y regresarán para incorporarse al Instituto como Docentes Investigadores. Balatti que trabajaba en fijación simbiótica, al tiempo dejará el Instituto de Fisiología Vegetal y pasará a hacerse cargo de las Cátedras de Microbiología Agrícola y de Fitopatología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, mientras que Saparrat, adjunto de microbiología continuó en el INFIVE con sus estudios sobre degradación microbiológica de la lignina. Guiamet a su regreso continuó sus trabajos sobre fotosíntesis y senescencia y Beltrano continúa la línea de investigación de Montaldi. Al mismo tiempo se incorporan jóvenes becarios como Roberto Barreiro, quien al tiempo partió a realizar su doctorado en Estados Unidos, donde concreta su objetivo, y luego desarrolla actividades en aquel país y ya no regresaría a la Argentina, salvo en esporádicas visitas sociales. Jorge Willemoes, con la dirección de Montaldi, desarrolló durante algunos años, en colaboración con Beltrano, trabajos sobre morfogénesis en gramíneas. Luego pasó a desempeñar su actividad en empresas privadas nacionales e internacionales del sector. Bartoli concluye su tesis doctoral en la UNLP sobre senescencia de flores y luego viaja a Europa en reiteradas oportunidades a profundizar sus estudios con Foyer, fortaleciendo la línea las investigaciones sobre estrés oxidativo. En el año 1994 Montaldi es nombrado Profesor Extraordinario, Emérito de la Universidad Nacional de La Plata y continúa ejerciendo la Dirección Instituto de Fisiología Vegetal, mientras que el cargo de Profesor Titular de la Cátedra de Fisiología Vegetal lo obtiene Beltrano. En el año 2000 fallece el Profesor Montaldi y Beltrano, que había sido electo Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, asume interinamente la Dirección del INFIVE, cargo que ejerce por alrededor de diez años. Se

generan y fortalecen líneas de investigación sobre fotosíntesis y senescencia con Guiamet, fisiología de forestales con Luquez y Graciano, estrés biótico con Castro y Gimenez, estrés abiótico y micorrización con Beltrano. Tambussi, doctorado en Barcelona, se incorpora al grupo dirigido por Guiámet sobre fotosíntesis y senescencia. En el INFIVE comienzan a generarse los primeros trabajos de biología molecular con la participación de Martínez y Guiámet, entre otros. En el año 2010 Guiamet, asume la Dirección de INFIVE hasta la actualidad. Yannicari se doctoró trabajando en tolerancia a glifosato y luego partió a desarrollar sus tareas en la Chacra Experimental de Barrow como investigador. Se produce un significativo crecimiento del INFIVE, se concretan numerosas Tesis doctorales y de maestrías de becarios del CONICET y de otras Instituciones y se incorporan nuevos investigadores con sus respectivos colaboradores provenientes de otros centros de investigación como Simontacchi que fortalece las investigaciones sobre estrés oxidativo y Civello en postcosecha, entre otros, que hoy componen la comunidad científica del INFIVE.

La Fisiología Vegetal en Mendoza

Escriben: Juan Bruno Cavagnaro y Rubén Bottini

La historia de la fisiología vegetal en Mendoza comienza formalmente en 1948, con el Ing. Contardi como Profesor y la asignatura se dictaba en segundo año de Agronomía. Unos años después, Contardi alienta a uno de sus alumnos, Sinibaldo Trione, en conjunto con Bermann y Avellaneda, a realizar una sencilla investigación publicada en la Revista de la Facultad. En 1954, la Facultad se traslada al edificio actual. En 1958, el Ing. Barraza, Decano Interventor en la Facultad de Ciencias Agrarias se entrevista con el Ing. Enrique Sivori, quien le recomienda a uno de sus discípulos, el Ing. Ricardo M. Tizio, para elevar el nivel de esa especialidad en Mendoza. Luego de ganar el concurso, Tizio solicita a las autoridades que contraten al Ing. Victorio Trippi que había sido compañero de él en el laboratorio de Sivori. Nace allí, el conocido grupo de las tres "T" (Tizio, Trippi y Trione). Se une a ellos el Ing. Almela Pons, egresado de la primera camada de Ings. Agrs. de Ciencias Agrarias.

La línea de trabajo a la cual se dedican durante esta primera etapa fue estudiar el enraizamiento de estacas de vid y varios trabajos son publicados en Φ YTON.



Figura 21. El grupo de las tres "T": S. Trione, R. Tizio y V. Trippi, en Mendoza, alrededor de 1960.

En 1962 Trione viaja a al Laboratorio de Stewart, en Cornell, USA. por un año. En la fisiología del momento interesaba estudiar el tema “decaimiento de clones”, en especial de papa. Trione trabaja con cultivo de células libres in vitro en medios líquidos e inicia sus estudios en metabolismo del nitrógeno, tema al que se dedicará hasta su jubilación.

Cuando Trione regresa se unen a su grupo el Ing. Agr. Rafael Pont Lezica y la Dra. Cohen de Hunau. Los tres inician una línea de investigación con jugos endospermicos de duraznero y almendra para regenerar tejidos a partir de células aisladas de papa, similar al célebre trabajo del Dr. Stewart con zanahoria.

Mientras Trione estaba en USA se incorpora al equipo de Fisiología la Dra. Beile Rubinsky de Lis, quien con Tizio inician una línea de investigación sobre “Requerimientos hídricos de especies hortícolas”. El objetivo del proyecto era determinar los períodos críticos de necesidad hídrica para cada especie y de esa manera, lograr un uso racional del agua de riego. El grupo se expande al incorporarse el Ing. Abelardo Ponce y varios ayudantes alumnos (Cavagnaro, Urbieta, Borgo, Vega) con el apoyo financiero del Plan CAFPTA (Comisión Administradora de Fondos para Promoción de la Tecnología Agropeduaría) que permitió financiar los estudios por algunos años. Luego de 1966-68 y ya como egresados el grupo continua trabajando en aspectos hídricos, rusticación a sequía y aspectos metabólicos afectados por el estrés. En 1963 Tizio viaja al Laboratorio de Tejidos y Fisiología de la Facultad de Ciencias de París del Profesor R. Gautheret, donde volverá en 1968-70, con sus investigaciones sobre “Mecanismo hormonal de la tuberización de la papa”, tema central de su afán científico hasta el final de su carrera. Beile de Lis, Cavagnaro y Vega continuaron trabajando juntos hasta marzo de 1975 que son dados de baja de la Facultad por razones políticas.

A comienzos de 1963 el Ing. Tizio viaja por algunos meses, al laboratorio del Profesor R. Gautheret, Director del Laboratorio de Tejidos y Fisiología de la Facultad de Ciencias de París. Esta relación se mantendrá por muchos años y el Ing. Tizio volverá a Francia en 1968-70. Allí comienza sus investigaciones sobre “Mecanismo hormonal de la tuberización de la papa” que será el tema central de su tesis Doctoral obtenida en la Universidad Pierre et Marie Curie de Paris. Esta línea de trabajo será su afán científico hasta el final de su carrera.

En marzo de 1976 se produce en la Argentina el golpe cívico militar que inicia el período más oscuro de las dictaduras de Argentina. Sin embargo, en la Facultad de Ciencias Agrarias y en otras Facultades de la U.N.Cuyo las bajas de los docentes se producen un año antes. En Fisiología Vegetal, el 1 de abril de 1975 aún con Isabel Perón en el poder, se da de baja a los docentes Beile de Lis, Juan Bruno Cavagnaro, Jorge Vega y Alicia Fasciolo, junto con otros 23 docentes de diferentes asignaturas. Un año después, ya con los militares en el poder se deja cesante a los Ings. Tizio y Trione. Tizio se incorpora en la Universidad Nacional de Río Cuarto donde permanece varios años. Con la vuelta de la democracia Trione es reincorporado en el IADIZA y el Ing. Tizio es re-instalado como Profesor Titular en la Facultad. Todo este proceso contó con la complicidad de otros docentes que instalaron en la Cátedra de Fisiología Vegetal al Dr. Brucher, (ex SS de Hitler) quien era buen investigador pero un pésimo individuo en sus acciones personales. Este personaje oscuro y nefasto perjudicó profundamente a nuestra Cátedra desde el punto de vista académico. Entre otras acciones repudiables como sacar drogas y materiales para su uso personal o de otro laboratorio, hostigar al personal docente y no docente que aún estaba en el laboratorio y quizás obsesionado por su mente persecutoria, revisó, mezcló y tiró más de 10.000 separatas y todo el sistema de fichaje elaborado en dos décadas.

Entre 1976 y 1983 los decanos interventores de la Facultad intentan complementar el aspecto docente de Brucher, muy deficiente didácticamente, nombrando algunos jóvenes egresados que trataban de mejorar las clases. Entre ellos estaban los Ings. E. Martinez, C. Merlo, G. Rosell, M. Chambouleyron, L. Serra, Rojas de Bertini.

Con la vuelta de la democracia, en 1983 Tizio es re-instalado como Profesor titular; Trione es reincorporado por Conicet en el IADIZA y vuelve a la Facultad. Entre 1983 y 1985 Cavagnaro realiza una Maestría en Davis, Universidad de California y en 1985 es reincorporado. Simultáneamente Tizio llama a concurso para cubrir una serie de cargos e ingresan por concurso los Ing. Agr., J B Cavagnaro, E. Martinez, O. Sthalschmidt y C. Passera. Son nombrados, como Auxiliares de docencia José S. Moyano, Cruz A. Guzman y Natalina Possamai personal no profesional, idóneos formados por Tizio y Trione, comenzando una nueva etapa de re-organización y crecimiento de la Cátedra.

Ingresan para trabajar con el Ing. Tizio, como Becarios Conicet los Ing. Agr. Claudio Galmarini, Mónica Guiñazú y Liliana Martínez. Guiñazú y Martínez trabajaron con Tizio en tuberización de papa. Ambas continuaron en Fisiología y son actualmente Profesoras de la Cátedra. Guiñazú obtuvo su Magister en fisiología de la producción de bulbillos aéreos de ajo. Ha continuado trabajando en fisiología del ajo y en micropropagación de especies de interés regional. Su grupo de trabajo incluye a los Mag. María T. Ponce y Miguel A. Cirrincione. Por su parte, la Ing. Liliana Martínez obtuvo su doctorado en Ciencias Biológicas con el tema Introducción de resistencia a raíz rosada en cebolla. Luego trabajó en inducción in vitro de ginogénesis en cebolla. Algunos de sus tesis han finalizado sus tesis y el resto trabaja en vid sobre elicitación de genes que intervienen en la producción de compuestos fenólicos y en estudios moleculares sobre poblaciones de filoxera en la Argentina. Además de sus becarios participan en su grupo actual María T. Ponce y Cecilia B. Agüero (actualmente en Davis, U. de California) Inés de Rosas, Leonor Deis. El Ing. Galmarini pasó a INTA en el sector horticultura y ahora es Profesor de Horticultura de la Facultad.

En 1989 Tizio es nombrado Profesor Emérito y el Ing. Trione Profesor Consulto. Ambos continuarán trabajando algunos años hasta su retiro efectivo por jubilación. En 1989 el Ing. Cavagnaro asume como Profesor Titular de la Cátedra. Durante los primeros años su línea principal de investigación es la ecofisiología de especies nativas de zonas áridas. Su grupo de investigación incluye a Carlos Passera y Silvina Greco, quienes realizan sus carreras de posgrado, Passera en la Univ. de Granada, España y Greco en la UBA. Poco tiempo después obtiene su Doctorado Pablo Villagra quien se integra al grupo. Por iniciativa de Passera y Cavagnaro se incluye en la Carrera de Agronomía la asignatura Ecología Agrícola y Protección Ambiental dictada por la Cátedra de Fisiología. Se forma el Grupo Integrado de Fisiología Vegetal con investigadores de la Facultad, INTA y CRICyT,

Asimismo inicia una línea de trabajo con la Ing. Olga Sthalschmidt, el Ing. Roberto Borgo y la Ing Mónica Guiñazú sobre Fisiología del Ajo la cual se lleva a cabo en conjunto con la EEA INTA la Consulta y con otras Cátedras de la Facultad.

EN 1997 El Ing. Cavagnaro inicia una nueva línea de investigación sobre Fisiología de la Vid en la cual participan Rosana Vallone, Jorge Perez Peña de INTA, Martín Kaiser y Leonor Deis. Todos ellos comienzan sus carreras de posgrado y en pocos años se publican los primeros trabajos sobre el efecto del estrés hídrico y la aplicación de Acido Abscisico en el crecimiento, producción y calidad de las uvas obtenidas. En la actualidad el grupo de estudios en vid está formado por L. Martinez, Cecilia Agüero, Leonor Deis, M. I. de Rosas, Cavagnaro y los tesistas E. Malovini, M. Durán y C. Arancibia.

En 2002 llega desde Río Cuarto como titular en la Cátedra de Química Orgánica y Biológica el Dr. Rubén Bottini, dando origen al Laboratorio de Bioquímica Vegetal. Gradualmente se van incorporando algunos miembros de su grupo original (Dra. Patricia Piccoli, Ana C. Cohen, Mariela Pontín), otros jóvenes doctorados en diversas disciplinas, M. Fernanda Silva, Hernán Boccalandro, Ariel Fontana, y nuevos tesistas que se fueron doctorando (A. Mariela Quiroga, Federico Berli, Daniela Moreno, Mariana Gil, M. Victoria Salomon, Germán Murcia, Rodrigo Alonso). La conformación del grupo tuvo un carácter multidisciplinario al incluir agrónomos, biólogos, microbiólogos, químicos, ingenieros en recursos naturales para el abordaje integral de la respuesta de la vid al ambiente (tanto abiótico como biótico), su expresión en vinos, y el aprovechamiento de residuos de la vitivinicultura con fines biotecnológicos. Posteriormente Hernán Boccalandro encara la formación de su propio grupo que, por una parte desarrolla docencia en Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCuyo, y en investigación se dedica al rol de la calidad de luz (relación R:RL) sobre la vid, concretando la formación doctoral de Carina González). Lamentablemente Hernán fallece en un accidente en 2011. Los grupos de Bottini y Cavagnaro desde 2002 unieron sus esfuerzos para estudiar sobre distintos aspectos de fisiología de vid, en especial referido a compuestos fenólicos de las uvas tintas de alta calidad de Mendoza. Ambos grupos promovieron ante CONICET la formación de un Instituto de doble dependencia (CONICET-UNIV. NAC. CUYO) y como resultados de esa gestión surgió el IBAM (Instituto de Biología Agrícola Mendoza) en el cual se investigan otras disciplinas además de Fisiología Vegetal.

El Laboratorio de Bioquímica Vegetal actualmente está integrado por Patricia Piccoli, Ana C. Cohen, Federico Berli, Daniela Moreno y

Ariel Fontana como investigadores CONICET, Mariela A. Pontin como investigadora INTA, M. Victoria Salomon y Germán Murcia como becarios posdoctorales CONICET, Iván Funes Pinter como becario doctoral CONICET, Andrea Antonioli como JTP y tesista doctoral, y Daniela Mezzatesta y Roy Urvieta con Beca doctoral CONICET co-financiada con la Bodega Catena-Zapata.

Historia de la Fisiología Vegetal en Corrientes

Escribe: Pedro Sansberro

Los estudios de Fisiología Vegetal en la región NEA se iniciaron en 1920, en la entonces Facultad de Agricultura, Ganadería e Industrias Afines (FAGIA), dependiente de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). En 1954, se crea la Universidad Nacional del Nordeste y la disciplina pasa a formar parte del plan de estudio de la Facultad de Agronomía y Veterinaria; hasta que finalmente, en 1974, al desdoblarse esta Unidad Académica, es incluida en la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias.

En los años 60, su profesor titular, Ing. Agr. Isidoro Mogilner, conjuntamente que con el ayudante de investigación, Ing. Agr. J. D. Portuguez-Arias, trabajando principalmente en aspectos nutricionales de la mandioca (*Manihot esculenta*), adoptan el uso de la técnica de cultivos de tejidos como metodología de investigación, plasmando sus resultados en los artículos “Influencia de la intensidad lumínica en el crecimiento in vitro de ápices de mandioca” y “Crecimiento in vitro de raíces de *Manihot esculenta* en distintas condiciones de luz y temperatura”, y que fuesen publicados en la revista Bomplandia (Vol 2, 6: 107-112 y 2, 7: 113-120, respectivamente) en el transcurso del año 1967.

En el año 1970, es designado Profesor Titular el Ing. Agr. Luis Amado Mroginski, quien define como línea principal de investigación de la Cátedra, el uso de la técnica del cultivo in vitro de tejidos vegetales en la propagación vegetativa de especies silvestres y cultivadas.

En el mes de diciembre de 1977, por un convenio entre el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), se funda el Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), a partir de la interacción de las Cátedras de Fisiología Vegetal, Morfología de las plantas vasculares, Taxonomía y Genética, que compartían un laboratorio único con sede en la Facultad de Ciencias Agrarias.

En 1983, la Cátedra de Fisiología, conjuntamente con sus pares de la Universidad Nacional de Tucumán, organizan el V Curso Internacional de Capacitación sobre “Métodos de Cultivo de Tejidos Vegetales y sus Aplicaciones en Agricultura”; mientras que, en 1987 organiza en la Ciudad de Corrientes, la XVII Reunión Nacional de Fisiología Vegetal.

La realización de ambos eventos y la disponibilidad de un edificio propio, permitieron un crecimiento marcado de los trabajos de cultivo in vitro en la Cátedra, liderada por su Profesor Titular y la Profesora Adjunta, Dra. Hebe Yolanda Rey. El primer grupo de trabajo estuvo conformado además por los Jefes de Trabajos Prácticos, ingenieros Oscar Bovo, Patricia Angeloni y Rodolfo Sarmiento (docencia); sumándose los alumnos Juan Carlos Fabisik, Oscar Burtnik, Carlos Labrousse y Eduardo Flaschland.

Con el devenir del tiempo, pasaron por esta Cátedra más de 50 becarios e investigadores participando en las diferentes líneas de investigación relacionadas a cultivos regionales tales como yerba mate (Pedro Sansberro), arroz (María Antonia Marassi), forestales (Claudia Luna), mandioca (Ricardo Medina), florales (Eduardo Flaschland, Graciela Terada) y que continúan en el presente. Asimismo, los Profesores a cargo, colaboraron en el dictado de clases que fortalecieron el establecimiento de la actual Cátedra de Fisiología Vegetal que se dicta en la Facultad de Recursos Naturales y Renovables de la Universidad nacional de Formosa.

Entre los años 90 al 2010, la Cátedra recibió y entrenó a más de 100 personas en el uso de la técnica del cultivo in vitro, procedentes éstos de variadas regiones de Argentina y países latinoamericanos, mediante estadías de aprendizaje y dictado de cursos de grado y posgrado.

Fruto de la producción científica surgió la publicación del libro “Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y Aplicaciones” editados por Luis Mroginski y William Roca (CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia, 1991) y una participación preponderante en la edición del libro “Biotecnología y Mejoramiento”, el que fuese editado y publicado con otros referentes del país en los años 2004 y 2010 (INTA, Ediciones I y II, respectivamente).

En su camino, el grupo de trabajo incursionó en otras temáticas, las que fueron enriqueciendo las líneas de trabajos existentes. Sumándose tempranamente la crioconservación e identificación de germoplasmas mediante isoenzimas. En la década del 2000 al 2010, fruto de la finalización de sendas tesis doctorales, se incluyeron nuevas líneas de trabajo empleando

técnicas moleculares, bioquímicas y fisiológicas en estudios vinculados a la planta y su interacción con el medio biótico y abiótico.

Producto de este crecimiento, en el año 2014, el IBONE crea el Área de Biotecnología Aplicada y Genómica Funcional, fundada y dirigida por Pedro Sansberro; a la vez que, el Laboratorio de Fisiología Vegetal, además de las líneas de trabajo que le dio su origen, desarrolla estudios vinculados con la interacción de las plantas con otros organismos (microorganismos benéficos y causales de enfermedades), estrés abiótico, entre otros.

Históricamente, la Cátedra de Fisiología Vegetal se caracterizó por su marcada vinculación con el medio, ya sea con instituciones estatales tales como universidades, INTA, ministerios provinciales y nacionales, como con el sector productivo a través de la firma de acuerdos de trabajo con empresas privadas.

Actualmente, la Cátedra está conformada por su Profesor Titular Ing. Luis Mroginski, Profesora Adjunta Dra. María Laura Vidoz y los Jefes de trabajos Prácticos Dra. Natalia Dolce, Ing. Agr. Eduardo Flaschland, Ing. Agr. María Antonia Marassi e Ing. Agr. Graciela Terada; asimismo participan en el desarrollo de las líneas de investigación, docentes de otras Cátedras entre ellos los Drs. Mónica Collavino (Microbiología Agrícola), Ernestina Galdeano (Fitopatología), Ricardo Medina (Cultivos III) y becarios de distintas instituciones.

Breve historia de la Fisiología Vegetal en Tucumán

Escriben: Fernando Prado y Mirna Hilal

Los inicios de la Fisiología Vegetal (FV) en la provincia de Tucumán se remontan a dos instituciones: la Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres” (EEAOC), pionera en el país y en Latinoamérica, con más de 100 años de labor ininterrumpida, desde la cual numerosos investigadores a partir de su primer director Williams Cross, pasando por otros tales como los Ings. Foguet, Hemsy, Ploper, Scandaliaris, Vázquez de Ramallo, Viirsoo, y tantos otros, sentaron las bases de la FV no solo en Tucumán sino También en la región NOA; y desde 1960 la Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), donde investigadores de renombre como los Ings. Cerrizuela, Fogliata, Ramallo, Antoni, Mariotti y Arévalo, contribuyeron a afianzar las investigaciones iniciadas por la EEAOC. A estas instituciones se sumó luego la Estación Experimental Agropecuaria Famaillá del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA-INTA) y posteriormente las Facultades de Bioquímica, Química y Farmacia (FBQF) y Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (FCN), ambas de la UNT. Finalmente en la década de los 90’ empezó un incipiente desarrollo de la FV en el Departamento de Botánica de la Fundación Miguel Lillo (FML). Aunque durante buena parte de su desarrollo la FV se centró principalmente en el estudio de los procesos fisiológicos vinculados a la mejora de la productividad solo a nivel de campo, la irrupción de la FBQF comenzó a extender los estudios al plano metabólico a nivel celular y molecular. En ese sentido, los pioneros trabajos sobre las invertasas de la caña de azúcar llevados a cabo por el grupo del Dr. Antonio R. Sampietro (del cual formé parte desde su inicio en 1972 hasta 1994), abrieron un nuevo campo de investigación dentro de la FV en Tucumán. Todavía recuerdo cuando en la XV reunión de la SAFV del año 1983, celebrada en nuestra provincia, expusimos nuestros trabajos sobre las invertasas, los cuales despertaron una gran curiosidad en los “fisiólogos tucumanos” asistentes a dicha reunión; por cuanto los trabajos sobre de

esta temática, a su parecer, no se correspondían con los cánones de la FV de nuestra provincia, ya que se trataban de “trabajos” de bioquímica y no de fisiología. Este fue el principal motivo por el cual una buena parte de los resultados obtenidos con anterioridad habían sido presentados en las reuniones de la Sociedad de Investigación Bioquímica (SAIB) y no en los de la SAFV. Sin embargo, ya se vislumbraba un cierto cambio en la concepción de la investigaciones sobre FV en Tucumán; por cuanto en esos años la EEOC comenzaba a desarrollar estudios sobre propagación “in vitro” de caña de azúcar. Luego de unos cuantos años, después de aquella XV Reunión de la SAFV, en el año 1992, surgió en el Instituto de Química Biológica de la FBQF, hoy INSIBIO-CONICET, un grupo liderado por la Dra. Hortensia Moreno de Zarbá (la querida Tensia), quien junto a Ana Zenoff y Mirna Hilal iniciaron trabajos sobre estrés salino, específicamente referido a la capacidad de la oxidasa alternativa en correlación a la evolución temporal del xilema en raíces de plántulas de soja. A partir del año 1995 se incorporaron a este grupo los Drs. Edy Massa y Atilio Castagnaro quien acababa de regresar de España donde había desarrollado una importante labor científica en la Universidad Politécnica de Madrid. Con ellos se complementaron los trabajos de salinidad con estudios sobre la oxidasa alternativa; comenzando la participación en las reuniones de la SAFV a partir del año 1996. Con posterioridad, el desgraciado accidente que le costó la vida a la Dra. Zarbá, sumado al retiro temprano de la actividad científica de la Dra. Massa y las incorporaciones de los Drs. Castagnaro en el Laboratorio de Biotecnología de la EEOC y Hilal en la Cátedra de Fisiología Vegetal de la FCN, llevaron a la desaparición de dicha línea de investigación. La llegada de la Dra. Hilal a la FCN y la incorporación de la Lic. en Biología Mariana Rosa para realizar su Tesis Doctoral contribuyeron en gran medida a consolidar el “novel” grupo de FV de la FCN, que había comenzado a idear desde mi llegada a esta facultad a fines de 1994. Durante los primeros años las investigaciones llevadas a cabo se circunscribieron solamente al estrés salino, pero luego fuimos extendiendo el campo de acción e incursionamos en el estrés por radiación UV-B y finalmente, con la incorporación de dos becarios del CONICET, Griselda Podazza y Carolina Prado, empezamos a trabajar en el tema de la contaminación por metales pesados y sus efectos sobre las plantas. Ambas líneas de investigación: radiación UV-B, a cargo de la Dra. Hilal, y metales pesados, a cargo de la Dra. Rosa, son las que continúan en la actualidad.

De Bahía a Balcarce: el nacimiento de un grupo de Bioquímica y Fisiología Vegetal

Escribe: Carlos A. Barassi

Corría el año 1975. En Bahía Blanca la ultraderecha violenta operaba con total impunidad. La organización Triple A -creada por López Rega-, tenía su asentamiento en organizaciones sindicales que estaban en línea con su pensamiento. Este tenía como objetivo aniquilar cualquier movimiento que osase menoscabar la influencia que el “brujo” ejercía sobre María Estela Martínez de Perón, quien había asumido la presidencia del país luego de la muerte de su marido. La Universidad Nacional del Sur estaba en manos del interventor Remus Tetu, un rumano que ostentaba el antecedente de haber participado activamente como funcionario en la alianza de su país con el Tercer Reich durante la segunda guerra mundial. No resulta extraño entonces, reconocer la estrecha relación que existía con la Triple A. Y que se traducían en una caza de brujas de toda persona que tuviese algún tipo de atisbo, sospecha, o denuncia anónima de acercamiento a la política no partidista.

Dentro de este contexto, no fueron pocos los docentes e investigadores perseguidos o en trámite de serlo, por lo que gran parte de ellos optaron por dejar de lado sus carreras como tales para asentarse en lugares más seguros, donde empezar de nuevo...

Así fue como Gustavo Orioli y yo encontramos nuestra oportunidad en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la entonces Universidad Provincial de Mar del Plata, gracias a la gestión de Martín Lahitte (graduado de la UNS), quien era el Secretario Académico encargado de reclutar el plantel de docentes investigadores que tendría dedicación exclusiva a la FCA. Hasta entonces la mayor parte de las clases eran proporcionadas por técnicos del INTA que, no obstante, a falta de posgrados en ciencias agrarias en Argentina poseían una buena formación académica lograda en el exterior, traducida en un significativo número de maestrías y doctorados.

Dejando de lado esta situación, prácticamente nada había allí, ni siquiera la posibilidad de poder rentar una vivienda en Balcarce debido a la falta de una ley de alquileres adecuada. Gustavo y yo vivimos más de medio año en el alojamiento para estudiantes graduados y profesores (llamado Casino) del INTA (predio donde funciona la FCA). Después de las 18:00 hs. todo pasaba a estar desierto, donde el silencio solamente era interrumpido por algún pobre programa propalado por el único televisor que había y su limitada recepción de aire. Era un ambiente propicio para programar la docencia e investigación que llevaríamos adelante...

En cuanto a las oficinas, contábamos con dos cuartuchos armados en el “Galpón de Fitotecnia” donde la calefacción era provista por un mechero bunsen y su trípode, lo que calentaba un ladrillo colocado debajo de las mesas-escritorios. Pese a esta precariedad, allí había funcionado la parte administrativa de la FCA cuando fue fundada, con más entusiasmo que recursos.

¿Y los lugares destinados al trabajo experimental? En el Galpón de Fitotecnia se había armado el primitivo laboratorio de trabajos prácticos, que quedó a nuestra disposición al haberse inaugurado uno nuevo en un edificio aparte, que sería el moderno de la FCA. Algo de instrumental había: dos fotocolorímetros Crudo-Caamaño, dos centrífugas de laboratorio Rolco -una de pie y otra de mesa-, un viejo equipo de radioisótopos para determinar radiación beta con su correspondiente contador Geiger y alguna que otra chuchería. Como la FCA era la única no nacional presente en la provincia de Bs. As., sus patrocinadores lograron establecer un convenio con la Universidad de Michigan, a la que tomaron como modelo de “land grand college” para fundar lo que hoy constituye la Unidad Integrada FCA-INTA Balcarce. El programa americano de promoción de la investigación “Alianza para el Progreso” había provisto de abundante material de vidrio y drogas, y además contemplaba la adquisición de instrumental necesario: centrífuga refrigerada, cromatógrafo de gases, espectrofotómetro UV-vis, freezers de -80°, etc. Tendríamos así una buena base para comenzar... Sin embargo, lo último quedó en la nada al pasar la facultad de provincial a nacional, en el mismo año 1975.

Sintetizando, Fisiología Vegetal contaba con un Profesor Titular (Gustavo Orioli), un Jefe de Trabajos Prácticos (el inefable José Beltrano) y un par de ayudantes alumnos. Ellos comenzaron a desarrollar con

buenos resultados, sus trabajos en el cultivo del Girasol. En las asignaturas Química Orgánica y Biológica I y II éramos dos profesores adjuntos (el que suscribe y Marcos Crupkin), un JTP (Rolando J. Sueldo) y un encargado del material de vidrio y droguero (Alfredo Carman). En 1978 Crupkin derivó sus investigaciones a la bioquímica de productos pesqueros, en el INTI Mar del Plata.

Dado que mi formación científica era en organismos animales y en la FCA necesitaban un grupo de investigación en vegetales, el inestimable aporte de Orioli hizo posible que escogiese el desarrollo del coleoptilo de trigo como modelo para estudiar la biogénesis de membranas celulares. Así, en el año 1978 mi grupo presentó en la Sociedad Argentina de Investigación Bioquímica su primer trabajo sobre el tema, para luego asociarme a la SAFV y animarnos en 1981 a exponer nuestros avances en el marco de la XIV Reunión Nacional realizada en Rosario. El valioso estímulo recibido fue determinante para que de allí en más mantuviésemos contacto permanente con la SAFV y pudiésemos así contar con la crítica constructiva de sus miembros.

Hasta el momento de mi jubilación presentamos un total de 36 trabajos, en las Reuniones XIV (Rosario, 1981); XVI (La Plata, 1985); XVII (Corrientes, 1987); XVIII (Puerto Iguazú, 1989); XIX (Huerta Grande, 1992); XX (Bariloche, 1993); XXI (Mendoza, 1996); XX (Mar del Plata, 1998); XXIII (Río cuarto, 2000); XXV (Santa Rosa, 2004); XXVI (Chascomús, 2006); XXVII (Rosario, 2008); XXVIII (La Plata, 2010); XXIX (Mar del Plata, 2012). En la década del 80 las cátedras bajo nuestra responsabilidad pasaron a ser Bioquímica I, Bioquímica II, Bioquímica III e Introducción a la Biotecnología, todas ellas agrupadas como Area Biomolecular.

Muchas fueron las personas que formamos a los niveles de doctorado, maestría y de grado en estos años -con una producción científica considerable-, todo ello derivado de las líneas de investigación que desarrollamos en fisiología y bioquímica vegetal e interacción con bacterias rizosféricas.

El grupo continúa activo bajo la dirección de una de mis primeras tesistas, la Dra. Cecilia M. Creus, quien está a cargo del actual Laboratorio de Investigación Bioquímica Vegetal y Microbiana de la FCA-UNMdP.

Breve historia de la Fisiología Vegetal en Rosario

Escribe: Claudio Pairoba⁷

Al hacer un *racconto* de los trabajos en Fisiología en el ámbito académico de la ciudad de Rosario, y más específicamente dentro de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), dos instituciones surgen como entidades señeras en el tema: la Facultad de Cs. Agrarias (FCAgr) y la Facultad de Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas (FBIOyF).

Para ahondar un poco más en la historia por la cual la Fisiología Vegetal transitó en ambos claustros resulta interesante evaluar dos publicaciones. Un texto escrito por el Darien Prado en la revista *Agromensajes* de la FCAgr y la entrevista realizada por el Claudio Pairoba a Carlos Andreo, director del Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos (CEFOBI, UNR-CONICET) y docente de la FBIOyF. Ambas instituciones han mantenido una interacción constante y fructífera a través de los años.

Vivencias en la FCAgr

Creada el 16 de marzo de 1967 por el Ing. Agr. Ernesto Girardi, la facultad es uno de los epicentros de la investigación en Fisiología Vegetal, lugar destacado que sigue ocupando en la actualidad.

Durante la etapa de desarrollo, a partir del año 1983, se traen profesores desde Buenos Aires y La Plata, al mismo tiempo que se inician líneas de investigación por parte de grupos ligados al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y al Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario.

La disciplina se inicia con el Ing. Agr. Fermín Nakayama, quien junto con el Dr. Juan Pablo Lewis (Ecología Vegetal), la Dra. Liliana Picardi (Genética) y Roque García (Botánica) conforman el núcleo académico base de la facultad.

⁷ Comunicador Científico - Secretaría de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de Rosario



Figura 22. 1981? Equipo de Fisiología de Fac. Cs. Agrarias, Rosario. Sentados: Juan José Guiamet, Fermín Nakayama, Atrás: Guguielminpietro, Ricardo Martignone, Leonardo Casano, Eligio Morandi, Susana Feldman y Marcelo Bodrero

Hablar de esta disciplina también implica hablar del Ing. Agr. Eligio Morandi, investigador de CONICET, docente de la UNR y actualmente a cargo de la cátedra de Fisiología Vegetal. El trabajo de Morandi se ha plasmado en numerosas publicaciones, resultado de los variados proyectos de investigación que ha desarrollado en esta temática. El crecimiento de este área de estudio se evidencia en su incorporación como eje temático al recientemente creado Instituto de Investigaciones en Cs. Agrarias (IICAR, UNR-CONICET).

El crecimiento de la Fisiología Vegetal en la FBIOyF

Hablar de esta disciplina en la facultad implica remontarse a su creación y a la subsiguiente aparición del CEFOBI. Corría la década del '60 cuando Bioquímica era una asignatura de la Facultad de Cs. Médicas, Farmacia y Ramos Menores. Es durante esta etapa durante la cual prestigiosos docentes-

investigadores de otras ciudades viajan a Rosario para comenzar a dar clases de Química Biológica. Nombres emblemáticos de la investigación como Santomé, Delhacha, Paladini, Algranati, Carminatti, Gomez, Stoppani, Cumar y Torres figuran entre los pioneros que contribuyeron a esta etapa.

La experiencia fue tan exitosa que se decidió crear el Departamento de Química Biológica, bajo la dirección del Dr. Rubén Vallejos. Juan José Cazzulo recién llegado de Inglaterra también formó parte de esta primera fase. Con el tiempo, este núcleo de investigación se transformaría en lo que hoy es el CEFOBI, el cual fue el primer instituto de doble dependencia entre CONICET y la UNR, que se crea en Rosario.

Los proyectos de investigación giraban en torno a temas de gran interés en ese momento, como lo eran el estudio de la fotosíntesis así como de las actividades enzimáticas asociadas. Numerosos investigadores formados en este ámbito luego crearon otros reconocidos grupos de investigación en la ciudad o fuera de ella.

El CEFOBI ha evolucionado para ocuparse en la actualidad de temáticas relacionadas con la biología molecular y la genética de distintos cultivos de interés, al mismo tiempo que continúa profundizando en los estudios enzimológicos, campo en el cual tiene una sólida trayectoria. Algunos de los prestigiosos colegas vinculados a la fisiología vegetal que trabajan en el CEFOBI son los Drs. Carlos Andreo, Fabiana Drincovich, Paula Casati y Diego Gómez Casati.

Plantas en el IBR

Lo que es hoy el Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR) se forma por la inquietud y capacidad de docentes-investigadores del CONICET con lugar de trabajo en la FBIOyF. Varios de ellos se formaron en el CEFOBI, emigrando luego para comenzar nuevas líneas y grupos de investigación en el ámbito de la UNR y el CONICET. Entre la diversidad de proyectos sobre los que se trabaja en este instituto, la investigación en plantas ocupa un lugar destacado. Respuestas ante el estrés y la oxidación, interacciones planta-microorganismo, metabolismo y señalización son algunos de los temas de investigación liderados por reconocidos investigadores. Entre ellos, mencionamos a los Drs. Néstor Carrillo y Estela Valle, directores de los laboratorios de Biología del Estrés en Plantas y de Metabolismo y Señalización en Plantas, respectivamente.

Referencias

1. Prado, D. Orgullo de pertenencia. Reflexiones sobre los últimos 30 años de la “facu”.
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/4AM16.htm>
2. Pairoba, C. Saib 50: Entrevista con Carlos Andreo. <http://www.unr.edu.ar/noticia/8582/saib-50-entrevista-con-carlos-andreo>
3. Página del IBR. <http://www.ibr-conicet.gov.ar/laboratorios/>

Recorriendo el camino de la salinidad desde la UCC y el INTA

Escribe: Edith Taleisnik

No sabía cómo iba a titular esta crónica, hubiera querido poner “el grupo de salinidad en el IFFIVE”, porque por ese nombre nos conocieron mucho tiempo, y aún hoy nos nombran de esa manera. El IFFIVE desapareció al crearse el CIAP (Centro de Investigaciones Agropecuarias), y lo que fue el área de Fisiología Vegetal del IFFIVE es hoy el Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales (IFRGV), perteneciente al CIAP.

Los orígenes de los grupos de fisiología en el actual IFRGV se enlazan con el origen mismo del IFFIVE, que se creó como Departamento de Fitovirología en 1985. Funcionó por un tiempo en la Cátedra de Fitopatología de la Universidad Nacional de Córdoba, y al incorporar nuevo personal se trasladó a una casa alquilada en el centro de la ciudad. Por ese entonces, en 1986, fui a preguntarle a su director, el Ing. Agr. Sergio Fernando Nome, si no necesitaba fisióloga para su flamante Departamento. ¡Me sorprendí que ya tuvieran un fisiólogo! Era Roberto Racca. Lo fui a ver a aquella casa vieja, donde su oficina estaba instalada en uno de los baños (deshabilitado como tal...). Tenía un becario: Daniel Collino. Entusiasmada por tanta promesa en ciernes, gestioné mi pase de lugar de trabajo en CONICET, desde el Instituto Ferreyra. Y acá estoy.

Realmente, eran muy precarias las condiciones, y Nome me recomendó que temporariamente me instalara en la Universidad Católica de Córdoba, la UCC, donde previamente había ido yo a preguntar si no necesitaban profesora de Fisiología Vegetal. Si, ¡necesitaban! Por suerte, en esa época ya tenía varios subsidios, de la IFS, de la SECYT, de CONICOR, que fueron mi llave a la libertad. En la Católica me asignaron una pieza enorme, que iba a ser mi laboratorio. Tenía los armazones de varias mesas, que rápidamente fueron transformados en mesadas con unas chapas de fibrocemento. Unos interiores de placares de pino sirvieron para tener cajoneras, y unas estanterías metálicas completaron el mobiliario.

Con los subsidios pude adquirir una estufa de secado, una balanza, una heladera, pipetas, material de vidrio y algunos reactivos. En esa época hacíamos malabarismos para estirar los subsidios, por ejemplo, comprábamos equipamiento usado: un agitador magnético, hasta un cloridómetro. Un lujo total. Atraídos por ese lujo vinieron varios becarios intrépidos, entre ellos, Alicia Córdoba y Karina Grunberg. Con un carrito de televisor trasladábamos los bidones de agua destilada hasta el laboratorio. Hicimos construir nuestro primer invernadero (de polietileno). Un herrero hizo la estructura y Chiche Suasnábar, del INTA, lo armó. Las condiciones “controladas” las confiábamos a un hermoso “cuarto de cultivo” de paredes de telgopor, donde en una estantería con luces comenzó Karina su tesis.

Con el tiempo, el Departamento de Fitovirología se transformó en Instituto, y los fisiólogos surgimos formalmente como parte de la nueva institución: Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal, el IFFIVE. Y en 1991 nos mudamos al flamante edificio. Todo lo del laboratorio de la Católica cupo en un solo viaje de Rastrojero...

En 1995 el reducido grupo de fisiología del IFFIVE tuvo un crecimiento cuántico al incorporarse el Ing. Trippi con un nutrido grupo de colaboradores. Llegaron inicialmente con él Celina Luna, Ramiro Lascano (aún becario), Leonardo Gómez, Leonardo Casano, y luego otros, como la becaria Mariana Melchiorre. Con ellos el grupo se expandió en número y en temáticas, enriqueciendo las originales del grupo de fisiología del IFFIVE con las de senescencia y estrés oxidativo.

Como suele ocurrir a todo doctorado reciente, en un comienzo seguí trabajando en tolerancia a la salinidad en tomate, tema de mi tesis. Hasta que Cachi Melo, entonces Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba, nos abrió la mente al verdadero problema de salinidad pertinente a la zona semiárida argentina: las enormes extensiones aptas para la ganadería, donde la salinidad de los suelos limita la producción de forrajeras. Fue un antes y un después, despertar a la verdadera dimensión de la magnitud de la salinidad en la Argentina. Le estaré eternamente agradecida a él y a Rosalba Pemán por haberme introducido al tema forrajes.

En *Chloris gayana*, partimos desde la productividad y llegamos a identificar algunas de las causas de la tolerancia a la salinidad en esta especie, que luego utilizamos en el desarrollo de un cultivar con tolerancia incrementada a este estrés (Epica INTA Pemán). La zona de expansión

foliar en gramíneas está restringida a unos pocos centímetros ubicados en la base de las láminas. Allí, la salinidad comúnmente induce el acortamiento y la disminución de tasas de crecimiento. Nuestros trabajos en esta zona en *Chloris gayana* nos llevaron a descubrir, posteriormente, el rol de las especies activas de oxígeno en la expansión foliar. Con la tesis de Andrés Rodríguez fuimos los primeros en informar este hecho, a vincularlo con la actividad del complejo NADPH oxidasa de membranas, mientras en el mundo surgían muchas otras evidencias sobre el papel “positivo” que juegan las especies activas de oxígeno apoplásticas, en el crecimiento de células vegetales. A partir de entonces hemos seguido trabajando en la identificación de mecanismos de tolerancia a la salinidad en forrajeras y otros cultivos y merced al apoyo de subsidios nacionales hemos podido colaborar activamente con investigadores del país y del exterior.

Muchos fueron los profesionales que se iniciaron como becarios y que contribuyeron a conformar la imagen del tema: Alicia Córdoba, Karina Grunberg, Cecilia Arias, Dolores Bustos, Leandro Ortega, Marcos de Luca, Andrés Rodríguez, Ramiro Lascano, Mónica Ruiz, Berta Andrade, Luciano Carassay, Gabriel Céccoli, Leandro Cáceres, Mariela Monteoliva, Gabriela Pittaro, Fenando Luna, Amalia Saavedra Pons, Belén Ciacci. Cada uno de los integrantes del grupo fue contribuyendo con temas e inquietudes que nos permitieron ir ampliando la mirada. Varios de estos becarios no estaban radicados en Córdoba. Estos becarios “de afuera” en general no conforman la clásica trayectoria del buen alumno que imagina en las becas una continuidad apetecible a su carrera de grado, con una fuente de ingreso segura. Muy por el contrario, vinieron con temáticas agrícolas locales, relevantes, en las que querían trabajar. Con el tiempo, fueron descubriendo el equipamiento, los materiales y el apoyo técnico en sus lugares de origen, e hicieron su trabajo revalorizando su propio ambiente. Viajaron con muestras y resultados para procesar, y con esfuerzo e imaginación, lograron hacer sus post grados de manera exitosa. Siguieron los pasos del descubrimiento y la difusión del conocimiento. Y hoy, cada uno sus lugares de trabajo cuenta con una persona entrenada en la lógica de la ciencia.

La temática de la salinidad en la Argentina convoca hoy a muchos investigadores y profesionales que la abordan desde diversos puntos de vista. La Red Argentina de Salinidad (RAS) (www.reunionras.com.ar), que fundamos con un grupo de colegas en 2005, organiza regularmente cursos,

congresos y jornadas sobre el aprovechamiento productivo y sustentable de las zonas afectadas por salinidad.

El IFRGV tiene actualmente alrededor de cuarenta profesionales, entre investigadores, becarios y personal de apoyo que han llegado atraídos por la posibilidad de trabajar en aspectos vinculados a la productividad de cultivos, forrajeras y leñosas y se inclinan por dos grandes temáticas: la fisiología vegetal y el mejoramiento de plantas cultivadas y forestales. Los fisiólogos vegetales y biólogos moleculares trabajan en las respuestas a estrés de tipo biótico y abiótico, en la fisiología de las plantas en interacción con microorganismos benéficos y en la de estos mismos organismos. La promesa en ciernes se está cumpliendo.

Victorio Trippi y la Fisiología Vegetal en Córdoba

Los dos escritos que siguen hilvanan la historia del grupo generado por el Ing. Trippi en Córdoba.

Inicios de la Fisiología Vegetal en Córdoba

Escribe: Celina Luna

En memoria de Olga del Longo y Mario Edelman

En homenaje al Ing. Victorio S. Trippi

Agradezco la oportunidad que se me ha brindado, de ser parte del armado de este “rompecabezas” que fue la Fisiología Vegetal, en nuestro país y particularmente, en Córdoba. Difícil tarea que acometeré con la salvedad que, me referiré a una parte de la Fisiología Vegetal cordobesa, como fue la que se generó a partir de su fundador, el Ing. Agr. Victorio S. Trippi. También aclaro que, por una cuestión de responsabilidad en los hechos y las personas, mi relato se referirá sólo a la Fisiología Vegetal entre los años 1980-1995, que fue la que viví.

Hacia finales de los 70 el Ing. Trippi era el titular de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Vasto lugar si se quiere, con altas mesadas de mármol, amplio pizarrón como ventana abierta a la creación de ideas, escritorio del titular, con mucha madera, relojes y artesanías de autor. El Ing. Trippi ocupaba sus manos, mientras su mente iba y volvía, generando preguntas, como debe hacerse el investigador acerca de lo que ve, y buscando respuestas en la experimentación que entregaba a jóvenes y ansiosos becarios y estudiantes. En aquellas épocas él tenía un tema, su

gran pasión: la Senescencia en las Plantas. Enorme estudio, en el cual nos embarcamos muchos de nosotros.

Si hacer Fisiología Vegetal significa “representar en un sistema experimental controlado lo que ocurre en la naturaleza”, y allí hacer las preguntas que nos permitan entender su funcionamiento, el Ing. Trippi fisiólogo de ley, sabía que debía encontrar sistemas experimentales modelo, que le permitieran responder a los desafíos planteados. Así, la Dra Juana Kenis medía la abscisión del *Phaseolus vulgaris* en un ingenioso sistema experimental, que desarrolló en su tesis doctoral. Mientras, Mario Edelman ponía a punto con esfuerzo un sistema experimental en papas para estudiar el efecto de las hormonas. Y en begonias que crecían en grandes macetas, hacíamos los seminarios sobre el aumento en los pigmentos antociánicos y su relación con la senescencia. Pero hacía falta más precisión y así acometimos el *Anagallis arvensis*, que también formaba antocianos, pero además respondía a la concentración de azúcares con variabilidad asombrosa en su desarrollo, que la Dra Sonia Silvente mostró con éxito en congresos y publicaciones. Luego el Ing. Trippi fue a desafiar a Estados Unidos con sus ideas, y nos trajo otro sistema experimental, *Avena sativa*, que en 7 días crecía y daba resultados. Y allí exitosas observaciones se realizaron con este sistema vegetal. La incubación “in vitro” con distintos reguladores: azúcares, hormonas, detergentes, dieron el marco a mi tesis doctoral donde se mezclaban los conocimientos de las membranas vegetales, y su relación con la senescencia. También fue fundamental entender la necesidad y la importancia de sistemas experimentales controlados. Y el Ing. Trippi “colonizó por el bien de la ciencia”, más lugares de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y fue un placer largar los experimentos en cámaras de crecimiento con temperatura y luz controladas. Ya estábamos listos! Líneas importantes como la concentración del oxígeno y su relación con la senescencia comenzaron a crecer de la mano de la Dra Gloria de Luca d’Oro y su tesis doctoral. Grandes charlas y discusiones acaloradas se daban cuando la Dra Olga del Longo, hacia su tesis doctoral donde trataba de demostrar que el crecimiento era sinónimo de oxidaciones celulares que llevaban a la senescencia foliar. Mientras la Dra Stella Pereyra investigaba sobre la relación C/N y la Dra Sonia Silvente acometía la complejidad del metabolismo del nitrógeno y su relación con la senescencia. Todas estas observaciones se plasmaron en libros de la autoría del Ing. Trippi, como

Ontogenia y senilidad en plantas (1982) y Senescencia foliar y su relación con el metabolismo oxidativo (1988).

En la segunda oleada llegaron los “muchachos”, con el destacado Leonardo Casano, quien hizo historia en la Cátedra con sus investigaciones en el control del estrés fotooxidativo y la senescencia, y que atrajo a Claudio González, Leonardo Gomez y Marcelo Desimone. A ellos se sumó Ramiro Lascano, el benjamín y actual titular de la Cátedra. También Gabriela Pastori y Mariana Melchiorre, se incorporaron al nuevo grupo de doctorandos del Ing. Trippi y entre todos ayudaron a llevar el tema del estrés oxidativo, la defensa antioxidante y la senescencia a su más alta dimensión.

Esto es lo que puedo contar desde el corazón, y no tanto desde el rigor científico. A mí particularmente me ha servido este resumen de un tiempo, para advertir, que fuimos muchos doctorandos, que pusimos esfuerzo y voluntad, pero también interés en la tarea que nuestro “guía” el Ing. Trippi, nos supo encomendar. Él nos dio el tema, nos enamoró e insufló su pasión por investigar, y nosotros jóvenes inexpertos nos convertimos y maduramos a su lado. Eso también fue hacer Fisiología Vegetal...

Bibliografía

- Trippi Victorio S. (1982) Ontogenia y senilidad en plantas. Universidad Nacional de Córdoba Dirección General de Publicaciones.
- Trippi, Victorio S. (1988) Senescencia foliar y su relación con el metabolismo oxidativo. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Anales de la ANAV- Trabajos del tomo XLII

**Breve historia de 50 años de trabajo en la Cátedra
de Fisiología Vegetal de la Escuela de Biología,
F. C. E. F. y N., UNC**

Escribe: Ramiro Lascano

En 1965 Victorio Trippi, gana por concurso la titularidad de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la FCEFNU, de la UNC, dando así origen a la historia de esta unidad académica dedicada a la investigación y docencia en Fisiología Vegetal; permaneciendo en el cargo hasta 1995. Durante estos años, las líneas de trabajo principales estuvieron relacionadas con el estudio del crecimiento y desarrollo en planta, principalmente a los procesos asociados a la senescencia; modulados por luz, fotoperiodo y presión de oxígeno. Sobre esta última temática el Ing. Trippi introduce el estudio de los azúcares como moduladores del crecimiento, desarrollo e inductores de senescencia. Otra línea de investigación señera introducida por Victorio fue el estudio de los procesos oxidativos, mediados por especies activas del oxígeno como moduladores de la senescencia natural y la senescencia inducida por condiciones de estrés. En ese contexto del desarrollo del conocimiento, el paradigma sobre las especies activas del oxígeno, era que estos compuestos solo tenían efectos tóxicos por su gran reactividad con los diferentes componentes macromoleculares de las células, afectando la funcionalidad y viabilidad celular. Por ende cobraron relevancia los estudios sobre el sistema de defensa antioxidante en plantas, como la principal forma de mitigar los efectos deletéreos de las EROS tanto durante la senescencia como bajo las diferentes condiciones de estrés, y por ende una forma de prolongar la vida o de adquisición de tolerancia/resistencia a condiciones de estrés. En este sentido el grupo se involucró en la purificación, caracterización bioquímica molecular y regulación de la actividad de las principales enzimas del sistema antioxidante, como Superóxido Dismutasa, Glutatión Reductasa y Catalasa. Los doctores formados en el período fueron Carlos Guzman, Irene Herszkowics, Estela

Pomiro de Quero, Juana Kenis, Gloria De Luca D'Oro, Celina Luna, Stella Pereyra, Olga Del Longo, Gabriela Pastori, Marta Goleniowski, Leonardo Casano, Sonia Silvente y Leonardo Gomez.

En el año 1995, el Prof. Trippi se ve obligado por una serie de irregularidades institucionales a dejar la Cátedra y el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Fac. Exact. Fis y Naturales. Parte de su grupo se instala en el campo experimental de la Fac. de Agronomía; mientras que la gran mayoría, gracia principalmente a las gestiones del Ing Roberto Racca, emigra al entonces Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE). En estas instituciones se finalizan las tesis iniciadas en la Cátedra, como Claudio Gonzalez, Adolfin Koroch, Rodolfo Juliani, Ramiro Lascano y Mariana Melchiorre.

El grupo que arriba al IFFIVE estaba conformado por Leonardo Casano (Inv. CIC), Celina Luna (Inv. CIC), Leonardo Gomez (Bec. Postdoc CONICET) y Ramiro Lascano (Bec. Postgrado CONICET) y luego Mariana Melchiorre (Bec. Postgrado). Las líneas de investigación de estrés oxidativo y senescencia concurren con temáticas de interés agronómico como lo fue inicialmente el estrés hídrico en trigo.

Las historia de la Cátedra continúa con la titularidad de la Dr. Juana Kenis entre los años 1995-2010. Durante este periodo, se continua la línea de investigación sobre de la regulación de Nitrato Reductasa, como enzima clave del metabolismo nitrogenado.

En 2009, a través del programa de repatriación RAICES, y luego de 19 años de residencia en Alemania, se reincorpora a la Cátedras, Marcelo Desimone, trayendo su línea de trabajo relacionada principalmente con el transporte de bases nitrogenadas. Con él comienzan sus tesis de doctorado Carolina Martini (Prof. Asistente Cat de F.V) Ignacio Lescano y Tomás Tessi (Becs Postgrado CONICET)

A finales del 2010 gana el concurso por la titularidad de la Cátedra el Dr. Ramiro Lascano. Además de éste, el plantel docente de la Cátedra quedo conformada por Dr. Marcelo Desimone , Prof. Asociado, Dr. Claudio Gonzalez, Prof. Adjunto; Dra. Nacira Muñoz Prof. Asistente y Biol. Carolina Martinez, Prof Asistente.

La llegada de Ramiro Lascano a la Cátedra, implicó la fusión de su grupo de trabajo del ex IFFIVE hoy IFRGV-CIAP-INTA; generado a partir de su regreso del exterior en 2003 y con la colaboración de Mariana Melchiorre. Las tesis de Marianela Rodríguez (Doc Cs. Biológicas UNC

2011, hoy investigadora INTA y CIC-CONiCET), Nacira Muñoz (Doc. Cs. Biológicas UNC, 2012; hoy Inv. INTA), Gastón Quero. (Maestría UDELAR Uy 2012, hoy docente UDELAR) Dr. Germán Robert (Doc. Cs. Biológicas, UNC 2013, hoy Inv INTA), Rodrigo Parola (Doc en Cs. Biológicas, 2016; hoy Inv. INTA); fueron fundamentales para la génesis de este grupo. El grupo conformado actual a sufrido un importante incremento en el número de integrantes, temáticas y escalas de abordaje. Recientemente se han incorporado: Dra Constanza Carreras (INTA CIC-CONICET); Dra. Laura Saavedra (CIC-CONICET); Natalia Corvalan y Vaniana Davidenco (Bec. Postdoc CONICET), Tadeo Fernandez, Sofía Andreola, Miguel Fagiani; Alejandro Enet, Andrés Blanco (Becs. Postgrado CONICET), Verónica Ergo (Bec. Postgrado SECYT).

Las líneas principales de investigación del grupo han sido el estudio de condiciones ambientales desfavorables que devienen en el estrés oxidativo por aumentos en la generación de EAO y sus efectos tóxicos que inducen procesos degradativos y síntomas de senescencia, la caracterización molecular de diferentes enzimas antioxidantes, la regulación de la defensa antioxidante, la correlación entre tolerancia al estrés y defensa antioxidante, los fenómenos de tolerancia cruzada, la regulación y estructura del complejo Ndh involucrado en los procesos clororespiratorios frente a condiciones fotooxidativas, la sobreexpresión de enzimas antioxidantes y sus efectos sobre la tolerancia, la señalización oxidativa intracelular y su relación con la regulación del sistema antioxidante, la senescencia como proceso autoinducido y el rol de los azúcares como moduladores de los síntomas de senescencia inducidos por virus.

Desde hace algunos años los trabajos se han focalizado en el estudio de los sistemas leguminosa-rizobios bajo condiciones controles y de estrés abiótico y biótico, los cuales están siendo abordados combinando aspectos moleculares, bioquímico, celulares, fisiológicos y ecofisiológicos.

En este contexto se estudiaron eventos tempranos locales que se inducen durante la interacción leguminosa-rizobio, particularmente cambios redox, dialogo molecular, eventos de muerte celular y sus semejanzas con interacciones patogénicas. Paralelamente, se está evaluando la participación del óxido nítrico generado por nitrato reductasa, y sus interacciones con EAO, en la inhibición de la interacción simbiótica mediada por nitratos.

Respecto a las respuestas sistémicas que se inducen durante la interacción leguminosa-rizobio, se están estudiando los efectos de priming relacionado al sistema de inmunidad de autorregulación de la nodulación, mediado por cambios redox, hormonales, azúcares y de pequeños RNAs, y como estos repercuten en la tolerancia/resistencia a condiciones de estrés abiótico/biótico. Sobre este último punto, existe un particular interés sobre la señalización oxidativa mediada por el complejo NADPH oxidasa y los efectos de las EAO sobre la biofísica y electrofisiología de membranas vegetales, para lo que se está utilizando un dispositivo *ad-hoc* para la formación bicapas lipídicas planas y patch-clamp de protoplastos.

Por otro lado, las experiencias realizadas expresando supresores de muerte celular de origen animal en plantas, condujeron a estudiar el rol de la autofagia y su regulación bajo situaciones que suponen cambios redox como la interacción simbiótica, hambreado de carbono y nitrógeno, desarrollo foliar y diferentes condiciones de estrés. Para estos estudios además de *Glycine max*, se están utilizando otros organismos modelos como *Arabidopsis thaliana* y *Physcomitrella patens*.

Biología Funcional de Plantas: Centros de investigación en Bariloche y Mar del Plata

Escribe: Horacio G. Pontis⁸

El Departamento de Biología de la Fundación Bariloche

Tuve el honor de iniciarme en la investigación bioquímica al lado del Luis F. Leloir, en el viejo Instituto de Investigaciones Bioquímicas en la calle Julián Álvarez. Después de varios años en el exterior, en 1960 volví al país y me reincorporé al Instituto, que para ese entonces se había trasladado a Obligado y Monroe. Un día común de trabajo, Leloir me dijo que Enrique Oteiza lo había invitado a una reunión que tendría lugar en San Carlos de Bariloche para discutir sobre la formación de una nueva institución, y me sugirió que fuera en su lugar. Es así que formé parte de un grupo de científicos que se reunieron en una hostería junto a la Laguna el Trébol para intercambiar ideas sobre la creación de una institución privada sin fines de lucro dedicada a la ciencia. Participé de dicha reunión como representante del Instituto de Investigaciones Bioquímicas (Fundación Campomar) junto a Enrique Oteiza (Fundación Di Tella), Carlos A. Mallmann (a cargo del Centro Atómico de Bariloche), Ricardo P. Platzeck y Jorge A. Sábato (Comisión Nacional de Energía Atómica) y Juan T. Lewis, entre otros. De la confluencia de experiencias surgieron las características de la nueva institución (Fundación Bariloche, FB), que fue creada en 1963 con el propósito de promover la enseñanza de posgrado y la investigación científica en distintas áreas del conocimiento (ciencias exactas, naturales, sociales, humanísticas). La FB decidió crear una unidad de investigación en el área de biología y me invitó a organizarla y ponerla en marcha. A partir de 1967 me hice cargo de la dirección del Departamento de Biología que estaba

⁸ Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA), Vieytes 3103, 7600 Mar del Plata – E-mail: pontis@fiba.org.ar

ubicado en un edificio en Llao-Llao, equipado para realizar experimentos en bioquímica y fisiología de plantas. Se iniciaron entonces proyectos de investigación basados, principalmente, en el estudio del metabolismo de los polímeros de fructosa en topinambur (*Helianthus tuberosus*) y de la sacarosa en distintas plantas. En sus inicios, el departamento me tenía como investigador principal acompañado de cuatro becarios (entre ellos, Ricardo A. Wolosiuk y Jorge J. Sánchez), que tenían que desarrollar sus tesis doctorales en proyectos vinculados a algún aspecto del metabolismo de fructosa incluyendo, por supuesto, su rol en plantas.

En 1971, en el Departamento de Biología se dictó un Curso de Cultivo de Tejidos, que fue el primero en el país sobre la aplicación de estas metodologías, en las cuales me había entrenado en Dinamarca. A dicho curso asistieron nueve estudiantes que procedían de distintos lugares de Argentina, entre los que se encontraban Edith Talesnik y Juana Tandecarz. Participaron como profesores invitados: Juan Dellacha (Universidad de Buenos Aires) y Jorge Allende (Universidad de Chile) (Figura 23). Este acontecimiento contribuyó a que comenzara a conocerse en el país la utilidad del cultivo de tejidos vegetales para estudios del metabolismo de las plantas.



Figura 23. Curso de Cultivo de Tejidos (1971), Departamento de Biología, Fundación Bariloche, Llao-Llao, Provincia de Río Negro. Sentado, de anteojos Juan Bruno Cavnaro. Atrás, de izquierda a derecha Carlos Veron, Mario Manes, Jorge Allende, Juana Tandecarz, Ricardo Wollosiuk, Juan Dellacha, Horacio Pontis, ?, ? y Edith Talesnik

En esa misma época, me habían llamado de la Universidad del Sur para que organizara allí un Departamento de Bioquímica que, naturalmente, resultó tener una inclinación hacia el estudio de plantas. Consecuentemente, dicha Universidad envió al Departamento de Biología de Bariloche a dos estudiantes para entrenarse en técnicas bioquímicas aplicadas a plantas estudiando la biosíntesis de almidón en tubérculos de topinambur.

A fines del mismo año en que tuvo lugar el curso de cultivo de tejidos, organicé en Bariloche en conjunto con Romano Piras (de la Fundación Campomar), el Simposio Internacional “Biochemistry of the Glycosidic Linkage”, como tributo a Luis F. Leloir y sus contribuciones en este campo. Asistieron investigadores reconocidos a nivel mundial, entre otros, el premio Nobel K. Cori (EEUU), R. Dedonder (Francia), D.S. Feingold (EEUU), W.Z. Hassid (EEUU), J. Baddiley (Reino Unido), T. Akazawa (Japón), J. Preiss (EEUU). En este simposio se presentaron los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en el Departamento de Biología vinculadas a la biosíntesis del almidón y la regulación del metabolismo de los fructanos por fitohormonas.

Posteriormente, en el Departamento de Biología se dictaron otros cursos de posgrado sobre “Purificación de enzimas de plantas”, “Metodologías en Bioquímica con énfasis especial en enzimología” y “Química de las Proteínas, Enzimología y Bioquímica de Ácidos Nucleicos”.

El plantel de investigadores del Departamento de Biología fue creciendo con el tiempo, incorporándose al mismo Rafael Pont Lezica (1972) (quien estudió la biosíntesis de la celulosa), William A. Frankart (proveniente de la Universidad de California, Davis, que estudió la frutoquinasa en arvejas), y Augusto F. García, junto con Norma Pucheu y Norma Kerber (que estudiaron el proceso fotosintético). Entre los becarios que finalizaron sus tesis doctorales estaban Ricardo A. Wolosiuk, Jorge Sánchez, Graciela L. Salerno y H. Esteban Hopp. También hicieron estancias posdoctorales Gustavo Daleo y Pedro A. Romero, y estancias de investigación, Rodolfo Sánchez y José A. Boninsegna.

La experiencia de la FB fue interrumpida en el año 1976 por la dictadura cívico-militar. Como consecuencia, la institución se vio obligada a vender terrenos adquiridos para construir su campus para pagar las indemnizaciones del personal que tuvo que despedir. Se produjo entonces el cierre del Departamento de Biología y el éxodo de todos sus

miembros a distintos lugares del exterior (Francia, Alemania, y EEUU). El equipamiento y la biblioteca del Departamento de Biología quedaron embalados en Bariloche.

Los Centros de Investigaciones en Mar del Plata

A principios de 1979, la FB me comunicó que había interés por parte de otra institución de comprar algunos de los equipos del Departamento de Biología. Ante la situación de ver desmantelado el centro de investigaciones de Bariloche, junto con Leloir y otros científicos (Ranwel Caputo, Jorge Z. Comín, Alejandro Paladini) y empresarios (Eduardo Braun Cantilo, Javier Gamboa y Nicolás Schopfloher) decidimos crear la Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA). Leloir fue el primer presidente y aportó la mitad de su premio Nobel para comprar el equipamiento y biblioteca del Departamento de Biología. La nueva fundación nació con la misión de promover la enseñanza y la investigación científica con énfasis en el campo de las ciencias biológicas y sus aplicaciones para resolver problemas de interés a la comunidad. Elegir el lugar a donde ubicar los laboratorios de FIBA fue una difícil decisión. Por un lado, Leloir estaba convencido que debería estar localizada fuera de la Capital Federal, y por otro, hubo ofertas de tres Universidades nacionales. Finalmente, se eligió Mar del Plata, por tener una universidad joven y estar próxima a una de las principales áreas agrícolas del país y frente al mar, fuentes de importantes recursos para el país. En aquel entonces Mar del Plata contaba con el Instituto de Biología Marina (el cual dio origen al actual Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP), de importante tradición en investigación sobre el Mar Argentino. El rector de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Alfredo M. Navarro, ofreció su apoyo para generar un espacio sobre la terraza del edificio destinado a la Facultad de Ciencias Económicas, que se comenzaba a construir en el que después se constituyó en el Complejo Universitario. Nos abocamos a la planificación y organización de una nueva unidad de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata que se llamó Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB) integrado con el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la FIBA. El IIB-CIB se inauguró en 1981, bajo mi dirección y los investigadores que habían estado en Bariloche se fueron integrando al nuevo instituto a medida que regresaban al país.

Entre los acontecimientos académicos más importantes que tuvieron lugar en el flamante instituto, se destaca la realización del primer Curso de Biología Molecular Vegetal del país (1986), apoyado por una empresa argentina (Instituto Científico Paul). Participaron como profesores, los investigadores franceses J-H. Weil, M. Delseny, P. Yot, S. Litvak, y A. Araya, miembros del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) (Figura 24).



Figura 24. Curso “Biología Molecular Vegetal” (1986), Instituto de Investigaciones Biológicas (UNMDP) - Centro de Investigaciones Biológicas (FIBA), Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires.

El curso duró cuatro semanas intensivas, y participaron como alumnos jóvenes investigadores de todo el país y de otros países de Sudamérica (entre otros, Martín Crespi, Erich Grotewold, Lorenzo Lamatina, Mónica Torruela, Dulce de Oliveira, Jorge Tognetti, Daniel Ducasse). Este curso posibilitó la incorporación de metodologías de la biología molecular en el estudio de la fisiología vegetal en distintos centros de Argentina.

A partir de 1989 el grupo de FIBA había crecido y el CIB fue trasladado a un nuevo edificio, manteniendo una estrecha interacción con

la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata y desarrollando proyectos de investigación en el campo de la biología funcional y biotecnología de plantas, e incorporando estudios de biodiversidad aplicados al control biológico de plagas. Desde 1992 (y hasta la actualidad) desarrollamos nuestras investigaciones en un edificio propio sito en la calle Vieytes y Catamarca. En 1995 organizamos en Mar del Plata el primer simposio que reunió a un centenar de investigadores de todas partes del mundo, expertos en el metabolismo de la sacarosa, fructanos y almidón (“First International Symposium on Sucrose Metabolism”). Revisiones de los principales temas tratados dieron lugar a una publicación de la American Society of Plant Biologists (ASPB). Dos años más tarde organizamos la reunión nacional de la SAFV.

En el CIB-FIBA se constituyeron también el “Programa de Bioquímica de Plantas” (PROBIOP-CONICET) (1995) y el Instituto de Bioquímica, Biología Molecular y Biotecnología de Plantas (INBIOP-CONICET) (1999), bajo mi dirección, con el objetivo de estudiar diversos mecanismos que regulan el metabolismo de las plantas, con énfasis en las respuestas a estreses ambientales, en la búsqueda de una mayor productividad de cultivos de interés agronómico.

Quisiera destacar el programa intensivo de educación de posgrado que se llevó adelante desde la FIBA, bajo la dirección de Graciela Salerno, a partir de la década del ‘90. Los Cursos y Talleres fueron pioneros en temáticas y metodologías de punta dirigidos a participantes argentinos y de otros países de Sudamérica, contando como docentes a expertos nacionales e internacionales. Entre los cursos de posgrado más destacados puedo mencionar: “Introducción a la Biología Molecular” (1988 y 1989), “Estrés en plantas” (1990), “Estrategias de clonado y regulación de la expresión en plantas” (1991), “Biotecnología” (1991), “Transporte en Plantas” (1991), “Hibridación in situ de RNA mensajero en tejidos vegetales” (1991) y “Hormonas vegetales: Mecanismo de acción a nivel bioquímico molecular” (1992), “Transformación genética y expresión génica en plantas” (1993), “Biología Funcional del cloroplasto” (1994), “Marcadores Moleculares: su importancia en el mejoramiento de los cultivos y en la conservación de la biodiversidad” (1996) (Figura 25), “Biotecnología de Plantas. Cultivo de tejidos vegetales. Determinantes fisiológicos, técnicas y aplicaciones” (1997), “Relación entre el metabolismo del carbono y del nitrógeno en organismos unicelulares en plantas superiores” (1997), “Bioinformática”

(1998), “Análisis comparativo de la relación estímulo-respuesta en células de mamíferos y vegetales” (1998), “Relojes biológicos: los ritmos de la vida” (1999), “Análisis de flujos metabólicos y recientes avances en Ingeniería Metabólica” (2000), “Marcadores Moleculares. Aplicación en el mejoramiento y en la conservación de la Biodiversidad de Especies Leñosas” (2001), “Bioseguridad: enfoque científico y políticas regulatorias en el análisis de riesgo para OGMs” (2003), “Bioinformática” (2004), “Bioinformática estructural de proteínas” (2006), y “Actualizaciones en RNA: estructura, nuevas funciones y tecnologías asociadas” (2007).



Figura 25. Curso “Marcadores Moleculares: su importancia en el mejoramiento de los cultivos y en la conservación de la biodiversidad” (1996), Centro de Investigaciones Biológicas, Fundación para Investigaciones Biológicas Aplicadas (FIBA), Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires.

En el año 2006 FIBA hizo un Convenio con la Facultad de Agronomía (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, UNCPBA), y la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) para crear el Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología de Azul (BIOLAB-Azul) que fue creado en 2007 y funciona en el predio de la Facultad de Agronomía de Azul. También en ese año, los investigadores del CIB-FIBA y del BIOLAB-Azul que eran también parte del CONICET formaron el Centro de Estudios de Biodiversidad y Biotecnología de Mar

del Plata (CEBB-MdP), dirigido por Graciela Salerno. Los proyectos de investigación de la FIBA se enfocaron también a otras áreas de vacancia y/o de interés nacional, como el uso de marcadores moleculares para la caracterización de germoplasma de especies cultivadas, y su aplicación en mejoramiento de especies de interés, aplicaciones del control biológico de insectos (plagas agrícolas o vectores de enfermedades), estudio de la biodiversidad y poblaciones de hongos fitopatógenos, estudios de estructuras poblacionales de los organismos más pequeños del fitoplancton (micro- y nano-fitoplancton) del Mar Argentino necesario para seguimientos de cambio global, y nuevas estrategias para la producción de biocombustibles, entre otras. El CEBB-MdP se vinculó primero como grupo del CONICET al IBYF/INBA-CONICET (INBA, Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales), de la Facultad de Agronomía de la UBA, y luego, en 2012, dio lugar al surgimiento de la Unidad Ejecutora del CONICET Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTEC-CONICET).

Así es como he llegado a los 88 años, aún interesado en la biología funcional de las plantas, y conforme con que el legado del Departamento de Biología de Bariloche pudo tener continuidad en Mar del Plata.

La era del óxido nítrico (NO) en Biología Vegetal, y la historia recién comienza...

Escriben: Lorenzo Lamattina y Claudia Casalongué

En el año 1981 se inauguró el Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB) en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Bajo la dirección del Dr. Pontis y en conjunto con sus colegas, Dres. Rafael Pont Lezica y Graciela Salerno se establecieron los primeros grupos de investigación relacionados con el área de Bioquímica y Fisiología Vegetal. Los primeros proyectos de investigación se dirigieron a descifrar el metabolismo de los azúcares, la síntesis de componentes de la pared celular y esbozar las primeras estrategias genético-moleculares tendientes a establecer la naturaleza química y estructural de los compuestos intermediarios de dichos procesos bioquímicos. También se comenzaron proyectos que buscaron entender las bases de la señalización que regulan las respuestas de las plantas a estímulos hormonales y ambientales, incluyendo las interacciones planta-patógeno. Es destacable la visión que estos investigadores tuvieron en dicha época, junto a los Dres. Conde y Daleo, para identificar problemáticas de interés fundamental pero al mismo tiempo, vinculadas a las fortalezas socio-productivas de la región del sudeste bonaerense, donde está establecido el IIB.

La identificación de las problemáticas fitosanitarias asociadas del cultivo regional de papa han dado lugar a un gran abanico de líneas de investigación. El conjunto de tales líneas, junto con los aportes originales generados sobre la fisiología del óxido nítrico (NO) en las plantas por el grupo de investigación del Dr. Lorenzo Lamattina, han permitido converger muy recientemente, en la iniciativa de un proyecto institucional estratégico que desafía, al conjunto del IIB, a potenciar sus capacidades científicas durante los próximos años.

El grupo 'Fisiología Molecular e Integrativa' dirigido por el Dr. Lamattina inició sus estudios sobre el NO en 1996. El grupo constituyó líneas de trabajo que resultaron pioneras y fueron adoptadas por diversos laboratorios en el mundo. El NO resultó ser una parte esencial en el crecimiento de las raíces, en la señalización mediada por hormonas como auxinas y ABA, en el balance hídrico de las plantas, en la nutrición regulando el metabolismo del Fe y el N. Actualmente el grupo se ha diversificado estudiando el NO en organismos marinos autótrofos, en microorganismos de la rizosfera y del suelo, y en insectos sociales como la abeja.

El IIB le dio forma y estructura al Doctorado en Ciencias en la FCEyN en el año 1986, y ello constituyó un hito en la UNMdP. Los primeros egresados de este postgrado realizaron su tesis de doctorado en el IIB y luego un post-doctorado en el extranjero con singular éxito, poniendo de relieve la calidad de la formación recibida en el grado y postgrado cursados en el IIB.

Actualmente, el IIB es de doble dependencia CONICET-UNMdP y ha crecido significativamente en los últimos años. El IIB cuenta con una rica historia en Bioquímica, Biología Molecular y Fisiología de plantas que continúa transmitiendo a las siguientes generaciones de investigadores y se proyecta a través de sus recursos humanos incluyendo investigadores, estudiantes, becarios y profesional técnico, en la búsqueda de fortalecer sus objetivos, capacidades y voluntades comunes, recreando un ámbito de excelencia académica, científica y tecnológica en el campo de la Fisiología Vegetal.

Historia de la Fisiología Vegetal en Uruguay, el impulso de la SAFV

Escribe: Victor Martin⁹

La Fisiología Vegetal en Uruguay, nace en el año 1964 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, como parte de la Botánica, impulsada por el Prof Bernardo Rosengurt (https://es.wikipedia.org/wiki/Bernardo_Rosengurtt) y la Prof. Blanca R Arrillaga (Química Farmacéutica, Agrostóloga). Como todo comienzo, se trataba de impartir temas básicos, que ayudaban a interpretar temas de la Botánica. Las clases se apoyaban en el libro, “Principios de Fisiología Vegetal” de James Bonner y Arthur W. Galston, 1957.

En el año 1963, al aprobarse el nuevo Plan de Estudios, se decidió separarla en dos materias, ya que la longitud del programa y el creciente ingreso de estudiantes al Ciclo Básico, no permitía una enseñanza-aprendizaje como se entendía era recomendable

En 1965 la Fisiología Vegetal comienza a separarse de la Botánica y es el Prof. R.G. Poultney (Sud África) que imparte el primer curso, como materia curricular. Al año siguiente, fue el Fisiólogo argentino J.P. Lewis, quien viajando los fines de semana (viernes y sábado) continúa afirmando la Fisiología Vegetal como área del conocimiento independiente.

En los años 1967 – 1968 los fisiólogos vegetales argentinos Enrique Sivori, Osvaldo Caso y Rossi, son contratados por la Facultad de Agronomía (UDELAR) y viajando por turnos durante viernes y sábado, formaron el grupo que sería el comienzo de la actual Fisiología Vegetal de Uruguay.

Si bien fueron unos cuantos estudiantes los que en aquellos años, se acercaron al área de la Fisiología Vegetal, tres fueron los que, guiados

⁹ V. Martin es el anterior Profesor de Fisiología Vegetal en Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias de la Universidad de la República Uruguay (UDELAR). Docente de Ecofisiología de especies Forrajeras Pasturas en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de la Empresa (UDE)

por los fisiólogos argentinos, constituyeron el primer grupo de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de Uruguay. Ellos fueron Antonio Formento, Héctor Arbiza y Néstor Laco, que luego, fueron Docentes de los que hoy continuarían en Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias. En el año 1990 se recibe el apoyo de la Profesora Marta Cancellor, a los que siguieron en diferentes años Edith Taleisnik, Alberto Golberg, Atilio Barneix, Gustavo Slafer, Roberto Benech. Sin embargo, puede decirse que el grupo en Uruguay permaneció aislado de los grupos de Fisiología Vegetal de la región y es recién en el año 1989 que se participa en la Reunión de la SAFV realizada en Fox de Iguazú. Integrados a la SAFV, se llega en el año 2002 a la organización del XI Reunión Latino Americana de Fisiología Vegetal en Punta del Este (Uruguay) y el I Congreso Uruguayo de Fisiología Vegetal. En el 2004 el esfuerzo conjunto de Argentina, Brasil y Uruguay culminan en el XII Congreso Latinoamericano de Fisiología Vegetal en realizado en Recife (Brasil).

Los grupos actuales de fisiólogos vegetales uruguayos, liderados por Luis Viega en la Facultad de Agronomía y Marcos Montesano Facultad de Ciencias, de la Universidad de la República (UDELAR, Verónica Bertucci **en Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de la Empresa (UDE)**, se dedican fundamentalmente a la Docencia e Investigación en cereales (Cebada) y pasturas naturales y mantienen fluida relación con sus colegas argentinos y la SAFV.

Ecofisiología de Cultivos. Unidad Integrada Balcarce

Escribe: Fernando Andrade

En este escrito se presenta una síntesis de las actividades durante los últimos 30 años del grupo de Ecofisiología de Cultivos de la Unidad Integrada INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMP. Dicho grupo tuvo como objetivo principal avanzar en el conocimiento del funcionamiento de los principales cultivos extensivos en interacción con el ambiente de producción.

El conocimiento de los factores que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos constituyeron las bases para el análisis del efecto de prácticas de manejo sobre la producción y para el ajuste de modelos empíricos y de simulación. Es además de utilidad para la selección de genotipos de mayor potencial de rendimiento y más adaptados a los ambientes.

Entre las principales líneas de trabajo se incluyen los estudios de los factores que determinan el crecimiento de los cultivos, la partición de los productos de la fotosíntesis, la identificación y caracterización de los momentos más críticos para la determinación del rendimiento, la relación entre la fuente de asimilados y la demanda de destinos reproductivos durante el periodo de llenado de granos, la estabilidad del rendimiento, entre otros temas. También se abordaron estudios sobre las implicancias de las deficiencias nutricionales e hídricas en el crecimiento y rendimiento de los cultivos y sobre la eficiencia de uso de recursos e insumos. Por otro lado, colaborando con el grupo de Fisiología Vegetal de la misma unidad, se investigaron los efectos del genotipo, el ambiente y el manejo sobre la composición y calidad del producto primario en maíz y girasol.

Los conceptos ecofisiológicos previamente enunciados fueron utilizados para evaluar el impacto de prácticas de manejo sobre el rendimiento y la calidad del producto de las principales especies cultivadas.

La respuesta a las distintas prácticas se analizó principalmente a través de los efectos que ejercen sobre la captura y eficiencia de uso de recursos y sobre el estado fisiológico de los cultivos durante los períodos más críticos para la determinación del rendimiento. De esta manera se analizaron prácticas como la fecha de siembra, la densidad de plantas, el espaciamiento entre hileras, la uniformidad de plantas, la fertilización y el riego, la elección del grupo de madurez del cultivar, los doble cultivos, y la siembra directa, entre otras.

De toda esta información surgieron recomendaciones tendientes a aumentar la producción y alcanzar mayores eficiencias de uso de recursos e insumos. Los principios ecofisiológicos contribuyeron a adecuar las rotaciones y el manejo de los cultivos en función de las condiciones ambientales de la localidad y de la variabilidad espacial de un establecimiento (Agricultura por ambiente).

También se realizaron estudios de cultivares de maíz liberados al mercado en diferentes décadas que permitieron cuantificar el aporte del mejoramiento genético al rendimiento y su estabilidad, a la tolerancia a alta densidad de plantas y a la eficiencia de uso de recursos e insumos. Recientemente, se investigó la asociación entre estabilidad del rendimiento y tolerancia a altas densidades, concepto de utilidad en el mejoramiento genético. La información obtenida en estos estudios indica posibles futuras vías para incrementar la eficiencia de la selección de nuevos cultivares. Además, en interacción con mejoradores y biotecnólogos se trabajó en la identificación de QTL para respuesta fotoperiódica y calidad de aceite en girasol, y para humedad del grano, velocidad de secado en maíz, y duración de los periodos vegetativo y reproductivo en maíz, determinando y caracterizando en cada caso la interacción QTL por ambiente.

Por otro lado, utilizando modelos de simulación y una amplia base de datos climáticos y edáficos junto con información sobre el manejo de los cultivos, se estimaron para el trigo, el maíz y la soja, los rendimientos potenciales bajo riego y seco y las brechas entre dichos rendimientos y los reales para las distintas regiones productivas del país. Se desarrollaron también modelos empíricos basados en la disponibilidad de recursos durante las etapas más críticas. Estos, junto con los modelos de simulación de cultivos disponibles, fueron utilizados para evaluar el impacto de factores ambientales y de prácticas de manejo en la producción. La información generada por el grupo de trabajo en relación con la fisiología

del rendimiento fue utilizada por investigadores del país y del exterior como fuente de conceptos y de relaciones cuantitativas para modelos de simulación del crecimiento y rendimiento de los cultivos.

En un experimento holístico, multidisciplinario, dinámico y de larga duración en el que colaboran distintos grupos de la UIB y la EEA Paraná, se están comparando sistemas de cultivos (rotación Maíz-soja-trigo/soja2da) con distinto nivel de intensificación. El tratamiento intensificado busca alcanzar los rendimientos potenciales de secano e incrementar la captura y la eficiencia de uso de nutrientes y de agua disponibles en base a un manejo intensivo en conocimiento que incluye cultivares de alto potencial y estabilidad del rendimiento, adecuación de la densidad de plantas y del espaciamiento entre hileras, stand uniforme, fertilización en función de los requerimientos y del momento de demanda, cultivos de cobertura, control integrado de organismos perjudiciales, etc. Con el fin de adecuar el manejo para reducir el impacto ambiental, se están evaluando las emisiones de gases de efecto invernadero, el lavado de agroquímicos y la evolución de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Como resultado de las mencionadas actividades se han publicado más de 100 trabajos científicos en revistas de prestigio internacional y 6 libros. También se han difundido los conocimientos generados a través de conferencias, seminarios, presentaciones en congresos y reuniones científicas, talleres, jornadas de campo, medios audiovisuales y publicaciones de divulgación.

El grupo ha tenido además, una nutrida y fructífera actividad de formación de recursos humanos. Más de cincuenta profesionales de todo el país han realizado sus estudios de postgrado y postdoctorado bajo la dirección de investigadores del grupo de Ecofisiología de Cultivos de Balcarce. Ellos fueron los principales integrantes del equipo de trabajo. Gran parte de los logros y resultados obtenidos se deben al trabajo, empeño y creatividad de los estudiantes de postgrado. Cada uno, por ser únicos en alguna capacidad o virtud, dejó improntas y enseñanzas además de sus resultados e ideas. Muchos de ellos, una vez graduados, se han convertido en reconocidos referentes en sus temas de especialización.

Un integrante del grupo de trabajo ha sido Coordinador Nacional del Área Estratégica Ecofisiología Vegetal del INTA (2005-2012) y Coordinador Nacional de la Red de Ecofisiología Vegetal de la misma institución (2012-2014). Ejerciendo estas funciones conformó seis nodos de capacitación (Mafredi-CIAP, Pergamino, Balcarce, Paraná-Oliveros,

Bariloche y Mendoza) a los que consolidó a través de la asignación de equipamiento y de refuerzos en recursos humanos y de la interacción con Universidades que poseen escuelas de postgrado con trayectoria. Impulsó además la constitución de redes que tuvieron como objetivo conectar las capacidades existentes en los nodos mencionados, promoviendo la interacción de técnicos de las estaciones experimentales con profesionales de Universidades Nacionales u otras instituciones.

Como resultado de dicho accionar, estos nodos cumplen el rol de generar nuevas capacidades y nuevos equipos de investigación en Ecofisiología de Cultivos para atender las demandas de la Institución en las distintas instancias programáticas y regiones del país. Más de un centenar de profesionales han culminado o se encuentran desarrollando tesis de postgrado (maestrías, doctorandos y postdoctorandos) en la disciplina, bajo la dirección de investigadores pertenecientes a los nodos de capacitación o a las instituciones vinculadas. Graduados de la Escuela de Postgrado de Balcarce cumplen un rol fundamental en las actividades de los nodos de capacitación.

Gracias a estas estrategias, se han conformado grupos de Ecofisiología de Cultivos en distintas EEAs del país, entre las que resaltan Salta, Santiago del Estero, Reconquista, Leales, Famaillá, San Juan, Alto Valle, Catamarca, Junín y Las Breñas. El Area Estratégica Ecofisiología Vegetal ha también gestionado y aportado equipamientos y becarios para estos nuevos grupos y ha alentado la conformación de subredes regionales entre las que se destacan las del NOA y NEA. La tarea de Coordinación de la Red de Ecofisiología Vegetal es ejercida actualmente por un investigador de la EEA Pergamino graduado en la Escuela de postgrado de la UIB, que participó activa y eficientemente en todo el proceso descripto.

Grupo de Ecofisiología de Cultivos-Pergamino

Escribe: Alfredo Cirilo

Ya temprano desde comienzos de los '80 se iniciaron los estudios ecofisiológicos en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del INTA en Pergamino con análisis "de crecimiento" de plantas y del efecto foto-termal sobre la determinación de rinde en trigo por parte de jóvenes investigadores (entre ellos la Dra. Magrin, hoy en el Instituto de Clima y Agua de INTA Castelar y referente del IPCC) con la asistencia del Dr. Hall del IFEVA (FAUBA-CONICET). Una década después se suma el Dr. Cirilo (hoy Coordinador Nacional de la Red de Ecofisiología Vegetal de INTA) y comienza una fructífera interacción con la Dra. Otegui (Prof. Titular FAUBA e Investigadora Superior CONICET) entre la EEA Pergamino y la FAUBA, ambos discípulos del Dr. Andrade (INTA-FAC/UNMdP-CONICET). Al grupo se suma una década más tarde la Dra. González (CONICET-INTA) y de su actividad resultaron útiles recomendaciones para el manejo agronómico y la asistencia al mejoramiento genético de cultivos de grano pampeanos. En tanto, más de medio centenar de jóvenes se formaron, y nuevos se forman hoy, a nivel de grado y postgrado, que se hallan hoy insertados en instituciones oficiales y empresas privadas, tanto nacionales como internacionales.

De Bariloche a Tandil, dos ecofisiólogos forestales en el INTA

Escriben: Javier Gyenge y María Elena Fernández

Esta historia comienza en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Bariloche, en donde Tomás Schlichter comenzó a formar en la década del '90 el grupo de investigación "Ecología Forestal" con el objetivo de generar conocimiento de base ecológica para brindar herramientas para el Manejo Forestal Sustentable en el N.O. de la Patagonia. Nosotros, María Elena y Javier, nos incorporamos al grupo a finales de la mencionada década. Tomás, discípulo de Soriano, quería comenzar a trabajar sobre aspectos ecofisiológicos de especies vegetales (arbóreas, pero también herbáceas forrajeras que crecieran bajo los árboles), y apostó por estos dos jóvenes biólogos; ella con sus pocos antecedentes de investigación en roedores extintos, y él, en insectos plagas de cultivos. Nosotros llegamos a esta región movilizados más por una situación personal, nuestras ganas de estar juntos en algún lugar que nos permitiera ganarnos el pan nuestro de cada día en una década difícil de nuestro país, pero también, de hacer ciencia (y para ser sinceros, más por el primer motivo que por el segundo es que caímos en Bariloche). El marco de trabajo estaba dado por una serie de proyectos de la ex Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación y del FONCyT (Agencia de Ciencia y Técnica) relacionados con el desarrollo de sistemas silvopastoriles, una propuesta tecnológica nueva para esa región, tratando de incorporar el componente forestal (pinos) en una cultura y economía ganadera. Los temas se repartieron y arrancamos a hacer el doctorado analizando la redistribución de recursos que ocurren bajo la cobertura de los árboles y la capacidad de dos especies forrajeras de hacer uso de ellos, analizando las interacciones ecológicas entre pinos exóticos y pastos nativos (tesis de María Elena), y sobre la interacción agua-árboles (tesis de Javier). En el marco de esta última comenzamos a estimar el uso del agua de los mismos, que hasta entonces nadie había

medido en forma directa en Argentina con la técnica de medición de flujo de savia, y algunos aspectos ecofisiológicos de pinos y de cipreses nativos ligados a la resistencia a la sequía. Ambas tesis fueron nuestros primeros “bienes gananciales”. No estábamos solos en esa etapa de aprendizaje. Además del liderazgo y soporte de Tomás, otros compañeros en el grupo, Verónica Rusch, Pablo Laclau, Mauro Sarasola, y una nueva camada que entró algunos años después, se ocuparon de otros aspectos ecológicos que hacían al funcionamiento de los bosques y forestaciones en Patagonia. En particular, compartimos con Guillermina Dalla Salda, nuestra compañera de aventuras ecofisiológicas, muchos días y anécdotas de campo, aprendiendo juntos a lidiar con equipos de medición que se congelaban en las frías madrugadas en las que medíamos potencial hídrico en pre-alba. Centenas de medialunas y litros de mate acompañaron esos años de mucho trabajo de campo, a la par que hacíamos malabares en la oficina. Eran años complicados, caracterizados por la falta o discontinuidad de financiamiento para el desarrollo científico- técnico. En este sentido, Tomás fue un incansable buscador de fondos y oportunidades, lo que nos llevó tempranamente en nuestras carreras, a veces de manera “vertiginosa y despiadada”, a lidiar con la burocracia, a conocer las distintas ventanillas en dónde buscar financiamiento, a buscarle la mejor forma de presentar los proyectos; en fin, visto desde un punto de vista Darwiniano, a mejorar el *fitness* científico. Su polifacética vida profesional no terminaba allí. Tomás Schlichter, más allá del rol de coordinar el grupo de Ecología Forestal en Bariloche, también era el coordinador del Programa Nacional Forestales de INTA, que agrupa a técnicos con asiento en distintas dependencias de esta institución en todo el país. Esto nos puso en contacto con las problemáticas en distintas regiones forestales de Argentina, de las que aprendíamos y discutíamos cada vez que Tomás venía a nuestras atiborradas oficinas precedido por la suplicante orden “hagan mate que ahí voy”. Sumado a ello, coordinaba la maestría en manejo de bosques de la Escuela para Graduados Osvaldo Soriano, de la FA UBA. En ese contexto, se ocupó de organizar la visita de científicos extranjeros destacados en el ámbito forestal para que dictaran cursos de postgrado, fortaleciendo la formación de recursos humanos en nuestro país. Una de los docentes, Barbara Bond (Oregon State Univ., EEUU) fue quien más nos marcó en este camino. Con dulzura de madre y rigurosidad científica nos dio las bases conceptuales y metodológicas para encarar la aventura de comenzar a estudiar las distintos

aspectos de la hidráulica de las especies de árboles nativos y exóticos del N.O. de la Patagonia.

Nos doctoramos a la par que construíamos una casa y una familia, y sentamos las bases para ingresar a la carrera del investigador del CONICET (entramos alrededor del año 2005). Por fin, habíamos logrado la estabilidad laboral! Para dicha época, Fernando Andrade, el reconocido ecofisiólogo de cultivos del INTA Balcarce, nos convocó para capacitar y formar RRHH en el área de la ecofisiología forestal en las distintas regiones del país donde esta disciplina era un área de vacancia. Con poca experiencia (estábamos doctorados hacía un par de años), pero con muchas ganas y compromiso, y algo de inconsciencia, aceptamos el reto. De esta manera, comenzamos a dirigir o co-dirigir tesis de postgrado y proyectos de INTA que abordaban temáticas propias del NEA (pinos en Misiones, eucaliptos en Entre Ríos), álamos del Delta del Paraná, y los algarrobos del Gran Chaco...sin olvidarnos de nuestros compañeros de Bariloche, a algunos de los cuales –de la nueva camada- comenzamos a acompañar en sus formaciones. Así, pasamos sin escalas y sin solución de continuidad de las coníferas templadas a las nativas del bosque andino patagónico o del Chaco, de la sequía al anegamiento, y de ambientes templados a subtropicales.

Tras 13 años en Patagonia, en donde sembramos las bases de nuestras carreras y mucho más, en el año 2011 decidimos que era hora de emprender el vuelo y asumir nuevos desafíos. Así en el 2012 nos mudamos a Tandil, con el apoyo del CONICET para nuestro traslado y del INTA que nos recibió en su oficina de extensión dependiente de la experimental de Balcarce, para fundar nuestro propio grupo de trabajo. El formato del grupo no fue el clásico caracterizado por un conjunto de personas en un mismo lugar físico. Sino que nos sentimos parte de una red de pares distribuidos en distintas regiones (incluso algunas más allá de las fronteras del país) y pertenecientes a distintas instituciones, que interactúa permanentemente en pos de resolver problemas comunes. Tandil fue el lugar elegido por múltiples razones, nuevamente más personales que laborales, pero convencidos de que cuando uno está bien en su lugar, desde allí puede proyectar una carrera que puede trascender cualquier limitación. Desde aquí, seguimos colaborando con los diversos técnicos de INTA mencionados a los que se les sumaron nuevos desafíos como por ejemplo, los ñirantales en Santa Cruz. Una cosa llevó a otra y comenzamos también

a asociarnos con grupos de diversas universidades nacionales (La Plata, Río Cuarto, del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Mendoza, Santiago del Estero y Mar del Plata), aportando las herramientas de la ecofisiología para entender las relaciones entre el árbol y su ambiente como eje de nuestro trabajo, que se suma a la visión de otras disciplinas de la mano de otros colegas, como la anatomía y tecnología de la madera, la genética, la geología, la física, entre otras. Así, intentamos responder a problemas complejos ligados por ej. a la dinámica de sales y gases de efecto invernadero en el suelo, o la interacción entre el valor funcional, adaptativo e industrial de la madera. Hoy, esta red de trabajo se ha ampliado con investigadores de Francia (INRA y CIRAD), Chile (Univ. de Talca), Uruguay (Univ. de la República), Brasil (Univ. de SaoPaulo), Austria (Univ. de Viena), y otros, apuntando a generar conocimiento sobre la adaptabilidad de los bosques y forestaciones al cambio climático y el desarrollo de nuevas técnicas que permitan la fenotipificación de caracteres adaptativos para resistencia a estrés en especies forestales. Las preguntas científicas son y han sido múltiples pero el paradigma en el cual nos movemos es el mismo que en el que comenzamos, apuntando a brindar herramientas para producir bienes y servicios necesarios para el desarrollo socioeconómico de nuestro país, sin perder de vista –para minimizarlos- los impactos ambientales que esto conlleva.

Sin dudas, gracias a la apuesta de Tomás comenzamos este hermoso camino, pero poco podríamos haber avanzado sin la incontable cantidad de personas que nos apoyaron y con las que compartimos muchos aspectos de nuestra vida profesional y personal. A manera de reflexión final, y mirando en retrospectiva, podemos decir que no hay que temerle al cambio ni a los desafíos, no hay que quedarse siempre en la zona de confort sino salir a buscar nuevos problemas que resolver, sabiendo que con una mirada amplia y dispuesta a aceptar el aporte de otros, el problema puede transformarse siempre en una oportunidad.

Tandil, 20 de julio de 2016

<https://sites.google.com/site/ecologiaforestaltandil/>

Crónica del grupo de Fisiología en CRILAR-CONICET

Escribe: Cecilia Rousseaux

El grupo se inició en el año 2003 cuando los Dres María Cecilia Rousseaux y Peter Searles se instalaron en CRILAR (Anillaco, La Rioja). Los desafíos iniciales fueron muchos: armar un grupo de trabajo en un lugar alejado de centros urbanos y en un instituto donde no había hasta ese momento ningún investigador trabajando con plantas. También fue complicado el inicio pues no teníamos equipamiento salvo algunas balanzas que habíamos traído donadas de la Universidad de California-Davis, donde habíamos realizado nuestros posdoctorados. Aquí fueron de una enorme ayuda los equipos que nos prestaron ecofisiólogos de la SAFV (Guiamet, Hall, Casal, entre otros) desde distintos puntos del país y que nos ayudaron a llevar adelante los primeros experimentos. El apoyo que recibimos de la Fundación Antorchas, de CONICET y de la Agencia desde el inicio fue fundamental pues con los fondos fuimos adquiriendo equipos e incorporando pasantes, tesinistas y becarios.

Ninguno de los investigadores teníamos experiencia en fisiología de árboles y esto constituyó un desafío intelectual interesante pues los árboles son bastante más complicados que las especies anuales. Nosotros nos centramos en estudiar la ecofisiología de olivo y, como estamos en una zona desértica, nuestros primeros estudios se centraron en la temática del uso del agua. Luego fuimos ampliando hacia otros temas de ecofisiología de frutales, siempre centrados en el olivo pues es el cultivo más importante en la región. Así, estudiamos respuestas a la intensidad de luz, importante para modelar el diseño más apropiado de la plantación; las respuestas a la intensidad y momento de poda; el efecto de la carga de fruta; y las respuestas a la temperatura, un tema central de nuestros estudios actuales y que está ligado al impacto del cambio climático.

A lo largo de estos 13 años varios estudiantes realizaron trabajos

de grado y de posgrado. La Dra Déborah Rondanini fue nuestra primer posdoctorando con una beca cofinanciada entre CONICET y la empresa Nucete; actualmente es docente en la cátedra de cerealicultura en la FAUBA. Entre los estudiantes de posgrado Silvana Cherbiy-Hoffmann hizo su doctorado y hoy es docente en la Universidad Nacional de Chilecito; Georgina García-Inza hizo su doctorado y posdoctorado junto al grupo de ecofisiología de CRILAR y hoy es docente de fruticultura en la FAUBA; Martín Agüero-Alcarás está escribiendo su doctorado y actualmente es investigador en la Estación Experimental de INTA-Chilecito. También Valeria Albarracín está terminando la escritura de su tesis doctoral y es actualmente consultora del Ministerio de Agricultura de la Nación. Dos becarios doctorales están trabajando con nosotros en este momento, los Ing. Andrea Miserere y Daniel Martínez. Entre los estudiantes de maestría, Guillermo Correa-Tedesco, Vanesa Aybar, Luis Bueno, y Fabricio Fernández, todos ellos concluyeron exitosamente sus estudios y Adriana Gómez Omil, está en la etapa final de la escritura de su tesis. La mayoría de los alumnos de maestría que trabajaron en nuestro grupo son investigadores de INTA actualmente.

A pesar de estar ubicados en un lugar un tanto remoto, hemos tenido la suerte de que nos visitaran numerosos investigadores del resto del país y del mundo. Una de las primeras visitas que recibimos fue de los Dres Antonio Hall y David Connor a quienes llevamos al campo uno de los días más cálidos del tórrido verano riojano de 2004. También, hemos recibido varias visitas de los especialistas en olivo más conocidos de España: María Gómez del Campo, Ana Morales, Luis Rallo y José Enrique Fernández. Siempre quedan asombrados por las respuestas del cultivo al clima cálido de La Rioja y las diferencias notables en el cultivo en comparación con el Mediterráneo. Además, las aceitunas de mesa del cultivar 'Arauco', un cultivar argentino, son muy apreciados por su tamaño, y por la historia asociada al Olivo Cuatricentenario en Aimogasta (Departamento de Arauco).

La Fisiología Vegetal en el IIB INTECH Chascomús

Los dos escritos que siguen presentan un panorama integral de las actividades vinculadas a la Fisiología Vegetal en el IIB INTECH Chascomús.

Breve reseña del IIB-INTECH CHASCOMUS y su relación con la Fisiología Vegetal. Su historia y su pujanza actual

Escribe: Oscar A. Ruiz

Los inicios de las actividades de investigación y desarrollo en la temática de la Fisiología Vegetal en el INTECh-Instituto Tecnológico de Chascomús-(actual IIB-INTECh-sede Chascomús) involucraron numerosas actividades protagonizadas por distintos investigadores, con muy diversas formaciones curriculares. Sus primeros objetivos con relación a la temática, exhibían una fuerte intención de promover la ecología de pastizales y la microbiología, en especial, aquella asociada a la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN). Vale destacar, que los objetivos de estímulo del nuevo Instituto radicaban en poseer características diferenciales a las encontradas en la mayoría de los Institutos de investigación de aquellos tiempos, entre las que se incluían novedosas oficinas para “Incubaciones de Empresas” y un fuerte interés en los desarrollos aplicados, lo cual se concebía en el marco de la aún Idea-Proyecto que creaba la figura de “Unidad de Vinculación” (solo confirmada años después por la Ley Nacional 23877 de “Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica”) y la seriedad que aseguraba un Comité de reconocidos expertos internacionales encabezado por el Premio Nobel César Milstein. Todo ello se veía rodeado por situaciones que poco hacían referencia a las condiciones necesarias para

el desarrollo de las actividades académicas y científicas. Quien sin dudas fue gestor imprescindible para que el INTECH no interrumpa sus actividades y que por el contrario alcanzase su posterior desarrollo y afianzamiento, fue su primer Director, el Dr. Rodolfo A. Ugalde, quien en alguna Reunión Anual de la Sociedad de Investigación en Bioquímica (SAIB) me invitó a colaborar en la puesta en marcha y funcionamiento del entonces INTECH, a partir de 1989, participando del Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD Arg. 086/82). En esos momentos el Instituto atravesaba un fuerte problema de consolidación e incluso presentaba una posibilidad cierta de cierre en sus actividades, proceso que pudo ser revertido a través de gestionarse su inclusión a la Red Federal de Institutos de la SECYT (Secretaría de Ciencia y Tecnología) en primera instancia y posteriormente al CONICET. No fue menor en aquellos tiempos, la ayuda brindada por la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC), situación que se extiende hasta la actualidad. La progresiva integración de otros investigadores al Instituto, lo cual fuera promovido simultáneamente por un programa de priorización multidisciplinaria y multi-temático generado Ad-Hoc para el INTECH, unido a una convocatoria específica para la incorporación de investigadores con sede en Chascomús, facilitaron la conformación de la mínima “masa crítica” necesaria para su aprovechamiento. La consolidación definitiva del INTECH se produjo en el año 1999, luego de su fusión, en figura administrativa de doble dependencia, con la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), constituyendo el actual IIB-INTECH (Ver www.iib.unsam.edu.ar).

Fueron gestores destacados de esta consolidación Institucional desde un comienzo y hasta la actualidad, el Dr. Fernando Pieckenstain y la Dra. Julia Estrella, quienes conducen las tareas de sendos laboratorios de investigación a su cargo: el Laboratorio de Interacción Microorganismos-Plantas y el de Microbiología del Suelo respectivamente. En este último, la Dra. Estrella y la Dra. Sannazzaro, desarrollan actividades de aislamiento, selección y caracterización de bacterias del suelo con potencialidad de aplicación biotecnológica (1). Por su parte, el Dr. Pieckenstain, en colaboración con el Dr. Nazareno Castagno y la Dra. María Elisa González estudia los aspectos bioquímicos y moleculares relacionados a los mecanismos de defensa de las plantas ante el ataque de microorganismos patógenos y durante el desarrollo de las relaciones mutualistas, teniendo como una de sus principales metas tecnológicas, la posible aplicación de los resultados obtenidos al desarrollo de biopesticidas novedosos (2,3).

También en momentos de necesaria consolidación del Instituto, se incorporó hasta el entonces INTECH, la Dra. Ana Menéndez, quien realizó un aporte fundamental en la temática de las micorrizas, complementando así, las actividades que en otros hongos de interés biotecnológico, llevaba adelante el Dr. Pieckenstein. La Dra. Menéndez fue clave en evidenciar la importancia de las micorrizas vesículo arbusculares en ecosistemas como aquellos de injerencia para los objetivos tecnológicos fundacionales del INTECH, caracterizados por carecer de concentraciones adecuadas de fósforo edáfico (4). Un área temática novedosa y de interés, constituyó evaluar su incidencia en la fisiología del estrés abiótico (especialmente salino y alcalino) en *Lotus tenuis* (5). Estas investigaciones se afianzaron con la incorporación al ya IIB-INTECH, del Dr. Guillermo Santa María luego de su paso por el IIB en su sede San Martín. El Dr. Santa María constituye en la actualidad, el investigador a cargo del Laboratorio de Fisiología de Plantas, especializado en el estudio bioquímico y molecular de los mecanismos que intervienen en la eficiencia de captura y uso de nutrientes esenciales para los vegetales, tareas que desarrolla en compañía del Dr. Jorge Moriconi (6,7). Fue también el Dr. Santa María, uno de los principales impulsores de la XXVI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal realizada en Chascomús en el Año 2006. Complementa estas actividades, una línea de investigación recientemente generada bajo la supervisión de la Dra. Ana Perea García en relación directa con el metabolismo del Cu en leguminosas, lo que presenta creciente interés por su posible incidencia en la remediación parcial de la hipocupremia de los bovinos de la región.

Sin dudarlo, una mención especial debe realizarse a la Dra. María Marina y al Dr. Andrés Garriz, quienes fueron los primeros chascomunenses en Doctorarse en el IIB-INTECH sede Chascomús y quienes actualmente llevan adelante la formación de recursos humanos y dirección de proyectos en temáticas relacionadas a la fisiología vegetal, incluyendo roles y funciones de las poliaminas en el estrés biótico y abiótico en vegetales (8-10) y en la bioquímica y fisiología de la maduración y senescencia de frutos, tareas que la Dra. Marina desarrolla en colaboración con el Dr. Gustavo Martínez (Investigador a cargo de la temática) y de la Dra. Natalia Villarreal. Dicha Unidad de Investigación se especializa en el clonado y caracterización de genes y enzimas con relación al desensamblaje de la pared celular en frutos carnosos, con potencialidad para su aplicación en las tecnologías de post-cosecha (11).

Por su parte, el laboratorio de Biotecnología Vegetal localizado en la Unidad de Biotecnología 6 del IIB-INTECh en su sede Chascomús, fue diseñado y puesto en marcha por la Dra. Marina Clemente. Actualmente, y con el acompañamiento de las jóvenes investigadoras Dras. Mariana Corigliano y Valeria Sanders se dedican afanosamente, a la evaluación y optimización de la tecnología de expresión de proteínas de interés biotecnológico (especialmente las de interés vacunal) en vegetales (12,13). Otros jóvenes investigadores de la temática ya radicados en Chascomús, constituyen los Dres Rubén Rossi y Matías Romero quienes, luego de completar su capacitación doctoral en el IIB-INTECh sede Chascomús, se encuentran diseñando proyectos novedosos basados en estudios de los mecanismos bioquímicos y moleculares del estrés biótico en especies de vegetales modelos y de interés comercial (3,14,15). En situación similar, los Dres Santiago Maiale y Andrés Rodríguez, luego de completar en Chascomús su formación post-doctoral, se encuentran trabajando conjuntamente como Investigadores Adjuntos del CONICET, abocados a los estudios y procesos de mejora del arroz frente al estrés provocado por temperaturas sub-óptimas (16), la cual constituye una línea de investigación novedosa con fuerte intencionalidad a la transferencia del germoplasma mejorado y cuyos desarrollos presentan importancia creciente en los objetivos académicos y tecnológicos del IIB-INTECh y su posible aplicación en otras especies vegetales de interés económico (17,18).

Finalmente, se deben destacar los avances desarrollados por el Dr. Francisco Escaray, joven investigador chascomunense, quien desarrolla una línea de investigación para la mejora forrajera en la región de la Pampa Deprimida del Salado en base a pasturas de leguminosas del género *Lotus* spp., temática que fuera objetivo de su formación doctoral y post-doctoral y fundamenta una línea de investigación independiente, que involucra el metabolismo de los taninos condensados y su potencial incidencia en el balance bioeconómico de la actividad pecuaria para la región de incidencia del IIB-INTECH, sede Chascomús (19,20).

En la actualidad, no hay dudas que los 39 investigadores y el gran número de becarios doctorales y post-doctorales que conforman el plantel del IIB-INTECh sede Chascomús, al mismo tiempo de llevar adelante tareas docentes en las carreras de Grado y Postgrado de la UNSAM, también constituyen la sólida base donde se asienta el marco académico, científico y tecnológico imprescindible para el diseño y desarrollo de múltiples proyectos,

incluyendo aquellos conteniendo la multidisciplinariedad, que reclaman los tiempos actuales de investigación y transferencia tecnológica de la Argentina.

Referencias

1. CASTAGNO, L N; GARCIA, I; SANNAZZARO, A I; BAILLERES, M; RUIZ O.A.; MENDOZA, R; ESTRELLA, M J Growth, nutrient uptake and symbiosis with rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi in *Lotus tenuis* plants fertilized with different phosphate sources and inoculated with the phosphate-solubilizing bacterium *Pantoea eucalypti* M91 PLANT AND SOIL; Lugar: Berlin; Año: 2014.
2. JASSO ROBLES FI; JIMÉNEZ-BREMONT JF; BECERRA-FLORA A; JUÁREZ-MONTIEL M; GONZALEZ ME; PIECKENSTAIN FL; GARCÍA DE LA CRUZ RF; RODRÍGUEZ_KESSLER M. Inhibition of polyamine oxidase activity affects tumor development during the maize-*Ustilago maydis* interaction. PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY; Lugar: Paris; Año: 2016 vol. 102 p. 115 - 124
3. ROMERO FM; MARINA M; PIECKENSTAIN FL. The communities of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) leaf-endophytic bacteria, analyzed by 16S-ribosomal DNA pyrosequencing. FEMS MICROBIOLOGY LETTERS; Lugar: Londres; Año: 2014 vol. 351 p. 187 - 194
4. ECHEVERRIA M; ANALÍA I. SANNAZZARO; RUIZ O; A. B. MENENDEZ. Modulatory effects of *Mesorhizobium tianshanense* and *Glomus intraradices* on plant proline and polyamine levels during early plant response of *Lotus tenuis* to salinity. PLANT AND SOIL; Lugar: Berlin; Año: 2013 vol. 364 p. 69 - 79
5. SANNAZZARO A I. ALBERTÓ E O., RUIZ O A, MENÉNDEZ A B.. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. PLANT AND SOIL; Año: 2006 vol. 285 p. 279 - 287
6. SANTA MARIA, G E.; MORICONI J; OLIFERUK S. Internal efficiency of nutrient utilization: what is it and how to measure it during vegetative plant growth?. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY; Lugar: Oxford; Año: 2015 p. 3011 - 301
7. MORICONI J; SANTA MARIA G.E. A theoretical framework to study potassium utilization efficiency in response to withdrawal of potassium. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY; Lugar: Oxford; Año: 2013 vol. 64 p. 4289 - 4299
8. MARINA, M; VERA-SIRERA, F; RAMBLA, JOSÉ L; GONZALEZ, M E; BLÁZQUEZ, M A; CARBONELL, J; PIECKENSTAIN, F L; RUIZ, O A. Thermospermine catabolism increases *Arabidopsis thaliana* resistance to *Pseudomonas viridiflava*. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY; Lugar: Oxford; Año: 2013 vol. 64 p. 1393 - 140
9. JIMÉNES BREMONT JUAN F; MARINA M; GUERRERO GONZÁLEZ M; ROSSI FR; SANCHEZ RANGEL D; RODRIGUEZ KESSLER M; RUIZ O A; GÁRRIZ A Physiological and molecular implications of plant polyamine metabolism during biotic interactions. FRONTIERS IN PLANT SCIENCE; Año: 2014 vol. 5
10. BORDENAVE C; ESCARAY F; MENENDEZ AB; SERNA E; CARRASCO P; RUIZ OA ; GARRIZ A. Defense responses in two ecotypes of *Lotus japonicus* against non-pathogenic *Pseudomonas syringae*. PLOS ONE; Lugar: San Francisco; Año: 2013 p. 1 - 16

11. VILLARREAL, NATALIA MARINA; MARINA, MARÍA; NARDI, CRISTINA; CIVELLO, PEDRO MARCOS; MARTINEZ, GUSTAVO. Novel insights of ethylene role in strawberry cell wall metabolism. PLANT SCIENCE; Lugar: Amsterdam; Año: 2016 vol. 252 p. 1 - 11
12. ALBARRACIN, R.; LAGUÍA BECHER, M.; FARRAN, I.; SANDER, V.; CORIGLIANO, M.; YACONO, M. L.; PARIANI, S.; SANCHEZ LOPEZ, E.; VERAMENDI, J.; CLEMENTE, M. The fusion of *Toxoplasma gondii* SAG1 vaccine candidate to *Leishmania infantum* heat shock protein 83-kDa improves expression levels in tobacco chloroplasts. BIOTECHNOLOGY JOURNAL; Año: 2015 vol. 10 p. 748 - 75
13. CORIGLIANO, M.; FENOY, N.; SANDER, V.; MAGLIOCO, A.; GOLDMAN, A.; CLEMENTE, M. Plant heat shock protein 90 as carrier-adjuvant for immunization against a reporter antigen. VACCINE; Año: 2013 vol. 31 p. 5872 - 5878
14. ROSSI FR; GÁRRIZ A; MARINA M; ROMERO FM; GONZALEZ ME; GONZÁLEZ COLLADO I; PIECKENSTAIN FL. The sesquiterpene botrydial produced by *Botrytis cinerea* induces the hypersensitive response on plant tissues and its action is modulated by salicylic acid and jasmonic acid signaling. MOLECULAR PLANT-MICROBE INTERACTIONS; Año: 2011 vol. 24 p. 888 - 896
15. ROSSI FR; MARINA M; PIECKENSTAIN FL. Role of Arginine Decarboxylase (ADC) in *Arabidopsis thaliana* defence against the pathogenic bacterium *Pseudomonas viridiflava*. PLANT BIOLOGY; Año: 2014.
16. GAZQUEZ, A.; MAIALE S.J.; RACHOSKI M.M.; VIDAL A.; RUIZ O.A.; MENÉNDEZ A.B.; RODRIGUEZ A.A. Physiological response of multiple contrasting rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to suboptimal temperatures. JOURNAL OF AGRONOMY AND CROP SCIENCE; Lugar: Londres; Año: 2015 vol. 2 p. 117 - 127
17. CALZADILA P.I.; SIGNORELLI S.; ESCARAY F.J.; MENENDEZ A.B.; MONZA J.; RUIZ O.A.; MAIALE S. Photosynthetic responses mediate the adaptation of two *Lotus japonicus* ecotypes to low temperature. PLANT SCIENCE; Lugar: Amsterdam; Año: 2016 vol. 250 p. 59 - 68
18. CALZADILA P.I.; MAIALE S.J.; RUIZ O.A.; ESCARAY F. J. Transcriptome response mediated by cold stress in *Lotus japonicus*. FRONTIERS IN PLANT SCIENCE; Lugar: Lausanne; Año: 2016 vol. 7
19. ESCARAY F. J.; PASERI V.; BABUIN M.F.; MARCO F.; CARRASCO P.; DAMIANI, F.; PIECKENSTAIN F.; PAOLOCCI F.; RUIZ, O.A. *Lotus tenuis* x *L. corniculatus* interspecific hybridization as a means to breed bloat-safe pastures and gain insight into the genetic control of proanthocyanidin biosynthesis in legumes. BMC PLANT BIOLOGY; Lugar: Londres; Año: 2014 vol. 14 p. 1 - 18
20. ESCARAY F J; MENÉNDEZ A. B.; GARRIZ A; PIECKENSTAIN F.L.; ESTRELLA M.J.; CASTAGNO, L.N.; CARRASCO P.; SANJUAN, J.; RUIZ O.A. Ecological and Agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in the grassland sustainability and the amelioration of the constrained and contaminated soil. PLANT SCIENCE; Año: 2012 vol. 182 p. 121 - 133

Grupo de Fisiología de las Plantas del IIB-INTECH

Escribe: Guillermo Santa María

El grupo de Fisiología de las plantas del IIB-INTECH, sede Chascomús, se reconoce como heredero de la labor del Ingeniero Agrónomo Daniel Cogliatti quién ha formado recursos humanos en el área de Nutrición Mineral. Los límites del grupo son imprecisos ya que a su actividad contribuyen, además del laboratorio que da nombre al grupo, investigadores del Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), del Instituto de Recursos Naturales del INTA-Castelar, así como investigadores de la University of California (Davis, CA, USA) y del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS, Murcia, España). La actividad del grupo se ha centrado, siguiendo una línea de tiempo que comienza una vez finalizada la formación doctoral de su director a principios de los años 90, en el estudio de las relaciones iónicas (K^+ y Na^+) en Triticeae bajo condiciones de salinidad¹, la identificación de QTLs asociados a la discriminación K^+/Na^+ en *Triticum aestivum*², la identificación y caracterización funcional de genes que median el transporte de potasio hacia las raíces de mono³ y dicotiledóneas⁴, lo que llevó más tarde a intentar entender los mecanismos que contribuyen a la regulación de la actividad de tales transportadores^{5,6}. Posteriormente la actividad de nuestro grupo se desplazó hacia el estudio de los procesos que determinan, en organismos modelo^{7,8} y plantas cultivadas⁹, eventos de muerte celular programada derivados de una insuficiente provisión de K.

En fecha más reciente nuestro interés se ha extendido al estudio de aspectos teóricos^{10,11} implícitos en la estimación de la eficiencia de utilización de nutrientes (de modo singular potasio) con fines de “fenotipado”. Un componente adicional abordado por nosotros es el rol de las proteínas DELLA en la respuesta de las plantas a condiciones de deficiencia de dicho macronutriente⁹. En años recientes y en colaboración con el grupo de la Dra Marcela Simontacchi del INFIVE hemos abordado el estudio del rol de las especies activas de nitrógeno en la adquisición de

zinc¹² así como en la adquisición y utilización de fósforo en plantas de interés agropecuario. La conformación del grupo en la actualidad incluye a los Dres. Jorge Moriconi, Sonia Oliferuk y Guillermo Santa María y a la Lic. Martha Silva. En calidad de colaboradores del INFIVE, aparte de la Dra Simontacchi, cabe mencionar a la Dras Andrea Galatro, Agustina Buet y Diana Lauff así como al Ing. Agr. Facundo Ramos Artuso. Del Instituto de Recursos Naturales del INTA-Castelar debe mencionarse, por un lado a la Dra Gabriela Tranquilli quién brinda soporte intelectual y experimental al fenotipado en Triticeae y, por otro, al Ingeniero Ignacio Zunino y la Dra Carla Arizio con quienes se ejecuta un proyecto de respuesta de las plantas de batata a condiciones de estrés salino. La colaboraciones con UCDavis y el CEBAS, implican- respectivamente- a los Dres Jorge Dubcovsky y Francisco Rubio.

Referencias

- 1- Potassium/sodium selectivity in wheat and the amphiploid cross wheat X *Lophopyrum elongatum*. G.E. Santa-María, E. Epstein. *Plant Science* (2001) 160: 523-534.
- 2- Mapping of the K⁺/Na⁺ discrimination locus *Kna1* in wheat. J. Dubcovsky, G.E. Santa-María, E. Epstein, M-C. Luo, J. Dvorak. *Theoretical and Applied Genetics* (1996), 92:448-454.
- 3- The HAK1 gene of barley belongs to a large gene family and encodes a high-affinity potassium transporter. G. E. Santa-María, F. Rubio, J. Dubcovsky, A. Rodríguez-Navarro. *The Plant Cell* (1997), V 9: 2281-2289.
- 4- Cloning of Arabidopsis and barley cDNAs encoding HAK potassium transporters in plant root and shoot cells. F. Rubio, G.E. Santa-María, A. Rodríguez-Navarro. *Physiologia Plantarum* (2000), 109: 34-44.
- 5- High-affinity potassium transport in barley roots: Ammonium-sensitive and -insensitive pathways. G.E. Santa-María, C. Danna & C. Czibener. *Plant Physiology* (2000), 123: 297-306.
- 6- The ionic environment controls the contribution of the barley HvHAK1 transporter to potassium acquisition. F.R. Fulgenzi, M.L. Peralta, S. Mangano, C. Danna, A.J. Vallejo, P. Puigdomenech, G.E. Santa-María. *Plant Physiology* (2008) 147: 252-262.
- 7- Potassium deprivation is sufficient to induce a cell death program in *Saccharomyces cerevisiae*. D.B. Lauff, G.E. Santa-María. *FEMS Yeast Research* (2010) 10 (5): 497-507.
- 8- Point mutations in the barley HvHAK1 potassium transporter lead to improved K⁺-nutrition and enhanced resistance to salt stress. S. Mangano, S. Silberstein, G. E. Santa-María. *FEBS Letters* (2008) 582: 3922-3928.
- 9- Near-isogenic wheat lines carrying altered function alleles of the *Rht-1* genes exhibit differential responses to potassium deprivation. J. I. Moriconi, A. Buet, M. Simontacchi, G. E. Santa-María. *Plant Science* (2012) 185/186: 199-207.
- 10- A theoretical framework to study potassium utilization efficiency in response

- to withdrawal of potassium. J. I. Moriconi, G.E. Santa-María. *Journal of Experimental Botany* (2013) 64: 4289-4299.
- 11- Internal efficiency of nutrient utilization: what is it and how to measure it during vegetative plant growth. G.E. Santa-María, J.I. Moriconi, S. liferuk. *Journal of Experimental Botany* (2015) 66:3011-3018.
- 12- An exogenous source of nitric oxide modulates zinc nutritional status in wheat plants. A. Buet, J.I. Moriconi, G.E. Santa-María, M. Simontacchi. *Plant Physiology and Biochemistry* (2014) 83: 337-345.

Desde la Bioquímica aportando preguntas a la Fisiología Vegetal, 20 años no es nada!!

Escriben: María Patricia Benavides y Susana Gallego

Hace algunos más de 20 años... me encontré con otra Bioquímica (Susana Gallego) en la Cátedra de Fitoquímica (actual Química Biológica Vegetal) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires tratando de averiguar si la exposición de plantas a metales podría asociarse a la generación de estrés oxidativo y si una serie de compuestos nitrogenados presentes en todas las plantas, las poliaminas (la prolina, etanolamina??), se podían relacionar con el estrés abiótico en vegetales. Si bien ya había conocido y disfrutado los encuentros con los fisiólogos vegetales de la mano del Dr Osvaldo Caso, mi director de tesis, aquella curiosidad nos llevó por primera vez juntas a la Reunión de la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal en Mendoza allá por 1996.

La idea de los metales se extendió y la curiosidad se propagó hacia otros factores abióticos, otras especies vegetales, el cultivo *in vitro*, contagiamos y sumamos, a la Bioquímica Daniela Groppa. Juntas avanzamos en el entendimiento del rol del sistema antioxidante y de las poliaminas dentro de los sistemas de defensa celular que le permiten a las plantas hacer frente al estrés abiótico. Pero las respuestas siempre llevan consigo la generación de nuevos interrogantes, y junto con las poliaminas, se sumó otro compuesto nitrogenado... el óxido nítrico, la molécula más rendidora e intrigante de los últimos años en el mundo de los vegetales, que aún se resiste a develar su origen. Observamos que el Cd, nuestro metal estrella, y las poliaminas, producían un efecto parecido en la inhibición del crecimiento de las raíces de trigo. Y resultó ser el NO el que mediaba ambas respuestas. La curiosidad viró ahora a preguntarnos si podría tener el NO un rol en la respuesta de la planta a los metales y otros factores abióticos. Si fuera así, y las poliaminas generan NO, esta sería una de las explicaciones al rol de las poliaminas en el estrés abiótico?. La búsqueda

de respuestas incluyó nuevos jóvenes investigadores!! La Dra Florencia Iannone contribuyó a extender al tabaco el estudio de las respuestas al estrés por Cd y la Dra Eliana Rosales logró sembrar una pregunta que aún no encuentra respuesta...el NO que genera del Cd o las poliaminas regulan negativamente su propia formación por la nitrato reductasa, única fuente cierta de su generación, pero ¿cuál es el mecanismo involucrado en esta regulación?, ¿la modificación postraducciona por NO de la NR? ¿su oxidación?.

Más preguntas se sumaban en relación al estrés oxidativo. Por ejemplo, en relación a las proteínas ¿por qué se acumulaban proteínas oxidadas durante el estrés? ¿qué pasaba con los sistemas de degradación? y qué pasaría si estudiábamos una proteína clave del sistema antioxidante como la catalasa... ¿cómo enfrentaba una proteína este derrotero de oxidación durante el estrés?. A nivel de crecimiento vegetal ¿podría ser la oxidación de proteínas un fenómeno que participara en la regulación de este proceso durante el estrés abiótico?. Los estudios de la Dra Liliana Pena nos permitieron establecer el rol del 20S proteasoma en la degradación de proteínas oxidadas. A la par, la Dra Claudia Azpilicueta demostró que la síntesis de isoformas de catalasa menos sensibles a la oxidación es un mecanismo que previene la inactivación enzimática durante el estrés. Y el Dr Roberto Barcia pudo determinar que la carbonilación de proteínas consideradas claves para el ciclo celular podría formar parte de un mecanismo mediador de la detención del crecimiento durante el estrés oxidativo, bloqueando el ciclo celular, y permitiendo que las defensas antioxidantes se activen.

Y de todos estos estudios empezó a surgir la idea de que los procesos de nitrosilación y oxidación de proteínas no eran siempre sinónimo de daño general y azaroso, sino que podíamos investigar la posibilidad de que las modificaciones post-traduccionales nitrosativas y oxidativas de proteínas sean vistas como mecanismo de respuesta a estrés ambiental en plantas impactando directamente sobre el crecimiento vegetal.

También en este tiempo, Daniela viró su curiosidad y junto con la Dra Myriam Zawoznik (nuestra Ing. Agrónoma, parte del grupo desde sus orígenes) incorporaron a los microorganismos estudiando cómo las PGPR colaboran con el crecimiento de las raíces y descubriendo que los

endófitos de las semillas representan un mundo con muchos interrogantes por develar; y Florencia se interesó por el estudio de las nanopartículas, sus efectos sobre las plantas y sobre su relación con los microorganismos. Y es así que ese mundo micro y nano ahora ya forman parte del mundo que rodea a nuestras plantas.

Muchos colaboradores profesionales y estudiantes han pasado estos años. Nos enriquecemos con cooperaciones en nuestro país y en el extranjero que junto con los actuales becarios: Bioq. Andrea Méndez, Ing. Agr. Analía Vazquez, Bioq. Laura Recalde, Lic. Biotec. Silvana Díaz Herrera, Bioq. Carolina Matayoshi, Lic. Biol. Mol. Nabila Gomez Mansur nos esforzamos en seguir buscando respuestas. ¿Cómo influencia el metabolismo de las poliaminas los procesos de nitrosilación/oxidación celular?, ¿cuál es la relevancia de los sistemas que degradan/revierten las modificaciones postraduccionales oxidativas de proteínas en el de respuesta al estrés?, ¿será al final el NO que nos desvela el que está señalizando/modificando proteínas que están involucradas en el proceso de adquisición de tolerancia al estrés y mantenimiento del crecimiento?

En todos estos años la **Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal** nos acompañó en nuestro crecimiento dándonos la oportunidad de encontrarnos, aprender, escuchar, discutir y compartir con otros investigadores, aunque también disfrutar de las fiestas del último día y bailar!!!. Pero sobre todo nos ha estimulado a hacernos siempre nueva preguntas y poner toda la energía en buscar las respuestas. Gracias SAFV!

Fisiología y Biofísica de Plantas. Relaciones hídricas - acuaporinas vegetales

Escribe: Gabriela Amodeo¹⁰

La línea de investigación del grupo surge al reincorporarme a la Argentina en 1994 luego de dos años de formación con el Dr. Eduardo Zeiger en UCLA, Los Angeles, USA. Como bióloga egresada de la Universidad Nacional del Sur -bajo la tutela del Dr. Néstor Curvetto- mi interés siempre se focalizó en los mecanismos de transporte celular y su función fisiológica, en especial proteínas transmembrana como los canales. Al retornar el país, el Dr. Mario Parisi (FMED- UBA), autor de estudios pioneros sobre la permeabilidad al agua en células animales, me abrió las puertas de su laboratorio y accedió a que las técnicas biofísicas fueran aplicadas al mundo de las plantas para estudiar un nuevo transportador específico para el agua: las acuaporinas.

A partir de entonces realizamos trabajos pioneros en la temática, tarea que llevamos adelante en forma ininterrumpida y que consolidó al grupo formado con nuestra incorporación definitiva a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales en el 2010.

Los comienzos fueron duros: a mi regreso al país el ingreso a la carrera del investigador estaba cerrado y no había ningún otro grupo en el país desarrollando esta temática. Entidades extranjeras como la International Foundation for Science y la Comisión Fulbright junto las nacionales (FONCyT - UBA-SeCyT y CONICET) me fueron brindando el apoyo económico necesario, sin el cual no se hubiera podido avanzar.

Nuestro grupo se formó contemporáneamente con la aparición de las primeras evidencias de la existencia de acuaporinas en plantas; por lo

¹⁰ IBBEA, CONICET- UBA. Depto. Biodiversidad y Biología Experimental. Fac. Ciencias Exactas y Naturales | UBA. Lab 2 Piso 4 Pabellon II Ciudad Universitaria Int. Güiraldes 2160 C1428EGA Buenos Aires | Argentina. Contacto: amodeo@bg.fcen.uba.ar. webpage | Lab Group <http://ibbea.fcen.uba.ar/?p=307>

que aún no eran conocidos sus mecanismos de regulación. El proyecto inicial consistía en caracterizar en forma comparativa el transporte de agua en membrana plasmática y en tonoplasto, con el propósito de dilucidar los posibles mecanismos regulatorios que involucren la activación/inactivación de los canales de agua, centrandó nuestro interés en detectar señales inducidas por estrés abiótico, en particular cambios de pH y Ca²⁺ intracelular. Hemos contribuido de alguna manera con nuestro aporte desde lo biofísico (cómo funciona el canal) a lo fisiológico (en qué procesos están involucrados). La inserción a la FCEN abrió además puertas a las colaboraciones locales (Dra. Pietrasanta, Centro de Microscopía Avanzada; Dr Muschiatti, acuaporinas en polen) además de las que surgieron con grupos del exterior.

Desde ya esta línea de investigación es fruto de estudiantes de grado y doctorado que surgen como hijos y responsables de todo proyecto y que luego continúan su rumbo para su propia consolidación o camino elegido. Ellos, junto a mis colegas colaboradores forman parte de la construcción del pensamiento científico en esta temática, por la que hay aun mucho camino por recorrer. Invito a los interesados en este área de investigación, a visitar nuestro laboratorio o bien ponerse en contacto conmigo.

Algunas de nuestras publicaciones recientes:

- Sutka *et al.* 2016 *J Plant Physiol* (2016) 192:13–20 (relaciones hídricas en Sorghum)
Yanef *et al.* 2015 *FEBS Letters* 589(23):3508-3515 (review de acuaporinas)
Vitali *et al.* 2015 *AoB Plants* 7:plv136 doi: 10.1093/aobpla/plv136 (relaciones hídricas en *Beta vulgaris*)
Yanef *et al.*, 2014 *PNAS* 111(1):231-6 (mecanismos de regulación en acuaporinas de membrana plasmática)
Alleva *et al.*, 2010 *J Exp Bot* 14:3935-45 (acuaporinas en *Fragaria annassa*)
Alleva *et al.*, 2012 *FEBS Letters* 586: 2991–2999 (review general osmosis y acuaporinas)

Un Fisiólogo Vegetal en La Pampa central

Escribe: Alberto Golberg

Me hice cargo de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPAM) en el verano de 1986, hasta entonces nunca había pisado esa provincia, venía de un largo alejamiento del país, mi último destino laboral había sido la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica). El Decano me acompañó hasta el ámbito que hacía las veces de oficina y laboratorio, abrí las persianas y pude observar todo lo que había en ese recinto: dos escritorios pero faltaba por lo menos una silla. Antes que pudiese articular una pregunta quedé solo. Mi primer objetivo obvio fue agenciarme una silla, sin ella todo lo que pudiese imaginar se tornaba de muy difícil ejecución. Resolví solicitar auxilio a mis vecinos de pabellón, se trataba de la Cátedra de Ecología. Accedieron cederme una silla, solo una, no dos como había solicitado porque se trataba de un grupo muy nutrido.

Me habían precedido al frente de la Cátedra Marta Carceller y Máximo Resnik, este último en calidad de Profesor viajero. Cuando yo llegué, hacía tiempo que la oficina/laboratorio se hallaba deshabitada. El Decano me había anoticiado al pasar de la existencia de una Jefa de Trabajos Prácticos pero por el momento se hallaba realizando una maestría en la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca), así que al menos durante ese año no contaría con ella. Mi primer objetivo fue pues conseguir un ayudante que pudiese participar de los Trabajos Prácticos, para ello tuve que extorsionar al Decano con la amenaza de que no podría hacerme cargo de la materia (el dictado debía comenzar un mes después) si no contaba al menos con un ayudante; mi amenaza fue exitosa: el Decano tendió sus redes y a los pocos días apareció un biólogo que buscaba trabajo, por supuesto había olvidado el abece de su curso de FV, tuve que explicarle los rudimentos que servían de base a los trabajos prácticos, por suerte era muy inteligente y ese primer año salimos bastante airosos. Conseguí otra ayudante de manera no muy sancta: al poco tiempo de comenzar mi tarea docente, de manera

poco explicable, el Rector recién asumido me pidió que me hiciese cargo de la Secretaría Académica de la Universidad, con el poder que me confería ese puesto, eché mano a la planta docente y fabriqué un nuevo cargo para Fisiología Vegetal. Ya éramos tres mosqueteros y al año siguiente pude contar con la flamante Magister y Jefa de Trabajos Prácticos, con el tiempo se incorporarían otros, al compás de los subsidios, los aportes del INTA y de tesistas.

Ni que hablar de equipamientos, los armarios del laboratorio nunca habían guardado siquiera un microscopio; cuando se trataba de organizar un TP todo era coparticipable con otras cátedras. Los belgas siempre fueron muy magnánimos conmigo, así mi jefe de Lovaina accedió permitirme partir con todo el equipamiento que estaba usando hasta entonces: un porómetro, osmómetro, termómetro infrarrojo, radiómetro con su respectivo registrador y adminículos menores como, por ejemplo, tensiómetros. No me permitió agenciarme el IRGA porque ya eran palabras mayores ni pude traerme la bomba de Scholander por su considerable peso y volumen. Mi primer pensamiento cuando obtuve la donación fue: cómo pasar el equipo por la aduana argentina, se trataba de objetos bastantes extraños para un guardia aduanero. Concurrí a la Embajada Argentina para solicitar un certificado que especificara que se trataba de material científico donado por la Universidad Católica de Lovaina. La Secretaria Cultural y Científica de la Embajada con quien me entrevisté me aclaró que ella entendía solo de cultura y no accedió a firmar el certificado. Recuerdo aún el nombre de aquella funcionaria pero no lo mencionaré pues ya no tiene mucho caso, sólo he consignado el hecho para exhibir en manos de quienes a veces están nuestras relaciones exteriores. Por suerte el Cónsul se mostró más comprensivo y por él pude finalmente obtener el certificado.

Y ya que he mencionado a los belgas y a Lovaina, diré que de ellos he obtenido un apoyo que nunca llegaré a agradecer en toda su valía: Antes de mi regreso a la Argentina, la UNLPam firmó un acuerdo con el *Commissariat Général aux Relations Internationales de la Communauté Française de Belgique* que permitió al grupo de FV realizar certificados de especialización en Lovaina y luego tres doctorados, además de la participación de más una decena de investigadores de Lovaina en cursos de posgrado realizados en La Pampa. La colaboración Lovaina-UNLPam tuvo vigencia durante una quincena de años; al concluir el acuerdo con el Commissariat, la propia Universidad Católica de Lovaina se hizo cargo de

financiar la colaboración a través de su *Secretariat du Tiers Monde*. Finalizada nuestra relación con Lovaina, con la convicción de la importancia que reviste tener un periscopio en el primer mundo, recurrí a investigadores de la Universidad de París, eran muy añejas relaciones tejidas durante el tiempo en que realicé mi posgrado francés; cuando dejé mi cargo docente en la UNLPam, aún estaba vigente el acuerdo firmado con la *Université Paris Diderot* (Paris 7).

Había concluido mis años en Lovaina investigando aspectos de la limitación hídrica en cafeto y contemplé continuar con el tema del estrés en un cultivo más afín al ambiente pampeano: el trigo; estos estudios dieron origen, entre otros, a un proyecto que tenía como objetivo estudiar el efecto del estrés hídrico sobre la actividad de la nitrato reductasa. Gran parte de nuestros trabajos se realizaban a campo, aprovechando el hecho de que la Facultad está situada en pleno campo, que el único invernáculo disponible, cuando ocurrían lluvias copiosas, el reparo que ofrecía era muy deficiente y al iniciarse los calores primaverales, las temperaturas vespertinas podían llegar fácilmente a los 40°, además por ese entonces no contábamos con cámara de crecimiento. Pero sucedió que durante los últimos años de mi dedicación al estrés hídrico, las lluvias en La Pampa durante el período de crecimiento del trigo habían aumentado hasta un 50% de su promedio histórico: en el penúltimo ensayo realizado a campo, las parcelas regadas con microaspersores (tratamiento sin estrés) ostentaban una costra de sal (nadie nos había anticipado que el agua proveniente de un nuevo bombeador contenía tanto cloruro de sodio y bicarbonato), mientras las no regadas, que debían pasar por ser el tratamiento de estrés, estaban rozagantes. El otoño siguiente decidimos dar los tratamientos de estrés cubriendo las plantas con carpas plásticas, esta vez las carpas acumulaban tanta humedad que algunos cultivares antiguos que formaban parte del ensayo aparecieron con un ataque atroz de roya; esto me convenció que si pensaba continuar desarrollando alguna investigación debía abandonar al menos por un tiempo el tema del agua.

Regresé entonces a uno de mis antiguos amores, iniciado cuando trabajaba en la Estación INTA de Pergamino: El efecto del viento sobre los cultivos, tema aún hoy casi huérfano de investigaciones en nuestro país. Esta vez tuve mucha suerte: por esa época me contacté con un grupo de físicos e ingenieros del Departamento de Aeronáutica de la UNLP, ellos como yo, aunque por diferentes causas, habían quedado sin tema de

investigación, en su caso fue debido a que la Fábrica Militar de Aviones de Córdoba, cuyos modelos de avión experimentaban en túnel de viento, había cerrado sus puertas. Junto a ellos pude comprobar en toda su dimensión el valor de la multidisciplinaridad; proveníamos de disciplinas tan diferentes que la colaboración podría parecer muy dificultosa, sin embargo sucedió todo lo contrario: de ellos aprendí la naturaleza íntima del viento, la termodinámica involucrada y de mí se enteraron de la existencia de los estomas, su funcionamiento, algo sobre el crecimiento de las plantas y la fotosíntesis. Además tuve a mi disposición uno de los pocos (sino el único) túnel de viento que había en el país. Pude así demostrar que vientos de igual velocidad pero de estructuras turbulentas diferentes producen ritmos de crecimiento diferentes en plantas de trigo. En general, los fisiólogos carentes del sofisticado equipo de anemometría y de los complejos modelos estadísticos que permiten dimensionar la turbulencia, solo podían hacer intervenir en sus experiencias la velocidad lineal. Los resultados obtenidos en el marco de esa colaboración se hallan compilados en el libro “*Viento, suelo y plantas*”, publicado por el INTA. Dejé la labor activa en FV hace algunos años, al jubilarme del INTA y de la Universidad, fueron más de 50 años de actuación como docente e investigador (mis inicios habían sido como ayudante de segunda en la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía que dirigía Alberto Soriano) en una disciplina que he amado y amo apasionadamente.

Abajo se incluyen reflexiones de Alberto Golberg sobre un tema que le es muy cercano.

Investigación y Docencia en FV

Probablemente habrá quienes no se sientan impresionados porque ya lo conocen, en todo caso el hecho de que la Universidad de Boloña se encamina raudamente a su primer milenio (fue creada en 1088) da para reflexionar, la Universidad de París data de 1150, Oxford 1167, Cambridge 1209, Salamanca 1218. Al concluir la Baja Edad Media ya existían más de 70 universidades; en la actualidad (dependiendo de la fuente consultada) hay entre 12 mil y 19 mil universidades repartidas en los 5 continentes. Podríamos inquirir la razón de la vigencia extraordinaria de ésta institución quizá solo comparable entre las instituciones civiles,

con la iglesia Católica, de Armenia y Ortodoxa Griega, como respuesta se nos ocurre que ha sido el feed back entre enseñanza e investigación lo que le ha proporcionado a la universidad la extraordinaria vitalidad que le permitió sortear durante casi un milenio los impresionantes zigzag de la historia de Occidente. Respecto de esta opinión, el físico argentino Ángel Plastino escribe en LA UNIVERSIDAD: LUGAR DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA (Educación Superior y Sociedad. Nueva Época. Año 13, Febrero 2008): “En principio hay que señalar que la Universidad es el lugar donde se hace investigación científica y transferencia de conocimiento. Debido a diferentes aspectos que marcaban la vida medieval del siglo XI, la primera universidad que surgió: la Universidad de Bolonia, comienza haciendo investigación jurídica y creación de conocimientos. Al poco tiempo, viendo el éxito de Bolonia aparecen otras universidades como Oxford, Cambridge, Salamanca, etc. Es de destacar que estas Universidades nacieron creando conocimiento, es decir, haciendo investigación. Investigar es crear conocimiento. Esa es la función inicial de la universidad. Un lugar donde sólo se cree conocimiento y no se transfiera puede ser cualquier cosa, incluso muy interesante y maravillosa, pero no es una universidad, por lo menos no en el sentido amplio de la palabra [...]. Es importante el desafío que tiene hoy día la universidad, en el sentido de que es la principal fuente de conocimiento y la que mueve el mundo moderno. No hay que escatimar en esfuerzos para mantener su excelencia, más allá de la masificación, y no perder el rumbo que desde tiempos medievales la ha caracterizado”.

Desde el medioevo, la Universidad ha sido semillero y almacigo de los más importantes científicos que registra la historia de la humanidad. Podrían citarse, sin duda excluyendo a muchos; todos ellos cimentaron la historia en los albores de la creación de las universidades: Roger Bacon, Francis Bacon, Alberto Magno, Grosseteste, Duns Scoto, Guillermo de Ockham.

Si aseveráramos que los cimientos de la ciencia moderna en occidente se sostienen sobre la base de tres gigantes: Copérnico, Galileo Galilei y Newton, es probable que pocos (o ninguno) negara esta afirmación; en esta ocasión invocamos los nombres de estas tres celebridades para agregar otro argumento a nuestra primera afirmación sobre la importancia fundamental que ha tenido en la institución universitaria el feed back entre investigación y docencia pues cada uno de los sabios ilustres nombrados precedentemente

tuvo algo que ver con la Universidad ya sea como estudiante, docente o investigador y también participando de las tres categorías: **Copérnico** realizó sus estudios universitarios en la Universidad de Cracovia, posteriormente viajó a Italia para efectuar estudios en la Universidad de Boloña, donde también ejerció como ayudante del astrónomo Domenico de Novara, en la Universidad “La Sapienza” (Roma) tomó un curso de ciencia que incluía el estudio de la astronomía. Finalmente en la Universidad de Padua estudió medicina. Probablemente **Newton** fue el grande que menos tuvo que ver con la universidad pues solo permaneció algunos años como estudiante en el Trinity College, perteneciente a la Universidad de Cambridge; por el contrario la actuación de **Galileo Galilei** se realizó fundamentalmente en el ámbito de los claustros universitarios: realizó estudios de medicina en la Universidad de Pisa, ejerció como profesor de Geometría, mecánica y astronomía en la Universidad de Padua y regresó nuevamente a la Universidad de Pisa donde recibió el nombramiento de Primer Matemático.

No sería correcto afirmar que nos apoyamos en la precedente introducción como argumentación cuando presentamos en la Asamblea correspondiente a la XXI RAFV realizada en Mendoza (1996) el proyecto de introducir en el marco de las reuniones, una sesión dedicada a la enseñanza de grado de la FV en la Universidad, por lo visto los allí reunidos estaban convencidos de antemano sobre la necesidad de incorporar la enseñanza; los que han efectuado investigación en una institución universitaria no desconocen la importancia del feed back ciencia-docencia mencionado precedentemente; el proyecto propuesto fue aprobado sin oposición.

Durante el invierno del siguiente año se efectuó la reunión organizativa en el ámbito de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Participaron representantes de casi todas las cátedras de FV de las facultades de Agronomía del país. Consideramos que la reunión fue muy fructífera: durante dos días cada representante expuso los aspectos esenciales del programa que llevaba a cabo, la modalidad de enseñanza y de evaluación; una de las conclusiones a las que se arribó fue que si bien existían diferencias importantes en la didáctica, respecto de la currícula no se observaban divergencias relevantes; quedó para otro momento la discusión sobre la incorporación de nuevos temas, aspecto de suma importancia pues en general la cantidad de horas dedicadas a la FV en la carrera de Agronomía no habían sufrido modificaciones desde hacía varias décadas, sin embargo en lo que respecta al avance de los

hallazgos científicos relacionados con la FV podría decirse que estábamos en una etapa de plena expansión y que muchos capítulos nuevos se habían incorporado a los textos que utilizamos desde aquel Bonner y Galston o el Meyer hasta los más actuales Taiz y Zeiger o Azcón Bieto. Este tema fue tratado extensamente en la XXV RAFV (2004) realizada en Santa Rosa, en la ocasión se contó con la presencia del biólogo molecular Alberto Kornblihtt quien había sido especialmente invitado para participar en la sesión de Enseñanza pues uno de los objetos de debate más álgidos tratados en las sesiones anteriores: Río Cuarto (2000) y Punta del Este 2002 (en la cual había participado Eduardo Zeiger), había sido cómo tratar el aluvión de descubrimientos basados en la biología molecular y relacionados, algunos muy estrechamente con la FV. Podría decirse, teniendo en cuenta la numerosa asistencia que concitó la sesión celebrada en Santa Rosa que en esa ocasión se alcanzó la cima del interés en la temática que habíamos propuesto en Mendoza con el objetivo de propulsar una reflexión colectiva sobre la interacción ciencia-docencia en FV en nuestro país; en las siguientes RAFV: Chascomus, 2006 y Rosario 2008 se advirtió un debilitamiento del interés hasta que en la XXVIII (La Plata, 2010), la sesión de Enseñanza de la FV fue eliminada y ya no reapareció en las subsiguientes. Resulta difícil de establecer cuál ha sido la razón de la pérdida de interés; ¿la temática a tratar no concitó la adhesión de los participantes o las RAFV no resultan el ámbito adecuado para tratar esta cuestión? Sin embargo hay quienes continuamos sosteniendo que, teniendo en cuenta que la mayoría de los participantes en las reuniones de FV pertenecen al ámbito académico y a la vez son investigadores sería interesante pensar si no resulta válido volver a considerar el feed back del cual hablamos precedentemente. No es que el objeto de investigación del docente esté relacionado con la vastísima temática que trata un programa de FV en la actualidad, esto sería imposible, pero el acto de investigar impacta necesariamente en su actividad como docente. Por otra parte como se ha manifestado precedentemente el alma de la institución universitaria es Docencia + Investigación, aseveración avalada por casi un milenio de historia, desde Boloña a nuestros días.

Grupo de Biotecnología Vegetal y Ambiental en la UN de Río Cuarto

Escriben: Elizabeth Agostini y Silvia Milrad¹¹

El grupo de investigación fue inicialmente dirigido por el Dr Horacio Tigier, quien comenzó su trabajo en el año 1976 en el Dpto. de Biología de la UNRC (luego denominado Dpto. de Biología Molecular) con la incorporación como integrante de la Bioq. Silvia Milrad dedicando su tarea a tratar de dilucidar el rol fisiológico de las Peroxidasas (Px) vegetales, comenzando por su participación en el catabolismo de auxinas. En 1981 se asociaron a la SAFV durante la XIV Reunión Nacional (Rosario) y presentaron sus primeros trabajos en Tucumán (1983) y La Plata (1985) con la Lic. Mónica Grosso como nueva integrante quien a posteriori se desvinculó del grupo, se doctoró en el área de Botánica y desempeña tareas docentes y de investigación en la UNRC.

En 1984 se integró al grupo la Mic. María Inés Medina, que amplió el campo de trabajo incluyendo el estudio del rol de Px vegetales en la lignificación y permaneció en el laboratorio, obteniendo su título de Doctorado en 1992. Durante ese período fue presentando los resultados de su investigación en numerosas Reuniones de SAFV tales como la de 1987 (Corrientes), 1989 (Puerto Iguazú) y 1992 (Huerta Grande).

Además, desde 1987 el grupo estableció proyectos e intercambios con el laboratorio del Dr Victoriano Valpuesta (Málaga España), y sus colaboradores Miguel A. Botella y Miguel Angel Quesada que se prolongaron durante más de 15 años y abordaron distintas temáticas, incluyendo los estudios de Biología Molecular y la formación post doctoral de la Dra. M.I Medina. Se presentaron resultados conjuntos en las reuniones de SAFV de 1992 (Huerta Grande) y de 1993 (Bariloche). Luego de completar su formación post-doctoral en Málaga, bajo la

¹¹ Departamento de Biología Molecular-FCEFQyN, Universidad Nacional de Río Cuarto

dirección del Dr Valpuesta, con orientación en Biología Molecular de peroxidases, la Dra. Medina se reincorporó en 1997 al laboratorio del Dr. Tigier dirigiendo nuevas líneas de trabajo hasta la actualidad. Estos proyectos estuvieron inicialmente relacionados con la expresión de los genes de Px básicas *tpx1* y *tpx2* de tomate frente a estrés osmótico y frente a ataque de patógenos y elicitors bióticos, que contó con la inclusión de Ana L. Wevar Oller, a partir del año 2001 (quien realizó su tesina de grado) y con la participación de numerosos ayudantes de investigación (Silvia Purro, Alejandra Luna; Paola Milanese, Iván Eric, entre otros). Luego la Mic. Wevar-Oller realizó su tesis doctoral, relacionada con la biosíntesis de ácido ascórbico, bajo la dirección de la Dra. Medina y continúa a la fecha como integrante del grupo. Simultáneamente, la Dra. Medina colaboró con otras líneas del proyecto base y sus trabajos fueron presentados en las reuniones de SAFV 2004 y 2006.

Desde 1992 se incorporó al laboratorio la Mic. Claudia Mónica Alba quien, siguiendo el tema central del estudio del rol fisiológico de las Px vegetales, finalizó en 1997 su doctorado sobre Isoperoxidasas y enzimas tipo lacasa en relación a actividad AIA oxidasa y lignificación en frutos de duraznero y presentó sus resultados en las reuniones de SAFV de 1992 (Huerta Grande) y 1993 (Bariloche). Se desvinculó de la UNRC a partir de 1999 para dedicarse a la docencia de nivel medio y terciario hasta su deceso (29/6/2016).

Durante el transcurso de esos años se realizaron trabajos en colaboración con varios grupos del Area de Fisiología Vegetal de la propia UNRC como por ej el grupo dirigido por el Dr Rubén Bottini con colaboración de la Dra Virginia Luna y Judith Bogino, cuyos resultados se presentaron en la reunión de SAFV de 1992 (Huerta Grande) y también hubo colaboraciones con el grupo dirigido por la Dra Guillermina Abdala, junto a Ana Vigliocco así como con docentes del área de Botánica (Eugenia Lorenzo, María Tordable, Herminda Reinoso, Noemí Poloni (principalmente abocados al estudio de diferentes aspectos de la virosis del maíz, Mal de Río Cuarto). Los resultados de estas actividades conjuntas fueron presentados en la Reunión de SAFV de 1992 en Huerta Grande, Bariloche (1993) y Mendoza (1996). Además, desde el año 1990 se inició la colaboración del grupo con la Dra Edith Taleisnik, sus tesistas y becarios, incluyendo la participación desde 1992 en el proyecto multidisciplinario sobre “Criterios de selección de gramíneas forrajeras para zonas semiáridas

afectadas por salinidad” con presentación de resultados de estudios sobre *Chloris gayana* en distintas reuniones de SAFV (y otras Asociaciones Científicas): Mendoza (1996), Mar del Plata (1998), La Pampa (2004).

También en el año 1992 se inició en el grupo una línea de investigación diferente, con orientación Biotecnológica, a cargo de la Lic. Elizabeth Agostini, dedicada a la aplicación de Px vegetales para la fabricación de reactivos para enzimoimmunoanálisis y para diagnóstico clínico, el estudio de sus propiedades bioquímicas y mejoramiento de los procesos de extracción, resultados que comenzaron a presentarse a partir de 1993 en la reunión de SAFV, Bariloche. Siguiendo esta línea de aplicación se dedicó a la generación de diferentes cultivos *in vitro* vegetales, entre ellos los cultivos de raíces transformadas (*hairy roots*) de diferentes especies capaces de producir Px. Para esta tarea el equipo recibió asesoramiento y continuo apoyo de la Dra Ana María Giulietti de la FFyB de la UBA y colaboradores de su grupo, con quienes se establecieron trabajos conjuntos que se iniciaron en esa época y se prolongaron por más de una década. Además la Lic. Agostini realizó una estancia, durante su formación doctoral, en el Lab del Dr Manuel Acosta (Universidad de Murcia España), con quien hubo estrecha colaboración por varios años, trabajando con investigadores de su grupo como Marino B. Arnao y Josefa Hernández Ruiz y efectuando estudios bioquímicos relacionados con la inactivación de Px. Los resultados obtenidos se incluyeron en su tesis presentada en el año 1999 bajo la dirección de la Dra Milrad y la co- dirección del Dr. Tigier. Los trabajos relacionados con esta línea se divulgaron en diferentes Congresos y Reuniones científicas, entre ellas las de la SAFV (Mendoza, 1996), Mar del Plata (1998) y en Río Cuarto (2000).

El hecho de disponer de un laboratorio para cultivo *in vitro* de células, tejidos y órganos vegetales, resultó de gran utilidad para el grupo tanto para las tareas de investigación como de docencia (asignatura Biotecnología vegetal), así como también para prestar colaboración con otros grupos de la UNRC y de otras instituciones, en temas relacionados con aplicaciones biotecnológicas de cultivos de raíces transformadas (RT) de diferentes especies vegetales. Entre estos trabajos se pueden mencionar los relacionados con la producción de ácido jasmónico por estos cultivos *in vitro*, realizados por la Lic Hilda Pedranzani que desarrolló su tesis doctoral con la dirección de la Dra Guillermina Abdala y co dirección de la Dra Milrad (finalizada en 2002) y por la Mic. Gabriela Forchetti (tesinista). También se realizaron estudios

con el grupo de los Dres Héctor Fernández y Alicia Zon (Departamento de Química- UNRC), relacionados al uso de peroxidasas vegetales para su posterior aplicación en la producción de biosensores y con el grupo de la Dra. Marcela Kurina Sanz (INTEQUI-CONICET-UNSL) y su tesista doctoral Cynthia Magallanes- Noguera, con quienes se estudió la capacidad de cultivos de RT de varias especies vegetales para efectuar biotransformaciones. Asimismo se colaboró con el grupo dirigido por la Dra. Viviana Rivarola (UNRC) específicamente en lo que se refiere a la obtención de diferentes cultivos *in vitro* (callos, suspensiones celulares y raíces transformadas) a partir de una especie vegetal autóctona con la finalidad de producir antraquinonas, moléculas con propiedades anticancerígenas. Los resultados se presentaron en Congresos y han formado parte de la tesis Doctoral de la Mic. Ivana Fernández (febrero 2012) y actualmente continúa esta línea a través de los trabajos de la Dra. Ingrid S. Cogno.

En 1994 se incorporó al grupo la Mic Mónica del Valle Quiroga para hacer su tesina y luego completar su doctorado (2002), dedicada a estudiar las Isoperoxidasas de raíces de tomate que podrían estar involucradas en la respuesta a estrés salino. Los resultados de sus trabajos realizados en Río Cuarto y durante una pasantía en la Univ. de Málaga, en el laboratorio del Dr. Valpuesta, se presentaron en SAFV Mendoza 1996, Mar del Plata 1998, Río Cuarto 2000. La Dra. Quiroga se dedicó luego a la actividad privada.

En trabajos relacionados a la temática también participaron ayudantes de investigación y estudiantes tales como Mario Funes (realizó su tesina y luego se dedicó a la actividad privada); Verónica Giammaría (terminó su tesina y posteriormente se doctoró en el INGEBI- Bs As) y Melina Talano, quien se incorporó al grupo en el año 1996, realizando su tesina de grado y posteriormente inició sus estudios de Doctorado bajo la dirección de la Dra. Milrad y co-dirección de la Dra. Medina, que completó en el año 2006, comparando la respuesta de peroxidasas a estrés salino entre cultivos *in vitro* de raíces transformadas y raíces de plantas de tomate del cv Pera y presentó esos resultados en reuniones de la SAFV de 1998, 2000, 2002, 2004. Obtuvo también una maestría en Biotecnología en la Universidad de Andalucía y trabajó durante aproximadamente un año en el laboratorio de la Dra. Monserrat Pages (Barcelona).

A partir del año 2001 el grupo incursionó en una nueva línea relacionada con la biotecnología vegetal y ambiental, dedicándose

al estudio de la fitorremediación de contaminantes utilizando varias estrategias (bioquímicas, fisiológicas y moleculares) para abordar dicha temática. Este tema fue seleccionado considerando el impacto que tiene a nivel nacional e internacional el saneamiento ambiental, debido a que durante los últimos años se han incrementado los niveles de compuestos tóxicos liberados a los ecosistemas, lo cual plantea un grave problema no solo para el ambiente sino también para la salud humana y animal. Es por ello que el estudio de la remediación biológica de contaminantes y de los numerosos mecanismos básicos que pueden afectar a dicho proceso se consideró de interés y representó el eje central de los diferentes proyectos que hemos llevado adelante hasta el presente y que nos permitió efectuar interesantes aportes en el área de investigación objeto de estudio. Las principales contribuciones se han publicado en revistas internacionales y capítulos de libros. En estos proyectos se contó con la colaboración de estudiantes, ayudantes de investigación y doctorandos que presentaron sus resultados en diversas reuniones de SAFV, Cristian Capozzucca, Sonia Coniglio (Punta del Este, 2002), Víctor Busto (La Pampa, 2004); Fernando Sorroche; Sabrina Ibañez, Silvina Frontera, Mariana Cristiani y la Dra. Paola González (quien se incorporó al grupo de trabajo inicialmente como becaria post-doctoral) quienes presentaron sus resultados en las reuniones de SAFV realizadas en Chascomús (2006) y/o en Mar del Plata (2012). Se incorporaron también al grupo Lucas Sosa Alderete, Vanina A. Angelini; Cintia E. Paisio; Ornella M. Ontañón; Ana L. Armendariz y algunos estudiantes de grado quienes terminaron sus tesinas o tesis doctorales en el tema, siendo dirigidos por miembros del equipo: Dr. Tigier (hasta su fallecimiento, 2005), Dra Milrad (hasta su jubilación, 2009) y las Dras. Medina, Agostini, Talano, González; Wevar-Oller hasta la actualidad quienes continuaron su tarea como docentes de la UNRC y/o Investigadores de CONICET.

Más recientemente se realizaron trabajos en estrecha vinculación con el grupo de las Dras. Graciela Racagni y Ana L. Villasusso (UNRC), quienes nos aportan su amplia experiencia en el tema de transducción de señales, mediada por fosfolípidos y uno de estos trabajos se presentó en la Reunión de la SAFV de 2012.

En la actualidad, el grupo está conformado por la Dra. María.I. Medina (Prof. Titular DE- UNRC); Dra. Elizabeth Agostini (Prof. Asociado DE e Inv. Independiente CONICET); Dra. Melina A. Talano

(Prof. Adjunto DSE e Inv. Adjunto CONICET); Dra. Paola S. González (Prof. Adjunto DSE e Inv. Adjunto CONICET), los Dres. Ana L. Wevar-Oller, Lucas Sosa Alderete, Cintia Paisio y Sabrina Ibañez (Inv. Asistentes de CONICET- Ayudantes de primera UNRC) y los becarios doctorales/ post-doctorales: Ana L. Armendariz; Marilina Fernández; Mariana Vezza, Florencia Olmos quienes realizan sus tesis doctorales y trabajos de investigación en nuestro laboratorio. También participan adscriptos y estudiantes de grado, de las carreras de Microbiología y Biología que realizan sus tesinas.

Los integrantes del grupo han realizado pasantías y/o tienen trabajos en colaboración con otras Instituciones (UBA; UNCórdoba, UNSL; UNCuyo; UNVM) así como con grupos del exterior (Univ. de Sevilla (España), Estación Experimental del Zaidín-CSIC, Granada (España); Centre de Recerca en Agrigenómica (CRAG) Barcelona (España), University of Chemistry and Technology, Praga, (Rep. Checa); Universidad Federal de Goiania, (Brasil); Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (Brasil), entre otras.

También se cuenta con colaboración de grupos locales en el área de Botánica y Microscopía (Dras H. Reinoso, M. Tordable, C. Travaglia y C. Merkis); en el área de Fisiología Vegetal (Dres. S. Alemano, V. Luna; F. Cassán y colaboradores), en el área de interacción planta- microorganismos (Dras. M. Dardanelli y N. Paulucci), en el área de Microbiología (Dr. G. Barros y en el área de Química (Dr. G. Morales).

En términos generales, nuestros trabajos actuales se fundamentan básicamente en dos grandes líneas (1) el estudio de diferentes estrategias (fitorremediación, biorremediación y rizorremediación) que, de una manera independiente o combinada, puedan ser utilizadas para lograr una remediación eficiente de compuestos fenólicos, Cromo y efluentes de curtiembre y (2) el estudio de los efectos de Arsénico en la interacción simbiótica soja- microorganismos rizosféricos; teniendo en cuenta que la contaminación ambiental no solo constituye un problema que estimula la búsqueda de estrategias de remediación sino que también representa un serio inconveniente para la productividad de cultivos de importancia agronómica como la soja. A partir de ellas se desprenden sub- líneas de investigación que, en general, confluyen en un objetivo común que es la profundización del conocimiento sobre distintos aspectos relacionados

con la remediación de contaminantes ambientales y/o sus efectos sobre diferentes sistemas biológicos.

Los integrantes del equipo queremos expresar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que formaron parte del grupo así como también a quienes colaboraron con nuestros proyectos, asumiendo su trabajo con compromiso y responsabilidad a lo largo de estos años, permitiendo que se pudieran concretar las metas propuestas.

Breve historia del Laboratorio de Fisiología Vegetal en la UNRC.

Escribe: Virginia Luna

La Universidad Nacional de Río Cuarto, fundada en 1972, nació bajo la idea de que, debido a su ubicación, fuera un centro dedicado específicamente al área agropecuaria, con las carreras de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Por lo tanto, el Laboratorio de Fisiología Vegetal es tan antiguo como la universidad, siendo su primer profesor por concurso el Ing. Agr. Néstor Correa, graduado de la Universidad Nacional de Tucumán, quien había obtenido una Maestría en Producción Vegetal bajo la dirección del Prof. Edgardo Montaldi. Se incorporaron luego los Ingenieros Rubén Bottini, Guillermina Abdala, la Bióloga Marta Goleniowski, y otros profesionales jóvenes que permanecieron poco tiempo como León Gordon (1973-74/cesantía), Leonilda Angelopulos (1973-75/traslado a Química Biológica), Alberto Chessa (1974-75/renuncia), M. Angélica Interguglielmo (1976-1985/perdió concurso), Jorge Donnelly (1978-82/renuncia). Las fechas en algunos casos son aproximadas.

En Junio de 1976 el Ing. Correa fue cesanteado quedando el grupo a cargo de los tres JTP hasta que fue designado el Ing. Ricardo Tizio como nuevo Profesor Titular interino. En el año 1977 se incorpora el Ing. Agr. Alberto Rossi Jaume y en 1978 la Bióloga María Virginia Luna. Durante los cuatro años siguientes el grupo no sufrió modificaciones, hasta que en 1982 el Ing. Tizio también es cesanteado quedando a cargo el Ing. Bottini. Al año siguiente, R. Bottini y G. Abdala deciden avanzar en su formación realizando una estadía en la Universidad de Calgary, Canadá, bajo la dirección del Dr. Richard Pharis, que les permitió completar el Doctorado en Ciencias Biológicas. A su regreso en 1984, el grupo replantea sus líneas de investigación, y V. Luna comienza el Doctorado bajo la dirección de R. Bottini. El Ing. Correa es reincorporado a fines de 1984 iniciando una nueva línea de investigación con un grupo diferente al del Dr. Bottini. Su primer

tesista doctoral fue el Dr. Sergio Alemanno, actual profesor Asociado de FV, incorporándose luego otros tesistas como el Dr. Javier Andrés (actualmente docente de la Fac. de Agronomía) y Dras. Roxana Soria y Marisa Rovera (actualmente Profesora Adjunta en el Departamento de Microbiología, UNRC) y O. Masciarelli como CPA. Paralelamente se incorpora al grupo Bottini una primera camada de nuevos tesistas: Herminda Reinoso (actualmente Profesora Asociada de Morfofisiología Vegetal en la UNRC), Mónica Fulchieri y Carlos Lucangeli quienes se fueron a empresas privadas y Patricia Píccoli (actualmente Inv. Independiente de CONICET en el IBAM-Mendoza).

A su vez, en los años 90 se genera un tercer grupo de investigación, liderado por la Dra. Guillermina Abdala. Con ella se forman las Dras. Ana Viglioco y Andrea Andrade, actuales docentes del área FV, además de otros doctorandos que no pertenecen al laboratorio de Río Cuarto, como la Dra. Hilda Pedranzani, actual Profesora Adjunta de FV en la UNSan Luis, Dras Gabriela Castro, Marisa Garbero, Ana Cenzano (actualmente Inv. CONICET en CENPAT-Puerto Madryn), el Dr. Darío Aimar y Lía Molas (actuales docentes de la cátedra de FV-Fac. Agronomía- UNLa Pampa).

En la década del 90 coexistían los 3 grupos de investigación. Tras el fallecimiento del Ing. Correa, el Dr. Alemanno ingresa al grupo Abdala. Los grupos Abdala y Bottini coexistieron y crecieron a lo largo de varios años, y se incorporaron al segundo nuevos tesistas: Fabiola Bastián, Fabricio Cassán, Ana Cohen, Mariela Pontin y Claudia Travaglia.

En el año 2002 el Dr. Bottini obtiene por concurso el cargo de Profesor Titular en Química Biológica en la UNCuyo, trasladándose a Chacras de Coria con parte de su grupo.

En los primeros años de la década del 2000 Virginia Luna inicia una nueva línea de investigación, siendo su primera tesista doctoral la Dra Laura Raquel Sosa, actualmente Profesora Adjunta de FV en la UNSan Luis. F.Cassán y O. Masciarelli se incorporaron al grupo, el primero como becario postdoctoral de CONICET y el segundo como CPA. Luego se incorporaron las tesistas doctorales Mariana Reginato y Analía Llanes, que junto a F. Cassán son actuales docentes de la cátedra e investigadoras de CONICET. En este grupo se han formado 8 tesistas doctorales (L. Sosa, M. Reginato, A. Llanes, M. Devinar, C. Varela, V. Sgroy (aprobadas) y D. Perrig y J. Iparraguirre en ejecución, y uno de Maestría en Biotecnología (O. Masciarelli).

En el año 2013 se jubila la Dra. Abdala, quedando a cargo del grupo el Dr. Alemanno. Bajo su dirección realizaron sus tesis doctorales el Mic. Cristian Fernández y Biotecnólogo Maximiliano Escalante, actual docente de FV.

A pesar de los avatares del tiempo y cambios de liderazgos, el laboratorio mantuvo una coherencia en su trayectoria temática, siendo el hilo conector de todos los proyectos de investigación el estudio del papel de las fitohormonas en las relaciones planta-ambiente y planta-microorganismos, lo que perdura hasta la actualidad, habiéndose ampliado objetivos de estudio como metabolismo de azúcares, polifenoles y estudios moleculares.

En el presente, Virginia Luna es Profesora Titular con Dedicación Exclusiva e Investigadora Principal de CONICET, Sergio Alemanno es Profesor Asociado con Dedicación Exclusiva, Alberto Rossi Jaume es Profesor Adjunto con Dedicación Exclusiva, Fabricio Cassán es Investigador Adjunto de CONICET y JTP dedicación Simple, Analía Llanes y Mariana Reginato Investigadoras Asistentes de CONICET y Ayud.de Primera con dedicación Simple, Ana Vigliocco JTP con dedicación exclusiva, A. Andrade Investigadora Asistente de CONICET y Ayud. de Primera con dedicación Simple y Maximiliano Escalante, Ayud. de Primera con dedicación Simple.

Fabricio Cassán inicia su propia línea de investigación en el año 2011 y constituye un nuevo grupo de trabajo que en la actualidad cuenta con un Investigador Asistente (Lic. Verónica Mora), 7 becarios doctorales (Ing. Biotec. Diego Mauricio Rivera Botia; Ing. Biotec. Melissa Obando Castellanos; Mic. Daniela Torres; Mic. Romina Molina; Biol. Molec. José Gualpa; Mic. Anahí Coniglio; Ing. Agr. Sergio Chiofalo) y 1 becario posdoctoral (Dra. Geraldina Richards) de CONICET, todos afectados a las actividades de docencia de la cátedra. De esta manera nuevamente existen 3 grupos de investigación, liderados respectivamente por V. Luna, S. Alemanno y F. Cassán.

Biología Molecular de Plantas en el CIQUIBIC-CONICET, FCQ-UNC.

Escriben: Malena Alvarez y Ariel Goldraij

La Biología Molecular de Plantas comenzó a desarrollarse a fines de los años 90 en el CIQUIBIC-CONICET, Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba. En ese entonces, se promovieron acciones dirigidas a impulsar la Biotecnología y Genética Molecular en este Centro. Entre ellas, se reincorporó a la Dra. María Elena Álvarez al regreso de un posdoctorado orientado a fitopatología molecular (laboratorio Dr. Chrispoper Lamb, Salk Institute, San Diego, California). Esto permitió implementar el primer modelo vegetal para estudios de Biología Molecular de Plantas en la FCQ-UNC (*Arabidopsis thaliana*). En paralelo, se impulsó la enseñanza de esta disciplina a nivel de grado y posgrado en este ámbito académico. Este grupo estudia las bases de la resistencia a enfermedades causadas por bacterias y hongos en *Arabidopsis*. Sus investigaciones abordan dos aspectos particulares con herramientas de bioquímica, biología molecular y biología celular. Por un lado, se analizan las fuentes de alteraciones redox que señalizan defensas contra patógenos y las rutas afectadas por las mismas. En los últimos años esta línea se ha concentrado en el estudio del metabolismo de prolina bajo diversas condiciones de estrés biótico. Habiendo demostrado que la enzima mitocondrial prolina deshidrogenasa potencia el estrés oxidativo que señala la inmunidad contra biótrosfos, se investiga el mecanismo subyacente a tal efecto. Por otra parte, se estudian alteraciones epigenéticas desencadenadas por la infección de *Arabidopsis* con bacterias patógenas. Particularmente, el fenómeno de hipometilación del genoma vegetal que es inducido por el ataque de *Pseudomonas syringae*. En este sentido, se trabaja en la identificación de los componentes vegetales responsables de estos cambios genómicos y sus efectos sobre las rutas de defensa. A lo largo de estos años, algunos investigadores que se formaron

en el grupo se perfeccionaron en el exterior para luego retornar al Centro e iniciar sus propias líneas. Esto incluye a la Dra. Georgina Fabro formada en el estudio de efectores microbianos que potencian la virulencia del patógeno modificando a componentes de la célula vegetal (posdoctorado en Sainsbury Laboratory, UK, laboratorio Dr. Jonathan Jones). Además, se prevé la próxima incorporación del Dr. Nicolás Cecchini (posdoctorado en Chicago University, laboratorio Dra. Jean Greenberg). Por otra parte, el grupo mantiene colaboraciones con investigadores del país y del exterior.

En el año 2005, se suma al CIQUIBIC-CONICET, FCQ-UNC un segundo laboratorio a cargo del Dr. Ariel Goldraj en el área de Biología Molecular de Plantas. Este grupo estudia la autoincompatibilidad gametofítica dependiente de ribonucleasas S (S-RNasas), tomando como punto de partida la experiencia posdoctoral del Dr. Goldraj en University of Missouri bajo la dirección del Dr Bruce McClure. Una primera línea de trabajo estudia la organización y dinámica de F- actina y el sistema de endomembranas del tubo polínico durante el rechazo del polen incompatible. Más tarde se inicia una segunda línea de investigación que aborda las relaciones entre autoincompatibilidad y estrés abiótico en plantas, particularmente el rol de las RNasas no funcionales en el rechazo del polen pero activas en la respuesta de la planta al estrés por deficiencia de fósforo. Ambas líneas de investigación utilizan a *Nicotiana* como modelo experimental y trabajan principalmente con herramientas de bioquímica y biología celular y molecular para comprender el rol fisiológico de las RNasas en la reproducción y la resistencia a factores adversos. En este laboratorio se concretaron en los últimos años dos trabajos de Tesis Doctoral.

El Instituto de Agrobiotecnología del Litoral (IAL- UNL-CONICET)

Escriben: Raquel Chan, Daniel González y Alberto Iglesias

El Instituto de Agrobiotecnología del Litoral (IAL) fue creado a fines de 2008, con la firma de un convenio entre el CONICET y la UNL. Este convenio previó, además, el marco legal para el funcionamiento del IAL, estableciendo entre otros aspectos su organización interna, objetivos y funciones.

Los objetivos del IAL son:

- Generar y sostener una infraestructura científico-tecnológica capaz de responder a las demandas crecientes de investigación básica y aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología en las distintas disciplinas científicas y campos de aplicación relacionados con la Biotecnología aplicada al desarrollo y producción agrícolas
- Formación de recursos humanos de excelencia especializados en las distintas áreas de la Biotecnología aplicadas al desarrollo agropecuario.
- Integrar las estructuras interdisciplinarias capaces de dar respuestas a los complejos problemas que aborda la Biotecnología Agrícola.

¿Cómo se gestó el IAL? ¿De dónde venimos?

El grupo fundador del IAL estaba compuesto por los doctores Daniel González, Alberto Iglesias, Raquel Chan, Juan Claus y Abelardo Vegetti.

Daniel González, Alberto Iglesias y Raquel Chan se formaron en el Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos (CEFOBI) de la ciudad de Rosario. Realizaron sus trabajos de Tesis Doctoral con la dirección de los Doctores Carlos Andreo (los dos primeros) y Rubén Vallejos, investigando distintas enzimas de la fotosíntesis. Luego de transitar derroteros diferentes para realizar experiencias postdoctorales en el exterior, volvieron al país y se instalaron en la ciudad de Rosario. Alberto Iglesias se hizo cargo de la dirección del INTECH en 1995, mientras que Daniel González y Raquel

Chan se integraron a lo que entonces era el PROMUBIE, actualmente IBR.

En 1996 se creó la carrera de Licenciatura en Biotecnología en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la UNL y en 1998 se aprobó el programa FOMECA (Fondo de mejoramiento de la calidad de la enseñanza universitaria) para dicha Carrera. Este programa tenía como una de sus metas principales la radicación de docentes-investigadores con perfil para generar grupos de excelencia científica que pudieran hacerse cargo de la docencia en materias específicas y ofrecía una serie de posibilidades a quienes aceptaran el desafío, como la compra de equipamiento para la enseñanza de grado y posgrado y cargos docentes.

Dada la superpoblación que había en el entonces PROMUBIE, la falta de posibilidades de crecimiento debido a una infraestructura deficiente y otros problemas varios, los tres investigadores aceptaron el desafío de generar grupos de Biología y Bioquímica Vegetal en la FBCB-UNL hacia fines de la década de 1990 y principios de la del 2000. Al decir de Raquel Chan, quien parafraseaba a Borges, a los tres investigadores en este desafío no los unió el amor sino el espanto.

Armaron los laboratorios, pidieron financiamientos y comenzaron, además de hacerse cargo de la docencia de las materias específicas, a formar recursos humanos. La Fundación Antorchas apoyó a estos grupos y esto fue fundamental para su establecimiento y consolidación. En un breve lapso, también la infraestructura de la FBCB quedó chica y los doctores y posdoctores formados no podían quedarse por falta de lugar y oportunidades. Además, los tres investigadores que se habían establecido en Santa Fe estaban separados (sus respectivos laboratorios estaban en pisos diferentes) en el edificio de la FBCB, lo que establecía un obstáculo a la interacción entre los grupos de trabajo de cada uno. Para ese entonces, el vicepresidente de CONICET, Dr. Faustino Siñeriz visitó a los grupos de investigación y viendo las condiciones de trabajo y las nulas posibilidades de crecimiento y expansión, propuso la creación de un instituto. En una primera instancia se planteó la integración de todos los grupos de Biología de la FBCB. Sin embargo, los tres investigadores, que ya venían colaborando en proyectos, compartiendo equipos y saberes, optaron por formar un instituto de Biología y Bioquímica Vegetal que, desde su fundación, tuviera objetivos comunes e interacción real. Además, los investigadores seguían inspirados por la frase borgiana que los inducía a la unión, y su accionar

cotidiano estaba de acuerdo con lo dicho por Cortázar en el libro *Historias de Cronopios y de Famas*: “La tarea de ablandar el ladrillo todos los días, la tarea de abrirse paso en la masa pegajosa que se proclama mundo...”. La intención de alcanzar una unión basada en la investigación en el área vegetal se logró en 2008, gracias a la política activa de CONICET en la creación de institutos de doble dependencia, y se terminó de plasmar en 2009.

Los grupos fueron creciendo y se enriquecieron con investigadores jóvenes y nuevas líneas, manteniendo las existentes para generar un verdadero polo de investigación en el área de la Agrobiotecnología. El apoyo de CONICET se plasmó en un edificio nuevo, moderno y adecuado para el trabajo de los grupos de investigación del instituto. Esto no fue fácil y, como toda obra, tuvo muchos problemas hasta su concreción en 2014. La mudanza se produjo en julio de 2014 y con ella, la escisión del grupo del Dr. Vegetti que eligió seguir en Esperanza, ciudad lindera y el del Dr. Claus que se quedó en la Facultad.

El edificio se hizo con una idea de integración de los grupos, teniendo la mayoría de su superficie dedicada a espacios de uso comunitario. Esto permite a los investigadores jóvenes iniciar sus líneas haciendo uso de los equipos y facilidades puestos en estos espacios.

Hoy, el IAL tiene 20 investigadores, 25 becarios doctorales y postdoctorales, 5 técnicos de apoyo, 1 administrativo y 26 estudiantes de grado realizando Tesinas o formaciones extracurriculares. Sus investigadores publican trabajos de calidad en revistas de alto impacto, forman recursos de excelencia, hacen divulgación de la ciencia, desarrollan tecnologías y las transfieren, lo que los hace referentes de la región en conocimientos asociados a la Agrobiotecnología. El hecho de estar todos integrados en un mismo edificio ha aumentado la interacción entre los integrantes del instituto (especialmente los jóvenes) y viene permitiendo una mayor interacción entre los distintos laboratorios, con la realización de trabajos en colaboración así como de festejos de obtención de subsidios (en el año 2015 los investigadores del IAL obtuvieron un total de 11 proyectos subsidiados por ANPCyT) y de publicaciones, donde se exagera el espíritu participativo.

La SAFV más allá de las RAFV

Boletines y publicaciones de la SAFV

A partir del año 2000, gracias a la colaboración encomiable y desinteresada de Fabricio Cassan, la SAFV comenzó a producir un Boletín electrónico, que se convirtió en un necesario y eficiente medio de comunicación entre los asociados. Sirvió también para proyectar la SAFV al exterior ya que fueron muchísimos los suscriptores extranjeros a estos boletines. Los boletines contenían información de actualidad sobre recientes descubrimientos en la disciplina, noticias sobre becas, cursos y fuentes de financiamiento, vínculos a páginas web de interés, información sobre publicaciones disponibles *online*, eventos y reuniones, etc.

También en la misma época comenzó a editarse el “Quién es quién en la Fisiología Vegetal” donde algunos referentes argentinos en diversos aspectos de la disciplina, expusieron reflexiones sobre sus trayectorias. Este material fue utilizado en docencia, aportando a los estudiantes una visión del quehacer local en investigación sobre biología experimental de plantas y permitiéndoles compartir, de la mano de los propios investigadores, la pasión por su trabajo.

Otras actividades de la SAFV

Las RAFV han constituido, históricamente, la principal actividad de la SAFV. En este milenio, la SAFV comenzó a patrocinar cursos y actividades no vinculados a las reuniones periódicas. Así auspició una reunión sobre docencia de la FV realizada en La Pampa, y diversos curso de post grado. Estos auspicios tienen en general un carácter simbólico, ya que la institución carece de fondos propios, pero pueden significar, en los cursos, un pequeño descuento para los estudiantes socios de la SAFV.

Vinculaciones institucionales de la SAFV

Más arriba se mencionó que en varias ocasiones las RAFV coincidieron con Reuniones Latinoamericanas de Fisiología Vegetal, a las que concurrieron investigadores de todo el continente, y sobre todo, de los países limítrofes Brasil, Chile y Uruguay. También se listaron los disertantes extranjeros invitados a las RAFV, que surgieron normalmente de vinculaciones personales de socios de la SAFV.

Actualmente, la SAFV es miembro del Global Plant Council (GPC) <http://globalplantcouncil.org/about-us/members>, junto a muchas otras sociedades de biología vegetal. El GPC nuclea a sociedades nacionales, regionales e internacionales que representan a las ciencias de las plantas, la agricultura y las ciencias ambientales en todo el mundo.

En la Argentina, luego de muchos intentos frustrados de establecer vinculaciones formales con sociedades afines, finalmente se firmó un convenio con la Sociedad Argentina de Genética <http://www.sag.org.ar/sitio/2016/03/02/convenio-de-colaboracion-con-la-sociedad-argentina-de-fisiologia-vegetal/>. Este convenio permitirá que socios de cada una de estas entidades participen en los congresos de la otra en calidad de socios regulares

La FV en tiempos de dictaduras

Las dictaduras también actuaron contra colegas fisiólogos vegetales, afectando profundamente a la comunidad académica y científica. Un hecho de tristísimas consecuencias sucedió en tiempos del General Onganía, cuando se intervinieron las universidades nacionales y una importante cohorte de profesionales, muchos de gran prestigio, debió abandonar sus lugares de trabajo. Es el caso ya señalado de Isidoro Mogilner, quien fuera cesanteado de su cargo de profesor en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE y nunca más volvió a ejercer la actividad de docente-investigador, pasando él y su familia períodos de grandes dificultades económicas. El Doctor Gustavo Orioli, uno de sus discípulos nos transmitió en una entrevista el afecto que Mogilner había sabido despertar en quienes lo rodeaban y el nivel de desarrollo al que había conseguido llevar su cátedra de FV tanto por su equipamiento como por los trabajos de investigación que se realizaban y cuál fue el grado de deterioro al ser cesanteado y dispersado su grupo de trabajo.

Probablemente el caso más conmocionante de este período fue el que afectó en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo al Doctor Tizio y su equipo que debió abandonar el lugar de trabajo. Entre los considerandos de la Resolución firmada por el Rector-Interventor se dejó constancia “*Que resulta prioritario erradicar la subversión y las causas que favorecen su existencia*”. Sorprendentemente Tizio fue subversivo en la UNCuyo pero ese sanbenito no impidió su incorporación como profesor titular en la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, donde se desempeñó entre los años 1977-1984.

Entre los casos de represión de la última dictadura también se encuentra el del autor de estas líneas, Alberto Golberg, quien por aplicación de la ley antisubversiva debió dejar su puesto en la Estación Experimental de Pergamino, pasar dos años detenido a disposición del Poder Ejecutivo Nacional y ocho de exilio.

Palabras finales

Antes de poner un punto final a esta breve historia queremos reiterar nuestra admiración hacia aquéllos a quienes dimos el calificativo de pioneros. El principal equipamiento que poseían los laboratorios de FV en los comienzos era el ingenio, algunas balanzas y estufas de secado; muy pocos eran los laboratorios dotados con un espectrofotómetro, había solamente fotocolorímetros y tal vez, en los mejor equipados, centrífugas. No existía la Internet, y las separatas se solicitaban por correo postal, y se recibían, por el mismo medio, muchos meses después. Con estos elementos se inició la investigación en FV y de esa fragua encendida por Sívori y Soriano se originaron los cientos de profesionales que hoy trabajan en la biología experimental de plantas. El avance del conocimiento y de los medios para adquirirlo han logrado dimensiones insospechadas desde la creación de la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, cuya comunidad ha crecido y se ha desarrollado (para utilizar “términos fisiológicos”) en este período. Eso es muy auspicioso para un país como el nuestro, donde los productos agrícolas (en el sentido más amplio), tienen una altísima incidencia en el sustento de la economía y por ende, en el bienestar de toda la sociedad. Creemos que la Fisiología Vegetal ha contribuido a ese sustento y, sin dudas, debe seguir asumiéndolo como desafío.

Es oportuno también en este punto agradecer nuevamente a las entidades que han albergado grupos de investigación, financiado becarios y el trabajo en Fisiología Vegetal, sin cuyo apoyo esta historia no hubiera existido.

Bibliografía

Revista Φ YTON, volúmenes 1-21

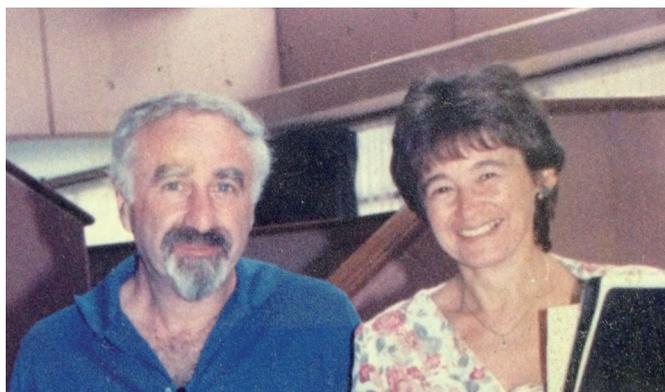
Libros de resúmenes de las reuniones VII en adelante, depositados actualmente en la Biblioteca del CIAP INTA. No se ha podido encontrar el libro correspondiente a la reunión VIII.

Los compiladores de esta historia

Edith Taleisnik, Presidente de la SAFV 2000-2004. Bióloga (aunque tiene alma de agrónoma...), recibida en la FCEFND de la Universidad Nacional de Córdoba, MSc Stanford University, EEUU; PhD Ben Gurion University of the Negev, Israel. Investigadora Principal de CONICET, trabaja en el INTA (IFRGM, CIAP) en respuestas de plantas cultivadas, en especial gramíneas forrajeras, a condiciones de salinidad y alcalinidad. Es Profesora Consulta de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba.

La Fisiología Vegetal, dictada por Trippi, la rescató de las abrumadoras descripciones de organismos largamente fallecidos y las claves dicotómicas, que eran la esencia misma de la carrera de Biología que cursaba en la Universidad Nacional de Córdoba. Aún siendo estudiante, un curso realizado en el laboratorio de Horacio Pontis, en la Fundación Bariloche, representó un punto de inflexión en la forma de leer e interpretar resultados experimentales. Fue recorrer un telón al mundo de la ciencia. Desde entonces, adoptó la Fisiología Vegetal como forma de vida; trabajó en EEUU (maestría), en Costa Rica y en Israel (doctorado), antes de regresar definitivamente a la Argentina. En todas partes tuvo la inmensa fortuna de interactuar con personas interesantes y generosas, junto a las cuales creció. La IFS (International Foundation for Science) apoyó su reinserción en la Argentina, y luego la acompañó durante toda su vida profesional. A ella, al CONICET y a las demás instituciones públicas y privadas argentinas que hospedaron y solventaron su trabajo, y a los becarios y colegas con los que lo comparte cotidianamente, les debe haber llegado a su posición actual: estar feliz y entusiasmada con lo que hace.

E mail: etaleisnik@conicet.gov.ar



Los compiladores, en una fotografía tomada en la XXI RAFV, Mendoza, 1996 ¿esperaban una foto reciente? ¡...esta es parte de la historia de la SAFV!

Alberto Daniel Golberg, Presidente de la SAFV 2004-2006. Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía UBA (1966); Magister, Universidad Nacional de La Plata (1969) ; Diplome d'Etudes Approfondies, Faculté des Sciences d'Orsay-Université de Paris 11 (1972); Docteur en Sciences Agronomiques (1990), Université Catholique de Louvain , ha tenido una vida profesional bastante movida: Concluido su Magister, marchóse a Chile donde trabajó en la Corporación de la Reforma Agraria; de regreso a la Argentina ingresó en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en la Estación Experimental de Pergamino (1969). Realizó estudios de posgrado (ecología vegetal) en la Universidad de París becado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Francia, regresó a la E.E.A. Pergamino (1972), donde prosiguió sus trabajos en ecofisiología del maíz, estudiando fundamentalmente el efecto del viento sobre el crecimiento y la producción, tema de investigación que continuará durante muchos años en diferentes circunstancias. En 1973 fue nombrado Director de Agricultura en el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, renunció a comienzos de 1974, regresando a su cargo en el INTA-Pergamino. En 1976 fue detenido por la dictadura y obviamente cesanteado del INTA, permaneció en el penal de Sierra Chica hasta fines de 1978. En 1979 fue nombrado profesor de Ecología y Fisiología Vegetal en el Centro Universitario de Litoral Agrario (La Ceiba), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Se radicó en Xalapa (Estado de Veracruz, México), a partir de 1980, allí realizó investigaciones

sobre ecofisiología del cafeto en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, también durante ese lapso actuó como profesor de Fisiología Vegetal, Ecología y Ecología de Agroecosistemas en la Facultad de Biología y en la de Agronomía de la Universidad Veracruzana. En 1983 continuó los estudios sobre ecofisiología del cafeto en la Faculté des Sciences Agronomiques, Faculté Catholique de Louvain. Regresó a la Argentina en 1986, incorporándose como docente (profesor titular) en la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa y en 1988 fue reincorporado al INTA en la Estación Agropecuaria Guillermo Covas en Anguil. Durante todo el lapso que medió hasta su jubilación continuó con sus investigaciones sobre el efecto del viento en maíz y trigo y también realizó estudios sobre el efecto de la limitación hídrica en el trigo en las condiciones semiáridas de La Pampa. Ha escrito cinco libros sobre diferentes temas relacionados con el viento, la limitación hídrica y la ecofisiología del cafeto, todos en coautoría y publicó alrededor de setenta trabajos relacionados con la misma temática.

E mail: agolberg@cpenet.com.ar

Problema
~~del~~
~~del~~

~~del~~
~~del~~
~~del~~

~~del~~
~~del~~
~~del~~

M. Paggio

~~del~~
~~del~~
~~del~~

~~del~~
~~del~~
~~del~~

~~del~~
~~del~~
~~del~~

~~del~~
~~del~~
~~del~~

En La Plata, a 13 días de diciembre de 1958, en el local de la cátedra de Fisiología Vegetal y Fito geografía de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, se reunieron las personas que firman al margen a los efectos de constituir una sociedad que reúna a las personas interesadas en fisiología vegetal en el país. Se resolvió elegir al Ing. Agr. Enrique M. Sivori para dirigir el debate y al Ing. Agr. Miguel M. Paggio como secretario de actas. Inzgo de un cambio de ideas se resolvió dejar constituida tal sociedad la que se regirá por los siguientes estatutos que fueron aprobados por unanimidad:

Título I

Fines de la sociedad

Art. 1^o) Con el nombre de "Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal" se constituye una agrupación, con domicilio legal en la ciudad de Buenos Aires, ~~calle~~

La imagen es la copia de la primera página del Acta Fundacional de la SAFV, 1958



ENCUENTRO
Grupo Editor



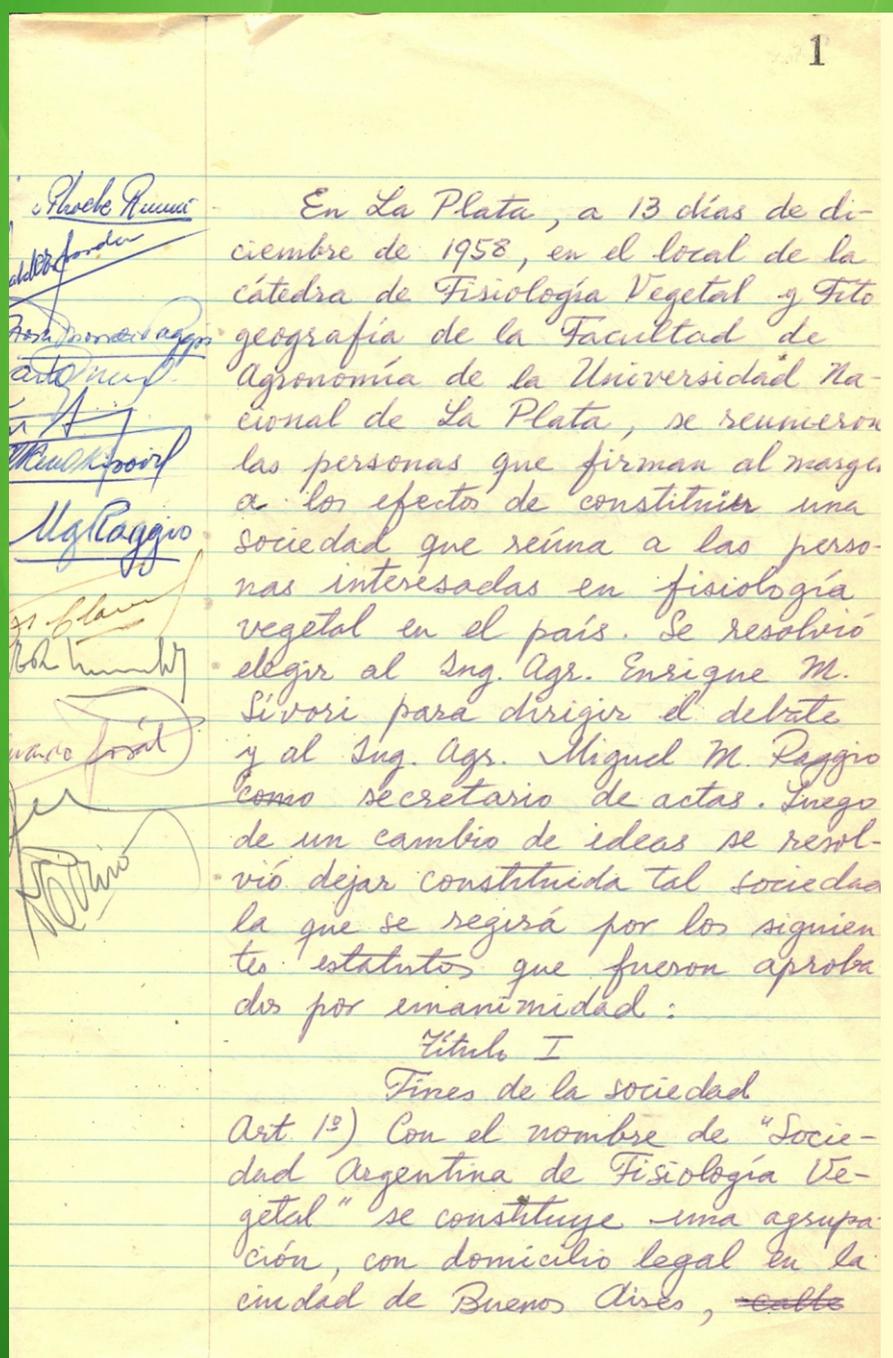
La **Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal (SAFV)** se creó el 13 de diciembre de 1958, siendo la primera sociedad dedicada a promover esta disciplina en América Latina. En este volumen, Edith Taleisnik y Alberto Golberg, emprenden la tarea de resumir y valorar los casi 60 años de historia de esta sociedad. La tarea no es menor, dado que los orígenes y el derrotero inicial de la SAFV no están registrados en archivos que puedan “googlearse”, sino que, a menudo, han debido ser rastreados en documentos originales, fotografías y apuntes guardados por algunos miembros de las primeras generaciones de fisiólogos del país.

El enfoque de Taleisnik y Golberg se centra en la dimensión humana de la historia de la SAFV. Los autores buscan las raíces de la sociedad en las personalidades de los primeros fisiólogos argentinos, Sívori y Soriano, destacando aspectos esenciales de las personalidades de aquellos maestros. Este es quizá uno de los aspectos más ricos de la obra, ya que la crónica logra capturar y transmitir la naturaleza fundacional de las acciones de ese pequeño grupo de investigadores y docentes. Abundan las referencias a sus temas de trabajo, su propia formación con pioneros internacionales de la fisiología, y las limitaciones de infraestructura y equipamiento que debieron sortear con la única ayuda de su talento y motivación. Continuando con la veta humana de la historia de la sociedad, Taleisnik y Golberg transcriben entrevistas con varios de los “descendientes académicos” directos de los padres fundadores de la disciplina. Estas entrevistas aportan una rica y variada mezcla de visiones personales acerca de la evolución y perspectivas futuras de la fisiología vegetal. Finalmente, el libro incluye pequeños ensayos escritos por algunos de los colegas que se desempeñan actualmente como fisiólogos de plantas en distintos puntos del país.

Los autores modestamente subrayan que su obra debe verse como un trabajo en evolución, e invitan a la comunidad de fisiólogos a sumarse con testimonios y perspectivas para generar una visión más rica del crecimiento de la biología de plantas en Argentina. Ciertamente Taleisnik y Golberg han dado un primer paso enorme. Esta crónica será de interés para un amplio abanico de miembros de nuestra comunidad interesados en conocer los orígenes de una disciplina que, en muchos campos, ha alcanzado un desarrollo notable, a pesar de los obstáculos que han debido superarse a lo largo de los primeros 58 años de historia de la SAFV.

Carlos L. Ballaré

Investigador Superior, CONICET - Profesor Titular, UBA y UNSAM



La imagen es la copia de la primera página del Acta Fundacional de la SAFV, 1958