



## INFORME CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO<sup>1</sup>

PERIODO: 2012/2013

Legajo N°: .....

1. APELLIDO: Tognetti.....  
NOMBRES: Jorge Alberto.....
  
2. TEMA DE INVESTIGACION  
Plasticidad morfo-fisiológica y calidad de los productos agrícolas ante cambios en temperatura, irradiancia, niveles de azúcares y de nitrógeno en especies de interés agronómico en el sudeste de Buenos Aires - parte 4
  
3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA  
INGRESO: Categoría: Adjunto c/ director .... Mes: julio..... Año: 1992.....  
ACTUAL: Categoría: Independiente..... desde el mes: diciembre:..... Año 2012.....
  
4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA  
Nombre: Universidad Nacional de Mar del Plata.....  
Dependencia: Unidad Integrada Balcarce (Fac. Ciencias Agrarias – EEA INTA Balcarce)  
Dirección.Calle: Ruta 226 km 73,5..... N°.....  
Ciudad: Balcarce.....Pcia: Buenos Aires.....Tel: 02266 439100.....  
Dirección electrónica: jtognetti2001@yahoo.com.ar.....  
Cargo que ocupa: Prof. Adjunto por convenio.....
  
5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)  
Apellido y Nombres:.....  
Dirección.....  
Ciudad:..... Pcia:  
Dirección electrónica:.....

.....  
Firma del Director (si corresponde)

.....  
Firma del Investigador

Fecha 30/05/13

<sup>1</sup> Art. 11; Inc. “e” ; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico)

## 6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO

Se describen a continuación los trabajos desarrollados en las dos líneas principales:

### 1) ESPECIES FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO: CRECIMIENTO DE PLANTAS Y CALIDAD DE FRUTOS EN FUNCION DE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA E INTENSIDAD DE LUZ

a) se presentaron sendas comunicaciones a un Congreso especializado acerca de los mecanismos de resistencia al congelamiento en *Vitis vinifera*, como parte de un proyecto de tesis de doctorado en que se participa como asesor (Ing. Agr. F. González Antivilo; 12.6):

- acerca del daño por congelamiento del floema y la brotación en cv. Merlot (7.5.1)
- sobre el efecto de períodos cálidos en la desaclimatación de cvs. Merlot y Chardonnay (7.5.2);

b) acerca de influencia de la temperatura y niveles de radiación fotosintéticamente activa sobre la calidad de los frutos de arándano alto, se realizó una temporada de ensayos con sombreado de racimos, que forman parte de un proyecto de tesis doctoral recientemente iniciado (Ing. Agr. C. Godoy) (12.7);

c) se realizó una segunda temporada de ensayos en kiwi, sobre la relación entre el ambiente lumínico y la calidad de fruto bajo distintos sistemas de conducción, en el monte implantado en la FCA-UNMDP.

### 2) ESPECIES HERBACEAS DE INTERES AGRONOMICO: PLASTICIDAD MORFO-FISIOLÓGICA Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS ANTE CAMBIOS EN TEMPERATURA, IRRADIANCIA Y NIVELES DE AZÚCARES

a) acerca del papel de la sacarosa como molécula señal en las respuestas morfo-fisiológicas a los niveles de temperatura e irradiancia

- se publicó un artículo de revisión en una revista internacional (7.1.1);

b) sobre la relación entre la disponibilidad de fotoasimilados, el filocrono y el tamaño foliar final en girasol, se realizaron los ensayos previstos, que forman parte de un proyecto de tesis de doctorado (Ing. Agr. C. Paz) (12.4) actualmente en realización, y cuyos resultados serán comunicados próximamente;

c) acerca de la capacidad germinativa de genotipos de girasol con composición ácida modificada:

- se presentó una comunicación a un Congreso especializado, resultado parcial de una tesis de Magíster Scientiae (Ing. Agr. R. González Belo) (12.1) finalizada en el período (7.5.3);

d) sobre los efectos de en el desarrollo de biomasa en *Epipremnum aureum*

- se publicó un artículo en una revista internacional (7.1.2), como resultado parcial de una tesis de doctorado (Ing. Agr. A. Di Benedetto) finalizada en un período anterior;

e) acerca de los efectos del tamaño de contenedor, y reguladores de crecimiento (BAP, paclobutrazol) sobre los mecanismos de expansión de biomasa postrasplante en lechuga:

- se presentó una comunicación a un Congreso especializado (7.5.4);

f) con respecto a los cambios en la densidad estomática en trigo y otros cereales de invierno, en relación con la aclimatación al frío

- se concluyó en el período una tesina de graduación (Ing. Agr. D. Ganem) (12.8);

g) sobre el rol de la disponibilidad de fotoasimilados en el macollaje del trigo

- se publicó un artículo en una revista internacional (7.1.3), que forma parte de una Tesis doctoral (Lic. Máximo Lorenzo) pendiente de defensa oral (12.2);

h) acerca de la tolerancia genética para calidad industrial en trigo bajo estreses abióticos asociados con el cambio climático

- se publicó un capítulo de un libro (7.1.4), resultado parcial de un proyecto de tesis de doctorado (Prof. M. Basile) en realización (12.3);

i) acerca del efecto de los cambios en temperatura e irradiancia sobre formación del parénquima de reserva en zanahoria, se condujeron ensayos correspondientes a un proyecto de tesina de graduación en Licenciatura en Cs. Biológicas (Sr. D. Caccaviello) (12.9);

j) acerca del efecto de agroquímicos sobre la fluorescencia de clorofila y enzimas vinculadas al estrés oxidativo en *Bidens laevis* y *Myriophyllum quitense* para el biomonitorio de la contaminación acuática agrícola, se realizaron los ensayos previstos, que forman parte de una beca postdoctoral que serán comunicados próximamente (Dr. D. Pérez) (11.2).

## 7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

### 7.1 TRABAJOS PUBLICADOS

#### **7.1.1. TOGNETTI JA, PONTIS HG, MARTÍNEZ NOEL G. 2013. Sucrose signaling in plants: A world yet to be explored. Plant Signaling and Behavior 18:8 e23316.**

Resumen: Este trabajo de revisión trata acerca del papel de la sacarosa como una molécula de señalización en plantas. Este rol fue originalmente propuesto hace varias décadas. Sin embargo, el reconocimiento de que la sacarosa constituye una verdadera señal de amplios alcances en plantas ha sido ampliamente debatido y sólo recientemente, este papel ha sido plenamente aceptado. Los casos mejor estudiados de señalización por sacarosa implican procesos metabólicos, tales como la inducción de la síntesis de fructanos o de antocianinas. Sin embargo, un gran volumen de información dispersa sugiere que la sacarosa podría controlar una amplia gama de procesos de desarrollo a lo largo de todo el ciclo de vida de la planta. Existen grandes brechas en nuestra actual comprensión de los pasos intracelulares que median la acción de la sacarosa. La concentración de sacarosa en los tejidos vegetales tiende a estar directamente relacionada con la intensidad de la luz e inversamente relacionada con la temperatura, y en consecuencia, la aplicación de sacarosa exógena suele evocar las respuestas de los vegetales a intensidades altas y temperaturas bajas. Sin embargo, se registran muchas excepciones a esta regla debido a interacciones con otras vías de señalización. En conclusión, el papel de la sacarosa como una molécula de señalización en las plantas solo está empezando a ser conocido y queda mucho por investigar para tener un mapa completo de su importancia en el funcionamiento de las plantas.

Se adjunta copia del trabajo

#### **7.1.2. DI BENEDETTO A, GALMARINI CR, TOGNETTI JA. 2013. Changes in leaf size and in the rate of leaf production contribute to cytokinin-mediated leaf growth promotion in *Epipremnum aureum* L. cuttings. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology 88: 179 – 186.**

Resumen: El crecimiento del follaje de las plantas ornamentales a menudo está limitado por el tamaño de las macetas, el cual ejerce una restricción sobre el crecimiento de la raíz y, por lo tanto, en la producción de , que a su vez desempeñan un papel regulador clave en el desarrollo y el crecimiento de la parte aérea. Se estudió el efecto de la aplicación exógena de 6-bencilaminopurina (BAP) sobre el crecimiento de las plantas y el desarrollo del área foliar en *Epipremnum aureum* L. cultivado en macetas. La hipótesis fue que el aumento de la concentración de citoquininas por pulverización foliar de BAP promovería el crecimiento vegetal mediante la superación de los efectos de la restricción del crecimiento radical sobre el desarrollo de toda la planta. Se realizaron tres experimentos en invernadero, utilizando (i) diferentes concentraciones de BAP, (ii) diferentes números de pulverizaciones, y (iii) diferentes niveles de irradiancia. Los resultados mostraron que una sola aplicación de BAP, a  $5 \text{ mg L}^{-1}$ , incrementó significativamente ( $P \leq 0.05$ ) el área foliar (20 - 40%) y la acumulación de biomasa en peso fresco (30 - 35%), mientras que las concentraciones de BAP superiores, o ulteriores aplicaciones, tenían menos efecto. El efecto máximo de BAP se observó bajo niveles intermedios de irradiancia. El mayor desarrollo del área foliar en las plantas tratadas con BAP resultó de aumentos tanto en el área final de las hojas individuales (100 -.150%

sobre los controles) como en la tasa de aparición de hojas (30 a 120% sobre los controles). Este último efecto podría atribuirse a un acortamiento del filocrono, ya que no se observaron ramificaciones bajo ningún tratamiento de BAP. Se discuten explicaciones fisiológicas alternativas, así como las posibles aplicaciones comerciales de estas respuestas.

Se adjunta copia del trabajo

**7.1.3. ASSUERO SG, LORENZO M, PEREZ NM, VELÁZQUEZ L, TOGNETTI JA. 2012. Tillering promotion by paclobutrazol in wheat and its relationship with plant carbohydrate status. New Zealand Journal of Agricultural Research 55:347-358**

Resumen: En las gramíneas, el macollaje es al menos en parte controlado por las auxinas y citoquininas. La participación de otras hormonas es menos clara, pero hay evidencias de que las giberelinas también puede jugar un papel, de acuerdo con ensayos previos sobre plantas tratadas con inhibidores de la síntesis de giberelinas. Este estudio evalúa el efecto del paclobutrazol (PBZ), un inhibidor de la síntesis de giberelinas, sobre el desarrollo de macollos en trigo. Los experimentos se llevaron a cabo bajo condiciones controladas; el PBZ fue suministrado al medio radical. El PBZ causó un avance significativo de la aparición de macollaje en comparación con los controles. Sin embargo, no se observaron efectos sobre el “*site filling*” (llenado de sitios potenciales de macollos). En cambio, el PBZ promovió la tasa de aparición de hojas. Las plantas tratadas con PBZ tenían menor altura, mayor contenido de clorofila, una tendencia a un mayor rendimiento cuántico del fotosistema II, un mayor contenido de materia seca y una mayor concentración de azúcares solubles. Los resultados sugieren que la mayor disponibilidad de hidratos de carbono en las plantas tratadas con PBZ puede conducir a un más rápido desarrollo y por lo tanto a un mayor número de macollos que en plantas no tratadas, sin modificar el “*site filling*”. Se propone un modelo acerca de las relaciones entre las giberelinas y los hidratos de carbono, y la producción de hojas y macollos en trigo.

Se adjunta copia del trabajo

**7.1.4. BASILE, S. M. L.; BURRELL, M. M.; CARDOZO, J. A.; STEELS, C.; KALLENBERG, F.; DALLA VALLE, H.; TOGNETTI, J. A.; ROGERS, W. J. (2012). Perfil metabólico de los exudados floemáticos de cultivares argentinos de trigo pan cultivados bajo diferentes suministros de nitrógeno. En: S.A. Stenglein, M.V. Moreno, M. Cogliatti, W.J. Rogers, M.A. Carmona, R.S. Lavado (Eds.), Cereales de invierno. Investigación científico-técnica pp 138-146, Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. ISBN 978-950-658-301-9**

Resumen: Como el llenado de los granos ocurre a través del floema, el análisis de los compuestos presentes en los exudados floemáticos es un indicador válido de los compuestos que estarán presentes en los futuros granos. Dado que los distintos cultivares de trigo pan difieren en su respuesta a la fertilización nitrogenada, es posible caracterizar los metabolitos responsables de esas diferencias. Por tal motivo, en el presente trabajo, se obtuvieron los perfiles metabólicos de los exudados floemáticos de cultivares de trigo pan contrastantes en calidad, bajo suplemento de nitrógeno. Durante los años 2008 y 2009, se realizaron ensayos a campo, en los que variedades de trigo pan crecieron bajo dos regímenes de nitrógeno: tratamiento control 1 (moderado N inicial disponible en el suelo) y tratamiento 2 (con suplemento de N). Los exudados floemáticos fueron recogidos cuando la hoja bandera estaba

totalmente expandida. Los metabolitos se analizaron por espectrometría de masa de muestras ionizadas por *electrospray* (ESI-MS). Se realizaron los correspondientes análisis de componentes principales, los cuales se basaron en la cantidad de cada metabolito en cada combinación cultivar-nitrógeno. Las diferencias en los años influyeron en la distribución de los cultivares en el diagrama de componentes al cruzar la CP 1 vs. la CP 2. Durante 2008, los cultivares mostraron mas diferencias para la componente 1, mientras que en 2009 esto sucedió para la componente 2. Se encontraron masas altamente relevantes en la distribución de los cultivares en los diagramas y se esta tratando de identificar los metabolitos que se corresponden con esas masas.

Se adjunta copia del trabajo

### 7.3. TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

#### **7.3.1 DI BENEDETTO A, GALMARINI CR, TOGNETTI JA. Increases in net assimilation rate, but not in carbon partitioning to leaves, explain *Epipremnum aureum* L. growth promotion by exogenous cytokinin application (Enviado a Journal of Horticultural Science & Biotechnology)**

Resumen. Este trabajo analiza desde el punto de vista de la asimilación del carbono los resultados encontrados en la parte 1. Se analizan las relaciones alométricas entre parte aérea y radical, y entre láminas y tallos + pecíolos. Asimismo, se efectúa un análisis clásico del crecimiento, incluyendo la partición de área foliar (LAP). Nuestros resultados sugieren fuertemente que la promoción del crecimiento aéreo causado por citoquininas no se encuentra vinculada con una mayor partición del carbono hacia el desarrollo de área foliar, sino con una mayor tasa de asimilación de carbono por unidad de superficie. Asimismo, este incremento no se vio asociado con el contenido de clorofila ni con el grosor foliar. Se discuten las posibles vías por las cuales las citoquininas promoverían la mayor eficiencia en la fijación del carbono en *Epipremnum aureum*.

#### **7.3.2 LORENZO M, PINEDO ML, EQUIZA MA, GANEM DG, TOGNETTI JA. Cold-induced changes in wheat leaf anatomy are associated with differential cell wall apoplastic peroxidase activity during leaf expansion (Version revisada, enviada a Journal of Plant Physiology)**

Resumen. En el presente trabajo se analiza el efecto de la baja temperatura en los componentes de la pared celular y actividad de peroxidasas apoplásticas (AP) en hojas de trigo de genotipos de invierno y de primavera, en relación con los cambios morfológicos causados por el frío en las hojas que incluyen la producción de células mas largas (especialmente en genotipos invernales) así como el engrosamiento de paredes celulares (que también es mayor en los genotipos de invierno). Nuestros resultados sugieren que esta respuesta dual podría explicarse por una regulación espacio-temporal diferencial de la actividad de AP entre ambos tipos de trigo. Así, en las zonas en expansión se observo una muy baja actividad AP en el genotipo invernal, que permitiría una mayor elongación de las células epidérmicas. Por el contrario, en células recién expandidas, la actividad aumento drásticamente en este cultivar, en concordancia con una deposición de hidratos de carbono estructurales, particularmente hemicelulosa, lo que explicaría el mayor grosor de las paredes de este tipo de cultivares. Se discuten las implicancias fisiológicas de esta respuesta dual de los genotipos invernales en el marco del proceso de aclimatación al frío.

## 7.5 COMUNICACIONES.

**7.5.1 González Antivilo F., Keller M., Borgo R., Tognetti J. 2012. Efecto del daño por congelamiento del floema sobre la brotación de sarmientos de *Vitis vinifera* cv. Merlot. XXIX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, 17 al 20 de septiembre de 2012, Mar del Plata. Libro de Resúmenes p. 143.**

**7.5.2 González Antivilo F., Keller M., Borgo R., Tognetti J. 2012. Pérdida de resistencia al frío en *Vitis vinifera* cvs. Merlot y Chardonnay. XXIX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, 17 al 20 de septiembre de 2012, Mar del Plata. Libro de Resúmenes p. 144.**

**7.5.3 González Belo R, Tognetti JA, Benech Arnold R, San Martino S, Izquierdo NG. 2012. Efecto de la temperatura sobre la germinación de semillas de girasol con composición acídica modificada. XXIX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, 17 al 20 de septiembre de 2012, Mar del Plata. Libro de Resúmenes p. 61.**

**7.5.4 Di Benedetto A, Tognetti J., De Lara A., Feuring, V. 2012. Efecto del tamaño de contenedor y el uso de bencil amino purina (BAP) sobre los mecanismos de expansión de biomasa pos-trasplante en lechuga (*Lactuca sativa* L.) XXIX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, 17 al 20 de septiembre de 2012, Mar del Plata. Libro de Resúmenes p. 282.**

8.5 NOMBRE Y DIRECCIÓN DE PERSONAS DE LA ACTIVIDAD PRIVADA Y/O PÚBLICA QUE CONOCEN SU TRABAJO Y QUE PUEDEN OPINAR SOBRE LA RELEVANCIA Y EL IMPACTO ECONÓMICO Y/O SOCIAL DE LA/S TECNOLOGÍA/S DESARROLLADA/S.

Dr. Gustavo A. Orioli (UNS), [gorioli@criba.edu.ar](mailto:gorioli@criba.edu.ar)

Dr. Víctor O. Sadras (INTA), [sadras.victor@saugov.sa.gov.au](mailto:sadras.victor@saugov.sa.gov.au)

Dr. Luis A. N. Aguirrezábal (UNMdP), [laguirre@mdp.edu.ar](mailto:laguirre@mdp.edu.ar)

Dr. Enrique Sánchez (EEA INTA Alto Valle) [esanchez@correo.inta.gov.ar](mailto:esanchez@correo.inta.gov.ar)

Dr. Horacio G. Pontis. (FIBA) [pontis@fiba.org.ar](mailto:pontis@fiba.org.ar)

## 11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.

11.1. Ing. Agr. Cosme Daniel Paz. Beca Doctoral Tipo I, CONICET. Tema: Relación entre la disponibilidad de fotoasimilados, el filocrono y el tamaño foliar final en especies con diferente hábito de desarrollo (Desde 01/04/12) (Director Dr. Jorge Tognetti; Co-Director: Dr. Luis Aguirrezábal).

11.2. Dra. Débora Jesabel Pérez. Beca Posdoctoral, CONICET. Tema: Aplicación de biomarcadores en las macrófitas *Bidens laevis* y *Myriophyllum quitense* en el biomonitorio de la contaminación acuática agrícola. (Desde 01/04/12) (Director: Dra. Mirta Menone; Co-Director: Dr. Jorge Tognetti)

11.3. Prof. Marisol Basile. Beca Doctoral, CONICET. Tema: Tolerancia genética para calidad industrial en trigo bajo estreses abióticos asociados con el cambio climático. (Desde 01/04/13) (Director: Dr. John Rogers, Co-Director: Dr. Jorge Tognetti)

## 12. DIRECCION DE TESIS

### *De posgrado:*

12.1 Ing. Agr. Raúl González Belo. Magister Scientiae en Producción Vegetal, Escuela de Posgrado Unidad Integrada Balcarce (INTA-FCA UNMdP). Tema: Caracterización de la capacidad germinativa de genotipos de girasol con composición ácida modificada (Directora: Dra. Natalia Izquierdo, Co-Director: Dr. Jorge Tognetti) (**Finalizada, 2012**)

12.2 Lic. Máximo Lorenzo. Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP. Tema: Reversión de adaptaciones morfo-fisiológicas a las bajas temperaturas en cultivares invernales y primaverales de trigo (Director: Dr. Jorge Tognetti) (pendiente de defensa oral al momento de presentar este informe).

12.3 Ing. Agr. Florencia Jaimes. Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP Tema: Bases ecofisiológicas para el análisis de los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático sobre la calidad de los productos agrícolas (Director: Dr. Luis Aguirrezábal; Co-Director: Dr. Jorge Tognetti) (próxima a ser presentada).

12.4 Ing. Agr. Cosme Daniel Paz. Beca Doctoral Tipo I, CONICET. Tema: Relación entre la disponibilidad de fotoasimilados, el filocrono y el tamaño foliar final en especies con diferente hábito de desarrollo (Director: Dr. Jorge Tognetti; Co-Director: Dr. Luis Aguirrezábal) (en ejecución)

12.5 Prof. Marisol Basile. Doctorado en Ciencias Biológicas, Escuela de Posgrado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP. Tema: Tolerancia genética para calidad industrial en trigo bajo estreses abióticos asociados con el cambio climático. (Director: Dr. John Rogers, Co-Director: Dr. Jorge Tognetti) (en ejecución)

12.6 Ing. Agr. Francisco González Antivilo. Doctorado en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo Tema: Evaluación de mecanismos de resistencia a temperaturas subcero en *Vitis vinifera* cv Malbec durante las distintas fases del periodo vegetativo bajo diferentes ambientes térmicos (Miembro del Comité Asesor) (Director: Dr. Roberto Borgo) (en ejecución)

12.7 Ing. Agr. Carlos Godoy. Doctorado en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Tema: Influencia de la temperatura y niveles de radiación fotosintéticamente activa sobre el desarrollo y calidad de los frutos de arándano alto (Director: Dr. Jorge Tognetti, Co-director: Dr Enrique Sánchez) (iniciado 2013)

### *Tesinas de graduación:*

12.8. Sr. Dario Ganem. Tesis para optar al grado académico de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata. Tema: Relación entre la

longitud de células epidérmicas y la rusticidad al frío en cereales de invierno (Director) **(Finalizada, 2012)**

12.9 Sr. Damián Caccaviello. Tesis para optar al grado académico de Licenciado en Ciencias Biológicas - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Mar del Plata. Tema: Efecto de los cambios en temperatura e irradiancia sobre formación del parénquima de reserva en zanahoria en relación con los niveles de disponibilidad de fotoasimilados (Director) (En ejecución).

## 15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO

15.1. ANPCyT, Proyecto PICT 2008. Bases ecofisiológicas de los efectos de factores ambientales durante el llenado de los granos sobre la calidad del aceite y la calidad germinativa de las semillas. Integrante del Grupo Responsable. (Director: Luis A. N. Aguirrezábal).

15.2. Universidad Nacional de Mar del Plata. Plasticidad morfo-fisiológica y calidad de los productos agrícolas ante cambios en temperatura, irradiancia y niveles de azúcares en especies de interés agronómico en el sudeste de Buenos Aires. Parte 2. Monto período 2012: \$ 3.290.

## 18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.

Co-Director del Laboratorio de Fisiología Vegetal, Unidad Integrada Balcarce (desde 2010 hasta el presente)

Miembro de la Comisión de Doctorado, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP.

Miembro de Comité de CONEAU para la evaluación de carreras de postgrado (UNC).

### *Evaluación de Proyectos*

Evaluador de proyectos de investigación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (2012).

Evaluador de Ingreso a Carrera del Investigador Científico (CONICET), Comisión Ciencias Agrarias (2012).

Evaluador de Ingreso a Carrera del Investigador Científico (CONICET), Comisión Ciencias Biológicas (2012).

### *Evaluación de Trabajos científicos*

Evaluador de artículos en las revistas:

:

- Physiologia Plantarum
- Field Crops Research



### ***Evaluación de Becas***

Miembro del Comité para el otorgamiento de becas de investigación en las categorías de Estudiante Avanzado, Iniciación, Perfeccionamiento y Formación Superior. Universidad Nacional de Mar del Plata. Noviembre 2012.

### ***Evaluación de Tesis de posgrado:***

Miembro del comité evaluador del proyecto de tesis doctoral del Lic. Martín Rodríguez Rivera, Departamento de Postgrado UNRC, Río Cuarto (Directora Dra. Hilda Pedranzani).

## **20. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO**

20.1. Profesor del curso de grado Fisiología Vegetal, correspondiente a la currícula de la carrera de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNMDP), 1er. cuatrimestre 2012 y 2013.

20.2. Coordinador del curso optativo (grado y posgrado) “Relaciones Planta-Ambiente I. Una Introducción a la Fisiología Ambiental de los Vegetales Superiores”, dictado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2do. Cuatrimestre de 2012 (en colaboración con el Dr. L.A.N. Aguirrazábal),

20.3. Coordinador del curso de posgrado "Técnicas de Registro y Análisis de Imágenes Aplicadas a Estudios de Crecimiento Vegetal" los días 27 y 28 de noviembre de 2012, dictado en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata (Prof responsable: Lic, M.Sc. Damián Cirelli).

## 21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.

### **Plan de trabajo periodo 2013/2014**

#### **Desarrollo y respuestas morfo-fisiológicas de especies de interés agronómico ante variaciones de las condiciones ambientales en asociación con el cambio climático**

Existe actualmente un amplio consenso científico acerca de que el clima se verá alterado significativamente en las próximas décadas, como resultado del aumento de concentraciones de gases invernadero, tales como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos (IPCC, 2007; Houghton *et al.*, 1990, 1992). Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que la temperatura planetaria aumente entre 1,5°C y 4,5°C en las próximas décadas (IPCC, 1995). A su vez, en los últimos 30 años la radiación solar incidente ha disminuido (Stanhill y Cohen, 2001) y la temperatura media ha aumentado (IPCC, 2007) tanto a nivel global como local, existiendo asimismo una mayor variabilidad climática interanual.

Estas variaciones registradas así como el cambio climático futuro pueden tener efectos significativos en la agricultura, especialmente el efecto combinado de altas temperaturas y la disminución en la radiación global (Southworth *et al.*, 2000). El incremento en la temperatura, en paralelo con una disminución en la radiación, representa una situación ambiental novedosa, cuyos efectos sobre la fisiología de los cultivos es necesario estudiar. Asimismo, la mayor frecuencia de eventos extremos de temperatura, radiación (y asociado a esto, de disponibilidad hídrica) también condiciona fuertemente las respuestas de las plantas, tanto desde un punto de vista fisiológico como productivo.

Se describen a continuación las principales actividades previstas para el periodo junio 2013/ mayo 2014:

#### **a) Relación entre la intensidad de luz, la disponibilidad de fotoasimilados y el desarrollo y tamaño foliar final en girasol**

Tradicionalmente el desarrollo se expresa en términos de tiempo térmico debido al efecto determinante de la temperatura. No obstante, existen variadas evidencias de que otros factores ambientales pueden modificar la velocidad de desarrollo de las plantas. Existen en conjunto evidencias que sugieren que el nivel de disponibilidad de fotoasimilados estaría involucrado en la promoción del desarrollo de hojas, al menos bajo condiciones de ausencia de estrés. Trabajos recientes de nuestro laboratorio han mostrado el acortamiento del filocrono ante la aplicación de un regulador de crecimiento (paclobutrazol) que promueve la acumulación de fotoasimilados (Assuero *et al.* 2012) y de una hormona (bencil amino purina) que promueve la tasa de fijación de carbono (Di Benedetto *et al.*, en prensa). Existen evidencias preliminares de que, en girasol, el filocrono se alargaría ante disminuciones en la intensidad de luz; asimismo, la menor intensidad de luz causaría una reducción en el tamaño foliar final. Sin embargo, no es claro en qué medida estos efectos se relacionan con una menor disponibilidad de fotoasimilados, o si son efectos directos de la luz *per se*.

Los experimentos se realizarán en condiciones térmicas controladas a 25°C. Se trabajará con plantas jóvenes que hayan alcanzado el estadio de 5 hojas expandidas para evitar influencias de las reservas seminales. Se emplearán dos genotipos contrastantes en cuanto a tamaño foliar final (híbridos HAR2 y HA64). Se evaluará el efecto de a) la intensidad lumínica y b)

inyecciones de sacarosa, entre los estadios de 5 hojas y 12 hojas. Los diferentes niveles de disponibilidad de fotoasimilados se generarán a) variando la intensidad lumínica: se emplearán las siguientes intensidades, 100 - 200 - 300 - 400  $\mu\text{mol fotones PAR m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , logrados variando la distancia desde la fuente lumínica y/o por aplicación de tela media sombra neutra. b) por la aplicación directa de sacarosa al parénquima vascular: se realizará luego de la aparición de 4-5 hojas desde la germinación, para evitar los efectos de las reservas de la semilla. Se utilizará la técnica de inyección de Begna et al. (2002), con las modificaciones introducidas para girasol en nuestro laboratorio. Las variables de respuesta a ser medidas en dichos ensayos serán las siguientes: i) Nivel de Fotoasimilados; ii) Tamaño Foliar Final; iii) Tasa de aparición de hojas. Estos experimentos corresponden a un proyecto de tesis doctoral (Ing. Agr. Cosme Paz).

#### **b) Influencia de los cambios en temperatura e irradiancia sobre la formación del parénquima de reserva en raíces de zanahoria, y su posible mediación por disponibilidad de fotoasimilados**

Trabajos previos de nuestro laboratorio en cámaras de crecimiento revelaron que las temperaturas más elevadas causan una disminución en la partición del carbono hacia la raíz de reserva, y dentro de esta, una disminución de la proporción de parénquima floemático a parénquima del xilema (González et al. 2009). Esto es particularmente importante dado que la proporción floema:xilema constituye un parámetro fundamental en la determinación de la calidad agrícola en esta especie. Los efectos de las disminuciones en la irradiancia son aún poco claros. Experimentos preliminares de nuestro laboratorio sugieren que la luz tendría dos efectos: uno, promotor sobre el desarrollo del floema, a través de mayores niveles de fotoasimilados, y otro, promotor de desarrollo del xilema, como respuesta a la mayor demanda transpiratoria. Asimismo, el efecto neto de la luz en la determinación de la relación floema:xilema dependería de la temperatura. Sin embargo, son necesarios experimentos específicamente diseñados para poner a prueba esta posibilidad.

Se cultivarán plantas de zanahoria cv Colmar en micro-invernáculos bajo diferentes intensidades de luz, obtenidas mediante el empleo de telas media sombra neutra (30%, 50%, 65% y 80% de intercepción de luz). Al estado de 7-9ª hoja se cosecharán y pesarán las distintas partes de la planta. En la raíz de reserva se separarán los parénquimas para calcular la relación floema: xilema. Se cuantificarán los contenidos de monosacáridos y azúcares totales (mediante las técnicas de Somogyi-Nelson y fenol-sulfúrico respectivamente). Se emplearán dos fechas de siembra para lograr diferentes combinaciones de temperatura e intensidades de luz. Estos estudios corresponden a un proyecto de tesis de grado (Sr. Damián Caccaviello) que, a su vez, complementan los conducidos anteriormente en el marco de un proyecto de tesis doctoral (Ing. Agr. F. Jaimes) próximo a concluir.

#### **c) Relaciones entre la temperatura, la intensidad de luz, la disponibilidad de fotoasimilados y el desarrollo del trigo**

En estudios precedentes se observó que el desarrollo de yemas axilares (medida como *site filling*) en trigo, ante el agregado exógeno de un inhibidor de la síntesis de giberelinas (PBZ) que provoca un incremento en la acumulación de fotoasimilados, se incrementó, pero también que esta mayor producción de macollos era atribuible más bien a una aceleración del desarrollo (reducción del filocrono) que a una auténtica inducción del desarrollo de yemas axilares ya que no se encontraron evidencias de mayor ocupación de sitios potenciales (*site filling*) (Assuero et al., 2012). Estos resultados, obtenidos en cámaras de crecimiento ante niveles relativamente bajos de irradiancia, parecen contradecir parcialmente la hipótesis nutricional del control del desarrollo de los macollos (Assuero y Tognetti, 2010), en cuyo caso los efectos de un incremento en la temperatura o de una disminución en la irradiancia,

asociados al cambio climático, solamente afectarían la tasa de desarrollo de la planta principal y no afectaría la proporción de yemas que derivan en macollos. Sin embargo, son necesarios estudios bajo condiciones más realistas de irradiancia para llegar a una conclusión de validez general.

Se analizarán los datos correspondientes a dos experimentos realizados en la etapa anterior del presente proyecto, llevándose a cabo las determinaciones de azúcares y contenido de materia seca de las muestras tomadas y congeladas para efectuar diferentes análisis de correlación: a) entre los niveles de fotoasimilados disponibles, la irradiancia media y la temperatura media; b) entre ambas variables ambientales y el filocrono y *site filling*; c) entre los niveles de fotoasimilados y el filocrono y *site filling*. Los experimentos incluyeron cultivares invernales y primaverales, que poseen diferente capacidad de acumulación de fotoasimilados, particularmente en condiciones de baja temperatura. Estos estudios corresponden a un proyecto de tesis doctoral (Lic. Máximo Lorenzo), pendiente de defensa oral al momento de presentación de este informe.

#### **d) Efecto de la deficiencia lumínica en distintos momentos del desarrollo de los frutos de arándano sobre su calidad**

En los arándanos (*Vaccinium. corymbosum*), la radiación fotosintéticamente activa suele estar bajo el nivel de saturación de la fotosíntesis, debido al sombreado del canopeo y el ejercido por las malezas ya que se trata de plantas arbustivas. Este hecho restringe el crecimiento y la producción de la planta. Se ha demostrado que la deficiencia lumínica (por ejemplo por la cobertura de las filas con mallas de sombreado) retrasa el desarrollo del fruto, sugiriéndose su empleo como una herramienta para demorar la temporada pico de cosecha (Hicklenton et al., 2004; Lobos et al., 2009). La tendencia a la disminución en la intensidad lumínica como consecuencia del cambio climático podría profundizar estos problemas; no obstante, no es claro si durante el desarrollo de los frutos (que sigue una evolución doble-sigmoidea) existen etapas de diferente sensibilidad a la intensidad lumínica. Para evaluar los efectos del sombreado en diferentes momentos del desarrollo de los frutos se cuenta con el modelo elaborado previamente por nuestro laboratorio (Godoy et al., 2008), que emplea modelos mixtos no lineales exponenciales para estimar el crecimiento acumulado de los frutos de arándano.

Los ensayos serán llevados a cabo en una plantación comercial de arándanos ubicada en Sierra de los Padres (Pdo. Gral. Pueyrredón). Se trabajará con la variedad Ozark Blue, de maduración tardía y que presenta buen comportamiento en la zona. La unidad experimental consistirá en una planta, realizándose 6 repeticiones. Cada tratamiento será aplicado a un racimo por planta. Se medirán periódicamente 5 frutos grandes por racimo. Se cubrirán racimos con papel aluminio y una película plástica de polipropileno, asegurando la aireación con perforaciones laterales, a fin de sombrear los frutos y a su vez compensar la disminución de la temperatura provocada por el sombreado. De esta manera se procura determinar el efecto de la radiación directamente sobre los frutos. Se dispone de dataloggers con sensores térmicos, los que serán ubicados de manera adyacente a los racimos sometidos a los diferentes tratamientos. El tratamiento de sombreado se aplicará tanto durante la totalidad del desarrollo de los frutos como acotado a distintas etapas del crecimiento. Se determinará el diámetro ecuatorial de cada fruto con calibre (vernier) en forma periódica. Los datos serán modelados de acuerdo a la metodología de Godoy et al (2008). Durante la maduración se seguirán los cambios de color mediante una escala arbitraria (Godoy et al., 2003). A la cosecha se determinará el contenido de sólidos solubles mediante refractómetro manual y se conservarán frutos en ultrafreezer para la determinación de fenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu. Al término del desarrollo de las bayas, se cosechará una muestra por tratamiento (incluyendo un testigo) y se procederá a realizar cortes anatómicos, tinción con colorantes

específicos e inclusión en parafina para la posterior caracterización de los tejidos vasculares. Estos trabajos forman parte de un proyecto de tesis doctoral hincado en 2013 (Ing. Agr. Carlos Godoy).

#### **e) Tolerancia genética para calidad industrial en trigo bajo estrés por alta temperatura**

Los cambios en los ambientes de cultivo de trigo esperados durante las próximas décadas suponen una mayor incidencia de estreses abióticos. Es particularmente importante la creciente incidencia de altas temperaturas durante el llenado de los granos, que trae aparejadas disminuciones en la calidad panadera de las harinas obtenidas. En este sentido, es necesario estudiar la respuesta ante el estrés por altas temperaturas de cultivares, líneas isogénicas y de poblaciones bi-parentales de trigo que varían en su composición alélica para las gluteninas y/o gliadinas, con el fin de mapear genes involucrados en tolerancia para calidad.

Se llevará a cabo un nuevo ciclo de ensayos experimentales en invernadero y cámaras de cultivo con condiciones controladas, a fin de someter poblaciones de trigo a condiciones de estrés térmico durante el período de llenado de grano, utilizando temperaturas superiores a 30°C de acuerdo a un protocolo estándar adaptado a nuestras condiciones agroclimáticas. Se aplicarán asimismo distintos niveles de nitrógeno. Se utilizarán poblaciones biparentales de mapeo genético para las cuales se han elaborado mapeos densos de marcadores moleculares y/o líneas isogénicas para gluteninas y gliadinas y/o cultivares argentinos contrastantes con respecto a las propiedades mencionadas. Entre otras determinaciones, se realizarán electroforesis en geles de poliacrilamida para analizar la composición alélica y la cantidad relativa de diferentes clases de proteínas de reserva, y se utilizará HPLC en la cuantificación de las proteínas de reserva. Se aplicarán métodos estadísticos apropiados para el mapeo de QTL. Estos trabajos forman parte de un plan de Tesis Doctoral (Prof. Marisol Basile) realizado en colaboración con la UNCBA.

#### **f) Influencia del contenido de aceite y composición acidica de las semillas sobre la capacidad germinativa de genotipos de girasol**

Debido a los beneficios sobre la salud humana, se ha avanzado en las últimas décadas en la obtención de genotipos de girasol con composición acidica modificada, especialmente favoreciendo el contenido de ácido oleico en desmedro del ácido linoleico. No existen sin embargo estudios acerca de la posibilidad de que estos cambios afecten la germinabilidad de las semillas a bajas temperaturas, ya que en general el ácido linoleico se asocia con la fluidez de los lípidos. En etapas anteriores se evaluó la relación existente entre la composición acidita de las reservas de girasol y la temperatura base, encontrándose que los valores de parámetro son menores en genotipos con mayor contenido de ácidos grasos insaturados. Estos ensayos fueron realizados en condiciones de máxima disponibilidad hídrica. Asimismo se realizaron ensayos con tres genotipos de girasol con distinta composición acidica, provistos por Advanta Semillas (tradicional, alto oleico, alto esteárico-alto oleico), bajo diferentes potenciales agua, para obtener el potencial agua base. En los ensayos realizados hasta el momento se ha observado que el potencial agua base dependería de una interacción entre genotipo y temperatura. Estos ensayos formaron parte de una Tesis de Magister Scientiae (Ing. Agr. R. González Belo) recientemente concluida. Se requieren estudios adicionales para evaluar si estos efectos sobre el potencial agua base se vinculan con la composición acidica *per se* o con el contenido total de lípidos de las semillas, que no es totalmente independiente de la composición acidica. También es necesario evaluar el posible efecto de la “cáscara” como barrera para el ingreso de agua a las semillas.

Se evaluarán 3 híbridos de girasol con distinta composición ácida, provistos por Advanta Semillas SAIC: un tradicional ( $T_2$ ), un alto oleico ( $H_3$ ) y un alto esteárico-alto oleico ( $H_4$ ). Previamente al experimento se determinara la concentración de aceite, así como la composición ácida del aceite de cada genotipo. Para evaluar la germinación, se pondrán a incubar 20 semillas de cada genotipo, previamente removiendo o no la “cáscara”, en placas de Petri de 9cm de diámetro con 4 láminas de papel absorbente saturados con agua destilada ( $\Psi=0$  MPa) o con soluciones de distinto potencial agua (-0,3, -0,6, -0,9 y -1,2MPa), empleando diferentes concentraciones de polietilenglicol. Las semillas serán incubadas a 5 y 10°C, en oscuridad, utilizando cámaras de crecimiento. Cada tratamiento de descascarado, genotipo y potencial agua se hará por triplicado.

#### **g) Influencia de las condiciones ambientales invernales sobre la resistencia al congelamiento en *Vitis vinifera***

En muchas especies, las condiciones de temperatura de los inviernos determinan el grado de tolerancia al frío, debido al proceso de aclimatación. En vid, existen evidencias preliminares de que periodos calidos durante el invierno, asociados con el cambio climático, favorecen la desaclimatación y por lo tanto incrementan la probabilidad de ocurrencia de daños por heladas.

Se realizará una tercera temporada de ensayos, que forman parte de un plan de tesis doctoral (Ing. Agr. F. González Antivilo) en el que se participa en carácter de asesor. El estudio se realiza con plantas de tres años, de la variedad Malbec clon Perdriel, en la parcela de experimentación de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nación de Cuyo, Chacras de Coria, Mendoza. Como en periodos anteriores, se emplearán dos ambientes térmicos contrastantes, colocando la mitad de las macetas en un invernáculo, manteniéndose los testigos fuera del mismo. El invernáculo es de estructura metálica y la cobertura es de polietileno cristal de 150 micrones. A los fines de igualar las condiciones lumínicas, se interpone una cobertura con tela antigranizo a las plantas en condiciones de campo. La adquisición de temperaturas se hará mediante una red de sensores inalámbricos. La toma de datos se efectúa a la altura de las plantas (40 cm). Se obtienen 2 muestras mensuales (principio y mediano de mes) desde los meses de mayo a noviembre, totalizando unas 14 fechas de muestreo en el ciclo. El material muestreado se lleva a laboratorio donde se divide en tres partes: para análisis de laboratorio, para análisis anatómico, y para análisis de resistencia al frío. Se mide fenología (fecha de brotación y floración), contenido de clorofila, largo de brote y temperaturas del ambiente. Se cuantifica el contenido de azúcares totales, contenido de aminoácidos totales, MDA, contenido hídrico, ácidos grasos saturados, ácidos grasos insaturados, tinción por cloruro de tetrazolio, fuga electrolítica y amarronamiento de los tejidos. Parte del trabajo consiste en determinar la resistencia al frío para cada fecha de muestreo, por lo cual se someten trozos de vástago a congelamiento hasta una temperatura de -15°C en un freezer especialmente diseñado para estos tratamientos, y se mantiene durante 1 hora. La temperatura del tejido se monitorea con termocuplas. Las mediciones de resistencia al frío se harán luego de un ciclo de congelado-descongelado. Este último paso consiste en someter a las muestras a una temperatura constante (entre 0°C y 5°C) por un periodo de entre 16 y 24 horas.

#### **h) Efectos de la intensidad de luz, citoquininas y niveles de fotoasimilados sobre el desarrollo de *Epipremnum aureum***

La especie *Epipremnum aureum* es un importante cultivo ornamental. En trabajos previos (Di Benedetto et al., 2010, 2013) se ha observado que el agregado exógeno de citoquininas reduce el filocrono y aumenta el tamaño foliar final. Estas respuestas también son observadas al

incrementarse la intensidad de luz. Se ha especulado que los efectos promotores de la luz y de las citoquininas estarían mediados por la disponibilidad de asimilados en el ápice del tallo. En este sentido, existen dos posibilidades: una mayor partición de recursos hacia el ápice, o bien una mayor eficiencia de fijación del carbono. Se requieren estudios para evaluar ambas alternativas, tanto frente a cambios en la irradiancia como en los niveles de citoquininas.

Se cultivarán plantas de *Epipremnum aureum* en invernáculo, bajo diferentes intensidades de luz, obtenidas mediante el empleo de tela media sombra neutra (30%, 50% y 80% de intercepción de luz). Las plantas serán asperjadas con una citoquinina (bencil amino purina), en una única aplicación y en diferentes concentraciones, hasta punto de goteo. Se tomarán determinaciones de hojas aparecidas y tamaño foliar a intervalos regulares. Las plantas se cultivarán durante 4 meses. Se realizarán tres cosechas destructivas: 1) al momento inicial, previo a la aplicación de los tratamientos; 2) luego de transcurrido 1 mes desde la aplicación de los tratamientos, 3) al cabo del periodo de crecimiento. Las diferentes partes cosechadas se secarán y pesarán, previa cuantificación del área foliar por hoja. A partir de estos datos se realizará un análisis de crecimiento y un análisis de alometría, para correlacionar los cambios morfo-fisiológicos y de desarrollo con la tasa de asimilación neta y con el coeficiente de partición.

## Referencias

- Assuero, S.G.; Lorenzo, M.; Pérez, N.M.; Velázquez, L.; Tognetti, J.A. 2012. Tillering promotion by paclobutrazol in wheat and its relationship with plant carbohydrate status. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 55: 347-358.
- Assuero S.G.; Tognetti, J.A. 2010. Tillering regulation by endogenous and environmental factors and agricultural management. In: Di Benedetto, A. (Ed.) *Argentinean Plant Science and Biotechnology I. The Americas Journal of Plant Science & Biotechnology* 4: 35-48.
- Begna SH, Dwyer LM, Cloutier D, et al. 2002. Decoupling of light intensity effects on the growth and development of C3 and C4 weed species through sucrose supplementation. *J Exp Bot* 53: 1935-1940.
- Di Benedetto A, Tognetti J & Galmarini CR. 2010. Biomass production in ornamental foliage plants: crop productivity and mechanisms associated to exogenous cytokinin supply. *Amer J Plant Sci Biotechnol* 4: 1-22.
- Di Benedetto A, Galmarini C, Tognetti JA. 2013. Changes in leaf size and in the rate of leaf production contribute to cytokinin-mediated leaf growth promotion in *Epipremnum aureum* L. cuttings. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 88: 179 – 186.
- Godoy C., O. Marcellán, M.G. Monterubbiansi. 2003. Caracterización de la etapa reproductiva de cultivares de arándano con diferente germoplasma parental. *Journal of Basic & Applied Genetics* 15: 109.
- Godoy C., G. Monterubbiansi, J. Tognetti. 2008. Analysis of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit growth with exponential mixed models. *Scientia Horticulturae* 115: 368-376.
- González MV, Sadras VO, Equiza MA, Tognetti JA. 2009. Suboptimal temperature favors reserve formation in biennial carrot (*Daucus carota*) plants. *Physiologia Plantarum* 137 :10 -21
- Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J. 1990 *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Houghton, J.T.; Callander, B.A., Varney, S.K. 1992 *The supplementary report to the IPCC Scientific Assessment*, World Meteorological Organization United Nations

- Environment Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hicklenton P., C. Forney, C. Domytrak. 2004. Row covers to delay or advance maturity in highbush blueberry. *Small Fruits Review* 3: 169-181.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007, Synthesis Report, An assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Plenario XXVII* (Valencia, España, 12-17 Noviembre 2007).
- IPCC 1995. *IPCC Climate Change 1994: Radiative forcing of climate change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lobos G.A., J.B. Retamales, A. del Pozo, J.F. Hancock, J.A. Flore. 2009. Physiological response of *Vaccinium corymbosum* 'Elliott' to shading nets in Michigan. *Acta Hort. (ISHS)* 810: 465-470.
- Southworth, J., Randolph, J.C., Habeck, M., Doering, O.C., Pfeifer, R.A., Rao, D.G., Johnston, J.J. 2000. Consequences of future climate change and changing climate variability on maize yields in the midwestern United States. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* 82: 139-158
- Stanhill G. & Cohen, S. 2001. Global dimming: a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion of its probable causes and possible agricultural consequences, *Agricultural and Forest Meteorology* 107: 255-278



Plan de trabajo del período anterior (2012-2013)

**PLASTICIDAD MORFO-FISIOLÓGICA Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS ANTE CAMBIOS EN TEMPERATURA, IRRADIANCIA, NIVELES DE AZÚCARES Y DE NITRÓGENO EN ESPECIES DE INTERÉS AGRONÓMICO EN EL SUDESTE DE BUENOS AIRES - Parte 4**

Se describen a continuación los trabajos a desarrollar en las dos líneas principales:

*1) ESPECIES FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO: CRECIMIENTO DE PLANTAS Y CALIDAD DE FRUTOS EN FUNCION DE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA E INTENSIDAD DE LUZ*

**a) Radiación fotosintéticamente activa y asimilación fotosintética en kiwi bajo distintos sistemas de conducción, y su relación con la calidad del fruto**

El cultivo de kiwi es, dentro de los frutales, posiblemente el de más promisorias perspectivas en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, debido a la excelente aptitud agroclimática de la región tanto en cuanto a potencial de producción como en calidad de los frutos. Para el periodo 2012/3 se prevé realizar una segunda temporada de ensayos en el monte de kiwi implantado en la Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce en octubre de 2007, Como en el periodo precedente, se determinarán los niveles de disponibilidad lumínica mediante el empleo de un sensor cuántico lineal. Los sistemas a evaluar son: parral a alta densidad (1000 pl/ha), T-bar a alta densidad (1000 pl/ha) y G.D.C. (Geneva Double Curtain) a muy alta densidad (2000 pl/ha). El sensor se dispondrá transversalmente a la dirección de la filas y la RFA se medirá a las siguientes distancias desde el centro de la fila: 0 m, 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2 m y 2,5 m, a cada lado de las filas, efectuándose 3 repeticiones (Godoy y Tognetti, 2007). Las mediciones se realizarán al 5° verde, una vez que las plantas hayan ocupado buena parte del espacio disponible. Se muestrearán, para cada sistema de conducción, frutos correspondientes a distintos sectores del canopeo; a) en la zona del cordón, b) en la parte media de los cargadores, y c) en el tercio distal. Se realizaran determinaciones de calidad de fruto (sólidos solubles, % materia seca y firmeza) para relacionar estos parámetros de calidad con el ambiente lumínico. En otro experimento se sombrearán hojas desde el inicio de su formación por medio de mallas de distinto grado de sombreo (20 %, 50 %, 80 %), señalándolas una vez que lleguen a plena expansión, para construir curvas de respuesta de la actividad fotosintética, mediante un equipo portátil (Li-Cor). De esta manera se buscará determinar la eficiencia fotosintética de las hojas sometidas a distintas intensidades de luz y definir las características que debe poseer el canopeo para maximizar dicha eficiencia. Se determinarán asimismo otras variables relacionadas con la capacidad fotosintética, entre ellas SPAD (Minolta), fluorescencia de clorofila, (FluorPen, Qubit Systems) y conductancia estomática mediante un porómetro (Li-Cor).

**b) Influencia de la temperatura y niveles de radiación fotosintéticamente activa sobre la calidad de los frutos de arándano alto**

Evidencias previas de nuestro laboratorio sugieren que la calidad de los frutos de arándano se relaciona con factores ambientales imperantes durante el crecimiento de los frutos, especialmente con la radiación solar (Godoy & Tognetti 2009). En esta etapa se realizarán los análisis de laboratorio y estadísticos correspondientes a los ensayos realizados en la temporada 2011/2012 y la precedente. Brevemente, en una plantación comercial ubicada en el

partido de Balcarce, con la variedad Ozark Blue, de maduración tardía, que presenta buen comportamiento en la zona, se efectuaron tratamientos para evaluar el efecto de los cambios de temperatura y de intensidad lumínica a nivel de planta entera. Los tratamientos se lograron mediante la aplicación de abrigos móviles cubiertos con malla media sombra del 20 %, 50 % y 80 %. Durante la etapa de crecimiento se tomaron mediciones mediante un calibre digital, mientras que sobre los frutos cosechados y congelados se determinan el contenido de azúcares, su color y contenido de polifenoles en piel y pulpa. Los datos de diámetro de los frutos serán modelados de acuerdo a la metodología de Godoy, Monterubbianesi y Tognetti (2008). Los cambios de color durante la maduración se seguirán mediante la escala publicada por Godoy et al. (2003). El contenido de sólidos solubles se determinará, sobre los frutos congelados, mediante refractómetro manual. Las cuantificaciones de azúcares y antocianinas se realizan siguiendo protocolos convencionales (métodos de Somogyi-Nelson y Fenol-Sulfúrico para monosacáridos y azúcares totales, respectivamente, y método de Folin-Ciocalteu para polifenoles). Estos trabajos constituyen parte de una tesis doctoral (Ing. Agr. F. Jaimes) que se presentará en 2012, en la cual se participo en carácter de codirector.

### **c) Evaluación de mecanismos de resistencia al congelamiento en *Vitis vinifera* cv Malbec cultivado bajo diferentes ambientes térmicos**

Se realizará una segunda temporada de ensayos, que forman parte de un plan de tesis doctoral (Ing. Agr. F. González Antivilo) en el que se participa en carácter de asesor. El estudio se realiza con plantas de dos años, de la variedad Malbec clon Perdriel, en la parcela de experimentación de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nación de Cuyo, Chacras de Coria, Mendoza. Las plantas se cultivan en macetas de 2 litros, en un sustrato arenoso, y son regadas dos veces a la semana en meses estivales, para luego disminuir esta frecuencia a una sola vez por semana. Como en el periodo pasado, en el que se llevo a cabo el primer año de ensayos, se emplearán dos ambientes térmicos contrastantes, lo cual se logra colocando la mitad de las macetas en un invernáculo, manteniéndose los testigos fuera del mismo. El invernáculo es de estructura metálica y la cobertura es de polietileno cristal de 150 micrones. A los fines de igualar las condiciones lumínicas, se interpone una cobertura con tela antigranizo a las plantas en condiciones de campo. La adquisición de temperaturas se hará mediante una red de sensores inalámbricos diseñados específicamente. Los datos quedan alojados en un servidor con entrada vía plataforma web, por lo que se pueden chequear vía website en tiempo real. La toma de datos se hará a la altura de las plantas (40 cm). Se obtienen 2 muestras mensuales (principio y mediado de mes) desde los meses de mayo a noviembre, totalizando unas 14 fechas de muestreo en el ciclo. El material muestreado se lleva a laboratorio donde se divide en tres partes: para análisis de laboratorio, para análisis anatómico, y para análisis de resistencia al frío. Se mide fenología (fecha de brotación y floración), contenido de clorofila, largo de brote y temperaturas del ambiente. Entre otras determinaciones, en el laboratorio se cuantifica el contenido de azúcares totales, contenido de aminoácidos totales, malondialdehído, contenido hídrico, ácidos grasos saturados, ácidos grasos insaturados, tinción por cloruro de 2,3,5 trifenil tetrazolio, fuga electrolítica y amarronamiento de los tejidos. Parte del trabajo consiste en determinar la resistencia al frío para cada fecha de muestreo, por lo cual se someten trozos de vástago a congelamiento hasta una temperatura de -15°C y se mantiene durante 1 hora. El control de la temperatura del tejido se medirá con termocuplas. Las mediciones de resistencia al frío se harán luego de un ciclo de congelado-descongelado. Este último paso consiste en someter a las muestras a una temperatura constante entre 0°C y 5°C por un periodo entre 16 y 24 horas.

## 2) ESPECIES HERBACEAS DE INTERES AGRONÓMICO: PLASTICIDAD MORFO-FISIOLÓGICA Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS ANTE CAMBIOS EN TEMPERATURA, IRRADIANCIA Y NIVELES DE AZÚCARES

### a) Caracterización de la capacidad germinativa de genotipos de girasol con composición ácida modificada

En una etapa anterior se evaluó la relación existente entre la composición acidita de las reservas de girasol y la temperatura base, encontrándose que los valores de parámetro son menores en genotipos con mayor contenido de ácidos grasos insaturados. Estos ensayos fueron realizados en condiciones de máxima disponibilidad hídrica. En la etapa próxima se evaluarán tres genotipos de girasol con distinta composición ácida, provistos por Advanta Semillas SAIC (tradicional, alto oleico, alto esteárico-alto oleico), bajo diferentes potenciales agua. Los datos eran analizados según el modelo de hidrotiempo, para obtener el potencial agua base. Se evaluaran 3 híbridos de girasol con distinta composición ácida, provistos por Advanta Semillas SAIC: un tradicional (T<sub>2</sub>), un alto oleico (H<sub>3</sub>) y un alto esteárico-alto oleico (H<sub>4</sub>). Previamente al experimento se determinara la composición ácida del aceite de cada genotipo mediante cromatografía gaseosa (CGL). Para evaluar la germinación, se pondrán a incubar 20 semillas de cada genotipo en una placa de Petri de 9cm de diámetro con 4 láminas de papel absorbente saturados con agua destilada ( $\Psi=0$  MPa) o con soluciones de distinto  $\Psi$  (-0,3, -0,6, -0,9 y -1,2MPa), empleando diferentes concentraciones de polietilenglicol, según la siguiente ecuación:

$$\psi = -1,18^{-2}C - 1,18^{-4}C^2 + 2,67^{-4}CT + 8,39^{-7}C^2T$$

donde  $\psi$  es el potencial agua de la solución (bar), C es la concentración de polietilen glicol (mg/kg de agua), y T es la temperatura (°C).

Las semillas serán incubadas a 5; 10; 18; 21; 24; 30; 34; 38 y 40°C, en oscuridad, utilizando cámaras de crecimiento. Cada tratamiento de temperatura, genotipo y potencial agua se hará por triplicado. Estos ensayos forman parte de una Tesis de Magíster Scientiae (Ing. Agr. R. González Belo) en la que se participa como Codirector.

### b) Relación entre la disponibilidad de fotoasimilados, el filocrono y el tamaño foliar final en especies con diferente hábito de desarrollo

Tradicionalmente el desarrollo se expresa en términos de tiempo térmico debido al efecto determinante de la temperatura. No obstante, existen variadas evidencias de que otros factores ambientales pueden modificar la velocidad de desarrollo de las plantas. Existen en conjunto evidencias que sugieren que el nivel de disponibilidad de fotoasimilados estaría involucrado en la promoción del desarrollo de hojas, al menos bajo condiciones de ausencia de estrés. Trabajos recientes de nuestro laboratorio han mostrado que la aplicación de paclobutrazol se encuentra asociada a la acumulación de reservas (Velázquez et al., 2010) y a la aceleración del desarrollo en trigo (Assuero, Lorenzo, Pérez, Velázquez & Tognetti, en revisión). Todos los experimentos se realizarán en condiciones térmicas controladas, en cámara de cultivo a 25°C±0,5°C. Se trabajará con plantas jóvenes que hayan alcanzado el estadio de 5 hojas expandidas para evitar influencias de las reservas seminales. Se emplearán dos genotipos contrastantes en cuanto a tamaño foliar final (híbridos HAR2 y HA64, caracterizados en nuestro laboratorio, Pereyra-Irujo et al., 2008) y un tercero que es una línea endocriada obtenida por nuestro laboratorio, que presenta cierto grado de ramificación. Se evaluará el

efecto de a) la intensidad lumínica, b) estrés hídrico leve a moderado, y c) inyecciones de sacarosa, entre los estadios de 5 hojas y 12 hojas. Las plantas se sembrarán en contenedores de 50 cm de profundidad y 10 cm de ancho hechos de tubos de PVC, rellenos con una mezcla de vermiculita y suelo (50% de cada uno). Los diferentes niveles de disponibilidad de fotoasimilados se generarán a) variando la intensidad lumínica: se emplearán las siguientes intensidades, provistas por lámparas de vapor de sodio de 400 W: 200 – 350 – 500 y 600  $\mu\text{mol}$  fotones PAR  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , logrados variando la distancia desde la fuente y/o por aplicación de tela media sombra neutra. b) por la aplicación directa de sacarosa al parénquima vascular: se realizará luego de la aparición de 4-5 hojas desde la germinación, para evitar los efectos de las reservas de la semilla. Se utilizará la técnica de inyección de Begna et al. (2002), con las modificaciones introducidas para girasol en nuestro laboratorio. Las variables de respuesta a ser medidas en dichos ensayos serán las siguientes: i) Nivel de Fotoasimilados: se extraerá el total de azúcares solubles en zonas cercanas al ápice de plántulas en el mismo estado fenológico, en paralelo con los distintos tratamientos. Los monosacáridos se determinarán usando la técnica de Somogyi-Nelson y los azúcares totales por el método del Fenol-Sulfúrico. ii) Tamaño Foliar Final: se realizarán mediciones no destructivas de longitud, ancho y área tres veces por semana en hojas en expansión hasta llegar a expansión completa. El área de las hojas se medirá sobre fotografías digitales mediante software de análisis de imágenes. iii) Tasa de aparición de hojas y ramificaciones: se realizarán mediciones destructivas del ápice de tres plantas seleccionadas cada 2 días. Estos se escanearán o fotografiarán bajo un microscopio binocular (Olympus SZX12) con cámara digital adaptada y se medirá el número de hojas o brotes diferenciados. Estos experimentos corresponden al periodo 2012/3 de un proyecto de tesis doctoral (Ing. Agr. Cosme Paz) recientemente iniciado en el que se participa como Director.

#### **c) Interacción entre auxinas y citocininas en el desarrollo de biomasa en *Epipremnum aureum***

La especie *Epipremnum aureum* constituye un importante cultivo ornamental, en el que la productividad suele estar condicionada por el tamaño del contenedor en que crecen las raíces. En esta etapa se analizarán los resultados de un experimento con el agregado exógeno de una auxina (ácido indol acético) y una citocinina (bencil amino purina) en combinación de diferentes concentraciones. Las plantas se cultivan en macetas que imponen una moderada restricción radical, en un invernadero. Bajo estas condiciones, se procura establecer si los mecanismos de promoción del desarrollo del follaje son similares a los hallados ante el agregado único de citocininas (que incluyen incremento de la tasa de aparición de hojas y del tamaño foliar final, así como de la tasa de asimilación neta) o si existe una interacción entre ambas hormonas. Se analizarán datos obtenidos en ensayos efectuados en el periodo precedente, que forman parte de una tesis doctoral (Ing. Agr. A. Di Benedetto) defendida en 2011, en la que se participó en carácter de director.

#### **d) Efectos del tamaño de contenedor, el uso de bencil amino purina (bap) y paclobutrazol sobre los mecanismos de expansión de biomasa postrasplante en lechuga (*Lactuca sativa* L.)**

El cultivo de lechuga en bandejas multiceldas durante la fase de propagación y su posterior trasplante es una práctica que está sustituyendo la siembra directa; sin embargo, debido al escaso volumen de las celdas, los plantines sufren los efectos de una restricción radical, que incide negativamente en el desarrollo aéreo, principalmente debido a un menor suministro de citocininas desde la raíz (Di Benedetto, Tognetti & Galmarini, 2010). Se realizará un segundo ciclo de ensayos en el que se prueba la interacción entre el tamaño de la celda y los niveles de

citocininas en aplicación exógeno. El ensayo se realizará en un invernadero de la Unidad Integrada INTA-Facultad de Ciencias Agrarias (Balcarce) entre los meses de septiembre y noviembre de 2012. Se utilizarán semillas de lechuga ‘Crimor’ germinadas y cultivadas en un sustrato orgánico a base de turba de Sphagnum en bandejas de 128, 200 y 288 celdas (17,37; 10,25; 6,18 cm<sup>3</sup> celda<sup>-1</sup>). Se fertilizará semanalmente con 100 mg L<sup>-1</sup> N (1:1:1:1:1) (N:P:K:Ca:Mg). Las plántulas se trasplantarán a macetas de 3.000 cm<sup>3</sup> con el mismo sustrato utilizado en las bandejas multiceldas. En el momento que las plantas hayan expandido su segunda hoja verdadera, se asperjará con BAP (6-bencilaminopurina: 0, 5, 50 y 100 mg L<sup>-1</sup>, hasta goteo) (aplicación pre-trasplante), o bien a los 15 días del trasplante sobre lotes que no fueron asperjados con anterioridad (aplicación pos-trasplante) dejando siempre un testigo (sin aplicar). La cuantificación del crecimiento se realizará mediante una cosecha destructiva (10 plantas por tratamiento) al final del experimento (45 días desde el trasplante), cuantificándose el peso fresco, peso seco y área foliar total. Las muestras se secan en estufa durante una semana y se particionera el peso seco obtenido por órgano (hojas, tallos y raíces). Durante la cosecha realizada a los 45 días desde el trasplante, se cuantificará el contenido de nitrógeno, monosacáridos y azúcares totales en la parte aérea (sobre la última hoja totalmente expandida) utilizando los métodos de Kjeldall, Somogy-Nelson y Antrona respectivamente.

#### **e) Cambios en la densidad estomática en trigo y otros cereales de invierno en relación con la aclimatación al frío**

El estudio de los efectos de la temperatura sobre variables relacionadas con las células epidérmicas ha revestido interés por su potencial aplicabilidad en el ámbito agronómico, como carácter asociado con la adaptación de las plantas al frío. Así, se ha propuesto que el largo de células guardianas podría emplearse como criterio de selección de genotipos de trigo resistentes a las bajas temperaturas (Limin y Fowler 1994; 2000). No obstante, el valor del coeficiente de correlación en dicha regresión en dichos estudios no fue elevado, por lo que su utilización como criterio para la selección de genotipos es limitada. Por el contrario, las diferencias entre la densidad estomática de genotipos primaverales e invernales de trigo cultivados a bajas temperaturas, en los estudios de Equiza, Miravé & Tognetti ( 2001) y Equiza y Tognetti (2002), fueron de una magnitud elevada y sugieren que este carácter podría ser de mayor utilidad para su empleo como criterio de adaptabilidad al frío. Es necesario probar si estas respuestas ocurren en otros cereales de invierno en forma análoga a lo observado en trigo. Para esto se utilizarán las siguientes especies y cultivares: centeno cvs. Lisandro INTA y Fausto INTA, trigo cvs. Pincén y Patacón, cebada cvs. Alicia INTA y Mariana INTA, avena cvs. Aurora INTA y Máxima INTA (tanto las especies como los cultivares dentro de cada especie están ordenados de mayor a menor capacidad de adquisición de tolerancia al frío). Las plantas se cultivaran en condiciones controladas, en macetas con vermiculita saturada con solución Hoagland (½) colocadas en una cámara de cultivo a 25°C±0,5°C, bajo 250 umoles de fotones (PAR) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Cuando las plantas se encuentren al estado de una hoja verdadera plenamente expandida (lígula visible), la mitad de las macetas serán transferidas a una cámara a 5°C±0,5°C, por lo demás bajo similares condiciones de cultivo. Las plantas se cultivarán en ambas condiciones de temperatura hasta el estado de 4 hojas plenamente expandidas. Las muestras se tomarán aplicando esmalte acrílico incoloro. La impronta de las células epidérmicas (que incluyen los estomas) se fotografiará bajo un microscopio binocular Olympus con una cámara digital. Se realizarán los recuentos siguientes: a) densidad estomática; b) ante disminuciones en la temperatura en 4 especies de cereales de invierno; .b) longitud de células inter-estomáticas; c) índice estomático; e) proporción de células estomáticas a células epidérmicas normales; f) relación entre número de filas de células con estomas y número de filas de células sin estomas. Estos forman parte

de una tesina de graduación en ingeniería agronómica (Sr. Darío Ganem) en la que se actúa como Director.

#### **f) Rol de la disponibilidad de fotoasimilados en el macollaje del trigo**

En un periodo precedente se estudió el desarrollo de yemas axilares (medida como *site filling*) de trigo ante el agregado exógeno de inhibidores de la síntesis de giberelinas (paclobutrazol, PBZ) a distintas concentraciones) en plantas cultivadas en vermiculita, bajo distintas combinaciones de luz y temperatura. Se observó una mayor producción de macollos por la aplicación de PBZ, atribuible más a una aceleración del desarrollo (reducción del filocrono), que a una auténtica inducción del macollaje ya que no se encontraron evidencias de mayor ocupación de sitios potenciales (*site filling*). Estos efectos del PBZ se correlacionaron con la acumulación de fotoasimilados y con los niveles de variables vinculadas con la eficiencia fotosintética, tales como índice SPAD y rendimiento cuántico del fotosistema II. En esta etapa se evaluará la posibilidad de que el mayor macollaje reportado en estudios a campo en trigos invernales, respecto de los primaverales, particularmente en condiciones de baja temperatura y alta irradiancia, se vincule con la mayor capacidad de acumulación de fotoasimilados de los primeros. Asimismo, se busca discernir en qué medida estos efectos se vinculan con un acortamiento del filocrono y/o con mayor *site filling* (Assuero y Tognetti 2010). Para estos estudios se emplearán los ensayos realizados recientemente, en el marco de una tesis doctoral (Lic. Máximo Lorenzo), en la que se ha participado como director, y que será presentada en 2012.

#### **g) Tolerancia genética para calidad industrial en trigo bajo estreses abióticos asociados con el cambio climático**

Los cambios en los ambientes de cultivo de trigo esperados durante las próximas décadas suponen una mayor incidencia de estreses abióticos. En esta línea se evalúa la tolerancia a los estreses abióticos (especialmente altas temperaturas) de cultivares y/o líneas isogénicas y/o poblaciones bi-parentales de trigo que varían en su composición alélica para las gluteninas y/o gliadinas, con el fin de mapear genes involucrados en tolerancia para calidad. Se llevará a cabo una segunda temporada de ensayos experimentales en invernaderos y cámaras de cultivo controladas, a fin de someter dichas poblaciones a condiciones de estrés térmico durante el período de llenado de grano, utilizando temperaturas superiores a 30°C de acuerdo a un protocolo estándar adaptado a nuestras condiciones agroclimáticas. Se aplicarán asimismo distintos niveles de nitrógeno. Se utilizarán poblaciones biparentales de mapeo genético para las cuales se han elaborado mapeos densos de marcadores moleculares y/o líneas isogénicas para gluteninas y gliadinas y/o cultivares argentinos contrastantes con respecto a las propiedades mencionadas. Entre otras determinaciones, se realizarán electroforesis en geles de poliacrilamida para analizar la composición alélica y la cantidad relativa de diferentes clases de proteínas de reserva, y se utilizará HPLC en la cuantificación de las proteínas de reserva. Se aplicarán métodos estadísticos apropiados para el mapeo de QTL (<http://qtl.cap.ed.ac.uk/>; <http://statgen.ncsu.edu/qtlcart/cartographer/>). Estos trabajos forman parte de un plan de Tesis Doctoral (Prof. Marisol Basile) en el que se participa como co-director.

#### **h) Efecto de los cambios en temperatura e irradiancia sobre la formación del parénquima de reserva en raíces de zanahoria, y su posible mediación por disponibilidad de fotoasimilados**

En esta etapa se analizarán muestras obtenidas en los ensayos realizados durante 2011 en los que se aplicaron tratamientos combinados de radiación y temperatura para evaluar su efecto sobre la formación de la raíz reservante. En estas raíces se evalúan, principalmente, el desarrollo del parénquima floemático y la relación floema: xilema, que constituyen atributo importante de calidad, así como los contenidos de monosacáridos y azúcares totales (mediante las técnicas de Somogyi-Nelson y Fenol-Sulfúrico respectivamente) y contenido de carotenos por un método colorimétrico. Se han empleado para esto micro-invernáculos con calefacción diferencial, durante el periodo invernal, lo que permitió explorar un rango de temperaturas medias de entre 12°C y 25°C aproximadamente, y distintos niveles de sombreado (mediante la aplicación de tela media sombra neutra) así como cámaras a 12±1°C y 25±1°C bajo diferentes intensidades de luz. Estos trabajos constituyen parte de una tesis doctoral (Ing. Agr. F. Jaimes) que se presentará en 2012, en la cual se participó en calidad de codirector.

**i) Efecto de agroquímicos sobre la fluorescencia de clorofila y enzimas vinculadas al estrés oxidativo en *Bidens laevis* y *Myriophyllum quitense* para el biomonitoreo de la contaminación acuática agrícola.**

Se ha demostrado que los agroquímicos aplicados en los campos de cultivo que alcanzan los cuerpos de agua superficiales llegan allí principalmente por las fumigaciones aéreas o por la lixiviación y escorrentía. Esta fuente de contaminantes cobra importancia a partir del incremento de las áreas cultivadas y de la cantidad de agroquímicos aplicados en las mismas afectando las zonas litorales de los cuerpos de agua, y a los organismos que allí habitan. La simple determinación de los niveles de contaminantes en los organismos no necesariamente provee información de la significancia toxicológica de la carga del contaminante; por eso, un enfoque alternativo y potencialmente muy útil es usar índices de *stress* subletal, biomarcadores o sistemas de alarma temprana, para evaluar las respuestas de un organismo o población a los contaminantes. Previamente se han empleado las especies *Bidens laevis* y *Myriophyllum quitense* colectadas en Laguna La Brava, en las cercanías de Balcarce, como biomonitores de la contaminación con el insecticida endosulfan, a través de ensayos de genotoxicidad (Perez D., 2012, Tesis Doctoral, UMMdP). En este marco se propone el posible empleo de biomarcadores fisiológicos, que pueden potencialmente constituir indicadores más sensibles o tempranos de procesos de contaminación. Se estudiarán los siguientes biomarcadores de estrés oxidativo, ante la exposición a diferentes agroquímicos: a) enzimáticos de exposición: actividad de catalasa (CAT), glutatión reductasa (GR) y glutatión-S-transferasa (GST) y b) de daño como el producto de peroxidación lipídica malondialdehído (MDA), en ambos casos siguiendo protocolos estándar, sobre tejido fresco de ambas especies. Se analizará asimismo la fluorescencia de clorofila en hojas como parámetro fisiológico no destructivo empleando un equipo portátil (Z990 FluorPen, Handheld Chlorophyll Fluorometer, Qubit systems, Canada) para medir el rendimiento cuántico del Fotosistema II en hojas jóvenes. Estos trabajos forman parte de un plan de beca posdoctoral (Dra. Débora J. Pérez) en el que se participa como Codirector.

**Referencias:**

- Assuero SG & Tognetti JA. 2010. Tillering regulation by endogenous and environmental factors and its agricultural management. *Amer J Plant Sci Biotechnol* 4: 35-48
- Begna SH, Dwyer LM, Cloutier D, et al. 2002. Decoupling of light intensity effects on the growth and development of C3 and C4 weed species through sucrose supplementation. *J Exp Bot* 53: 1935-1940.

- Di Benedetto A, Tognetti J & Galmarini CR. 2010. Biomass production in ornamental foliage plants: crop productivity and mechanisms associated to exogenous cytokinin supply. *Amer J Plant Sci Biotechnol* 4: 1-22.
- Equiza MA, Miravé JP & Tognetti JA. 2001. Morphological, anatomical and physiological responses related to differential shoot vs. root growth inhibition at low temperature in spring and winter wheat. *Annals of Botany* 87: 67-76.
- Equiza MA & Tognetti JA. 2002 Morphological plasticity of spring and winter wheats under changing temperatures. *Functional Plant Biology* 29: 1427 - 1436
- Friend DJC, Fisher JE & Helson VA, 1963. The effect of light intensity and temperature on floral initiation and inflorescence development of Marquis wheat. *Can J Bot* 41: 1663-1667.
- Godoy C., Marcellán O, Monterubbianesi. G. 2003. Caracterización de la etapa reproductiva de cultivares de arándano con diferente germoplasma parental. *Journal of Basic & Applied Genetics* 15: 109.
- Godoy C, Monterubbianesi G, Tognetti J. 2008. Analysis of highbush blueberry fruit growth with exponential mixed models. *Scientia Horticulturae* 115: 368-376.
- Godoy C, Tognetti JA. 2007. Intercepción de la radiación en dos sistemas modernos de conducción de cerezo. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* 106: 177-188.
- Godoy C, Tognetti J. 2009. Efecto de la deficiencia lumínica directa sobre la actividad antioxidante de frutos de arándano. XXXII Congreso Argentino de Horticultura, 23 al 26 de septiembre de 2009, Salta
- Limin AE & Fowler DB. 1994 Relationship between guard cell length and cold hardiness in wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 74: 59-62.
- Limin AE & Fowler DB. 2000. Morphological and cytological characters associated with low-temperature tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell.). *Canadian Journal of Plant Science* 80: 687-692
- Velázquez L, Lorenzo M & Tognetti JA. 2010. El paclobutrazol induce en trigo cambios en variables fotosintéticas similares a los originados por baja temperatura. XXVIII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, 26 al 29 de septiembre 2010, La Plata. Libro de Resúmenes p 208.