

“Una mirada actual a la producción de cultivos en Chile: los casos particulares de las leguminosas y del trigo”

Prof. Andrés Schwember- Profesor Asociado UC



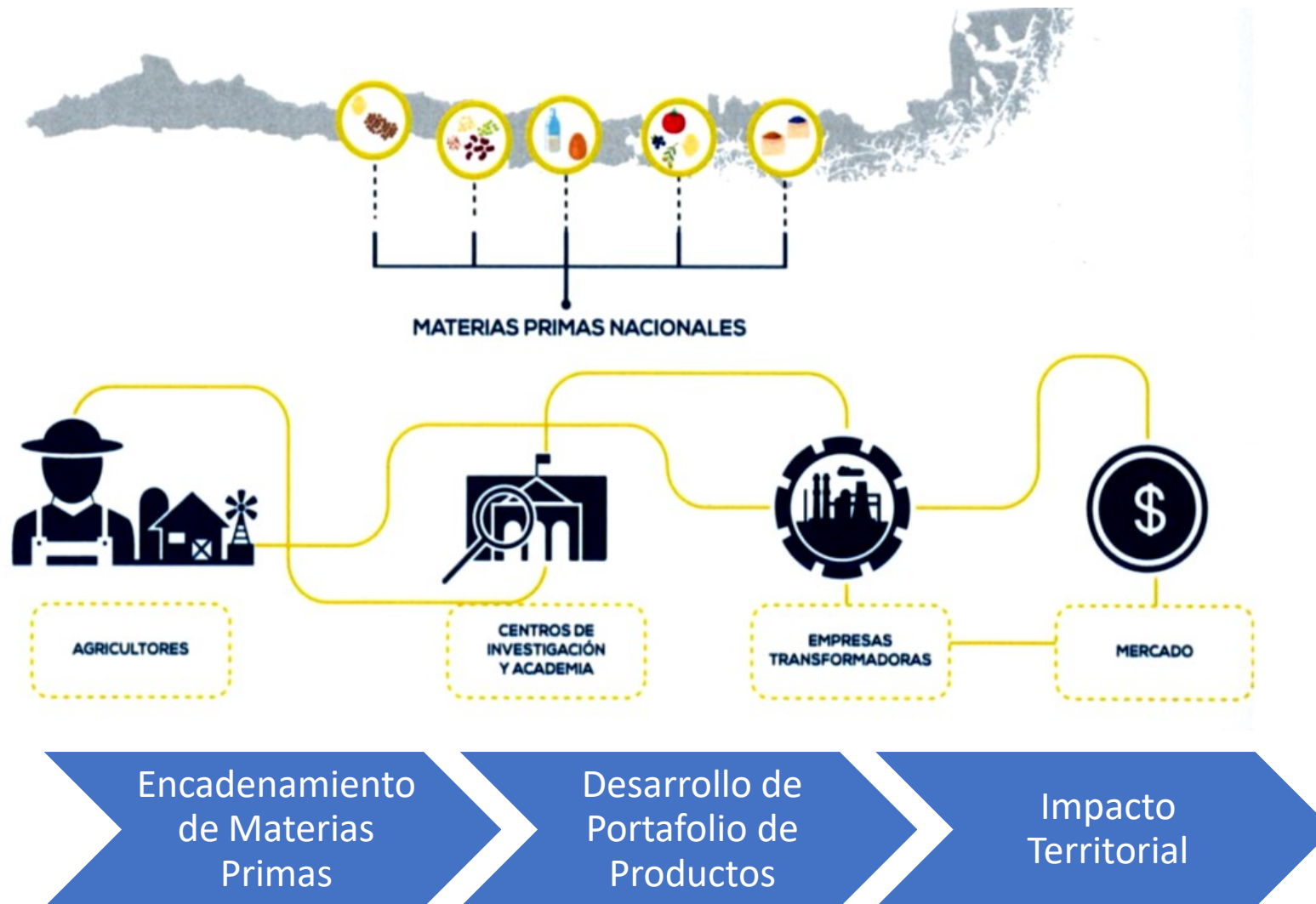
Academia Chilena de Ciencias Agronómicas
Santiago, 14 de Junio de 2018



Temas a presentar

- Proyectos de investigación de legumbres en la VI región (garbanzos, porotos granados, y habas)
- Resultados de investigación de proyectos Fondecyt de trigo candeal
- Proyecciones y tendencias del rubro de leguminosas y trigo a nivel nacional

¿Qué es un **Polo Territorial** de Desarrollo Estratégico?



- Es una **plataforma de articulación** entre agricultores, asociaciones, organizaciones productivas, entidades tecnológicas, empresas transformadoras y comercializadoras, **que permiten dinamizar las economías** a través de la producción de **ingredientes funcionales y aditivos especializados** a partir de materias primas de origen agrario, pecuario y forestal.

Ensayo demostrativo de Garbanzo, La Patagüilla

- Siembra de cuatro variedades de garbanzo:
 - Dos variedades locales, de la zona de Pupuya (VLP) y el Maitén (VLM)
 - Una variedad local pero de origen desconocido (VLX),
 - Una variedad importada (ICARDA, genotipo CIABN-18).
- Siembra realizada el 26 de Octubre de 2017
- Genotipo de ICARDA no logró emergencia completa



Cosecha: 27 de febrero de 2018. Se pisan las plantas secas para separar la semilla del capi, se harnean y se guardan. Se obtuvieron rendimientos equivalentes a 12 qq/ha en VLM; 2,5 qq/ha en VLP; y 3,3 qq/ha en VLX

Proyecciones garbanzo Polo Legumbres

- Análisis nutricionales de las semillas producidas en los ensayos de la temporada 2017/2018 (U. Central)
- Siembras de ensayos de garbanzo en comunas de Santo Domingo (V) y Navidad (VI región):
 - Se realizarán en Septiembre de 2018
 - Se ampliará las variedades que se evaluarán (INIA)
 - Tratamiento de sólo un riego suplementario podría aumentar rendimientos en forma significativa (hasta 65% de aumento, Amiri et al., 2016)
 - Control de malezas es un problemática muy relevante, ensayos con herbicidas (linuron, metabenzthiazuron)
- Identificación de “paquete tecnológico” que permita optimizar la producción de ingredientes funcionales

Cómo aumentar los rendimientos de garbanzos?

- Uso de variedades mejoradas y locales
- Siembras mecanizadas
- Fertilización-uso de análisis de suelo
- Incentivar el uso de control químico de malezas
- Aplicar un sólo riego a inicios de floración
- Mecanizar la arranca de plantas
- Incentivos para la investigación, formación de equipos y un impulso importante a la transferencia tecnológica



Principales resultados ensayos de poroto granado en Navidad

- * Se recomienda la **variedad Rubí** porque tiene mayor tamaño de vainas, peso de granos, concentración de proteína, y su apariencia (color) le entrega un mejor valor comercial
- * Los ensayos de laboratorio realizados en la PUC muestran que la **variedad Cimarrón** es más tolerante a la deficiencia de agua
- * Previo al riego, monitorear humedad en la raíces: cavar unos 25 cm, y observar si el suelo está húmedo (**regar sólo cuando es necesario**)
- * Se debe realizar **aplicación balanceada de fertilizantes**, un monitoreo constante de **enfermedades (hongos)**, **insectos (polilla, cuncunillas)**, y **malezas**, según lo indicado en el folleto “**Resultados y Recomendaciones para el Cultivo de Leguminosas**”

Ensayo en Habas, Las Brisas



2 de Mayo de 2018

Abraham Farías

Ensayo en Habas, Las Brisas

Variedad	Marco de Plantación	Fecha siembra - cosecha	Rendimiento			Precio en Fecha de Cosecha (\$/kg)
			(gr/m2)	(kg/ha)	Lonas de 25 kg/ha	
Luz de otoño	alta (0,15 x 0,75 cm)	enero - abril	3.082	30.820	1.233	\$480 (Lo Valledor) \$533 (Vega Central)
Luz de otoño	baja (0,25 x 0,75)	enero - abril	1.874	18.740	750	\$480 (Lo Valledor) \$533 (Vega Central)
Super Aguadulce	Alta	enero - abril	1.093	10.930	437	\$480 (Lo Valledor) \$533 (Vega Central)
Super Aguadulce	Baja	enero - abril	1.899	18.990	760	\$480 (Lo Valledor) \$533 (Vega Central)
Luz de otoño (R. Metropolitana)	Comparativo*	mayo - septiembre		15.000	600	\$167
Aguadulce (R. O'Higgins)	Comparativo*	abril - octubre		12.600	504	\$133
Variedad Local (R. del Bío Bío)	Comparativo*	septiembre - enero		8.500	340	\$300

* Comparación de variedades sembradas en otras regiones en relación a las variedades sembradas durante este ensayo.

Fuente: Ficha técnico económico Región Metropolitana, Región de O'Higgins, Región del Bio Bio, ODEPA. (Revisado 01 de mayo, 2018)

Fuente: <http://www.odepa.gob.cl/precios/precios-de-frutas-y-hortalizas-en-terminales> (Revisado 01 de mayo, 2018).

Principal producto del proyecto FIC



Resultados y Recomendaciones para el Cultivo de Leguminosas

Proyecto FIC Leguminosas IDI: 30343832-0



Ejecuta



CORE
CONSEJO REGIONAL
REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

Financia



Colabora

INNOVACIÓN,

la clave de la competitividad empresarial

Proyecto financiado a través del Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de O'Higgins y su Consejo Regional, enmarcado en la Estrategia Regional de Innovación.

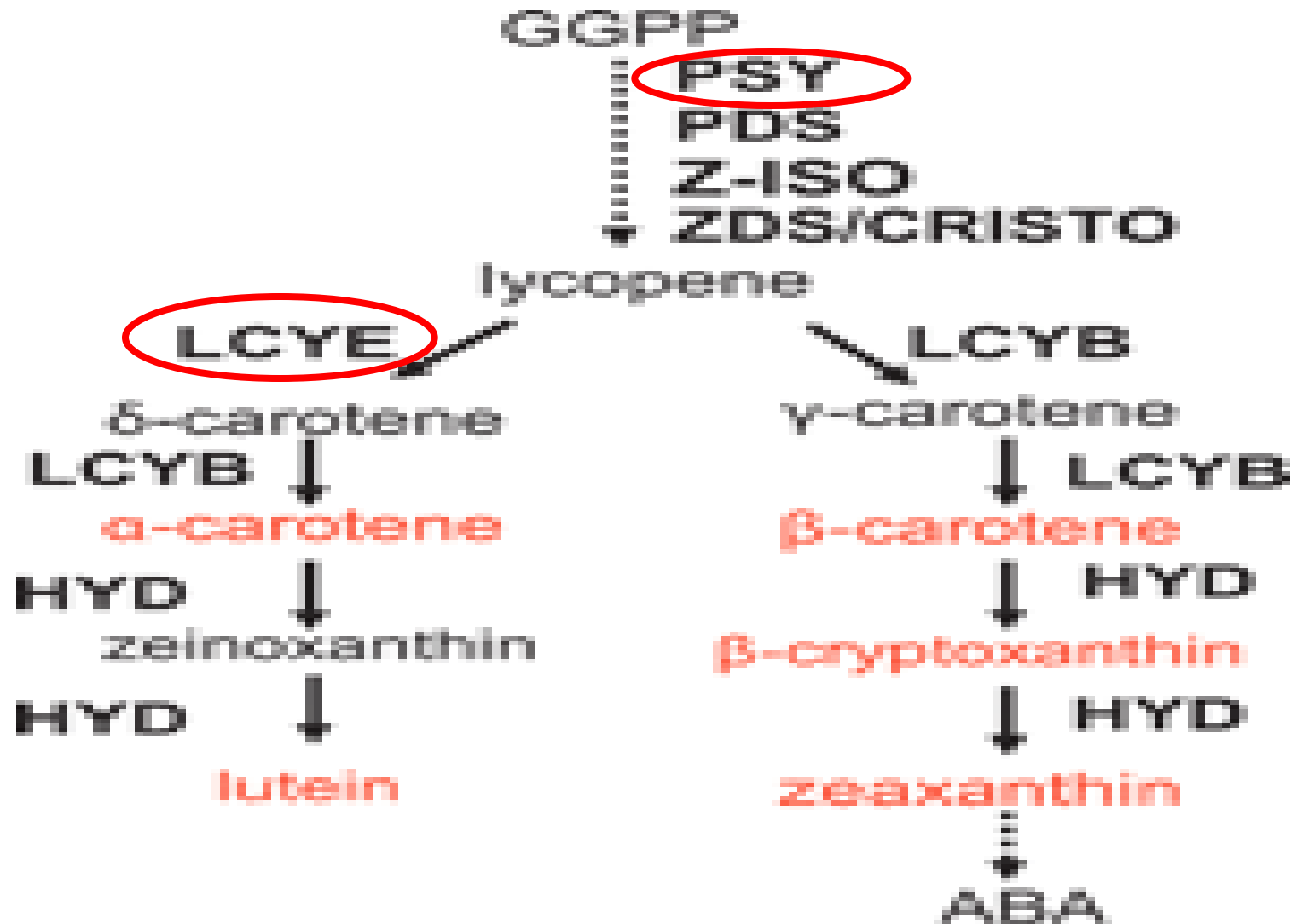
Situación actual del trigo en Chile



Aumento de la amarillez de granos de trigo candeal (TC)

Por qué estudiar la pigmentación amarilla de los granos de TC?

PSY es un importante gen candidato que determina la amarillez de granos, y está localizado en los cromosomas 7A y 7B (He *et al.*, 2008; Howitt *et al.*, 2009; Singh *et al.*, 2009; Ravel *et al.*, 2013)



Investigación de amarillez de granos de TC en Chile

Field Crops Research 149 (2013) 234–244



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Field Crops Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fcr



Genotypic and environmental factors and their interactions determine semolina color of elite genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) grown in different environments of Chile

A. Schulthess^a, I. Matus^b, A.R. Schwember^{a,*}

^a Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Casilla 306-22, Santiago, Chile

^b Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 December 2012

Received in revised form 2 May 2013

Accepted 3 May 2013

Keywords:

Durum wheat

Semolina

Color

Grain yield

Environment

Genotype

ABSTRACT

Pasta color is considered an important quality trait, which is determined by intrinsic color characteristics of the semolina obtained from durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) grains. Eighteen genotypes of durum wheat were tested in thirteen environments under the Chilean Mediterranean conditions. In addition to grain yield (GY), three semolina color-associated traits were studied: the semolina yellow pigment absorbance (SYPA), the b^* value and the brown index (BI). The main objective of this study is to decompose the phenotypic values of these traits using Chilean germplasm grown under local environmental conditions. Additionally, the thousand kernel weight (TKW) and the test weight (TW), were measured to study their relationships with these traits. The ANOVA combined over environments showed highly significant effects of genotypes (G), environments (E) and their interaction ($G \times E$) on SYPA, b^* value, BI and GY. Narrow sense heritabilities (h^2) were 0.82, 0.82, 0.48 and 0.07 for SYPA, b^* value, BI and GY, respectively. Comparisons between two water managements, irrigated and rainfed conditions, and between southern and northern production zones showed significant effects on GY and at least on two of the color-associated traits. Possible causes of these environmental effects are inferred and discussed. Most of the $G \times E$ component was of cross-over type, but the changes on the genotype rankings expected for SYPA and the b^* values were not abrupt, which would facilitate the development of cultivars with stable yellow color potential. Much more abrupt changes on the genotype rankings would occur for BI and GY. The specific local adaptation pattern identified showing high GY, TW and semolina yellowness, plus the lack of correlation between semolina yellowness and GY or TW, and the high h^2 of semolina yellowness, will enable to improve the potential color of pasta without causing detrimental effects on the production and the industrial quality in the future.

© 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

- 1) Altos valores de heredabilidad ($h^2 = 0.82$) para amarillez de semolina fueron obtenidos, lo que concuerda con resultados previos (Nachit et al., 1995, Clarke et al., 2006; Digesu et al., 2009)
- 2) La mayoría de la interacción genotipo-ambiente ($G \times E$) fue del tipo *cross-over*
- 3) El rendimiento de grano y el color café de la semolina se determinó principalmente por el ambiente
- 4) No hubo correlación entre amarillez de semolina y rendimiento de grano
- 5) El sur de Chile (VIII región) se asoció con mayores niveles de amarillez de semolina respecto a la Zona Central (RM and VI región)

Schulthess A, Matus I, Schwember AR. 2013.
Field Crops Research 149:234-244

Frecuencias alélicas de *PSY1A* y *PSY1B*

Allelic variants	M population		BL population
	Landraces	Modern cultivars	
<i>PSY1Al</i>	67.7 (105)	95.0 (19)	92.3 (60)
<i>PSY1Aa</i>	13.5 (21)	5.0 (1)	7.7 (5)
<i>PSY1Ao</i>	18.7 (29)	0.0 (0)	0.0 (0)
<i>PSY1Ba</i>	89.0 (138)	85.0 (17)	98.5 (64)
<i>PSY1Bb</i>	11.0 (17)	15.0 (3)	1.5 (1)



Karen Campos

Principales resultados (Campos et al., 2016, *Euphytica* 207:109-117):

- La población BL arrojó valores de h^2 superiores a 0.93 para SYPA y b^* value, lo que refleja el fuerte control genético en la amarillez de semolina
- Comparada a la población BL, la población M mostró mayor variabilidad en las frecuencias alélicas de *PSY1A* y *PSY1B*, pero sólo *PSY1A* exhibió diferencias en amarillez de semolina, y la variante alélica *PSY1Al* se relacionó a los mayores niveles de amarillez
- El uso de marcadores moleculares asociados a *PSY1A* (por ej., *Psy1-A1_STS* y *YP7A-2*) para mejoramiento asistido puede ser valioso para elevar los niveles de amarillez de granos
- 14 genotipos portadores de los alelos *PSY1* de alta amarillez fueron identificados en ambas poblaciones, que pueden ser utilizados como parentales para aumentar amarillez de granos en los PMG de trigo candeal

Asociación de amarillez de semolina con la expresión diferencial de los genes *PSY1A*, *PSY1B* y *CAT3-A1* ?



El principal objetivo fue evaluar la expresión de los genes candidatos *PSY1A*, *PSY1B* y *CAT3-A1* en la amarillez de semolina (SY)

12 genotipos: muy bajo → muy alta SY

Muestreo a intervalos de 7 días desde anthesis a madurez de granos

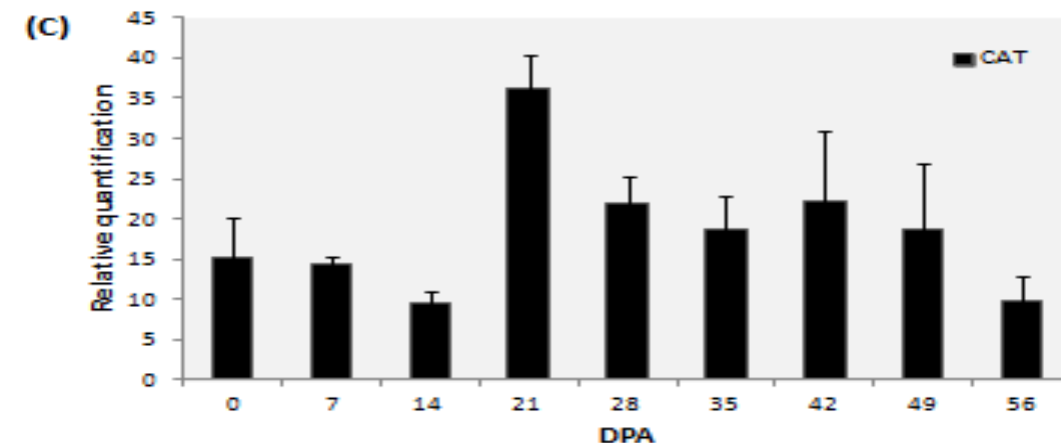
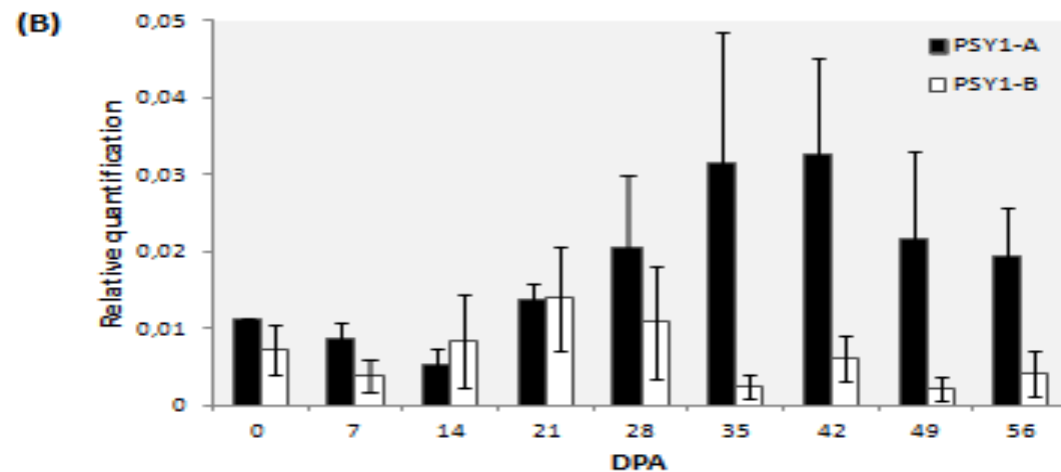
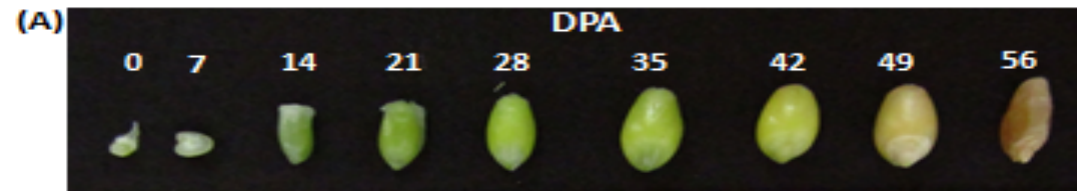
Material cosechado: espigas → - 80°C

Ovarios y granos fueron usados para los análisis de expresión génica de *PSY1A*, *PSY1B* y *CAT3-A1*



Víctor Vargas

Resultados de RT q-PCR



- 1) Los ensayos de RT-qPCR usando 12 genotipos contrastantes en SY mostraron mayor expresión de *PSY1A*, que tuvo su *peak* 35 DPA
- 2) En este momento, el gen *PSY1A* fue 21 veces más expresado en los genotipos de alta amarillez respecto a aquellos de baja SY, probablemente explicando los mayores niveles de SY de los primeros
- 3) *PSY1B* y *CAT3-A1* tuvieron un *peak* en 21 DPA, sugiriendo diferentes roles temporales de estos genes durante llenado de granos
- 4) La contribución de *PSY1B* fue relativamente mayor en los genotipos de baja amarillez respecto a los de alta amarillez
- 5) *CAT3-A1* no mostró claras diferencias en acumulación de transcritos a lo largo del llenado de granos
- 6) Se concluye un rol esencial de *PSY1A* asociados a los genotipos de alta amarillez

Conclusiones y proyecciones en trigo candeal

- Después de alcanzar rendimientos de grano relativamente altos, los programas nacionales de mejoramiento genético de TC están prestando atención ahora a los rasgos de calidad de granos (por ej. , amarillez de semolina (SY)).
- Niveles de SY medio-bajo de las variedades comerciales chilenas actuales de TC
- Alta heredabilidad de SY → Respuesta a la selección e identificación de líneas con niveles altos de SY → importante para los productores y la industria de pasta
- PSY1A se asoció a los mayores niveles de SY. El uso de marcadores moleculares asociados a PSY1A (ej., Psy1-A1_STS e YP7A-2 conjuntamente) en mejoramiento asistido puede ser suficiente y valioso para mejorar la amarillez de granos
- En 35 DPA, PSY1A fue 21 veces más expresado en los genotipos de alta amarillez respecto a los de baja amarillez. Se concluyó un papel fundamental para PSY1A en los genotipos asociados a alto SY.
- Otros rasgos de calidad de granos que se mejorarán en el futuro son el aumento del β -caroteno (TIILLING) y la calidad del gluten

Proyecto Fondecyt Regular n°11611298 (2016-2020)

- Estudio de la amarillez de semolina por medio de rutas metabólicas catabólicas de los carotenoides (genes *Lipoxygenases* (*Lpx*))
- Estudio de la calidad del gluten usando germoplasma internacional (IRTA y CIMMYT) y national (UC e INIA)

Importancia de los cultivos anuales en Chile

- Menor superficie sembrada, pero mejoran los rendimientos, principalmente en cereales (trigo y maíz)
- Somos importadores netos:
- Los mejores precios internacionales mejoran rentabilidad de los cultivos
- Mejora la competitividad
 - Maíz, avena, rap
 - Trigo > rendimientos
 - Crecimiento de 42% en semilleros

	1997	2007	% var
Cultivos anuales (miles há)	875,6	664,3	-24%
Cereales	648,1	480,8	-26%
Leguminosas y tubérculos	127,1	70,9	-44%
Cultivos industriales	70,6	70,2	-1%
Semilleros	29,8	42,4	42%



Fuente: Odepa

Principales desafíos producción de cultivos

- Optimización de prácticas agronómicas existentes: uso excesivo de labranza, uso de programa balanceado de fertilización, y manejo integrado de la protección de plantas, entre otros
- Uso más eficiente del agua y de los recursos hídricos
- Disminución de la mano de obra agrícola y la necesidad de mecanización
- Innovación y emprendimiento en la producción de cultivos, que se centran en bajar los costos de producción y/o aumentar la calidad y la cantidad de la producción

Agradecimientos

Leguminosas



Financiamientos:

- 1) Proyecto FIC-VI R Leguminosas IDI:
30343832-0 (2015-2018)
- 2) Polo Territorial FIA de Legumbres
PYT-2017-0490 (2017-2020)

Trigo candeal



- 3) Fondecyt de Iniciación n°11110066 (2011-2014)
- 4) Fondecyt Regular n°11611298 (2016-2020)

