

TABLA DE CONTENIDO

	Página
SESIÓN 1. Presentaciones.	
Cien años de mejoramiento genético de trigo en La Estanzuela, Uruguay. <i>D. Luizzi, S. Pereyra, M. Quincke, T. Abadie, I. Gatti, M. Díaz, D. Vázquez, F. Condón, S. Germán</i>	1
Avances en el Mejoramiento de Trigo de La Estanzuela. <i>D. Luizzi, M. Quincke, S. Germán</i>	3
Crisis varietales en Uruguay y su superación. <i>D. Luizzi, S. Germán, S. Pereyra</i>	4
La semilla de trigo en Uruguay, expresión de la liberación de cultivares. <i>E. de la Rosa</i>	5
El camino al uso de la semilla certificada de trigo en Uruguay. <i>C. Rucks, G. de Torres</i>	6
La semilla certificada en Uruguay, vínculo entre el sistema cooperativo y el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo. <i>J. Iza, J. Ciganda</i>	7
Plan Nacional de Silos de Uruguay. <i>A. Bogliaccini</i>	8
Forty years of wheat improvement and prospects for the next 40 years. <i>R. Sears</i>	9
Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Uruguay. <i>M. Quincke, S. Germán, S. Pereyra, D. Vázquez, P. Silva</i>	10
Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Argentina. <i>C. Bainotti</i>	11
Milestones and prospects of wheat breeding in Brazil. <i>P. L. Scheeren</i>	12
Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Chile. <i>I. Matus, C. Jobet, R. Madariaga, C. Alfaro, D. Castillo</i>	13
Avance en el mejoramiento del trigo en Paraguay. <i>J. C. Ramírez, G. Cabrera, M. M. Kohli</i>	14
Biostatistical tools for plant breeding in the genomics era. <i>L. Gutiérrez</i>	15

	Página
Cooperación entre países de la región y retos futuros. <i>M. M. Kohli</i>	16
 SESIÓN 1. Posters.	
Colección de recursos genéticos de trigo en el banco de germoplasma de INIA La Estanzuela. <i>F. Condón, M. Quincke, S. Germán, S. González</i>	18
Ganancia genética: Caracterización de cultivares argentinos entre 1900 y 2010. <i>L. Demichelis, M. Morrogh Bernard, P. J. Lo Valvo, R. A. Serrago</i>	19
Fomento y recuperación del cultivo de trigo en Ecuador. <i>J. Garófalo, E. Falconi</i>	20
Trigo: Alimento de futuro con genes del pasado (II). <i>C. Jobet, V. Lein, R. Campillo, I. Matus, R. Madariaga, J. Zúñiga, C. Ortiz, L. Vera, J. C. García</i>	21
Alianzas estratégicas para avanzar en el pre mejoramiento de trigo en Argentina. <i>S. M. Lewis, G. E. Tranquilli, M. D. Bonafede, M. Cattivelli, M. M. Manifesto, S. M. Cristos, R. A. Esquivel, N. G. Machado, O. Klein, R. Miranda, F. Corries, M. Scasso, L. Ortis, M. Meier, H. Buck, L. González, L. A. Pflüger</i>	22
Variables asociadas con la tolerancia al vuelco en trigo pan en Balcarce (Argentina). <i>N. E. Mirabella, P. E. Abbate, A. C. Pontaroli</i>	23
Limitaciones en la fuente para el crecimiento de granos en cultivares modernos de trigo. <i>M. Morrogh Bernard, L. Demichelis, P. J. Lo Valvo, R. A. Serrago</i>	24
Doubled haploid lines promising to increase yield potential of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.). <i>S. L. Moure, J. Zúñiga, D. F. Calderini</i>	25
Determinación de las características más útiles para la diferenciación de cultivares de trigo en Uruguay. <i>V. Olivieri</i>	26
 SESIÓN 2. Presentaciones.	
Integration of new tools for improving genetic gain for yield in water-limited environments. <i>G.J. Rebetzke, B. Bovill, R. James</i>	28
Variabilidad en la respuesta al estrés hídrico de cultivares de trigo. <i>M. Castro, E. Hoffman, O. Pérez, L. Viega</i>	29

	Página
Selección por eficiencia de uso de nitrógeno (N) y fósforo (P)	
<i>A. García</i>	30
Una evaluación sobre la evolución de la oferta varietal de trigo en Uruguay en el siglo XXI.	
<i>E. Hoffman, A. Locatelli, N. Fassana, L. Viega, A. Castro</i>	31
Physiological traits related to yield potential in wheat.	
<i>D. Miralles</i>	32
Limitantes ambientales y potencial de rendimiento de trigo en Uruguay.	
<i>A. G. Berger, D. Gaso, R. Calistro, M. X. Morales</i>	33
 SESIÓN 2. Posters.	
Source: sink limitations in wheat and barley grown under waterlogging conditions during pre-anthesis: Effects on grain weight.	
<i>D. E. Becheran, R. P. de San Celedonio, D. J. Miralles, L. G. Abeledo</i>	35
Does nitrogen improve the negative effects of waterlogging on wheat and barley?	
<i>R. P. de San Celedonio, L. G. Abeledo, D. J. Miralles</i>	36
Factores abióticos determinantes del rendimiento de trigo en el centro-sur bonaerense argentino.	
<i>F. J. Di Pane, M. R. Borda, G. Kraan</i>	37
Tillering dynamics in the CIMCOG wheat population growing under contrasting photothermal environments.	
<i>G. A. García, S. Quinteros, J. E. Boggero, I. Alzueta, D. J. Miralles</i>	38
Field grown wheat and barley response to variable heat shock events around flowering.	
<i>G. A. García, I. Alzueta, R. A. Serrago, D. J. Miralles</i>	39
Variabilidad en tamaño y grosor de glumas de la espiga de trigo pan.	
<i>D. L. Martino, P. E. Abbate, A. C. Pontaroli</i>	40
Post-anthesis water deficit in spring wheat: effects on yield components and relative water content.	
<i>O. Pérez, L. Viega, L. Gutiérrez, M. Castro</i>	41
Efecto de la variabilidad climática en el rendimiento de trigo en Uruguay.	
<i>V. Rubio, M. Castro, R. Díaz</i>	42
 SESIÓN 3. Presentaciones.	
Wheat breeding for resistance to Fusarium head blight.	
<i>H. Buerstmayr, M. Buerstmayr, W. Schweiger, B. Steiner</i>	44

	Página
Mejoramiento por resistencia a enfermedades de trigo en Uruguay. <i>S. Germán, S. Pereyra, M. Díaz de Ackermann, P. Silva, M. Quincke</i>	45
Blast (<i>Magnaporthe oryzae</i>), a potential threat to wheat production in South America. <i>G. A. M. Torres</i>	46
Avances en resistencia genética a mancha amarilla en trigo en Argentina. <i>M. R. Simón, M. V. Moreno, F. A. Jecke, M. C. Fleitas, M. Schierenbeck, A. Perelló</i>	47
Breeding wheat for multiple disease resistance at CIMMYT. <i>R. P. Singh, J. Huerta-Espino, P. K. Singh, C. Lan, B. Basnet, S. Bhavani, X. He</i>	48
Virulence of <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> in the Southern Cone Region of South America. <i>F.M. Gamba, S.E. Strelkov, L. Lamari</i>	49
SESIÓN 3. Posters.	
Tolerancia a <i>Septoria tritici</i> en cultivares de trigo y su influencia en la calidad panadera. <i>A. C. Castro, M. R. Simón</i>	51
Pre-mejoramiento para el control de fusariosis de la espiga y roya de la hoja en Argentina. <i>M. Cattivelli, M. F. Berti, M. D. Bonafede, M. M. Manifesto, M. L. Appendino, S. M. Lewis, G. E. Tranquilli, L. A. Pflüger</i>	52
Septoriosis del trigo en la Argentina: observaciones prácticas para el manejo de la enfermedad. <i>C. A. Cordo, V. F. Consolo, M. Astiz Gasso, M. R. Simón, N. I. Kripelz, C. Mónaco</i>	53
Efecto de la tolerancia a la mancha amarilla del trigo sobre la calidad panadera en cultivares de diferente grupo de calidad. <i>M. C. Fleitas, M. Schierenbeck, M. R. Simón</i>	54
Razas de <i>Dreschlera tritici-repentis</i> y comportamiento de cultivares de trigo frente al patógeno. <i>F. A. Jecke, M. R. Simón, M. V. Moreno, A. E. Perelló</i>	55
Impacto de las enfermedades foliares en cultivares liberados en Argentina entre 1920 y 1999. <i>P. J. Lo Valvo, D. J. Miralles, R. A. Serrago</i>	56

	Página
Capacidad biocontroladora de <i>Trichoderma</i> sp. sobre la manifestación de la septoriosis del trigo. <i>C. Mónaco, C. Abramoff, G. Lampugnani, M. Stocco, N. Kripelz, C. Cordo</i>	57
Diversidad patogénica de <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i> y sus implicaciones en el mejoramiento genético del trigo en Ecuador. <i>J. B. Ochoa, M. Cathme y E. Falconi</i>	58
Eficiencia de uso de la radiación como predictor de la tolerancia a enfermedades foliares en trigo. <i>M. Schierenbeck, M. C. Fleitas, M. R. Simón</i>	59
Tolerancia a patógenos biotróficos y necrotrofos en cultivares argentinos de trigo pan. <i>M. R. Simón, M. C. Fleitas, M. Schierenbeck, S. I. Golik</i>	60
Advance on wheat breeding to leaf rust resistance. <i>C. Turra, A. L. Barcellos, A. A. Baggio, S. B. Rosa</i>	61
Races of <i>Puccinia triticina</i> in Brazil during the 2013 wheat season. <i>C. Turra, A. L. Barcellos, A. A. Baggio, S. B. Rosa</i>	62
SESIÓN 4. Presentaciones.	
Development of wheats with better nutritional quality and health value. <i>G. Branlard</i>	64
Mejoramiento para calidad estable en ambientes variables. <i>D. Vázquez, M. Castro</i>	65
SKCS breeding application and its relationship with other quality parameters. <i>M. Zavariz de Miranda</i>	66
Productos que demanda el mercado y que el mejoramiento genético de trigo debe atender. <i>M. B. Cuniberti</i>	67
Nuevas estrategias de mejoramiento para desarrollar variedades con mejor calidad. <i>R. J. Peña</i>	68
SESIÓN 4. Posters.	
Incidencia de arabinoxilanos en la calidad panadera de harinas de trigo uruguayas. <i>L. Garófalo, D. Vázquez, S. Soule</i>	70
Comparación de secuencias con cultivares de trigos de alta y baja calidad panadera en Balcarce (Argentina). <i>I. Laulhe, P. E. Abbate</i>	71

Predicción del diámetro de galleta por el método de capacidad de retención de solvente para la selección de trigos blandos. <i>L. Mir, C. Giovagnoli, M. Cuniberti</i>	72
Calidad del trigo pan en el centro sur de Argentina: relevamiento de lotes de producción. <i>E. R. Molfese, M. L. Seghezzo y V. Astiz</i>	73
Caracterización nutricional y en compuestos bioactivos de trigo en Uruguay: variabilidad en genotipos y ambientes. <i>M. Russo, D. Vázquez</i>	74
Composición nutricional de productos elaborados en base a trigo en Uruguay. <i>M. Russo, M. Elichalt, D. Vázquez, G. Suburú, G. Gioscia, V. Gilardi, V. Almandos, H. Tihista, M. Godiño</i>	75
Evolución del índice de evaluación de la calidad del trigo candeal. <i>M. L. Seghezzo y E. R. Molfese</i>	76
Algunas estrategias aplicadas al mejoramiento de la calidad del trigo en Argentina. <i>F. Tabbita, M. Kade, M. D. Bonafede, A. Barneix, G. E. Tranquilli, L. A. Pflüger, S. M. Lewis</i>	77

SESIÓN 5. Presentaciones.

Genomic selection, advances and opportunities. <i>M. E. Sorrells, J. L. Jannink</i>	79
Marker integration in public wheat breeding: CIMMYT experience and prospects. <i>S. Dreisigacker, D. G. Bonnett, J. Crossa, R. P. Singh, H. J. Braun</i>	80
Herramientas utilizadas y avances en mejoramiento molecular en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo de INIA Uruguay. <i>P. Silva, B. Lado, S. Brandariz, S. Pereyra, S. Germán, J. von Zitzewitz, L. Gutiérrez, M. Quincke</i>	81
Herramientas utilizadas y avances en mejoramiento molecular en Argentina. <i>M. Helguera</i>	82
Ferramentas utilizadas e avanços no melhoramento molecular de trigo no Brasil. <i>I. Schuster</i>	83

SESIÓN 5. Posters.

Uso de genes de especies afines transferidos a <i>Triticum aestivum</i> a través de ingeniería cromosómica. <i>M. D. Bonafede, M. A. Alvarez, S. M. Lewis, M. L. Appendino, J. Dubcovsky, G. E. Tranquilli</i>	85
---	----

	Página
Effect of using imputed missing data on QTL detection on a wheat GWAS panel. <i>S. P. Brandariz, A. González-Reymúndez, B. Lado, M. Quincke, J. von Zitzewitz, M. Castro, I. Matus, A. del Pozo, L. Gutiérrez</i>	86
Localización de loci de resistencia a <i>Mycosphaerella graminicola</i> a través de mapeo por asociación en trigo. <i>G. S. Gerard, A. Sanabria, M. R. Simón, U. Lohwasser, A. Börner</i>	87
Caracterización molecular de variedades argentinas de trigo hexaploide para los loci Fr-1 y Fr-B2 asociados con tolerancia a frío. <i>C. E. Rodríguez, D. Gómez, J. Fraschina, M. Helguera, L. Vanzetti</i>	88
Pleiotropic QTLs affecting heading date/flowering time and quality traits in durum wheat. <i>P. F. Roncallo, V. C. Echenique</i>	89

SESIÓN 1

Presentaciones

Cien años de mejoramiento genético de trigo en La Estanzuela, Uruguay

D. Luizzi¹, S. Pereyra², M. Quincke², T. Abadie^{1,3}, I. Gatti^{1,4}, M. Díaz⁵, D. Vázquez², F. Condón², S. Germán²

¹Ing. Agr. investigador retirado del Centro de Investigaciones Agropecuarias Dr. Alberto Boerger, ² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Ruta 50, km 11.5, Colonia, Uruguay, ³ DuPont Pioneer, 7300 NW 62nd Av, Johnston Iowa, USA, ⁴ Dow AgroSciences, Indianapolis, Indiana, USA, ⁵ Ing. Agr. Investigadora retirada del INIA, Uruguay. domingo@elcimarrau.com.uy

Con la descripción de los cultivares más difundidos se sintetizan los esfuerzos realizados durante los 100 años de mejoramiento genético de trigo en La Estanzuela para proveer de cultivares adaptados a los distintos sistemas de producción que se han sucedido. El Dr. Alberto Boerger, inició los trabajos en mejoramiento de trigo en Uruguay en 1912 y se radicó en La Estanzuela en 1914. El primer período se caracterizó por la práctica de agricultura continua con mecanización muy limitada y sin fertilización. El desafío inicial del Programa de Mejoramiento Genético de Trigo (PMGT) fue incrementar la productividad del cultivo para nuestras condiciones climáticas, caracterizadas por una gran variabilidad y frecuentemente adversas, lo que se logró con la liberación en 1918 de los primeros trigos de pedigree: Pelón 33c, Americano 26n y Americano 44d. Los cultivares liberados a partir de mediados de la década del 20 (Artigas, Larrañaga) resultaron de cruzamientos entre los primeros trigos de pedigree y superaron limitantes de calidad para panificación directa. La necesidad de introducción de resistencia genética a las enfermedades más relevantes en nuevos cultivares se hizo evidente durante la primera crisis varietal de 1929 y 1930, causada por epidemias de roya estriada (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*). Durante 1934-1938 se liberaron los trigos resistentes Litoral, Litoral 1, Litoral 2 y Litoral Precoz, descendientes de Pelón 33c y un material argentino resistente a roya estriada (38 M.A.). Litoral Precoz fue el primer cultivar de ciclo corto que permitió siembras tardías con buenos resultados, razón por la que adquirió amplia difusión. Multiplicación 14 (1958, descendiente de Litoral Precoz) fue el último cultivar con larga vigencia producto de la primer etapa de mejoramiento. Luego de la muerte de A. Boerger en 1957, se produjo una gran crisis en el mantenimiento del germoplasma, hasta principios de la década del 60, cuando el Ing. Agr. Cayo Tavella inició la segunda etapa de mejoramiento con la introducción de colecciones internacionales y recomposición del germoplasma nacional. Durante el período 1966-1968 se liberaron tres cultivares introducidos que resultaron susceptibles frente a mancha de la hoja (*Zymoseptoria tritici*). Posteriormente, fue Estanzuela Tarariras (1974, descendiente del cultivar brasileño Bagé), el primer cultivar de esta nueva fase que adquirió amplia difusión, destacándose por su adaptación a condiciones locales y muy buena calidad. Durante este período, con la adopción de la fertilización y las rotaciones con pasturas dentro de un sistema mixto agrícola-ganadero se hizo necesario que los nuevos cultivares de trigo respondieran a los mayores niveles de fertilidad logrados, característica que fue obtenida mediante cruza de germoplasma local y del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). A partir de fines de los años 70 la fusariosis de la espiga (*Fusarium* spp.) impuso otro gran desafío para el PMGT. Durante la década del 80 se liberaron el cultivar de ciclo

intermedio E. Hornero (1980, descendiente del cultivar argentino Klein Impacto) y los cultivares de ciclo largo con aptitud para doble propósito E. Dorado (1981, descendiente de E. Tarariras) y E. Federal (1987, descendiente de E. Hornero), cultivar de ciclo largo que por primera vez combinó resistencia a mancha de la hoja y baja estatura. Los cultivares introducidos de ciclo corto a intermedio E. Cardenal (1985), E. Pelón 90 (1990) e INIA Mirlo (1995) tuvieron amplia difusión por su alto rendimiento descendiente de cruzas de trigos invernales por primaverales realizadas y seleccionadas por el programa de CIMMYT. A partir de entonces no se han liberado introducciones directas, ya que los materiales desarrollados localmente han sido superiores. La siembra directa se generalizó a fines de los 90 y significó otro cambio importante en la producción de trigo, entre otros factores, por incrementar la presión de las enfermedades causadas por patógenos necrotróficos que sobreviven en el rastrojo. Durante esta década, INIA Tijereta (1997, descendiente de E. Calandria) fue el cultivar desarrollado localmente con mayor difusión. En la década del 2000 se intensificó la agricultura, generalizándose el doble cultivo soja/trigo y el uso de fungicidas. INIA Churrinche (2000, descendiente de E. Federal), y un grupo de cultivares representados por I. Don Alberto (2007, descendiente de I. Tijereta), tuvieron amplia difusión en gran medida porque su ciclo intermedio o corto se adaptó al doble cultivo. En esa misma década, el PMGT incorporó trigos sintéticos desarrollados por CIMMYT en sus planes de cruzamientos, que resultaron en la liberación del cultivar de ciclo intermedio Génesis 2354 (2009) y del cultivar de ciclo largo Génesis 2359 (2011, descendiente de I. Tijereta), de excelente sanidad foliar derivada de este germoplasma. Dos cultivares liberados en 2012 reúnen características demandadas por la producción: Génesis 2366 (descendiente de I. Tijereta), de ciclo intermedio a largo, presenta muy buena adaptación a las crecientes siembras de mayo, y Génesis 2375 (descendiente de una línea hermana de E. Federal), de comportamiento sanitario excelente, combinando buena sanidad foliar con un nivel de resistencia a fusariosis de la espiga superior a la de cultivares liberados previamente por el PMGT. La posterior incorporación de germoplasma europeo resultó en la liberación de dos cultivares de alto potencial de rendimiento en 2013 (Génesis 6-81 y Génesis 6-87). Los objetivos y logros del PMGT han variado fuertemente durante los 100 años de su evolución, asociado fundamentalmente a los cambios en los sistemas de producción y los incrementos de productividad sostenidos que han permitido que tanto el cultivo como los productores sean competitivos a nivel local, regional e internacional. Para alcanzar estos logros se recurrió repetidamente a recursos genéticos de distintos orígenes que poseían las características deseadas, y éstas debieron ser introducidas en materiales adaptados generados previamente, continuando con la tradición histórica de mantener germoplasma adaptado en la cruce de la mayoría de los cultivares exitosos. Por este motivo, se destaca la importancia de conservar el programa como un proceso continuo de investigación a largo plazo, donde la base de los futuros cultivares son los materiales desarrollados localmente, acumulando progresivamente características favorables. El desafío es continuar desarrollando cultivares de trigo que se adapten a los requerimientos de la cadena productiva, en un mercado cada vez más competitivo. Para esto, será indispensable seguir integrando nuevo germoplasma, herramientas de selección, conocimiento y asociaciones que permitan incrementar la eficiencia de selección y el avance genético en las características asociadas a productividad del cultivo, calidad e inocuidad del producto.

Avances en el Mejoramiento de Trigo de La Estanzuela

D. Luizzi¹, M. Quincke², S. Germán²

¹Ing. Agr. investigador retirado del Centro de Investigaciones Agropecuarias Dr. Alberto Boerger, ² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Ruta 50, km 11.5, Colonia, Uruguay. domingo@elcimarrau.com.uy

Es de fundamental importancia poder analizar el avance genético en las características seleccionadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo (PMGT) eliminando el efecto del manejo. Citamos dos trabajos que cubren un período de 80 años de liberación de cultivares durante 1918-1997. Los trabajos de referencia ocupan en el tiempo el cambio de una agricultura extractiva hasta el modelo implementado por La Estanzuela de una agricultura sobre la base de un sistema de rotaciones con praderas cuyo objetivo fue el mantener el nivel de productividad de los suelos, conservando y mejorando el nivel de materia orgánica. El PMGT fue adecuándose a los cambios tecnológicos pero era necesario conocer si se estaba mejorando el potencial de rendimiento y calidad molinera/panadera de los materiales que se fueron liberando como alternativas en el mercado de cultivares. En el primer experimento, sembrado en 1978, se compararon los primeros trigos de pedigree liberados en 1918 (Americano 26n y Americano 44d) que tuvieron una gran trayectoria a nivel nacional y regional, los clásicos cultivares que cubrieron un largo período durante 1934 a 1977 (Litoral Precoz y Multiplicación 14), los primeros cultivares introducidos (Estanzuela Sabiá y E. Zorzal) junto al primer cultivar creado por el PMGT posterior a la reorganización del Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional (1974, E. Tarariras) y líneas experimentales avanzadas pre-comerciales en 1978. El segundo trabajo fue sembrado por tres años (1994-96) y comparó los cultivares liberados durante 1958-1974 con cultivares posteriores que tuvieron una muy importante participación en el área de siembra como E. Hornero (1981), E. Cardenal (1985), E. Pelón 90 (1990) e INIA Mirlo (1995), entre otros. Los materiales liberados hasta 1974 fueron similares en los dos trabajos. Los materiales se probaron en experimentos fertilizados, para simular los niveles de fertilidad de la segunda etapa, y con control de enfermedades, para eliminar el efecto de las mismas sobre las distintas características evaluadas. Los resultados del primer trabajo indicaron una clara mejoría en el potencial genético de las últimas variedades liberadas (ej. E. Tarariras) y una mejora genética en el valor de sedimentación (>30) que evalúa indirectamente la calidad panadera y molinera. En el segundo trabajo se estimaron incrementos de rendimiento de 59 kg/ha/año. En este trabajo no se encontró una tendencia clara de la evolución del volumen de sedimentación SDS y se observó una disminución de la cantidad de gluten, desde los materiales más antiguos hasta los más nuevos. A los altos niveles de rendimiento de grano logrados, esta reducción no representa ningún peligro desde el punto de vista de calidad industrial, ya que es suficiente para panificación directa.

Crisis varietales en Uruguay y su superación

D. Luizzi¹, S. Germán², S. Pereyra²

¹Ing. Agr. investigador retirado del Centro de Investigaciones Agropecuarias Dr. Alberto Boerger, ² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Ruta 50, km 11.5, Colonia, Uruguay. domingo@elcimarrau.com.uy

La vulnerabilidad del cultivo de trigo en Uruguay ha quedado en evidencia frente a las epifitias provocadas por diferentes enfermedades, en especial las royas. La roya estriada (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) fue observada por primera vez durante 1929, causando ya ese año epidemias extensas y muy severas en Chile, Argentina, Uruguay y Brasil (Río Grande do Sul), que se repitieron durante 1930. El cultivar argentino resistente a roya estriada 38 M.A. fue utilizado en cruzamientos a partir de los cuales se seleccionó Litoral, Litoral 1, Litoral 2 y Litoral Precoz. En el período 1935–1944, las variedades más difundidas en el país fueron las del grupo Litoral, lo que quizás fue el factor desencadenante de la “crisis varietal de 1944” en la que estos cultivares fueron vulnerados por las royas de la hoja y del tallo (*P. triticina* y *P. graminis* f. sp. *tritici*). La gravedad de la situación determinó la creación de comisiones para afrontar el problema, recurriéndose en 1947 a la introducción de los cultivares Río Negro y Frontana, creados en la Experimental Fitotécnica de Bagé, RGS (Brasil). Estas experiencias fueron tomadas como base para organizar el denominado Comité de Certificación de Semillas, a partir de la reestructuración de La Estanzuela a principios de los 60, en el que se recomendaba la inclusión o eliminación del registro de los cultivares en base a los resultados experimentales. Este esquema de trabajo permitió minimizar los problemas de pérdida de resistencia a enfermedades de cultivares a medida que avanzaban sus años de siembra, evitando las “crisis” varietales. En 1977 ocurrió la primer gran epidemia documentada de fusariosis de la espiga (*Fusarium* spp.), frente a la que los cultivares difundidos eran en general susceptibles, debiéndose implementar otras acciones que minimizaran riesgos para hacer sustentable el cultivo de trigo. Esta situación se repitió en los años agrícolas 2001/02 y 2002/03. En 1984 se produjo la última crisis causada por roya de la hoja, a pesar del análisis sanitario que realizaba la Comisión Asesora de Certificación de Semillas. El cultivar La Paz INTA fue severamente afectado principalmente en la zona de Young, Dpto. Río Negro. En la actualidad, más del 80% del área de trigo se realiza en siembra directa lo que implica un volumen importante de rastrojo en superficie, donde sobreviven hongos causales de manchas foliares y fusariosis de la espiga. Esta historia nos deja como enseñanza la necesidad de mantener y fomentar estructuras interinstitucionales a los efectos de ir analizando la información generada de los años agrícolas, de forma de tener capacidad de predicción y no de reacción que permita menores riesgos en pérdidas económicas a nivel del productor y del país.

La semilla de trigo en Uruguay, expresión de la liberación de cultivares

E. de la Rosa¹

¹Ing. Agr. retirado de INIA, Ruta 50 km 11, Colonia, Uruguay. eduvetea@gmail.com

El esquema de producción de semillas en Uruguay se inició en 1915 en La Estanzuela. La semilla madre era directamente producida bajo la responsabilidad del mejorador, y la siguiente categoría, la semilla fundación, en la mayoría de los casos era producida en unos pocos establecimientos cercanos a la Estanzuela. La semilla fundación se distribuía entre aquellos interesados que se anotaban en una lista para adquirir semilla entre los que se distribuía hasta aproximadamente el 50% de las bolsas disponibles. Muchas veces la semilla era enviada por ferrocarril a los destinos que fijaban los productores. La semilla remanente se vendía a otro Servicio Oficial de Distribución de Semillas (SODS), dependiente del Ministerio de Ganadería y Agricultura, el que a través de su Dpto. de Producción la multiplicaba para su posterior venta a los agricultores. La semilla producida se procesaba por equipos de procesamiento del SODS y sobre todo por equipos móviles sobre camiones y/o vagones de ferrocarril, y la mayoría se comercializaba a través de órdenes del Banco de la República, por los créditos que este otorgaba a los agricultores. Si bien este sistema mejoró la disponibilidad de semilla, no se alcanzaba a cubrir las necesidades para el cultivo, abasteciendo aproximadamente el 1% de la semilla de trigo. La calidad de esta semilla era deficiente por la falta de pureza total, el desconocimiento de su poder germinativo y la presencia de semillas de otros cultivos y de malezas. Un momento de inflexión en la producción de semillas fue la llegada del consultor Dr. Russell Bradley en 1962. Se elaboró el primer proyecto de certificación de semillas para nuestro país de acuerdo a normas aceptadas internacionalmente (International Crop Improvement Association, International Seed Testing Association, etc). Se diseñó un esquema de multiplicación de semillas basado en la producción de agricultores asociados en alguna forma y supervisados en todas las etapas del cultivo por los técnicos del Programa de Certificación. En el nuevo esquema de multiplicación se consideraban cuatro categorías: multiplicada bajo total responsabilidad del mejorador (semilla madre), producida en su gran mayoría por el programa en el predio de La Estanzuela (semilla fundación), producida por productores contratados en diversas zonas bajo supervisión técnica del programa y procesada en la planta de procesamiento de la Estanzuela (semilla registrada) y producida por las entidades multiplicadoras de semillas (semilla certificada). A pesar de los diferentes cambios de organización institucional que ocurrieron desde el año 1961 con la creación del Centro de Investigaciones Agrícolas Dr. Alberto Boerger y del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, se mantuvo la línea conceptual de producción de semillas de calidad.

El camino al uso de la semilla certificada de trigo en Uruguay

C. Rucks¹, G. de Torres¹

¹Ing. Agr, retirado del Servicio de Extensión Agrícola, CIAAB, MGA, La Estanzuela, Ruta 50, km 11.5, Colonia, Uruguay. rucksdelbo@yahoo.com.ar

Desde su creación en 1914 hasta 1956 el Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional La Estanzuela acompañó el ciclo vital de su Director Dr Alberto Boerger. La muerte de su Director fue un rudo golpe para la institución. En 1961 era notorio el deterioro institucional de La Estanzuela por lo que el Gobierno Nacional dispuso encarar su reorganización. Una vez establecido el Servicio de Extensión en el nuevo Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB) se conformó un grupo de productores referentes en la zona que constituyó la Comisión de Apoyo a La Estanzuela. Para eso recurrimos a las organizaciones de productores reconocidas tales como las sociedades de fomento rural de Tarariras, La Estanzuela, San Pedro, Conchillas y las cooperativas agropecuarias que operaban en la zona. Uno de los primeros y más sentidos problemas identificados fue el de la limitada disponibilidad de semillas de calidad para la instalación de los cultivos, en particular el trigo. Las tareas de promoción duraron dos años desde 1962 a 1964 y fueron acompañadas por el establecimiento de las normas técnicas para conducir el proceso de producción de semillas. En 1962 comenzó a operar un proyecto de cooperación técnica de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus iniciales en inglés) con el CIAAB. Como consultor se contrató al Dr. Russell Bradley de la Universidad de Cornell (EEUU) donde desempeñaba funciones en el Servicio de Certificación de Semillas del Estado de Nueva York. En el marco de este proyecto se contrató y formó a especialistas nacionales en semillas. Se adoptó el sistema de certificación de semillas propuesto por el Dr Bradley, similar al que se utilizaba en el Estado de Nueva York. Resulta importante destacar tres procesos que se dieron en forma simultánea entre 1962 y 1964. En primer lugar, el trabajo de investigación fitotécnica avanzando en la producción de material genético para abastecer el proceso de producción de semillas; en segundo lugar el desarrollo de un sistema técnico de producción de semillas y en tercer lugar, la labor promocional de extensión para integrar un conjunto de productores con las capacidades necesarias para llevar adelante el proceso. Hace 50 años la totalidad de la semilla certificada de trigo, maíz y girasol se originaba en el CIAAB y llegaba a los productores por medio de una organización conformada por sus pares, lo que se identifica como una de las razones del éxito que acompañó a este emprendimiento en sus primeros años.

La semilla certificada en Uruguay, vínculo entre el sistema cooperativo y el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo

J. Iza¹, J. Ciganda²

¹Ing. Agr. retirado de CADOL Francisco Prestes 1127, Dolores. ² Ing. Agr. retirado de CCU, CALOL, CALPROSE, 19 de abril 685, Carmelo. julioiza@adinet.com.uy, ciganda@baselto.com.uy

El movimiento cooperativo agrario del Uruguay ha estado estrechamente vinculado a la producción de variedades y semilla de trigo de calidad. Desde 1963 cuando se realizó la primer jornada para formalizar el sistema de certificación de semillas hasta el actual Grupo Trigo se ha demostrado el espíritu de las distintas generaciones de dirigentes del cooperativismo agropecuario en apoyar el uso de cultivares superiores como herramienta de mejorar la productividad del cultivo en el país. El Programa de Certificación de Semillas ha sido el gran vinculante y disparador inicial de ese esfuerzo común. El 18 de junio de 1963 se realizó la primera reunión de delegados de las cooperativas con la finalidad de estructurar un programa de semillas. La producción de semilla certificada por medio de productores cooperativistas permitió introducir un cultivo altamente tecnificado en un número elevado de pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias. En 1964 se entregó por primera vez Semilla Registrada para su multiplicación a tres Cooperativas: CALPROSE (Tarariras), CADYL (Young) y CADOL (Dolores). La introducción de esta tecnología operó como elemento de difusión de las prácticas agrícolas recomendadas entre los vecinos de los multiplicadores de semilla. En los primeros años de la década del 70 el Programa de Mejoramiento de Trigo (PMGT) liberó al mercado tres variedades entre las que E. Tarariras fue un fenomenal aporte tecnológico a la producción nacional y ejemplo del esfuerzo del PMGT, que, conjuntamente con el programa de certificación de semillas y los departamentos técnicos del sistema cooperativo y ANAPROSE, llevaron a la permanencia prolongada de ese cultivar en producción, estableciendo adecuaciones a su época de siembra, aislamiento sanitario y tratamiento de semilla para prolongar su vida útil. La Ley 13.664 del 13 de junio de 1968 (Primera Ley de Semillas del Uruguay), por su artículo 3ero. sostiene que compete a la Dirección de Investigación y Extensión del Ministerio de Ganadería y Agricultura por intermedio de sus Centros de Investigaciones efectuar la certificación de semillas en el país. El decreto 813/974 consolidó el vínculo del sistema cooperativo y el PMGT a través de la semilla certificada y comprometió a las cooperativas a afianzar sus departamentos técnicos para realizar la producción de la semilla hija de certificada, mejorando el nivel de calidad de la semilla comercial. Es de resaltar la intervención del Centro Cooperativista Uruguayo (CCU), quien a través de su departamento técnico tuvo activa participación en la redacción del decreto 813/974 del 10 de octubre de 1974 y ayudó a implementar la consolidación de los departamentos técnicos de las Cooperativas. Asimismo, fue importante en la formación primero de la Comisión Coordinadora de Entidades Semilleristas (COCOENSE) y luego en la Asociación Nacional de Productores Semilleristas (ANAPROSE). Fines de 1979 a inicio de la década del 80 marca cambios sustanciales en los Programas de Certificación de Semillas. La aprobación del decreto 750/979 determinó la transferencia de la certificación de semillas al Sector Granos (SEGRA) del Ministerio de Agricultura y Pesca.

Plan Nacional de Silos de Uruguay

A. Bogliaccini¹

¹Plan Nacional de Silos, DGSSAA– MGAP. Millán 4703, tel. 2 309 8410, CP12900, Montevideo, Uruguay. abogliaccini@mgap.gub.uy

La Comisión Técnica Ejecutora del Plan Nacional de Silos (PNS) fue creada por decreto del Poder Ejecutivo del 10/7/72 como brazo ejecutor del proyecto de granelización. Este proyecto fue impulsado por la proyección de aumento de la producción de los cultivos extensivos realizada en ese momento por el Plan de Desarrollo Agropecuario y por la necesidad de un adecuado almacenaje de granos. El organismo ejecutor fue el Ministerio de Ganadería y Agricultura (hoy MGAP) a través de la Junta Nacional de Granos (JNG) mediante un préstamo del Banco de la República Oriental del Uruguay (BROU). Dentro del decreto de las Normas de Comercialización de Trigo del año 1971 se estableció el sistema de financiación por parte de los productores a través del *Fondo Nacional de Silos* con una tasa del 2,5 % del valor del grano en su primera venta. En 1986 se modificaron estas normas extendiéndose para todos los granos menos el arroz. En una primera etapa se transformaron 18 graneros oficiales del BROU en estructuras que pudieran albergar las cosechas a granel (silos horizontales) y se modernizaron los silos subterráneos de Nueva Palmira y Dolores. En una segunda etapa, se construyeron plantas de almacenaje con otra tecnología de almacenamiento, donde se incorporaba la técnica del acondicionamiento previo de los granos recién cosechados para luego pasar a la etapa de almacenaje y conservación. La distribución territorial de las obras siguió básicamente el área de producción de trigo. Se construyeron inicialmente seis unidades de aproximadamente 15000 ton de capacidad estática (base trigo, PH 78). La localización inicial de los elevadores zonales y luego de los locales se definió en base a los estudios de los movimientos de entrada, salida y tiempo de permanencia del trigo en los galpones. Los silos locales y zonales estuvieron a cargo de cooperativas de primer o segundo grado que recibían la producción de chacra, mientras que los silos terminales (exportación) estuvieron en manos del Estado. La estructura final de la obra del PNS (291000 ton en silos locales y zonales) fue dimensionada para la producción de 1970, de un poco más de 400000 ton de trigo para consumo interno. Los silos terminales tenían una capacidad de 118000 ton. En la actualidad, la producción de granos ha superado las 7000000 ton y se han declarado más de 6000000 ton de capacidad de almacenaje. Esto nos ubica en los primeros lugares regionales e internacionales en cuanto a la relación infraestructura de almacenaje/ volumen de cosecha. Actualmente el esfuerzo del PNS a través del Estado se centraliza en la etapa de post-cosecha de la cadena productiva. En esto se incluye los granos a ser almacenados, sus características de calidad, cómo manejarlos durante este período, su acondicionamiento, su conservación y su preparación para las demandas de la etapa industrial.

Forty years of wheat improvement and prospects for the next 40 years

R. G. Sears¹

¹Syngenta, USA, 11783 Ascher Rd. Junction City, KS 66441.
rollin.sears@syngenta.com

Key milestones over the last 40 years of wheat improvement are many. Ranking them relative to importance is difficult as each improvement has impacted each wheat growing region differently. First above all other accomplishments and key to future improvement is germplasm exchange. The wheat improvement community has continued germplasm exchange under the Wheat Workers Code of Ethics and has effectively maintained genetic improvement. Additionally intercrossing between regions separated by large geographies has become more productive. Consistent exchanges have resulted in better early generation populations and more consistent improvement. Equipment advances have allowed breeding programs to plant and harvest more plots accurately. Computational analysis has improved tremendously each year allowing better data base management. Field books are rapidly fading and being replaced by tablets for note taking. Adult plant durable resistance a hypothetical goal in 1970 has become a reality thanks to the leadership of CIMMYT scientists working on adult plant rust resistance. Milling and baking quality has continued to improve along with grain yield. Both protein concentrations as well as protein functional quality have improved in many regions. Molecular markers are now being used effectively to enrich populations and design crosses more accurately. Wheat continues to be a crop that relies on improvement via phenotype selection. Breeding programs are rapidly moving towards a design phase where both molecular markers and phenotype selection are used together to more accurately drive selection. Gene stacking for better resistance to difficult biotic pests has become routine. Speed breeding, reducing the time between a cross and final selections will continue to improve. Both single seed decent and double haploid methods are being utilized more widely. I'm optimistic about future improvement. Hybrid wheat remains a significant goal for many programs. Hybrid wheat provides opportunities for both yield increase as well as yield stability across diverse environments. Genetic modification in wheat represents a significant opportunity if science is allowed to function. Genomic selection represents a real opportunity to combine quantitative selection theory and molecular thru-put to improve complex traits like drought and heat tolerance and grain yield. Additional improvement tools will undoubtedly be discovered allowing continued improvement and real optimism about meeting global cereal food demands. Key to meeting grain yield goals however, will be maintaining and protecting routine germplasm exchange and the principles established by the Wheat Breeders Code of Ethics.

Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Uruguay

M. Quincke¹, S. Germán¹, S. Pereyra¹, D. Vázquez¹, P. Silva¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Ruta 50 km 11,500, CP 70000, Colonia, Uruguay. mquincke@inia.org.uy

Más de un siglo de mejoramiento genético de trigo ha transcurrido desde que Dr. Alberto Boerger iniciara los primeros trabajos de colecta y selección en las poblaciones criollas. Desde entonces más de sesenta variedades mejoradas fueron liberadas comercialmente al sector productivo por el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo (PMGT) de La Estanzuela. Éstas, fueron aportando consistentemente mayores niveles de productividad. Tempranamente se identificaron los temas vinculados a la calidad industrial y la necesidad de incorporar resistencia genética a las principales enfermedades, como pilares fundamentales para el éxito de las variedades y el programa en su conjunto. La vinculación internacional que tuvo La Estanzuela desde sus inicios, fue otro pilar de fundamental importancia, resultando en un amplio reconocimiento internacional y posicionar a La Estanzuela como un referente científico en materia de estudios fitotécnicos y genéticos. Ejemplos de esto son las visitas de Nikolai Vavilov en 1932, Norman Borlaug en 1977 y 1999, o la realización en 1949 del Primer Congreso Sudamericano de Investigaciones Agronómicas. Esta red de colaboración internacional, particularmente el intercambio de germoplasma fue siempre un recurso fundamental para la superación en épocas de crisis varietales. Los sistemas de producción promovidos a principio de la década del 60, con la introducción de la fertilización y la rotación con pasturas dentro de sistemas mixtos agrícola-ganaderos, y más recientemente la adopción generalizada de la siembra directa a fines de los 90, marcaron cambios importantes en la producción de trigo. Y con ellos, ajustes necesarios en los objetivos del PMGT. Durante la última década, con la expansión del área cultivada y, a raíz de una mayor producción, el ingreso en el mercado de exportación de trigo, han determinado para el PMGT nuevamente la necesidad de adaptación a nuevos desafíos. A futuro, lejos de estar exentos de nuevos cambios, la presión y exigencia hacia los nuevos cultivares será cada vez mayor. Se deberá incrementar la tasa de progreso genético lograda hasta hora, combinando con manejo agronómico, de manera de alcanzar los rendimientos potenciales, minimizando las pérdidas. Será necesario aumentar la eficiencia de uso de agua y nutrientes, para asegurar la sustentabilidad e inocuidad de la producción. Los esfuerzos solo estarán completos si se logran alcanzar también los exigentes requerimientos de calidad impuestos por los mercados y los consumidores. Sin dudas, el mejoramiento genético, con un enfoque multidisciplinario, la implementación de herramientas moleculares, y el potencial uso de transgénicos, serán socios fundamentales para el cumplimiento de las metas.

Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Argentina

C. T. Bainotti¹

¹EEA Marcos Juárez, INTA, Ruta 12 s/n, 2580-Marcos Juárez, Provincia de Córdoba, Argentina. bainotti.carlos@inta.gob.ar

La superficie sembrada con trigo en Argentina se incrementó desde el año 1875; en 1938 se sembraron 8.600.000 has (record histórico) y se cosecharon 10.300.000 t. Así, el trigo se convirtió en el principal cereal argentino exportable. En tiempos recientes, mostró un promedio de 4.125.000 has y de 11.766.000 t. (trienio 2011/13). Desde 1912, Williams Backhouse y otros inician el mejoramiento a partir de poblaciones heterogéneas, bajo selección genealógica. Desde 1919, se afianza la presencia de criaderos locales privados, algunos familiares, y criaderos públicos que perdurarán a lo largo de los años. En la última década, es de destacar la aparición de nuevos criaderos privados, algunos internacionales. El programa de mejoramiento público se caracteriza por el trabajo interdisciplinario, principalmente a través del INTA. Ambos programas utilizan o proponen utilizar en corto-mediano plazo, como estrategias de innovación: a. la selección asistida por marcadores moleculares, b. el desarrollo de doble haploides y avance rápido de generaciones, c. el uso de la ingeniería genética y transgénesis y d. la mutagénesis inducida. En la actualidad, el uso de semilla es del 75% entre la propia del productor y la que produce y vende el productor; el 25% restante es fiscalizada. Gran parte de las variedades comerciales están bajo el sistema de cobro de regalía extendida. La mayoría de los criaderos tienen como objetivo a corto-mediano plazo ampliar su mercado fuera de Argentina, a los países vecinos del Cono Sur (Uruguay, el tradicional), Australia, Estados Unidos, África, países del este de Europa, entre otros. Este nuevo escenario posiciona a la Argentina como un potencial semillero.

Milestones and prospects of wheat breeding in Brazil

P. L. Scheeren¹

¹Brazilian Agricultural Research Corporation, Embrapa Wheat, Rodovia BR 285, km 294, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brazil. pedro.scheeren@cnpt.embrapa.br

In Brazil, the average of annual wheat area has been around 2 million hectares during the last 10 years. Ninety percent is concentrated in the states of Paraná and Rio Grande do Sul (Climate Regions Cfa and Cfb) and around 95 percent is cultivated under no-tillage systems, in new cropping systems. The yield average is near to 2,600 kg ha⁻¹ in rainfed areas and over than 5,000 kg ha⁻¹ in irrigated areas (less than two percent of the Brazilian area is sowed under irrigation, in the Savannas region). Most of the main wheat area is covered by modern cultivars and only some landraces are cultivated in little areas. The breeding programs in Brazil released more than 450 wheat cultivars for the different production regions since 1922. The current and potential Brazilian wheat regions are: South, South-Central and Central Region. The South and South-Central regions account for approximately 95% of the area currently cultivated and, consequently, for the Brazilian wheat production. The Central Region, although with little representation in wheat cultivated area, has a huge potential for crop production, both in rainfed conditions, as irrigated. The current abiotic constraints are: low rainfall (drought) and heat stress at the Brazilian Savannas region; and lodging, cold (frost) and pre-harvest sprouting in the Southern Brazil. Fungal diseases are very important because the excess of humidity in the South Brazilian wheat area, and the most important are: leaf rust (*Puccinia triticina*); scab (*Fusarium graminearum*); mildew (*Blumeria graminis*); glume blotch (*Stagonospora nodorum*); tan spot (*Drechslera tritici repentis*); spot blotch (*Bipolares sorokiniana*) (*Helminthosporium sativum*); head blast (rice blast) (*Magnaporthe grisea*); and virus diseases (Barley Yellow Dwarf Virus and Soil borne Mosaic Virus). The adaptation of some Italian varieties introduced marked the resumption of wheat cultivation in southern Brazil, in the late nineteenth century, after the experience of the Azores, in the eighteenth century, and the Germans, in the 1820s. The expansion of wheat cultivation to other states and the development of the culture in these areas were later, especially in the second half of the twentieth century. In Paraná State, the cultivation of wheat began in Guarapuava. Later, the north and west of this state became an important center, mainly with the introduction of Mexican varieties, from the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), making it the leading cereal producing area of the country. The wheat breeding programs in Brazil, during the twentieth century, always highlighted the use of cultivars with high grain yield potential, which can be limited by living organisms (insects, fungi and viruses), or even by environmental fluctuations. These factors prevailed for several decades as the major goals of wheat breeding. However, with the privatization of wheat marketing in Brazil in the 1990s, the millers began to reject batches of wheat with lower gluten strength. Than with this new factor, technological quality has been strongly incorporated as the main objective in all the wheat breeding programs in Brazil.

Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Chile

I. Matus¹, C. Jobet², R. Madariaga¹, C. Alfaro³ y D. Castillo¹

¹INIA-Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile, ²INIA-Carillanca, Km. 10 Camino Cajón, Vilcún, Temuco, Chile, ³INIA-Rayentue, Av. Salamanca s/n, Km 105 ruta 5 Sur, Sector Los Choapinos, Rengo, Chile. imatus@inia.cl

En Chile el mejoramiento genético de trigo se remonta a los años 50, cuando el Ministerio de Agricultura de Chile da inicio a los primeros trabajos de genética en Chile, con el objetivo de obtener variedades de trigo de alto rendimiento y resistente a enfermedades fungosas. En el año 1964, se crea el INIA, institución que continúa con este trabajo. En Chile se cultivan dos especies de trigo, trigo harinero destinado a la obtención de harina para la elaboración de pan y galletas y trigo duro o trigo candeal para la elaboración de pastas. La superficie de trigo sembrada en Chile en la temporada 2012-2013 fue 253.626 hectáreas, con un rendimiento promedio de 5,8 ton/ha. El mejoramiento genético de trigo ha contribuido de manera muy importante al desarrollo agrícola, se ha logrado incrementar de manera significativa los potenciales de rendimiento, y hoy en día a nivel experimental se han superado las 15 ton/ha. En calidad industrial se ha avanzado pero, los requerimientos de calidad por parte de la industria molinera, panadera y de pastas son cada vez más específicos. Se ha avanzado en la incorporación de genes de resistencia a royas, *Puccinia graminis*, *Puccinia striiformis* y *Puccinia triticina*. Sin embargo, esta resistencia ha sido quebrada permanentemente, siendo éste el principal factor de cambio de las variedades. La tolerancia a suelos ácidos y la tolerancia al estrés hídrico es hoy día una prioridad para los programas de mejoramiento genético de trigo en Chile. También se ha incorporado la Selección Asistida con Marcadores Moleculares, y se están iniciando trabajos de selección genómica.

Avance en el mejoramiento del trigo en Paraguay

J.C. Ramírez¹, G. Cabrera², M.M. Kohli³

¹IPTA/CICM, Km 17.5, Ruta 6, Capitán Miranda, Itapúa, ²IPTA/CIHB, Km 48.5, Ruta 2, Caacupé, ³ CAPECO, Ave. Brasilia 840, Asunción. mmkohli@gmail.com

Históricamente, el Paraguay ha tratado de cultivar trigo en distintas épocas. Sin embargo, las altas temperaturas de las principales zonas consideradas trigueras han sido factores limitantes para su cultivo. En el sur de Paraguay las temperaturas medias del ciclo del cultivo son alrededor de 5 a 7 grados más que la región núcleo triguera de Argentina. Además de contrastar los impactos de la alta temperatura, el Programa de Mejoramiento Nacional de Trigo también debe considerar los impactos de la sequía, helada en la floración y lluvias durante la época de la cosecha. Estos factores limitantes pueden variar de año a año. Adicionalmente, una gran cantidad de enfermedades, especialmente la roya de la hoja, mancha amarilla, fusariosis de la espiga y brusone, entre otros, han dificultado la expansión del trigo en el país y requieren de un control genético eficiente. El proyecto público- privado “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en Paraguay” está abocado a generar y/o adaptar las tecnologías, incluyendo las variedades, que permitan una producción eficiente. Los resultados logrados durante la última década no sólo permitieron liberar una decena de variedades de alto potencial de rendimiento, sino también lograr el autoabastecimiento nacional y exportación de trigo. Esta nueva situación, abre una demanda para variedades con un mejor perfil de calidad industrial, principalmente para el mercado brasileño. Los retos futuros incluyen no sólo adaptar al nuevo germoplasma a las inclemencias climáticas predecibles, sino también desarrollar estrategias de control integrado especialmente para las enfermedades de la espiga, como fusariosis y brusone, que afectan el potencial productivo y la calidad del producto.

Biostatistical tools for plant breeding in the genomics era

L. Gutierrez¹

¹Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, CP 12900, Montevideo, Uruguay. lucia.gutierrez.c@gmail.com

Since the advent of agriculture, plant breeding has successfully improved plants for human benefit. Modern plant breeding activities consists in evaluating the genetic merit of lines discerning genetic from environment and noise components. To do so, modern plant breeding relies on the genetics foundations derived from Mendel's work and statistical tools (or biometry) generated afterwards. Plant breeding activities could be grouped in three categories: traditional, marker assisted (MAS), and genomic selection (GS). Traditional plant breeding uses either *per se* phenotypic information, or information from relatives to evaluate their genetic value. On the other hand, MAS involve the identification of markers linked to genes or quantitative traits loci (QTL) of relevant traits, and then selecting individuals based on their marker scores. Finally, GS, involves the prediction of the genetic merit of individuals based on their marker scores and a statistical model. All of the three strategies require the evaluation of large number of individuals creating massive amounts of data that needs to be properly analyzed. Our objective was to present some biostatistical strategies that are successfully being used in plant breeding programs. First, we used novel simulation approaches to compare the use of experimental design and spatial corrections in the context of genotypic evaluations. Second, we proposed some strategies for modeling and interpreting QTL by environment interaction for both traditional QTL mapping and genome-wide association mapping (GWAS). Third, we compared models for GWAS using different strategies for accounting for population structure, and we evaluated the performance of models for mapping non-normal variables. Finally, we compared and evaluated strategies for implementing GS in national breeding programs. Statistics has therefore become a key component in plant breeding activities.

Cooperación entre países de la región y retos futuros

M.M. Kohli¹

¹CAPECO, Ave. Brasilia 840, Asunción, Paraguay. mmkohli@gmail.com

El Cono Sur de América representa una región ecológica homogénea y con una gran complejidad de enfermedades. Afortunadamente, los programas de mejoramiento de trigo desde principios del siglo XX fueron conscientes de esta realidad y aprovecharon todas las oportunidades formales e informales para cooperar entre ellos, intercambiando y evaluando sus materiales genéticos en distintas partes de la región. El periodo más largo y continuo de esta colaboración fue entre 1981 y 2005. La presencia regional del CIMMYT y el apoyo administrativo de PROCISUR permitieron intercambiar miles de líneas avanzadas entre los programas de mejoramiento, ampliando la variabilidad genética disponible e identificando las fuentes de resistencia para factores abióticos y bióticos. En algunos casos, esta cooperación ejemplar resultó en liberación comercial de variedades entre los países. Durante la última década, sin embargo, se siente una desaceleración del dinamismo mantenido por casi 25 años. No es claro si esta situación se debe al avance de los programas privados de mejoramiento en la región o por otras razones. Lo que sí es cierto, es que hoy varios programas prefieren no divulgar ni los progenitores de variedades liberadas recientemente. En una época cuando múltiples amenazas climáticas, agresividad de las enfermedades poco entendidas como fusariosis de la espiga y brusone y altos requerimiento de la calidad industrial son temas del día, el fortalecimiento de la colaboración región se hace imprescindible. Estimamos que los auges de nuevas tecnología, hay factores suficientes y razones válidas para repensar y reactivar la cooperación ejemplar que la región había mantenido en el pasado.

SESIÓN 1

Posters

Colección de recursos genéticos de trigo en el banco de germoplasma de INIA La Estanzuela

F Condon¹, A Berretta², M Quincke³, S Germán³, S Gonzalez⁴

¹Curador, Banco de Germoplasma, INIA La Estanzuela, Ruta 50 Km11, Colonia, Uruguay. ²Curadora Banco de Germoplasma, Ing. Agr. investigadora retirada de INIA, ³Mejoramiento de Trigo, INIA La Estanzuela. ⁴Asistente de Investigación, INIA La Estanzuela. fcondon@inia.org.uy

A pesar de la larga tradición en el mejoramiento y el estudio de la genética de distintos cultivos, el Instituto de Investigación Agropecuaria, INIA Uruguay, cuenta con un banco de germoplasma con condiciones para conservar semillas ortodoxas a largo plazo funcionando desde el año 1992 y con nuevas instalaciones desde el año 1998. Estas instalaciones incluyen cámara base de conservación de semillas a -20°C, de 41m³, cámaras de conservación a mediano plazo funcionando a 5°C y con control de humedad, e instalaciones de secado de semilla mediante sílica gel, así como respaldo de energía eléctrica. En la actualidad el banco de germoplasma conserva un total de aprox. 21600 muestras de semillas, de las cuales casi un 25% corresponden a accesiones de trigo. Estas accesiones incluyen variedades antiguas del instituto y de la región, material de mejoramiento, stocks genéticos y fuentes de resistencia a enfermedades, así como un importante número de introducciones procedentes del CIMMYT y del resto del mundo. Esta colección es curada en conjunto por mejoradores y fitopatólogos de la institución, realizándose anualmente trabajos de regeneración y mantenimiento de la misma.

Ganancia genética: Caracterización de cultivares argentinos entre 1900 y 2010

L. Demichelis¹, M. Morrogh Bernard¹, P.J. Lo Valvo¹, R.A. Serrago^{1,2}

¹Departamento Producción Vegetal, Cátedra de Cerealicultura, UBA. Av. San Martín 4453 C1417DSE, Buenos Aires, Argentina. ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. lolydemichelis@hotmail.com, lovalvop@agro.uba.ar

El mejoramiento genético ha contribuido en el aumento de rendimiento en el cultivo de trigo en las sucesivas décadas. Además del rendimiento per se, los planes de mejoramiento han tomado atributos fisiológicos y/o morfológicos como criterio de selección, tales como altura de la planta, número y peso de los grano, índice de cosecha y calidad comercial. La incorporación de nuevos materiales de trigo en Argentina, plantea la necesidad de actualizar los datos disponibles sobre ganancia en rendimiento y explorar cuales de los determinantes fisiológicos son los responsables de dicha ganancia. El último trabajo realizado en la Argentina que evaluó la ganancia genética en trigo fue realizado en 1997, y es por ello que este trabajo tiene como fin la actualización de los datos locales. Para ello, se realizó un experimento en facultad de agronomía de la UBA utilizando 14 cultivares liberados en Argentina entre esos años con 3 repeticiones. El experimento fue conducido sin limitaciones hídricas ni nutricionales durante el año 2013. Las variables respuestas fueron: biomasa aérea, altura de planta, índice de cosecha, rendimiento y sus componentes numéricos (número y peso de los granos). Los resultados no mostraron cambios significativos en la biomasa total acumulada a lo largo del mejoramiento. Sin embargo, la altura de la planta disminuyó ca. 0,39 m desde el año 1900 hasta el 2010. Esta relación entre la biomasa aérea y la disminución en la altura de plantas provocó cambios en la partición de la biomasa a espiga. Por ello se observaron cambios en el índice de cosecha de los cultivos pasando de 0,25 en cultivares antiguos liberados en 1900 a 0,43 en cultivares modernos liberados en 2010. Este aumento en la partición fue el principal responsable de los cambios en el rendimiento observados con los años de liberación. Sin embargo, este aumento en el rendimiento fue bi-lineal: (i) hasta 1960 la ganancia en el rendimiento fue de $10 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1} \times \text{año}^{-1}$ y (ii) desde 1960 la ganancia fue de $70 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1} \times \text{año}^{-1}$. Estos cambios en el rendimiento estuvieron principalmente explicados por cambios en el número de granos ($R^2=0,72$) más que por el peso de grano ($R^2=0,22$). En conclusión, el mejoramiento genético contribuyó al aumento del rendimiento por una mayor proporción de granos producidos y un mayor índice de cosecha.

Fomento y recuperación del cultivo de trigo en Ecuador

J. Garófalo¹ y E. Falconí¹

¹Programa de Cereales del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias-INIAP-Ecuador. javier.garofalo@iniap.gob.ec, esteban.falconi@iniap.gob.ec

El trigo (*Triticum vulgare* L.) es, junto con el arroz y la cebada, el cereal de mayor importancia en Ecuador. El consumo nacional de trigo supera las 500 000 TM/año, resultando en un consumo per cápita superior a 35 kg/año (BCE, 2013). Sin embargo, el Ecuador importa el 98.4% de los requerimientos internos de trigo y tan solo el 1.6% (8 000 TM) es producido a nivel local (FAOSTAT, 2012). Por la importancia que representa este cultivo para la población ecuatoriana, el Gobierno del Ecuador, a través del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, inició un proyecto para recuperar la producción de trigo en el Ecuador e incrementar la productividad de las zonas de producción de trigo. El presente proyecto contempló el desarrollo de variedades mejoradas de trigo con potencial de rendimiento y resistencia a enfermedades, la producción de semilla de calidad, la capacitación de agricultores y técnicos entre otros objetivos. Como resultados sobresalientes de este proyecto, cuatro nuevas variedades de trigo han sido generadas: INIAP-Vivar 2010, INIAP-San Jacinto 2010, INIAP-Mirador 2010 e INIAP-Imbabura 2014. Estas variedades poseen resistencia a las principales enfermedades presentes en Ecuador. Adicionalmente presentan alto rendimiento y buena calidad industrial. Otro logro importante dentro del proyecto ha sido la capacitación de 400 técnicos y 2000 agricultores en el manejo del cultivo y la producción artesanal de semilla de calidad. El INIAP y productores de ocho provincias de la Sierra produjeron más de 170 TM de semilla registrada y artesanal de alta calidad. La productividad en el área de influencia del proyecto incremento⁷ en un 50% de 0.6 tm/ha a 0.9 tm/ha. En la ejecución del proyecto se restablecieron relaciones entre investigadores, productores e industria, a través del Primer Encuentro de Actores de la Cadena de Producción de Trigo, en la cual se concretaron alianzas de trabajo entre productores, investigadores e industriales (Molinos Moderna y Cordillera). Como resultado de la reactivación de la Cadena Productiva del Trigo, en el periodo de ejecución del proyecto, con el liderazgo del MAGAP y participación del INIAP se concretaron acuerdos entre productores e industriales. El acuerdo más destacable fue la fijación de precios del quintal de trigo, bajo el cumplimiento de parámetros de calidad exigidos por la industria como humedad (14 a 15%), impurezas (5%) y peso hectolítrico (>74 puntos). El precio por quintal fijado en el 2011 fue de US\$21.00. A la fecha de presentación de este informe la industria paga US\$24 por quintal. En resumen, proyecto ha logrado el desarrollo de nuevas variedades de trigo para incrementar la producción local y satisfacer la demanda de calidad de la Industria. El fortalecimiento de la Cadena de Producción de Trigo ha sido alcanzado mediante la organización y capacitación de sus actores. Trigo de alta calidad puede ser producido en valles andinos y algunos sitios de la Costa ecuatoriana. Ecuador debe producir trigo localmente por razones económicas y de seguridad alimentaria, ya que actualmente depende en su totalidad de las importaciones.

Trigo: Alimento de futuro con genes del pasado (II)

C. Jobet¹, V. Lein³, R. Campillo¹, I. Matus¹, R. Madariaga¹, J. Zuñiga¹, C. Ortiz¹, L. Vera¹ y J.C. García²

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Chile. ²Facultad de Agronomía, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. ³Saaten Union, Francia. cjobet@inia.cl

Por milenios, las gramíneas conocidas como "parientes silvestres" del trigo estuvieron expuestas al frío, la sequía, el calor, el anegamiento y todo tipo de enfermedades y plagas. Las especies que hoy sobreviven resistieron esos problemas y adquirieron una protección genética mayor. Cuando el trigo se domesticó, adquirió la capacidad de producir granos más grandes y numerosos, pero perdió una buena parte de la protección genética duramente ganada por sus antepasados. En el esfuerzo por satisfacer la creciente demanda de alimentos, los fitomejoradores consideran que entre las especies cultivadas hay cada vez menos germoplasma adecuado con las características que requieren para mejorar los cultivos. Afortunadamente, en la actualidad, se están encontrando recursos genéticos (características útiles para el fitomejoramiento) entre las plantas no cultivadas (silvestres). El desafío es elaborar, mediante una técnica denominada cruza amplia, un procedimiento sistemático que permita incorporar este germoplasma "nuevo" en los cultivos destinados a la alimentación humana. El presente trabajo tiene por objetivo evaluar un grupo de líneas avanzadas procedentes de la empresa Saaten Union de Francia, en cuyo background genético se incluye un progenitor silvestre, las cuales fueron estudiadas por el Programa Nacional de Trigos del INIA-Chile, con sede en el CRI-Carillanca, (38°50'S/72°42'O), bajo óptimas condiciones de manejo agronómico, con el fin de evaluar su comportamiento productivo, fitosanitario e industrial y compararlo con un cultivar de trigo de pan adaptado. Los resultados mostraron que las líneas avanzadas alcanzaron altos rendimientos, los cuales superaron las 15 t/ha, y un comportamiento destacable frente al ataque de enfermedades. Respecto a la calidad industrial, mayor información es requerida para evaluar sus posibilidades futuras.

Alianzas estratégicas para avanzar en el pre mejoramiento de trigo en Argentina

S.M. Lewis¹, G.E. Tranquilli¹, M.D. Bonafede¹, M. Cattivelli¹, M.M. Manifesto, S.M. Cristos¹, R.A. Esquivel¹, N.G. Machado², O. Klein², R. Miranda³, F. Corries², M. Scasso², L. Ortis³, M. Meier³, H. Buck⁴, L. González⁴, L.A. Pflüger¹

¹Instituto de Recursos Biológicos, CIRN INTA, De Los Reseros y N. Repetto s/n (1686) Hurlingham, Bs. As. ²CRIADERO KLEIN S. A. (6634) Plá, Bs. As. ³Criadero de Cereales ACA-CABILDO, Ruta Prov. 51, Km 35, (8000) Bahía Blanca, Bs. As. ⁴BUCK SEMILLAS S. A. (7637) La Dulce, Bs. As., Argentina. pfluger.laura@inta.gob.ar

Cultivares obsoletos, cultivares exóticos, poblaciones naturalizadas, y especies emparentadas constituyen una fuente potencial de diversidad genética que puede contribuir a ampliar la variabilidad actualmente presente en el cultivo de trigo y, potencialmente, a mejorar atributos deseables desde el punto de vista agronómico o industrial. Sin embargo, el uso directo de dichos recursos en programas de mejoramiento convencionales atenta contra la ganancia genética lograda, e implica el riesgo que al incorporar germoplasma nuevo y diverso se pueden acarrear efectos no deseados. Desde este punto de vista, el pre mejoramiento se ve fortalecido cuando el esfuerzo es compartido entre el sector público y el sector privado. Desde hace varios años, el Instituto de Recursos Biológicos del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) tiene una vinculación estrecha con diferentes criaderos de trigo del país lo que le ha permitido definir áreas de interés en las cuales desarrollar nuevas investigaciones, enriqueciendo el intercambio de información y experiencias entre ambos sectores. Desde el año 2000 se dio comienzo a la implementación de herramientas como son los marcadores moleculares para la incorporación de genes en germoplasma elite a través de procesos simples como son las retrocruzas. Producto de la cooperación entre el Instituto y el sector privado surgieron primeramente los Convenios de Vinculación Tecnológica y luego la participación conjunta en Proyectos de Investigación y Desarrollo de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) de Argentina. Estos proyectos permitieron incorporar actividades de investigación al trabajo de asistencia técnica que se venía desarrollando como la validación de los marcadores utilizados, el desarrollo de poblaciones para el mapeo de nuevos genes asociados a caracteres agronómicos y su posterior asociación con marcadores moleculares, el desarrollo de nuevos marcadores para su uso en identificación, caracterización y selección asistida, entre otras. En la actualidad, se continúa colaborando con el sector privado a través de Convenios de Asistencia Técnica. En este trabajo se presentan los avances logrados hasta el presente, a partir del trabajo conjunto entre el IRB y tres criaderos, cuyos productos tienen gran difusión en la zona triguera argentina, alcanzando el 50% del total de variedades sembradas en el país.

VARIABLES ASOCIADAS CON LA TOLERANCIA AL VUELCO EN TRIGO PAN EN BALCARCE (ARGENTINA)

N.E. Mirabella^{1,2}, P.E. Abbate¹, A.C. Pontaroli^{1,3}

¹Unidad Integrada Balcarce (FCA, UNMdP y EEA INTA Balcarce); CC 276, Balcarce (7620), Argentina. ²Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, ³CONICET. nemirabella@gmail.com

Uno de los obstáculos para aumentar el rendimiento en trigo pan (*Triticum aestivum*) es el riesgo de vuelco (o acame). El vuelco es la pérdida de la posición vertical normal de los tallos. Para que este carácter pueda ser mejorado genéticamente, sería deseable conocer qué caracteres de la planta se asocian al mismo y cuáles pueden ser evaluados fácilmente. El objetivo de este trabajo fue determinar la asociación entre el grado de tolerancia al vuelco y cuatro caracteres ampliamente propuestos en la bibliografía (altura de la planta, peso seco por unidad de longitud de tallo, diámetro del entrenudo basal y espesor de la pared del tallo en el entrenudo basal), en cultivares de trigo pan evaluados a campo en el sudeste de Bs. As. Se evaluaron 14 cultivares en dos ensayos comparativos de rendimiento correspondientes a la Red de Evaluación de Variedades de Trigo conducida con alta tecnología (RET-AT) de INTA Balcarce coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). El grado de tolerancia al vuelco se calculó como el promedio de los desvíos, respecto de la media del experimento, del índice de vuelco de cada cultivar, en cinco experimentos a campo conducidos con alta tecnología. Al analizar los datos mediante un ANVA combinado a través de años se detectaron diferencias significativas entre cultivares para las variables estudiadas. La variable más asociada con la tolerancia al vuelco resultó ser la altura de la planta, tanto al analizar por separado los datos de cada experimento ($R^2=0.45$ en 2010, $R^2=0.38$ en 2011) como en el análisis combinado ($R^2=0.41$). El promedio de altura de los experimentos fue 92 cm, con un rango promedio de variación de 21%. Estos resultados muestran que la altura continúa siendo el factor más importante para la tolerancia al vuelco aún en cultivares modernos con genes de enanismo incorporados.

Limitaciones en la fuente para el crecimiento de granos en cultivares modernos de trigo

M. Morrogh Bernard¹, L. Demichelis¹, P.J. Lo Valvo¹, R.A. Serrago^{1,2}

¹Departamento Producción Vegetal, Cátedra de Cerealicultura, UBA. Av. San Martín 4453 C1417DSE, Buenos Aires, Argentina. ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. mariamb_07@hotmail.com, lovalvop@agro.uba.ar

El mejoramiento genético ha logrado incrementos en el rendimiento del cultivo de trigo. Dicho aumento se debe principalmente a cambios en el número de granos más que a cambios en la biomasa total aérea producida por el cultivo. Diversos autores demostraron que el cultivo de trigo se encuentra principalmente limitado por destino o levemente co-limitado por fuente y destinos. Sin embargo, producto del cambio en la partición de biomasa de los cultivares modernos es esperable que existan también cambios en la relación fuente-destino (F-D) de los cultivos. Es por ello que se realizó este trabajo con el objetivo de evaluar las variaciones en el peso de grano ante modificaciones de la relación F-D en cultivares de trigo antiguos y modernos. Para ello, se realizó un experimento en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires durante el año 2013. Se sembraron 14 cultivares de trigo liberados al mercado en Argentina entre 1900 y 2010. Los tratamientos de modificación de la relación F-D se realizaron 10 días post-antesis para no modificar el peso potencial de los granos y consistieron en: (i) eliminación del 50% de las espiguillas (aumento en la relación F-D), (ii) defoliación total y (iii) defoliación parcial en la cual se removieron todas las hojas, salvo la hoja bandera (reducción en la relación F-D). La variable respuesta es el cambio en el peso de los granos entre los tratamientos y los controles sin modificación. Los resultados obtenidos mostraron una caída en la relación F-D con el año de liberación de los cultivares al mercado. Esta caída fue de 0,16 a 0,08 gramos de biomasa/ número de grano, lo que implica una disminución cercana al 50% en la relación F-D desde 1930 a 2010. No existieron diferencias significativas en peso de los granos entre los tratamientos control y los tratamientos en donde se dejó la hoja bandera (i.e. desfoliado parcial) para ninguno de los cultivares analizados. Sin embargo, el peso de grano disminuyó producto de la defoliación total y esta reducción fue mayor en cultivares modernos que antiguos (de hecho no existieron reducciones significativas del peso de grano en cultivares liberados con anterioridad a 1960). Finalmente, al eliminar el 50% de las espiguillas, se encontró un aumento de peso de los granos remanentes cercano al 20%. Este aumento se observó en cultivares liberados al mercado con posterioridad al año 1980. En base a estos resultados, se puede concluir que el crecimiento de los granos en cultivares modernos de trigo podrían presentar limitaciones en la fuente de asimilados que no son observadas en los cultivares antiguos de trigo.

Doubled haploid lines promising to increase yield potential of wheat (*Triticum aestivum* L.)

S. L. Moure^{1,2,3}, J. Zúñiga⁴, D. F. Calderini³

¹Evaluación y Registro de Cultivares. Instituto Nacional de Semillas. Camino Bertolotti s/n y Ruta 8, km 29. C.P. 91001. Barros Blancos, Canelones, Uruguay. ²Escuela de Graduados. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Independencia 641. C.P. 5090000. Campus Isla Teja. Valdivia, Región de Los Ríos, Chile.

³Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Independencia 641. C.P. 5090000. Campus Isla Teja. Valdivia, Región de Los Ríos, Chile. ⁴INIA Carillanca. km 10 Camino Cajón Vilcún. C.P. 4780000. Temuco. Región de la Araucanía. Chile. smoure@inase.org.uy

The growth of world population and climate change involve major challenges for plant breeding to meet the growing demand for food. This contributed to increased cereals yields across the number of grains, because of their greater variability relative to weight. The inverse relationship existing between number and weight of grains, imposes a limit on the mentioned strategy, being necessary to integrate the grain weight in the criteria to increase performance. A large population of doubled haploid lines (DH), wheat (*Triticum aestivum* L.) from reciprocal cross of contrasting cultivars Kambara (K, high grain weight) and Bacanora (B, high grain number), supposed dispose lines with higher yield and better number-weight combination. The objective was to evaluate promising lines capable of a better balance between grain number and weight, and achieve higher potential wheat yields. In the 2011 season, were sown 234 DH lines in a Randomized Complete Block design with three replicates, of which 123 corresponded to the cross Kambara x Bacanora (KxB) and 111 to its reciprocal (BxK), including parents. The yield evaluation and numerical and physiological components was performed by harvesting a linear meter per plot and repetition. The performance of this population was closely associated with biomass ($R^2=0.87$; $p<0.0001$), but not with harvest index ($R^2=0.08$; $p>0.05$). In numerical terms the performance was associated with the number of grains ($R^2=0.77$; $p<0.0001$) and not with the weight of them ($R^2=0.00$; $p=0.26$). Only seven lines DH exceeded 15% grain yield of K (parent highest performance, 10,438 kg ha⁻¹) and its biomass was equal to or exceeding 12,000 kg ha⁻¹, representing 3% of total lines. The range for thousand grain weight was between 37.02 and 55.03 g, however only two lines DH exceeded K (54.79 g). The analysis between crosses showed no significant differences for grain yield, biomass, grain number and thousand grain weight, but yes for harvest index, number of spikelets and number of grains per spike. Applied to genetic improvement the KxB crossing is not the same as BxK, because of their greater probability to position a line of high performance in the top 10. In this analysis of the DH population were found promising lines for increasing the yield of wheat, the challenge remains to minimize the inverse relationship between grain number and weight ($R^2=0.24$; $p<0.01$).

Funded by FONDEF D09I1125: Formulated of expansins to increase yield in wheat.

Determinación de las características más útiles para la diferenciación de cultivares de trigo en Uruguay

V. Olivieri¹

¹Instituto Nacional de Semillas (INASE), volivieri@inase.org.uy

El Instituto Nacional de Semillas (INASE) es el responsable de reconocer y garantizar el derecho de los obtentores de variedades vegetales (DOV), de conformidad con el Convenio de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). A mediados de 2014, se encontraban bajo el sistema DOV 65 cultivares de trigo de orígenes diversos: 29 de Argentina, 19 de Uruguay, 9 de Francia, 6 de Brasil y 2 de Suiza. Para que un cultivar pueda ser incluido en el sistema DOV debe ser distinto, homogéneo y estable. Por esta razón, anualmente en el campo experimental de INASE se siembran los ensayos denominados DHE (diferente, homogéneo y estable) de acuerdo a las directrices de UPOV (1994), en los que se compara al cultivar candidato a la protección con otros cultivares en un ensayo a campo. El software GAIA[®] Gip-Geves 2003 fue desarrollado por GEVES (Francia) para calcular la distancia fenotípica entre cultivares utilizando los datos registrados en estos ensayos. La principal utilidad de GAIA[®] es que permite definir un “umbral de distinción calificada” que corresponde a una diferencia confiable y clara entre cultivares (UPOV, 2010). Los objetivos del trabajo fueron: adaptar GAIA[®] para el análisis de resultados de ensayos DHE y detectar las características más estables y útiles en la diferenciación de cultivares de trigo en Uruguay. Para ello se analizaron los resultados de los ensayos DHE realizados durante tres años (2010-2012). Fueron evaluados 52 cultivares, cinco de los cuales estuvieron presentes en los tres ensayos. Se registraron 30 características de cada cultivar: 25 cualitativas y 5 cuantitativas. El uso de GAIA[®] permitió determinar que todos los cultivares se diferenciaron en una o más características. Las variables cualitativas más efectivas y estables fueron: pigmentación antocianica de las aurículas de la hoja bandera, glaucescencia de la vaina de la hoja bandera, forma y ancho del hombro de la gluma y pubescencia de la gluma. Por el contrario, algunas características como sección transversal del tallo no presentaron variación entre los cultivares, y algunas como longitud de las aristas en la base de las espigas mostraron muy poca variación. Entre las variables cuantitativas, las más importantes fueron días desde emergencia a 50% de espigazón y largo del pico de la gluma. Esta última resultó ser particularmente útil para distinguir cultivares debido a que presentó estabilidad entre años y amplia variación en el grupo de cultivares evaluados. Este trabajo permite concluir que GAIA[®] es muy útil para diferenciar los cultivares. Por otro lado, el análisis de los tres años de ensayos permitieron identificar las características más relevantes para distinguir cultivares de trigo en los ensayos DHE en Uruguay.

SESIÓN 2

Presentaciones

Integration of new tools for improving genetic gain for yield in water-limited environments

G.J. Rebetzke¹, B. Bovill¹, R. James¹

¹CSIRO Agriculture Flagship, PO Box 1600, Canberra ACT 2601.

Greg.Rebetzke@csiro.au

Climate change threatens to reduce rainfall and increase rainfall variability in many of the world's rainfed and irrigated wheat-growing regions. Together with increasing population growth and a reduction in available water for irrigation, more efficient water use is being targeted in the development of new wheat varieties and cropping systems. Breeding and selection for water-limited environments have been successful but at rates of genetic gain well below that of favourable environments. A range of tools that compliment empirical selection are available to increase genetic gain under drought. These include the use of simulation modelling, improved physiological understanding and rapid, high-throughput phenotyping, and molecular techniques aimed at more efficient screening for greater water-use efficiency. Managed Environment Facilities (MEFs) are also being used as a means to reliably measure and validate complex traits, genes and populations with the best commercial wheat varieties under targeted drought scenarios in the field. This talk will report on efforts to integrate and deliver many of the new tools to breeders in development of improved water-use efficient wheat varieties.

Variabilidad en la respuesta al estrés hídrico de cultivares de trigo

M. Castro¹, E. Hoffman², O. Pérez¹, L. Viega³

¹INIA La Estanzuela, Programa Cultivos de Secano. E.E. Alberto Boerger. Ruta 50 km 11. CP 70000. Colonia, Uruguay ²EEMAC, GTI Agricultura, Dpto. Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, UdelaR. Ruta 3 km 363 Uruguay ³ Dpto. de Biología Vegetal, Facultad de Agronomía, UdelaR. Avda. Garzón 780, Montevideo, Uruguay
mcastro@inia.org.uy

El estrés hídrico, tanto por exceso como por déficit, reduce los rendimientos y puede afectar la calidad del grano. El estrés por exceso hídrico afecta 10% de la superficie terrestre, y es un importante factor limitante de la productividad. Las mermas en rendimiento pueden variar de 15 a 80%, dependiendo de las especies, tipo de suelo, estadio y duración del estrés. El déficit hídrico, muchas veces asociado a estrés térmico, provoca alteraciones en la productividad y calidad de grano de los cultivos. Los estudios sobre el cambio climático global prevén que algunas zonas del planeta irán evolucionando a más secas y otras a más húmedas, pero es la variación interanual de clima la que actualmente preocupa por sus efectos inmediatos en la estabilidad de la producción agrícola. En la región del Cono Sur de América se está incrementando la frecuencia en que se registran situaciones de exceso o déficit hídrico durante alguna etapa del ciclo de crecimiento de los cultivos de invierno, con las consiguientes mermas en rendimiento y calidad de grano. El mejoramiento de cereales en zonas con ocurrencia de estos estreses abióticos considera entre sus objetivos la obtención de cultivares tolerantes a los mismos, ya que se ha reportado variabilidad genética en este carácter. Las plantas cultivadas desarrollan diferentes mecanismos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que pueden inhibir o remover el efecto nocivo de los estreses ambientales. Desde el punto de vista agronómico, la definición de tolerancia al exceso o déficit hídrico es mantener rendimientos de grano relativamente altos en condiciones de estrés comparados con no estrés. El objetivo de este trabajo es presentar la variabilidad observada en caracteres agronómicos de distintos cultivares de trigo utilizados en la región en respuesta al exceso o déficit hídrico, tanto en condiciones de invernáculo como en ensayos a campo. Se identificaron genotipos con mejor tolerancia a este tipo de estreses en distintos estadios de desarrollo, y caracteres fisiológicos asociados a la respuesta varietal diferencial. La profundización de las bases fisiológicas que explican dicho comportamiento diferencial permitirá la elaboración de criterios de selección en programas de mejoramiento.

Selección por eficiencia de uso de nitrógeno (N) y fósforo (P)

A. García Lamothe¹

¹Programa Cultivos de Secano. INIA La Estanzuela. Ruta 50, Km. 11, Colonia, Uruguay. agarcia@inia.org.uy

Los ambientes naturales típicamente presentan una combinación de diferentes estreses abióticos donde la baja disponibilidad de algunos nutrientes constituye un problema serio que conduce a la necesidad de aplicar fertilizantes. Los niveles en general sub-óptimo de N y P aseguran la respuesta a estos nutrientes en trigo, y requieren de aplicaciones anuales de los mismos para mantener la productividad. Ante esa necesidad y el peso que los fertilizantes tienen en la estructura de costos de producción, es importante aumentar la eficiencia de uso de los mismos. La eficiencia de uso de nutrientes puede responder al menos a dos componentes o factores: la recuperación del un nutriente desde el suelo relacionada a la arquitectura y funcionamiento de la raíz, (exploración del suelo con mínimo costo energético), y la eficiencia con que es usado internamente por la planta. Como respuesta adaptativa de la planta, la eficiencia puede darse a varios niveles, a nivel celular, del cultivo, estrictamente de la raíz, etc. Incorporarla al mejoramiento requeriría conocer los procesos fisiológicos, metabólicos y físico-químicos que contribuyen a mejorar esos aspectos. En general los mecanismos de adaptación vinculados a la raíz pueden ser funcionales a más de un nutriente. Si se enfoca el mejoramiento a desarrollar sistemas radiculares largos que exploren mayor volumen de suelo la planta puede captar más N y P. En el caso del N, debido a su movilidad, recuperar al que se ha movido a capas profundas del suelo, incluso acceder a más agua y tolerar más la sequía. Los programas de mejoramiento que seleccionan a favor de cultivares de alto rendimiento, están seleccionando por eficiencia de adquisición de nutrientes pues a mayor rendimiento mayor utilización de los mismos. Sin embargo al trabajar con niveles de nutrientes no limitantes se puede enmascarar diferencias en eficiencia entre cultivares. Cuando el objetivo del mejoramiento es lograr resistencia a enfermedades, se reduce el riesgo de sufrir los estreses que los patógenos desencadenan en las plantas, en consecuencia es mayor la probabilidad de expresar el potencial y también de usar eficientemente los nutrientes. En el caso del N, si la selección tiene como objetivo la calidad panadera del grano, estrechamente relacionada a la absorción de N y a la redistribución interna, contribuye a seleccionar por eficiencia. En cuanto a la eficiencia de adquisición del P, los avances relacionados al mejoramiento se deberían más a la generación de cultivares de alto potencial con mayor demanda de P que a otros aspectos, o estos son menos evidentes. Este trabajo pretende abordar en qué medida se ha mejorando al menos en forma indirecta, la eficiencia de uso de esos nutrientes, los más usados como fertilizante en el cultivo de trigo, y cuya utilización implica un riesgo potencial de contaminación ambiental cuando no son usados eficientemente por los cultivos. Además las implicancias o dificultades de agregar ese objetivo específico al mejoramiento del cultivo de trigo y las posibilidades de avance.

Una evaluación sobre la evolución de la oferta varietal de trigo en Uruguay en el siglo XXI

E. Hoffman¹, A. Locatelli¹, N. Fassana¹, L. Viega², A. Castro¹

¹EEMAC, GTI Agricultura, Dpto. producción Vegetal Facultad de Agronomía, UdelaR. Ruta 3 km 362 Uruguay. ²Dpto. de Biología vegetal, Facultad de Agronomía, UdelaR. Avda. Garzón 780, Montevideo, Uruguay. tato@fagro.edu.uy

El estancamiento en la productividad del trigo (*Triticum aestivum* L.) a nivel de producción en el Uruguay en los últimos 14 años contrasta con su incremento a nivel mundial y a la evolución del potencial de los nuevos cultivares. El potencial de mejora del rendimiento nacional en Uruguay a partir de la introducción de nuevos cultivares y la evolución de la oferta varietal se estudió para 12 zafros en el período 2000-2013 en base a la evaluación de 56 cultivares enviados al Programa de evaluación y Caracterización de Cultivares de Trigo, de la Facultad de Agronomía (PCCT). Del total de cultivares con más de 0.5 % de área sembrada a nivel nacional, el 78 % ha sido caracterizado en el PCCT. De los 10 cultivares más sembrados anualmente en el Uruguay en dicho período, el 84 % fue enviado a caracterizar y de ellos el 63 % integraron el tercio superior de rendimiento en el PCCT. La relación de cultivares de ciclo medio-medio corto/medio-largo y largo, recibidos por el PCCT se invirtió, pasando de 75/25% en el año 2000 a 32/68 % en el 2013. En cada año los genotipos enviados fueron evaluados en experimentos de campo ubicados en el litoral oeste, sembrados en fecha óptima, sin limitantes nutricionales e interferencia de malezas, incluyendo control de enfermedades foliares y de espiga. El progreso genético fue evaluado en base al contraste anual del tercio superior de los cultivares por potencial, en relación a testigos de largo plazo y en función de las diferencias del tercio superior de los cultivares más recientes evaluados en el 2013 (año de máximo rendimiento en grano de la serie) en relación a los testigos de largo plazo, con y sin control de enfermedades y ajuste de población específica para cada cultivar. El progreso del potencial estimado del 2000 al 2013, para el tercio de los cultivares superiores, fue $137 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, estimándose al 2013 una ventaja relativa de 31 % en relación a los testigos de largo plazo. Esta ganancia relativa obedeció a una mejora relativa de 58 y 42 % en la biomasa total a cosecha e índice de cosecha, respectivamente. Los cultivares superiores en el año 2013, tuvieron un ciclo promedio 9 días más corto a Z 65, 8 % menos espigas.m⁻², y lograron un 43 % más de rendimiento por espiga. Este último incremento se explicó por aumentos del 44 % en los granos por espigas y del 56 % en el peso de los granos. Este cambio en el tipo de cultivares, con una evolución hacia materiales que deben crecer más en menos tiempo para expresar su potencial superior, y que lo subordinan al rendimiento por espiga, genera interrogantes respecto a la posibilidad de una mayor dependencia del clima y un incremento en la exigencia en calidad del ambiente.

Physiological traits related to yield potential in wheat

D.J. Miralles¹, G.A. García¹

¹Cátedra de Cerealicultura and IFEVA-CONICET, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina. miralles@agro.uba.ar

The understanding of physiological basis of crop grain yield potential provides a useful framework to complement conventional breeding aimed at achieving genetic gains. The use of simple physiological traits as indirect selection criteria could accelerate breeding progress, especially in wheat which has received intense selection pressure. Recent advances in biotechnology have developed the potential to identify and map genes or QTL related to different traits, and accurate phenotyping has become the “bottleneck” delaying progress in breeding for complex traits. Therefore, phenotyping bases in the current physiological knowledge, is useful not only to identify traits functionally linked to grain yield but also to understand genetics basis. This information, combined with the available molecular tools, will provide a more comprehensive model for understanding the genotype–phenotype relationship and the genotype \times environment interaction. This presentation will be focused in two guidelines to attend breeding decisions. The first one is focused on yield adaptation. In this case, crop phenology molecular and physiological characterization of a wide range of Argentine bread wheat cultivars is presented. The second work is focused on grain yield potential strategies. Here, a detailed and accurate phenotyping, focusing on grain number physiological determinants, of an elite CIMMYT’s population across contrasting environments is shown.

Limitantes ambientales y potencial de rendimiento de trigo en Uruguay

A.G. Berger¹, D. Gaso¹, R. Calistro¹, M.X. Morales¹

¹INIA La Estanzuela, Ruta 50 km 11, Colonia 70000. Uruguay. aberger@inia.org.uy

El rendimiento potencial definido como el rendimiento del cultivo creciendo sin limitantes de agua, nutrientes, y con control de plagas y enfermedades, depende únicamente de factores determinantes del crecimiento y desarrollo del cultivo como lo son el genotipo, la disponibilidad de luz, las temperaturas ambientales, el fotoperíodo, y el contenido de anhídrido carbónico del aire. En las condiciones de cultivo de Uruguay que carecen de periodos de estrés severos, y que cuentan con un régimen de precipitaciones que supera los requerimientos del cultivo en general, es posible en condiciones de campo observar rendimientos muy cercanos al potencial. Éstos han aumentado en el tiempo, como resultado de cambios en la genética, en las temperaturas y de cambios en el contenido de anhídrido carbónico atmosférico. A pesar de esto, hay años en los que el rendimiento se ve limitado, ya sea por estrés hídrico, como por la reducción en el largo del llenado de grano causada por periodos de alta temperatura, o su combinación. En el presente trabajo realizamos un análisis crítico del progreso del rendimiento potencial en el tiempo, su variabilidad interanual, su variabilidad ante cambios en prácticas de manejo (fecha de siembra y manejo del nitrógeno) y el impacto de la ocurrencia de estrés hídrico y térmico. Para esto utilizamos datos de campo de experimentos puntuales con el fin de evaluar potencial de rendimiento, datos de campo de series de largo plazo de experimentos y simulaciones realizadas con el modelo pyGecros. Los resultados contribuyen a explorar los límites de rendimiento del cultivo en nuestras condiciones y evidenciar los factores ambientales, de manejo, de desarrollo y crecimiento del cultivo que limitan el rendimiento.

SESIÓN 2

Posters

Source: sink limitations in wheat and barley grown under waterlogging conditions during pre-anthesis: Effects on grain weight

D.E. Becheran¹, R.P. de San Celedonio^{1,2}, D.J. Miralles^{1,2}, L.G. Abeledo¹

¹Cátedra de Cerealicultura, Dpto. de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, C1417DSE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. ²IFEVA - CONICET. Av. San Martín 4453, C1417DSE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. dbechera@agro.uba.ar

Grain weight (GW) in wheat as well as in barley differs according to the grain position on the spike. In both species, grains located in apical or basal spikelets tend to be lighter than those in central spikelets. Differences between categories in GW can be explained by limitations in the availability of assimilates (source limitation) and/or by the intrinsic potentiality of each grain to increasing its weight (sink limitation). Evidences in wheat showed that the crop has generally sink limitation while barley is limited by source and/or by sink depending on the literature. These studies have traditionally been performed under potential growing conditions (i.e. without water or nutritional stresses). However, under farm conditions, both wheat and barley are frequently exposed to stressful conditions, such as waterlogging events. Waterlogging events during the 20 days immediately prior to anthesis were identified as the most harmful period in terms of yield loss (critical period for waterlogging). The aim of this study was to analyze the effect of waterlogging during the critical period on GW in wheat and barley under contrasting environmental conditions. A field experiment was carried out in FAUBA, arranged in a split plot design with three replications and combining the following factors: (i) species (cultivar Baguette 13 for wheat and Scarlett for barley), (ii) waterlogging (waterlogging 20 days before anthesis, and a control at 80% of field capacity throughout the crop cycle), (iii) two different soil nitrogen contents (40 and 180 kg N ha⁻¹), (iv) two source:sink conditions (subplot, where 50% of the spikelets per spike were trimmed at 7 days after anthesis and control spikes without trimming). Main stem spikes were randomly sampled from anthesis onwards and the evolution of individual dry weight for different positions within the spike was analysed. The grain categories analysed were the proximal grains from basal spikelets (BS), central spikelets (CS) and apical spikelets (AS) as well as individual GW of all grains within the spike. In wheat there was no direct effect of waterlogging, nitrogen availability, or source:sink treatment on GW nor interaction between treatments ($p > 0.10$). In barley, waterlogging reduced GW especially in those grain categories with lower potential weight (i.e. BS) and the response was more marked with high N availability ($p \leq 0.05$). Spikelet-trimming increased ($p < 0.001$) GW in barley in the crop was waterlogged. For the waterlogging treatment, average individual GW of all grains within the spike was 39.6 mg for entire spikes and 48.8 for trimmed spikes (+18%), but with significant differences of the source:sink treatment on grain categories (+22% for AS, 18% for CS and 33% for BS). Variations in GW (either by species effect, grain categories or source:sink treatments) were explained by the grain filling rate ($p < 0.01$) rather than by changes in the duration of the grain filling period ($p > 0.10$). In summary, barley showed significant source limitation under stressful conditions (waterlogging), while wheat held GW even under restrictive environmental conditions (waterlogging and low soil N availability).

Does nitrogen improve the negative effects of waterlogging on wheat and barley?

RP de San Celedonio^{1,2}, LG Abeledo¹, DJ Miralles^{1,2}

¹Cátedra de Cerealicultura, Dpto. de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, Ciudad Autónoma de Buenos Aires Argentina (C1417DSE). ²IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires – CONICET. romina@agro.uba.ar

Worldwide production of wheat and barley is affected by waterlogging events that produce significant yield losses in both crops. However, not all the stages of the crop cycle are equally sensitive to waterlogging. In both species, the period around flowering was identified as the most sensitive to waterlogging, whereas waterlogging during early stages allows biomass recovery, affecting slightly yield performance. It has been shown that waterlogging decreases NO_3^- content in the soil and affects N economy into the plant. The aim of this study was to analyze the effect of waterlogging on yield and its components with contrasting soil N conditions in both wheat and barley crops. Two experiments were carried out during the 2011 (sown on 10 June) and 2013 (sown on 1 August) growing seasons on 1m^3 containers where one wheat (Baguette 13) and one barley (Scarlett) cultivars were combined with two soil N conditions at sowing ($\text{N}_0=40$ kg/ha; $\text{N}_1=180$ kg/ha) and three waterlogging conditions: (i) waterlogging from 4 to 7 leaves appeared on the main stem (W1), (ii) waterlogging from 10 leaves appeared to anthesis (W2) and (iii) control without waterlogging (Ctl). In barley, waterlogging significantly decreased yield ($p<0.01$), especially when applied immediately previous to anthesis. Barley response to waterlogging depended on the N availability ($p<0.05$): for the W1 treatment, yield reduction was greater in N_0 than in N_1 , while in W2, yield loss relative to the control without waterlogging was higher in N_1 (89% in 2011 and 59% in 2013) than in N_0 (65% in 2011 and 13% in 2013). In wheat, in 2011, N availability had no effect on yield ($p>0.05$) and waterlogging significantly reduced ($p<0.01$) yield ca. 25% and 52% in W1 and W2, respectively. In 2013, waterlogging had not effect on wheat yield ($p>0.10$). Yield reductions due to waterlogging were associated with reductions in grain number m^{-2} ($r^2=0.87$ for the whole data set). However, in 2011, where yield losses as a result of waterlogging were more pronounced, there was also a strong effect on the grain weight that explained most of the variation in yield ($r^2 = 0.80$). In conclusion, in both species the effect of waterlogging on yield performance was more pronounced when that stress occurred near to anthesis than during the initial stages of the ontogeny. An increase in N availability did not improve the behavior of wheat and barley to waterlogging conditions, and in the case of barley, increases in N availability intensified the negative effect of waterlogging on yield. The environment played a fundamental role in the response of both species to waterlogging and magnified the differences between both species as less favorable environmental conditions (2011; late sowing date) promoted higher reductions in yield.

Factores abióticos determinantes del rendimiento de trigo en el centro-sur bonaerense argentino

F.J. Di Pane¹, M.R. Borda¹, G. Kraan¹

¹Chacra Experimental Integrada Barrow (MAA-INTA), Argentina.
dipane.francisco@inta.gob.ar

Es fundamental la caracterización del ambiente en toda área donde un cultivo determinado tiene valor económico. En el área de influencia de la CEI Barrow el trigo es un cultivo adaptado y de gran importancia económica. Los ambientes productivos en el sur bonaerense de Argentina se diferencian desde el Este al Oeste por una disminución en este sentido de las lluvias, aumento de los suelos someros y rendimientos variables según condiciones ambientales de cada año. En el presente trabajo se trató de caracterizar al ambiente predominante en el área de influencia de la CEI Barrow tomando los factores abióticos de difícil control como las precipitaciones y temperaturas. Se analizaron los rendimientos por ciclo de crecimiento y cuál de éstos se adaptó a estas condiciones. Se comprobó que en los últimos 12 años evaluados en la RET existe una relación estrecha entre las lluvias de noviembre y los rendimientos finales de granos en el trigo, a mayor precipitación en ese mes mayor será el rendimiento en granos. Se pudo comprobar que en 7 de los últimos 15 años, los ciclos largos rindieron más. Para tener éxito en la campaña triguera en nuestra región y bajo condiciones de profundidad de suelo limitante, deberían ocurrir suficientes lluvias en noviembre, las cuales tendrían mayor importancia que las ocurridas en otro momento del cultivo o previo a la siembra de éste. En los últimos 15 años evaluados con precipitaciones superiores a 80 mm durante el mes de noviembre, los rendimientos superaron los 4800 kg/ha. Cuando comparamos los ciclos largos y cortos se observa que los largos son más productivos. Estos resultados ratifican la mayor estabilidad y adaptación de los trigos de ciclos largos en la zona analizada.

Tillering dynamics in the CIMCOG wheat population growing under contrasting photothermal environments

G.A. García^{1,2}, S. Quinteros¹, J.E. Boggero¹, I. Alzueta^{1,2}, D.J. Miralles^{1,2}

¹Cátedra de Cerealicultura and ²IFEVA-CONICET, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina. garciagu@agro.uba.ar

As more genetic backgrounds are genotyped and phenotyped across different environments, genetic gains could be improved considering that breeding decisions are based on better conceptual models. In wheat, as in other small-grain cereals, tillering is a process strongly linked with crop adaptation to different environments driving the spike number per area unit (SN) establishment. Therefore, it is an interesting target trait for selective breeding. The objective of this study was to analyse the phenotypic variability in physiological traits associated with tillering dynamics, focusing on their contribution to spike number establishment and identifying possible trade-offs among those traits, in the CIMMYT Core Germplasm (CIMCOG) population grown in two contrasting photothermal environments. This population, which includes 60 spring wheat genotypes established in consultation with wheat breeders and physiologists, was evaluated during two growing seasons (early -2013- and late -2012- sowing dates) at Buenos Aires, Argentina (34°35'S, 58°29'O, 26msnm) with a recommended sowing rate and without water, nutritional or biotic constraints. The accurate phenotyping carried out included measurements of crop phenology, grain yield and its numerical components, tillering dynamic and leaves appearance. Seeds of each material were equally distributed in strips of biodegradable paper which were finally planted ensuring a uniform seedling depth and distance distribution in the field. As expected, environmental potentiality was clearly different, with higher grain yield in 2013 (population mean of 650 gm⁻²) than in 2012 (population mean of 290 gm⁻²). Interestingly, the CIMCOG population combined a high phenotypic variability in traits linked with tillering dynamics (range of variation of ca. 115% of population mean) with a reduced range of variation in flowering time (50% of the genotypes were included in a range of 2 or 5 days in 2012 and 2013, respectively) and plant height (50% of the genotypes were included in a range of 4 or 5 cm in 2012 and 2013, respectively) across both environments. Grain yield and its numerical components showed an intermediate variability (ca. 75% of population mean). Regarding functional relationships, variability in grain number per area unit, which was the main grain yield component, was more associated with differences in SN than in grains per spike, reinforcing the importance of tillering dynamic analysis. Focusing on this crop process, maximum tiller number per plant (MTN) and tillers survival were the traits that better associated with the final tiller (or spike) number per plant ($r=0.40$ and 0.56 , $p<0.01$, respectively) across both environments. The variability in MTN was positively associated with differences in tiller appearance rate ($r=0.53$, $p<0.01$) and tillering efficiency (i.e. tiller appeared per leaf; $r=0.73$, $p<0.01$). Summarizing, the CIMCOG population showed a quantitative important phenotypic variability in tillering capability for a favourable agronomic performance which could be useful for choosing parental for new crosses.

Field grown wheat and barley response to variable heat shock events around flowering

G.A. García^{1,2,3}, I. Alzueta^{1,2,3}, R.A. Serrago^{1,3}, D.J. Miralles^{1,2,3}

¹Cátedra de Cerealicultura, ²IFEVA and ³CONICET, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina. garciagu@agro.uba.ar

Taking into account that: i) millionaire agricultural losses are provoked by abiotic stress, which could be magnified under climate change scenarios, and ii) the strategic importance that wheat and barley production has for the region and the world, this study aimed to produce quantitative information about wheat and barley crops response to different duration heat shocks (HS) during the critical period. The study included: i) field experiments which, although they imply precision loss in the physiological process response quantification to a specific environmental factor, produce useful information that can be extrapolated to productive conditions, and ii) the comparative crop physiology of winter cereals which is a useful tool to understand the functional processes affected. The field study combined (i) two contrasting photothermal environments: early (6th June, 250 plants m⁻²) and late (25th July, 350 plants m⁻²) sowing dates (SD), and (ii) two crop species: a bread wheat (cv. Baguette 13 Premium) and a two-row malting barley (cv. Scarlett), exposed to (iii) HS of different duration during the critical period: a control (natural temperature), and 2, 4 or 6 consecutive days of maximum temperature higher than 32°C. Crops, which were high-yielding cultivars with similar flowering time, were grown in the field at FAUBA, (34°35'S, 58°29'W, 26masl) during 2013 without water, nutritional or biotic constraints. HS were achieved using transparent polyethylene enclosed mounted on wood structures (2x1.5x1.5m), where heating depended both on solar radiation (greenhouse effect) and electric fan heaters automatically controlled, which were automatically switch-on when inside temperature was lower than 32°C. Polyethylene covered all plot sides keeping 0.2m opened at the bottom to allow, together with roofs holes, adequate gas exchange. Control plots were covered only by polyethylene roof to avoid differences in incident solar radiation between treatments. All shelter roofs (control and treatment plots) were over the crops during the long treatment period (i.e. 6 days) and their sides covered the crop only between 10am to 4pm during each HS day. As expected, later SD exposed crops to a lower photothermal quotient during the critical period. However, a HS event (35.3°C of maximum temperature) was registered in the earlier SD during this period, which could have reduced grain yield differences among control plots (717 and 622 gm⁻² in barley and 635 and 584 gm⁻² in wheat, for earlier and later SD, respectively). The cumulative stressful temperature (i.e. sum of hourly temperature above 32°C) registered for each HS treatment (i.e. 0, 2, 4 and 6 days) were 0, 32, 106 and 141 °Ch⁻¹, and 0, 49, 59 and 160 °Ch⁻¹ for the earlier and later SD, respectively. Grain number per unit area (GN), which was the main grain yield component, was reduced as a consequence of HS events. Thus, and although some non additive responses were observed, the general trend was the longer the HS event, the lower the GN. Analyzing the response in relative terms, different patterns were observed. In the earlier SD, barley was more susceptible than wheat (GN loses of 2.2 and 1.5% per HS day, respectively), while in the later SD both crops showed the same GN loss (2.2% per HS day).

Variabilidad en tamaño y grosor de glumas de la espiga de trigo pan

D.L Martino^{1,3}, P.E. Abbate^{1,2}, A.C. Pontaroli^{2,3}

¹FCA-UNMdP, Ruta 226 km 73,5 (B7620ZAA). Argentina. ²EEA Balcarce INTA, CC276, Ruta 226 km 73,5 (B7620ZAA). Argentina, ³CONICET, CC 276, Ruta 226 km 73,5 (B7620ZAA). Argentina. dianamartino@hotmail.com

El estrés térmico (ET), desde espigazón hasta el inicio del llenado del grano del cultivo de trigo, genera esterilidad floral, aborto de flores e interrupción del llenado de granos. Se ha intentado identificar variación genética, evaluando directamente la tolerancia de los genotipos a temperaturas extremas durante esa etapa crítica, sin arribar a resultados claramente satisfactorios. Sin embargo, se ha propuesto que algunos caracteres morfológicos de la espiga ayudarían a la supervivencia de las flores ante ET (presencia de aristas, glumas pubescentes, ceras presentes en las glumas y glumelas, etc.). Otras características de la espiga que podrían contribuir a disminuir el daño de la flor ante ET podrían ser el grosor y tamaño de las glumas y glumelas, debido a la protección por aislación térmica que brindarían al antecio. Para generar información sobre la variabilidad en estos caracteres se condujo un experimento bajo un diseño en bloques completos aleatorizados con 17 cultivares comerciales de trigo pan durante el ciclo 2012/13 en Balcarce. En madurez fisiológica, en 6 espigas de cada parcela, se midió el grosor (GG) y tamaño (TG) de las glumas y glumelas y se calculó el tamaño relativo de las glumas con respecto al tamaño de las lemas (TR). Estas mediciones se realizaron en ambas glumas de las espiguillas ubicadas en el límite del 1°, 2° y 3° cuartil de la espiga. A través del coeficiente de variación (CV) pudo observarse que la característica más variable fue GG (CV 18 % promedio para las tres posiciones) y la menos variable la TR (CV 5% promedio para las tres posiciones). Mediante el análisis de varianza se detectó interacción significativa cultivar x posición de espiguilla ($P < 0.05$) para las tres variables analizadas. Sin embargo, al analizar la relación entre el GG medido en cada posición de espiguilla vs. el promedio de las tres posiciones, a través de cultivares, se encontró una alta asociación lineal (R^2 entre 0.99 y 0.89; $gl=15$; $P < 0.01$) indicando que: (1) es posible encontrar cultivares con alto GG en todas las posiciones de espiguilla simultáneamente, y (2) al elegir un cultivar por el mayor GG de una posición, el GG de las pociones restantes también será alto, aunque posiblemente, no el mayor en virtud de la interacción arriba señalada. Al realizar el mismo análisis para TG y TR, se encontraron resultados similares. Las asociaciones lineales entre GG vs. TG y GG vs. TR no resultaron significativas indicando que las variables estudiadas resultaron independientes. En conclusión, si bien estos resultados deberían ser validados en un rango más amplio de ambientes, la información obtenida indica que existe variabilidad en GG, TG y TR entre cultivares comerciales argentinos que podría intentar aprovecharse para aumentar la tolerancia a ET.

Post-anthesis water deficit in spring wheat: effects on yield components and relative water content

O. Pérez¹, L. Viega², L. Gutiérrez², M. Castro¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, CP 70006, Ruta 50 km 11, Colonia, Uruguay. ²Facultad de Agronomía, Universidad de la República (UdelaR), CP 12900, Garzón 780, Montevideo, Uruguay. operez@inia.org.uy

The increase in atmospheric temperature and alteration of the hydrological cycle are the main threats of climate change to wheat crop (*Triticum aestivum* L.). Furthermore, feeding a population which annually grows 1.1 %, promotes the expansion of agricultural frontier to soils with growth constraints. In this context, when in South America La Niña events occur, the cold phase of the ENSO climate phenomenon, in a greater area of the wheat crop region increases the risk of drought stress during grain filling. The aim was to study the response of five wheat cultivars to two irrigation treatments: Control and Stress. The experiment was conducted in a greenhouse using the bread spring wheat cultivars LE 2249, LE 2331, LE 2333, Baguette Premium 11 and Biointa 1001. Relative water content (RWC) was determined during the stress period, from anthesis to physiological maturity, and grain yield and its components at harvest. No significant interaction between cultivars and irrigation treatments were observed for yield per plant and RWC ($P=0.3086$ and $P=0.0589$, respectively), but it was significant for kernel weight and harvest index ($P=0.0188$ and $P=0.0405$, respectively). The cultivar LE 2333 was hardly affected by the Stress treatment, while Baguette Premium 11 and LE 2249 showed an intermediate response. In contrast, LE 2331 and Biointa 1001 were the most susceptible cultivars, decreasing their yield per plant 21.0 % ($P=0.0206$) and 21.2 % ($P=0.0284$), respectively. An early stress threshold in Biointa 1001 caused that kernel weight and RWC were not modified due to a decrease of kernels per plant. Whereas a late threshold in LE 2331 caused that both, kernel weight and RWC were affected. Cultivars with the latter type of response would be more suitable for regions with deep soils and/or with high probability of rain after anthesis.

Efecto de la variabilidad climática en el rendimiento de trigo en Uruguay

V. Rubio¹, M. Castro¹, R. Díaz¹

¹INIA, La Estanzuela Ruta 50 km 11.5, Colonia, Uruguay. vrubio@inia.org.uy

El rendimiento de trigo (*Triticum aestivum* L.) se encuentra fuertemente condicionado por la variabilidad climática interanual. Sin embargo son escasas las fuentes de información de largo plazo que permiten estudiar estos efectos de manera cuantitativa. El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre rendimiento y variables climáticas en periodo crítico (30 días en torno a floración) y su asociación con distintas prácticas de manejo. Se analizó el promedio de las cinco mejores variedades de los ensayos de la Evaluación Nacional de Cultivares, convenio INIA-INASE, para el período 1992-2012. Mediante el uso de modelos mixtos, se estimó la variabilidad asociada al efecto aleatorio del año. La variación asociada a dicho factor explica el 55% de la variabilidad total. Las prácticas de manejo: localidad, fecha de siembra y ciclo mostraron efectos significativos sobre el rendimiento. Menores latitudes (Young en relación a La Estanzuela) mostraron disminuciones en rendimiento. Esto mismo fue observado para cultivares de ciclos más largos (promedio fecha de floración 10 días después) o fechas de siembra más tardías (promedio 31 de mayo vs 7 de julio). Las prácticas de manejo asociadas a la exposición del cultivo a mayores temperaturas y fotoperíodos más largos tuvieron peores comportamientos. Las temperaturas mínimas y las precipitaciones fueron las variables que mostraron mayor correlación con los rendimientos (-0.49 y -0.36 respectivamente, siendo $P < 0.001$ en ambos). Mediante árboles de regresión se encuentra que la temperatura mínima es la primera variable en separar dos grupos de rendimiento con un nivel crítico de 13°C. El grupo de temperaturas más altas presenta disminuciones del 30% en los rendimientos en relación al grupo de temperaturas menores. La segunda variable en separar los rendimientos es la radiación, siendo el nivel crítico promedio para el período crítico de 472 calcm⁻²día⁻¹. Bajas radiaciones se asocian a disminuciones del rendimiento del orden del 17%. El efecto de ambas variables climáticas puede atribuirse a efectos tanto fisiológicos directos como sanitarios. En estos experimentos, donde no se realiza protección con fungicidas, se destaca el efecto de las mayores temperaturas sobre la ocurrencia de enfermedades. El 46% de los casos en los que ocurren condiciones de altas temperaturas mínimas se corresponden con años en los cuales se registraron grandes problemas de Fusarium. Estudios similares donde los cultivos sean manejados con protección con fungicidas (práctica más difundida a nivel comercial) son necesarios.

SESIÓN 3

Presentaciones

Wheat breeding for resistance to Fusarium head blight

H. Buerstmayr¹, M. Buerstmayr¹, W. Schweiger¹, B. Steiner¹

¹BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Department for Agrobiotechnology Tulln and Department of Crop Sciences, Konrad Lorenz Str. 20, A-3430 Tulln, Austria. hermann.buerstmayr@boku.ac.at

In the gene pool of bread wheat (*Triticum aestivum*) large variation for resistance to Fusarium head blight has been discovered, but strikingly less in current durum wheat (*T. durum*). Resistance to Fusarium head blight (FHB) is a quantitative trait controlled by polygenes (QTL) and modulated by the environment. Numerous studies have been conducted to decipher the quantitative inheritance of Fusarium resistance in wheat mainly based on QTL mapping using segregating populations. With the advent of high-density genotyping tools association genomics and genome wide prediction approaches became practicable. Even in the era of genomics progress by selection depends heavily on accurate and powerful phenotyping. In a typical breeding situation large numbers of experimental lines need to be tested for resistance response. Reliable resistance measurements require usually artificial inoculation, control of environmental conditions if feasible, and most importantly replication of trials within and across environments. We report here about: options for resistance improvement with and without markers, identification and genetic analysis of promising genetic resources for bread wheat and durum wheat breeding, and association of morphological traits, especially plant height and the extent of anther extrusion with FHB resistance. The implications for resistance breeding will be discussed.

Mejoramiento por resistencia a enfermedades de trigo en Uruguay

S. Germán¹, S. Pereyra¹, M. Díaz de Ackermann², P. Silva¹, M. Quincke¹

¹INIA, Ruta 50 km 11, Colonia, Uruguay., ² Ing. Agr. Investigador retirado de INIA.
sgerman@inia.org.uy

La importancia de las enfermedades como una de las limitantes más importantes del cultivo de trigo en Uruguay ha crecido paralelamente al incremento del rendimiento del cultivo. La selección de cultivares resistentes a las enfermedades ha sido un objetivo relevante para el programa de mejoramiento genético de trigo (PMGT) de INIA desde 1929, cuando ocurrió la primera gran epidemia causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. A medida que otras enfermedades causaron graves pérdidas económicas, se han sumado sucesivamente nuevos objetivos para el PMGT: resistencia a roya del tallo y roya de la hoja (RT, *P. graminis* f. sp. *tritici*, RH *P. triticina*), mancha de la hoja (MH, *Zymoseptoria tritici*) a partir de los 60's, fusariosis de la espiga (FE, *Fusarium* spp., principalmente *F. graminearum*) a partir de 1977 y mancha amarilla (MA, *Drechslera tritici-repentis*) a partir de los 90's acompañando la adopción de la siembra directa. Con los objetivos de seleccionar por resistencia a cada una de estas enfermedades, caracterizar el comportamiento de cultivares e identificar las mejores fuentes de resistencia, los distintos genotipos se evalúan en viveros específicos para cada enfermedad, con protocolos de manejo que maximizan la expresión de las diferencias de comportamiento frente a las enfermedades. En el caso de la RH, los cambios en el comportamiento de cultivares inicialmente resistentes por la frecuente aparición de nuevas razas de *P. triticina* virulentas imponen un desafío adicional que se está enfrentando con la introducción de resistencia parcial (RP basada en genes de efecto menor y aditivo), considerada durable, principalmente obtenida de germoplasma del Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se ha implementado el uso de marcadores moleculares para los genes de RP caracterizados *Lr34* y *Lr68*, que permitirá incrementar la proporción de líneas con esta resistencia. Los estudios complementarios de la diversidad de patógenos se desarrollan anualmente para el caso de *P. triticina*. Gran parte del germoplasma de INIA es susceptible a las nuevas razas de RT presentes en el NE de África, por lo que se ha adoptado una estrategia similar a RH, sumando el uso de combinaciones de genes de plántula efectivos en Uruguay y en Kenia. En el período desde 1967 hasta a fines de los 90's se enfatizó la incorporación de resistencia MH, lográndose un avance importante en esta característica que se ha mantenido hasta el presente. Si bien se han liberado cultivares con moderada resistencia a MA derivada de líneas de Brasil y CIMMYT, particularmente de trigos sintéticos, varios cultivares recientemente liberados son moderadamente susceptibles y es necesario incrementar los esfuerzos para esta enfermedad. La FE ha causado perjuicios económicos muy importantes, tanto por su efecto en la reducción de rendimiento y calidad como por la presencia de toxinas que afectan la comercialización del trigo. En base a fuentes de resistencia tipo II y tipo I y la baja producción de DON provenientes de Brasil, Japon y China progresivamente se han logrado cultivares con mejor comportamiento frente a FE a partir del 2000. El uso de nuevas y mejores fuentes de resistencia, caracterización fenotípica más precisa y progresiva incorporación de caracterización genotípica resultarán en una mayor eficiencia de selección por resistencia a enfermedades de trigo.

Blast (*Magnaporthe oryzae*), a potential threat to wheat production in South America

G.A.M. Torres¹

¹Embrapa Wheat, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 451, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS, Brazil. gisele.torres@embrapa.br

Magnaporthe oryzae has been reported infecting wheat spikes since 1985 in Brazil. The disease is called head blast or brusone. Few wheat cultivars were described as moderately resistant to the pathogen. Since 2009, Embrapa is coordinating a national initiative searching for wheat resistant genotypes and developing molecular genetics studies for assisting breeding programs. The research goals have been based on phenotyping under field and controlled conditions. From 2010 to 2014, 435 genotypes were characterized in blast nurseries, 308 varieties and 127 synthetic wheats. Under controlled conditions, 80 genotypes were inoculated, 10 of which were identified with contrasting responses to the disease (candidate-wheat genotypes, CWG). Molecular analyses including QTL mapping, association genetics, transcriptomics and proteomics have been carried on. Seedlings and adult plants from the ITMI population were phenotyped in response to the blast disease. A doubled-haploid population was developed specifically for genetic studies of the resistance. For these parents analyses of differential transcriptional profiles have been carried on by suppression subtractive hybridization (SSH) and by Next-Generation Sequencing (NGS), 454 sequencing and Illumina, technologies.

Avances en resistencia genética a mancha amarilla en trigo en Argentina

M.R. Simón¹, M.V. Moreno^{2,3}, F.A. Jecke^{1,4}, M.C. Fleitas^{1,3}, M. Schierenbeck^{1,3}, A. Perelló^{3,5}

¹Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119. 1900 La Plata, Argentina, ²BIOLAB, Facultad de Agronomía de Azul, UNCPBA, Argentina, ³CONICET, Argentina, ⁴INTA. EEA Pergamino, Argentina, ⁵Fitopatología, CIDEFI. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. 60 y 119. 1900 La Plata, Argentina. mrsimon@agro.unlp.edu.ar

La mancha amarilla causada por *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. [anamorfo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem.] causa disminuciones de rendimiento en trigo de hasta 40% en el mundo. En Argentina y otros países, su importancia se ha incrementado debido al aumento de la siembra directa, a la susceptibilidad de los cultivares y a la alta variabilidad genética del patógeno. El hongo produce tres toxinas denominadas Ptr ToxA, Ptr ToxB y Ptr ToxC con receptores específicos en el hospedante. Existen 8 razas del patógeno determinadas sobre la base de una combinación de la caracterización fenotípica con la genotípica. En Argentina, se ha realizado una caracterización de 65 aislamientos que ha determinado que 33 de ellos no se corresponden con las razas internacionalmente conocidas. Con dos aislamientos que no se corresponden con razas conocidas, se han encontrado QTLs para resistencia al patógeno en el cromosoma 6A en un set de líneas recombinantes del cruzamiento 'W7984' × 'Opata 85'. Asimismo se realizó la caracterización de la resistencia de un set de 31 cultivares actuales con tres aislamientos diferentes, que no concuerdan con las razas internacionales establecidas, en dos ambientes. Algunos cultivares presentaron moderada resistencia en ambos ambientes frente a los tres aislamientos. Asimismo se han encontrado cultivares que manifiestan tolerancia a la enfermedad. En la actualidad se está realizando la localización de la resistencia en un set de genotipos internacionales a través de mapeo por asociación.

Breeding wheat for multiple disease resistance at CIMMYT

R.P. Singh¹, J. Huerta-Espino², P.K. Singh¹, C. Lan¹, B. Basnet¹, S. Bhavani³, X. He¹

¹CIMMYT, Apdo. Postal 6-641, 06600, Mexico, DF, ²INIFAP-CEVAMEX, Apdo. Postal 10, 56230, Chapingo, ³CIMMYT, Nairobi, Kenya. r.singh@cgiar.org

Genetic resistance to diseases plays a key role in sustaining wheat productivity gains worldwide. Significant progress has been made at CIMMYT in breeding and distributing high yielding wheat germplasm with resistance to rusts, Septoria tritici blotch (STB), tan spot (TS), spot blotch (SB) and progress is evident with Fusarium head blight (FHB). Durable and adequately effective resistance to these diseases often requires combining multiple resistance genes that have incomplete effects. Some of the key genes that are associated with durable rust resistance are now characterized and found to have pleiotropic effects on multiple diseases. We have heavily utilized these genes together with other minor, adult plant resistance genes to develop high-yielding wheat germplasm with near-immune levels of durable resistance to the three rusts, including Ug99 race group of stem rust fungus. High level of resistance to STB in CIMMYT wheats is derived from various sources, including synthetics and studies are underway to determine the genetic basis and diversity. Inoculated nurseries at Toluca field site have played a significant role in incorporating STB resistance in rust resistant wheat. Resistance to TS can also be readily found in CIMMYT germplasm and involves characterized and potentially new resistance genes. We use both greenhouse and field phenotyping to characterize TS resistance. Breeding high yield and high levels of resistance to FHB continues to be a major challenge though moderately resistant wheat lines can be found in artificially inoculated nurseries at El Batan, Mexico. We are engaged in enhancing the FHB resistance level by incorporating the potentially recombined *Sr2-Fhb1* genes as the presence of these genes is critical for durable resistance to stem rust and FHB, respectively. Haplotyping with molecular markers, mycotoxin and Fusarium damaged kernels analyses are also routinely conducted to improve resistance.

Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the Southern Cone Region of South America

F.M. Gamba¹; S.E. Strelkov²; L. Lamari³

¹Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, UDELAR, Ruta 3 k 363, Paysandú, Uruguay. ²Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2P5, Canada. ³Department of Plant Science, University of Manitoba, Winnipeg, MB R3T 2N2, Canada (deceased 11 December 2009). fgamba@fagro.edu.uy

Pyrenophora tritici-repentis induces tan spot, one of the most important fungal diseases of wheat. At least eight races of the pathogen are known to occur based on their virulence on a wheat differential set. In 2009 and 2010, 87 commercial wheat fields were sampled for tan spot in the Southern Cone region of South America, namely Argentina, Brazil and Uruguay. An average of three isolates from each field were tested for their virulence on the differential wheat hosts ‘Glenlea’, 6B365, 6B662, ‘Salamouni’, ‘Coulter’ and 4B1149. Of 273 isolates tested, 52.4% were classified as race 1 and 47.6% were classified as race 2, with no other races identified. This low level of pathogenic diversity was somewhat expected, since the bread wheat grown in this region has a narrow genetic diversity with respect to tan spot resistance. To fully assess virulence patterns in the Southern Cone, use of this differential set is recommended. To our knowledge, this is the first report of the race structure of *P. tritici-repentis* in South America.

SESIÓN 3

Posters

Tolerancia a *Septoria tritici* en cultivares de trigo y su influencia en la calidad panadera

A.C. Castro^{1,2}, M.R. Simón¹

¹Cerealicultura. Facultad Cs Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata 60 y 119 CP 1900, 2- CONICET, Argentina. ingeniera.anacastro@gmail.com

El mejoramiento genético en trigo (*Triticum aestivum* L) debe perseguir objetivos asociados a combinar alto rendimiento con buena calidad molinera-panadera, buen comportamiento sanitario acorde a las necesidades actuales de los mercados. La tolerancia a enfermedades define la capacidad para mantener el rendimiento en presencia de síntomas de la enfermedad. El estudio de la tolerancia a la mancha de la hoja causada por *Septoria tritici* Rob ex Desm. (*Mycosphaerella graminicola*) (Fuckel) Schroeter y otras enfermedades ha sido escaso. El objetivo del trabajo fue identificar tolerancia a la pérdida de rendimiento en cultivares de trigo y su influencia en la concentración de proteína del grano (CPG) y variables de panificación. Se realizó un ensayo en la FCAyF-UNLP, con diseño experimental parcela dividida con 3 repeticiones: parcela principal: concentración de inóculo: (CI): 1- Sin inóculo (con fungicida), 2- Baja concentración ($5 \cdot 10^5$ esporas. ml^{-1} de suspensión), 3- Alta concentración ($5 \cdot 10^6$ esporas. ml^{-1} suspensión). Subparcela: 10 cultivares de trigo con aparentes diferencias en tolerancia y calidad panadera. El inóculo de *S. tritici* se cultivó en agar malta y preparó acorde a los requerimientos del patógeno. Se realizaron 2 inoculaciones y se llevaron a cabo 3 evaluaciones en las cuales se determinó la severidad de la enfermedad (% necrosis). Se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) y a la cosecha se determinó el rendimiento del grano (RG). El porcentaje de N del grano fue determinado por método Microkjeldahl, y la CPG fue estimada (valor Kjeldahl \times N 5.7). Se realizaron ensayos de panificación y se determinó el volumen (V), peso (P) y volumen específico (Ve) del pan. Se realizó regresión lineal entre ABCPE y RG de las medias en las tres concentraciones de inóculo dentro de cada cultivar y correlaciones entre RG- CPG; tolerancia-CPG. La severidad y el ABCPE aumentó con la CI y en la progresión de las evaluaciones y el RG disminuyó con la severidad causada por la mancha de la hoja ($P=0.002$), reduciendo los valores al incrementar la CI. Los cultivares mostraron diferencias significativas para RG ($P=<0.001$). Las regresiones entre ABCPE y RG indicaron la existencia de cultivares tolerantes tales como R. Centinela, K. Zorro y B. Brasil. Existió correlación negativa y significativa entre la tolerancia y el RG. La CPG presentó tendencia a aumentar cuando se incrementó la CI, entre los cultivares hubo diferencias ($P=<0.001$) y la interacción CI \times cultivar no fue significativa. El V fue afectado por la CI en forma significativa ($P=0.006$), se produjo un incremento del V a medida que aumentó la dosis de inóculo aplicado y hubo diferencias significativas entre los cultivares analizados ($P=<0.001$). El P no se modificó por la presencia de la enfermedad. La CI y el cultivar afectaron significativamente ($P=<0.001$) al Ve, a mayor dosis de inóculo mayor Ve. La interacción CI \times cultivar fue significativa para Ve, para la mayoría de los cultivares se observó que a mayor CI, mayor Ve. La correlación entre tolerancia de los cultivares y el aumento de CPG con la CI fue positivo, aunque no significativo.

Pre-mejoramiento para el control de fusariosis de la espiga y roya de la hoja en Argentina

M. Cattivelli¹, M.F. Berti¹, M.D. Bonafede¹, M.M. Manifesto¹, M.L. Appendino², S.M. Lewis¹, G.E. Tranquilli¹, L.A. Pflüger¹

¹Instituto de Recursos Biológicos - CIRN- INTA. De los Reseros y N. Repetto s/n (1686) Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. ² Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, (1417) - Buenos Aires, Argentina.
cattivelli.mariana@inta.gob.ar

En presencia de ambientes favorables para los patógenos, el cultivo de trigo en Argentina se ve afectado principalmente por enfermedades fúngicas como la fusariosis de la espiga (FE), causada por *Fusarium graminearum*, y la roya de la hoja (*Puccinia triticina*), lo que ocasiona importantes mermas en el rendimiento que conllevan a pérdidas económicas. En el Instituto de Recursos Biológicos del INTA, desde hace varios años, se está trabajando a través de la selección asistida por marcadores moleculares en la incorporación de genes de resistencia a FE y roya de la hoja. Para FE, el gen *Fhb1* derivado de 'Sumai 3' ha sido incorporado dentro del fondo genético de diferentes líneas avanzadas provistas por Buck Semillas, Criadero Klein S.A y ACA Coop. Ltda. Los resultados preliminares de los ensayos a campo, en donde se evaluaron 6 pares de líneas cuasi- isogénicas (NILs) conteniendo *Fhb1*, mostraron una reducción altamente significativa en la incidencia y severidad de la enfermedad de las NILs portadoras de *Fhb1*, como así también en el contenido de la micotoxina deoxynivalenol (DON) de los granos (267 µg/kg menos respecto a las NILs sin *Fhb1*, $p < 0.01$). Para roya de la hoja, se han desarrollado y evaluado 10 pares de líneas cuasi-isogénicas (NILs) conteniendo el segmento cromosómico portador del gen *Lr47* derivado de *T. speltoides* en diferentes líneas avanzadas aportadas por los mismos criaderos argentinos. Estas líneas fueron sometidas a inoculaciones artificiales bajo condiciones controladas comprobándose la efectividad del gen frente a razas que eran virulentas en las líneas avanzadas. Los ensayos a campo realizados con 6 pares de estas líneas mostraron un aumento del contenido de cenizas en las harinas y en algunos parámetros mixográficos, no evidenciándose efectos negativos de este segmento en los otros caracteres agronómicos evaluados. Contar con germoplasma local resistente/tolerante a importantes enfermedades es crucial para evitar pérdidas en rendimiento y calidad, y contribuir a la inocuidad de los alimentos. Por ello, otro de nuestros objetivos es buscar fuentes alternativas de resistencia. En este sentido, para FE hemos identificado un QTL de resistencia tipo II en el cromosoma 7D de una población doblehaploide de trigo pan que explica en promedio un 20% de la variación observada para la severidad de la enfermedad. Actualmente se está avanzando en el mapeo fino de dicho QTL a través del desarrollo de marcadores moleculares y de la búsqueda de nuevos recombinantes que permitan reducir el segmento portador del QTL para su posterior utilización en programas de mejoramiento con selección asistida.

Septoriosis del trigo en la Argentina: observaciones prácticas para el manejo de la enfermedad

C.A.Cordo¹, V.F. Consolo², M. Astiz Gasso³, M.R.Simón⁴, N.I.Kripelz¹, C.Mónaco¹.

¹CIDEFI, UNLP-CIC, ²INBIOTEC-CONICET, MdP., ³Instituto Fitotécnico de Sta. Catalina, UNLP, ⁴Cerealicultura, Fac. Cs. Ags. y Forestales, UNLP.

criscordo@gmail.com

El rendimiento del trigo se ve afectado por “la mancha de hoja del trigo”, o “septoriosis” producida por el hongo hemibiótrofo *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter in Cohn (anamorfo *Septoria tritici* Rob. ex Desm.). Es un serio problema en el sur de Chile y de Uruguay y en la Argentina, en las provincias de Córdoba y Buenos Aires. Los daños a nivel mundial oscilan entre 31 y 54 % y entre 17 y 50 % en Argentina, dependiendo del estado fenológico y el grado de ataque en el que ocurre la infección. No hay dudas acerca de la importancia del manejo integrado de la enfermedad, especialmente con temas como la sanidad de la semilla, el manejo de los rastrojos y el uso consciente de fungicidas. El objetivo de esta presentación es: Sumar conocimientos para la aplicación racional de medidas de control. Para ello se definió: (i) la presencia de *S. tritici* en la semilla y su vinculación en la transmisión de la enfermedad y (ii) las condiciones ambientales asociadas a la dinámica del inóculo aéreo. Partiendo de semillas de trigo que provenían de plantas con alta severidad a la mancha de la hoja del trigo, se diseñó una estrategia basada en la técnica convencional de PCR para detectar el hongo *S. tritici*. Se comprobó la ausencia del patógeno en capas internas del pericarpio y/o endosperma. Se demostró la inhibición parcial o total de la germinación del cariopse y los patógenos que la generaron. Con la técnica tradicional de transmisión en speedling se cuantificaron los patógenos que aparecieron en el coleoptile o la plántula. Con la técnica de Elekes, se sometió la semilla previamente humedecida e incubada a 20°C a un período de 8 h a -20°C para inhibir la actividad de las enzimas que impedían que el patógeno transmitida por ella, se manifieste. Luego de una desinfección superficial se incubaron las mitades longitudinales de las semillas en medio Papavizas. Las otras mitades se conservaron en eppendorf y luego en freezer a -20°C hasta su procesado por PCR. La suma de evidencias aseguran que el patógeno no se transmite hacia la plántula por el grano de trigo contrariamente a lo ocurrido con *Stagonospora nodorum*, aunque la amplificación del ADN de los granos y la posterior secuenciación de los fragmentos sugiere que trazas de hifas o conidios deben alcanzar su superficie por el elevado nivel de infección en el periodo vegetativo - reproductivo del cultivo. Para tratar el segundo objetivo, se cuantificó la abundancia relativa de ascosporas y picnidiosporas en el campo durante dos periodos. Se generó una aproximación empírica útil para predecir la eliminación de altas cantidades de esporas reproductivas y vegetativas que indiquen la probabilidad de generar una nueva epidemia. Una asociación positiva de las picnidiosporas con la intensidad de la lluvia ocurrió cuando esta varió entre 20 a 43mm/h 30 días antes del exudado, al igual que las T mayores de 14°, entre los 7-60 días previos. Para que se desarrolle una epidemia en invierno las temperaturas deben ir en aumento de 7 a más de 14°C especialmente al final del macollaje en el periodo de elongación. La captura de picnidios estuvo directamente relacionada con la HR mayor del 90% 60 días antes de la misma ó con los mm de lluvia acumulados 60 días antes de la eliminación; también con las temperaturas mayores de 14°C 60 días previos a la expulsión. La eliminación de las ascosporas se relacionó con una disminución de la radiación 30 días antes de la expulsión.

Efecto de la tolerancia a la mancha amarilla del trigo sobre la calidad panadera en cultivares de diferente grupo de calidad

M.C. Fleitas^{1,2}, M. Schierenbeck^{1,2}, M.R. Simón¹

¹Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119. CC 31. 1900 La Plata, Argentina. ² CONICET, Argentina.

mcfleitas@agro.unlp.edu.ar

La cantidad y composición del contenido de proteínas en grano de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) es el principal determinante de la calidad del cultivo y afecta en forma significativa las propiedades reológicas, la calidad panadera y los atributos del producto final. El porcentaje de proteínas en grano (P%) es afectado por diversos factores, entre ellos puede mencionarse a las enfermedades foliares, cuyo efecto podría depender del hábito nutricional del patógeno considerado y del nivel de tolerancia que presenten los cultivares al mismo. Se ha mencionado que patógenos necrotróficos generan concentraciones del P%, sin embargo se desconoce cómo interactúa el efecto del nivel de tolerancia del cultivar sobre el P% y variables de calidad panadera. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la tolerancia al patógeno necrotrófico *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (anamorfo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem sobre el P% y variables de calidad: absorción de agua (A), fuerza de la masa (W), gluten seco (GS) y volumen de pan (VP); en cultivares de trigo de diferente grupo de calidad. Se realizó un ensayo con diseño de parcela dividida con tres repeticiones, siendo la parcela principal las inoculaciones con el patógeno: 1-sin inóculo, 2-baja concentración de inóculo (BCI: 3×10^2 esporas.ml⁻¹) y 3-alta concentración de inóculo (ACI: 3×10^3 esporas.ml⁻¹); y la sub-parcela 10 cultivares de trigo. Se evaluó la severidad en tres estadios y se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Se determinó el rendimiento, el P% y las variables de calidad de la harina: A, W, GS y VP. Se determinó la tolerancia de cada cultivar mediante regresiones lineales, utilizando ABCPE como variable independiente y el rendimiento como variable dependiente. El tratamiento sin inóculo presentó en promedio un menor ABCPE (28,64%) que causó un aumento en el rendimiento (25,96%). Los cultivares más tolerantes fueron Baguette 17, BioINTA 3004 y ACA 303 ($P=0,051$) indicando que ante similares niveles de enfermedad, estos tres cultivares exhibieron significativamente menores pérdidas de rendimiento que los cultivares sensibles. El tratamiento inoculado con ACI presentó los mayores valores de porcentaje de proteínas en grano (17,27%) comparado con el tratamiento sin inóculo ($P=0,014$). Se observó una asociación altamente significativa y positiva entre el ABCPE y el P% ($R^2=0,126$; $P<0,001$) indicando que a mayores niveles de severidad de la enfermedad se incrementan los niveles de proteína en grano. Se encontró una asociación positiva y significativa entre la tolerancia y el grupo de calidad ($R^2=0,517$; $P=0,019$) indicando que frente a dicho patógeno los cultivares de menor calidad presentaron mayores niveles de tolerancia. Por último, se halló una asociación negativa y significativa ($R^2=0,316$; $P=0,091$) entre los niveles de tolerancia y el VP de manera que los cultivares más tolerantes presentaron menores variaciones de VP ante la presencia de la enfermedad. Por último, existieron diferencias significativas de A en la interacción doble inoculación x cultivar; de W en los tratamientos inoculación y cultivar; de GS y VP entre cultivares.

Razas de *Drechslera tritici-repentis* y comportamiento de cultivares de trigo frente al patógeno

F.A. Jecke¹, M.R. Simón², M.V. Moreno³, A.E. Perelló⁴

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Pergamino. ²Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) UNLP. ³Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB)-CEBB-CONICET, Facultad de Agronomía de Azul (UNCPBA). ⁴Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI)-CONICET. FCAyF UNLP. Calle 60 y 119 (1900) La Plata, Buenos Aires.
jecke.fernando@inta.gob.ar

Actualmente, se conocen en el mundo 8 razas de *Drechslera tritici-repentis* (Died) (teleomorfo *Pyrenophora tritici-repentis*, Died) determinadas sobre un set internacional de variedades de trigo; sin embargo muchos investigadores sugieren la presencia de nuevas razas de este patógeno. La aparición de nuevas razas del hongo puede traer consigo la pérdida de resistencia genética en variedades comerciales de trigo. A pesar de ello, hay muy pocos trabajos donde se haya caracterizado el comportamiento de cultivares comerciales de trigo frente a distintas razas de *D. tritici-repentis*. El objetivo de este trabajo fue caracterizar tres aislamientos de *D. tritici-repentis* y analizar el comportamiento de variedades comerciales argentinas de trigo frente a los mismos. Se evaluó el tipo de reacción en líneas hospedantes diferenciales en invernáculo y se realizó el análisis molecular de los genes que codifican la producción de toxinas. Los ensayos con variedades comerciales se llevaron a cabo a campo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, Partido de La Plata y en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en el partido de Pergamino, con un diseño de parcela subdividida donde la parcela principal fue la localidad, la subparcela el aislamiento y la sub-subparcela el cultivar. Se inoculó en el estadio de hoja bandera desplegada con una concentración de 3000 conidios/ml. Se evaluó el tipo de reacción, usando la escala de 1-5 propuesta por Lamari & Bernier (1989), y la severidad en tres momentos (15 días, 30 días y 40 días después de la aparición de la hoja bandera). Los aislamientos mostraron diferencias en la reacción en líneas diferenciales y en el análisis molecular de los genes que determinan la producción de toxinas. Uno de los aislamientos se caracterizó por la presencia del gen TOX b; otro por la presencia de los genes homólogos TOX B, TOX B1 y TOX b y el último por poseer el gen TOX A y TOX B1. A partir de estos resultados se sugiere que los aislamientos son diferentes entre sí y que no se corresponden con las razas actualmente conocidas. En los ensayos a campo, se encontraron interacciones específicas entre los aislamientos y los cultivares, mostrando diferente nivel de severidad y tipo de reacción para algunos cultivares dependiendo del aislamiento considerado. Los cultivares que, en promedio, presentaron menor severidad fueron Baguette 601, SY 110, SY 300, Lenox, Nogal, Baguette 17, ProInta Puntal, AGP Fast y SY 100 y en cuanto a tipo de reacción fueron Baguette 601, SY 110, SY 300, Baguette 17, SY 100, ProInta Puntal, AGP Fast, Nogal y BioInta 1001.

Impacto de las enfermedades foliares en cultivares liberados en Argentina entre 1920 y 1999

P.J. Lo Valvo¹, D.J. Miralles^{1,2}, R.A. Serrago^{1,2}

¹Departamento Producción Vegetal, Cátedra de Cerealicultura, UBA. Av. San Martín 4453 C1417DSE, Buenos Aires, Argentina; ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. lovalvop@agro.uba.ar

Las enfermedades foliares son la principal restricción biótica que imponen limitaciones al rendimiento. La “roya de la hoja” (*Puccinia recondita f. sp. tritici*), “Septoriosis de la hoja” (*Septoria tritici*) y “mancha amarilla” (*Drechslera tritici-repentis*) son las principales enfermedades foliares en el cultivo de trigo. Estas enfermedades pueden generar pérdidas de rendimiento de hasta el 60% en cultivares susceptibles. El mejoramiento genético en el cultivo de trigo ha provocado aumentos más que proporcionales en los rendimientos. Este aumento se debió al incremento en el índice de cosecha del cultivo sin que se modifique significativamente la generación de biomasa. Esta diferencia en la partición de la biomasa aérea provoca reducciones en la relación fuente-destino posicionando a los cultivares modernos en situación más vulnerable (en términos de reducciones en el peso de grano) ante la presencia de enfermedades foliares en post-floración. Actualmente y a partir del uso masivo de fungicidas, el rendimiento potencial y la calidad son atributos prioritarios en los programas de mejoramiento. En este escenario, un inadecuado control de enfermedades foliares (debido a una falta de oportunidad y/o ineficiencia de los controles) plantean una restricción adicional al sostenimiento de elevados rendimientos potenciales. Por tal motivo, se planteo como objetivo estudiar las interacciones existentes entre el aumento del número de granos como estrategia para la determinación del rendimiento potencial y las restricciones a la fuente fotosintética que imponen la presencia de enfermedades foliares en cultivos de trigo con distinto rendimiento potencial. Para cumplir con el objetivo se realizaron dos experimentos (2012 y 2013) en la Facultad de Agronomía de la UBA. El diseño experimental fue en parcelas divididas donde el cultivar fue el factor principal y los diferentes tratamientos de enfermedades la sub-parcela. Estos tratamientos fueron generados a partir de la inoculación de esporas de “roya de las hojas” (parcelas enfermas -E-) y sus controles fueron logrados con aplicaciones periódicas de fungicidas (parcelas sanas -S-). Las variables respuesta en ambos años fueron la severidad (determinada visualmente), rendimiento y sus componentes numéricos. En promedio, los cultivares modernos rindieron ca.62% más que los cultivares viejos siendo el número de granos el componente que mejor explicó estos cambios ($r^2=0,95$). Por otro lado, y como era de esperar, la “roya de la hoja” fue la enfermedad predominante en el cultivo. Esta enfermedad redujo el rendimiento en la mayoría de los cultivares de trigo evaluados. Estas diferencias en el rendimiento fueron mayores en cultivares modernos (ca. 18%) que en los cultivares antiguos (ca. 10%). Este efecto sobre el rendimiento fue consecuencia principalmente de reducciones en el número de granos. En cuanto al peso de los granos la respuesta varió conforme al año, observándose reducciones como máximo del 14% producto de las enfermedades, sin embargo, no se observaron cambios en el peso de granos entre los cultivares liberados en diferentes décadas.

Capacidad biocontroladora de *Trichoderma* sp. sobre la manifestación de la septoriosis del trigo

C. Monaco^{1,2}, C. Abramoff¹, G. Lampugnani¹, M. Stocco^{1,3}, N. Kripelz^{1,2}, C. Cordo^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP; ²CIC; ³CONICET.

criscordo@gmail.com

En los últimos años, el uso de antagonistas llegó a ser una de las técnicas más promisorias para manejar la septoriosis del trigo. El objetivo del trabajo fue evaluar el poder biocontrolador de dos cepas de *Trichoderma* sp (Th5cc y Th118), sobre la expresión de la mancha de la hoja del trigo inducido con el recubrimiento de las semillas y una aplicación aérea en macollaje. El ensayo se realizó en la Estación Experimental J. Hirschhorn durante Julio-Diciembre de 2013. La disposición experimental fue en bloques al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Se evaluó el efecto de 2 cepas de *Trichoderma* sp, cada una aplicada con la técnica de semillas recubiertas y como un rocío de suspensión de esporas en macollaje. Uno de los tratamientos consistió en la aplicación de Azoxystrobina-Ciproconazole (en plántula y en macollaje) y un testigo inoculado con *Septoria tritici*. A los 21 días de la inoculación con el patógeno para cada estadio fenológico, se evaluaron parámetros de severidad de la enfermedad (porcentaje de necrosis en hoja) y de cobertura picnidial) y se evaluó el rendimiento del cultivo. Los resultados demostraron que en estado de plántula, tanto el porcentaje de necrosis como el de cobertura picnidial se redujo significativamente en las plantas provenientes de semillas recubiertas por ambas cepas, siendo la cepa Th118 la de mejor comportamiento. La protección se mantuvo hasta el estado de macollaje. En cuanto al rendimiento, si bien no hubo diferencias significativas entre tratamientos, las plantas provenientes de semillas recubiertas con las cepas Th5cc y Th118, mostraron un incremento en el rendimiento de 432,28 Kg/m² y 221,80 Kg/m² respectivamente. Estos resultados resultan promisorios para considerar a *Trichoderma* sp. como un agente biológico para controlar la septoriosis del trigo.

Diversidad patogénica de *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* y sus implicaciones en el mejoramiento genético del trigo en Ecuador

J.B. Ochoa¹, M. Cathme² y E. Falconi²

¹Departamento de Protección Vegetal, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, Quito - Ecuador, Casilla Postal 17-01-340, ²Programa de Cereales. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP, Quito - Ecuador, Casilla Postal 17-01-340.
jose.ochoa@iniap.gob.ec

La roya amarilla del trigo causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* es la limitante más importante del trigo en Ecuador. El clima frío de las zonas altas de los Andes es la condición ideal para el desarrollo de esta enfermedad, por lo que las pérdidas de rendimiento pueden ser totales en variedades susceptibles. En estas condiciones, el patógeno ha evolucionado de forma rápida frente a las fuentes de resistencia utilizadas en el mejoramiento genético de trigo en Ecuador. Estudios de la diversidad de razas de roya amarilla se iniciaron en 1973 y han continuado hasta el momento en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) - INIAP. En un primer periodo, antes del año 2.000, en los estudios de razas se utilizó el juego mundial y europeo de diferenciales. A partir del año 2.000, en un segundo periodo, se utilizó un set estandarizado de líneas casi isogénicas (NIL's) con un "background" de Avocet. En el primer periodo (1973–2000) las razas fueron simples como 0E0, 2E0, 4E0, 8E0, 64E0, 0E32 y 0E64, para luego producirse una evolución activa y versátil teniendo como ancestro a la raza 0E0. Este proceso evolutivo ha generado razas muy diversas y antiguas como la raza 110E207 sin virulencias para *Yr1* y *Yr9*, y razas simples pero modernas como 7E8Yr9 con virulencias para estos genes. Las poblaciones ecuatorianas de roya amarilla, desde 1973 al 2000, desarrollaron virulencias para todos los genes *Yr* evaluados en este periodo, con excepción de los genes *Yr5*, *Yr8*, *Yr10* y *Yr15*. En el Segundo período (2001 hasta ahora) las razas permanecieron complejas con poca variación entre ellas. La mayoría de razas identificadas en este periodo presentaron virulencias para *Yr1*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr18* y *Yr28*, que son genes comunes en el material CIMMYT. Integrando la información de la primera y segunda fase, las poblaciones ecuatorianas de roya amarilla son todavía avirulentas para los genes *Yr5*, *Yr8*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr24* y *Yr26*. Estos genes están disponibles para el mejoramiento para resistencia a roya amarilla del trigo en Ecuador. En estudios de resistencia se encontró que la variedad mejorada de trigo Miramar contiene el gen *Yr2*, I-Antisana 78 el gen *Yr6*, I-Tungurahua 82 el gen *Yr3* y *Yr6*, I-Cotapaxi 88 e I-Cotacachi 98 el gen *Yr1* y Cojitambo el gen *Yr9*. Variedades locales muy antiguas como Barba Negra, R. Pizán, Crespo y Amazonas contienen otros *Yr* genes diferentes a los designados. Al momento el patógeno ha desarrollado virulencias para todos los genes de resistencia que se han explotado. En un proceso sistemático de selección, nuevos genes de resistencia han sido identificados, los que están presentes en las nuevas variedades de trigo INIAP-San Jacinto e INIAP- Mirador liberadas en el año 2010.

Eficiencia de uso de la radiación como predictor de la tolerancia a enfermedades foliares en trigo

M. Schierenbeck^{1,2}, M.C. Fleitas^{1,2}, M.R. Simón¹

¹Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119. CC 31. 1900 La Plata, Argentina; ² CONICET, Argentina.

m_schierenbeck@hotmail.com

La tolerancia a enfermedades en trigo (*Triticum aestivum* (L) Thell.) es una herramienta no suficientemente explotada en el mejoramiento del cultivo. Los mecanismos que la condicionan han sido escasamente estudiados, pudiendo estar asociada a características genotípicas del cultivar (biomasa, índice de área foliar, capacidad fotosintética, eficiencia de la interceptación de la radiación, etc.) aunque se ha señalado que tanto las condiciones ambientales y factores culturales conducen a un comportamiento diferencial de los genotipos por condicionar variaciones en esas características ecofisiológicas que pueden afectar el efecto de las enfermedades sobre el rendimiento. El objetivo de nuestro trabajo fue evaluar si la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) está asociada con la tolerancia a patógenos con diferente hábito nutricional como *Puccinia triticina* Eriks (patógeno biótrofo, causal de “roya de la hoja”) y *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., anamorfo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. (patógeno necrotrófico, causal de “mancha amarilla”). Durante 2012 se llevó a cabo un ensayo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, FCyF-UNLP. Se utilizó un diseño experimental en parcela principal dividida con tres repeticiones. Las parcelas principales fueron las inoculaciones con cada uno de los patógenos: 1-Mancha Amarilla y 2-Roya de la hoja. La sub-parcela correspondió a los tratamientos con inoculación/ fungicida: 1-con fungicida Orquesta Ultra (fluxapyroxad 50g/l, epoxiconazole 50 g/l y pyraclostrobin 81 g/l), 2-con baja concentración de inóculo y 3-con alta concentración de inóculo. Como sub-sub-parcela se sembraron 10 cultivares de trigo con diferente susceptibilidad a estos patógenos. Las evaluaciones consistieron en la determinación de la severidad (necrosis y clorosis) mediante estimación visual, expresadas como porcentaje de lesión cubierta por la enfermedad en hoja bandera desplegada (EC39), antesis (EC60) y grano pastoso (EC82), el ABCPE (área bajo la curva de progreso de la enfermedad) se calculó utilizando las medias de severidad de las tres evaluaciones. Se evaluó la biomasa aérea en los mismos estadios y se calculó la cantidad de RFA diaria interceptada y la RFA acumulada durante el ciclo de cultivo. La eficiencia de uso de la radiación (EUR) se calculó como la pendiente de la regresión entre la radiación interceptada acumulada y la biomasa generada acumulada. El rendimiento fue calculado mediante la cosecha de un surco de 5,5 m lineales. La tolerancia para cada cultivar se evaluó mediante la relación entre el área bajo la curva de progreso de la enfermedad como variable dependiente y el rendimiento en los distintos tratamientos de inoculación como variable independiente dentro de cada cultivar. Asimismo se realizó la correlación entre la tolerancia y la EUR de cada cultivar. Hubo diferencias significativas entre las medias de tolerancia y de EUR. La correlación entre tolerancia y EUR fue de $r = -0.282$ para mancha amarilla y de $r = -0.333$ para roya de la hoja, que indican una tendencia a que a mayor EUR la tolerancia de los cultivares disminuye.

Tolerancia a patógenos biotróficos y necrotróficos en cultivares argentinos de trigo pan

M.R. Simón¹, M.C. Fleitas^{1,2}, M. Schierenbeck^{1,2}, S.I. Golik¹

¹Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119. CC 31. 1900 La Plata, Argentina; ² CONICET, Argentina.

mrsimon@agro.unlp.edu.ar

Las enfermedades foliares de trigo son las principales restricciones bióticas del rendimiento y la calidad del cultivo, siendo la mancha amarilla [*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (anamorfo *Drechslera tritici-repentis*) (Died.) Shoem], la mancha de la hoja [*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt, in Cohn, anamorfo *Septoria tritici* Rob. ex Desm.] y la roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks) las más importantes tanto por intensidad como por su frecuencia de aparición. La tolerancia, que implica una menor disminución en el rendimiento de un determinado cultivar, frente a similares niveles de severidad que otro, es un complemento importante de la resistencia genética a enfermedades. De esta manera, es una herramienta que puede utilizarse como una medida de control y modificar los umbrales de control reduciendo la aplicación de fungicidas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia de tolerancia en un grupo de cultivares de trigo, determinando si se comportan de igual manera frente a patógenos con distintos hábitos nutricionales (biotrófico: *P. triticina*, necrotrófico: *P. tritici-repentis*) y evaluar si aquéllos cultivares con mayor número de granos presentan mayor tolerancia a la pérdida en el peso de granos o si dicha pérdida está condicionada por una menor radiación acumulada en el llenado de grano. El ensayo tuvo un diseño de parcela subdividida, siendo la parcela principal la inoculación con el patógeno (*P. triticina* o *P. tritici-repentis*), la subparcela el tratamiento con fungicida/inoculación con el patógeno (con fungicida OrquestaTM Ultra, con baja concentración de inóculo y con alta concentración de inóculo) y la subparcela 10 cultivares, con tres repeticiones. Se evaluó la severidad causada por la enfermedad en tres estadios y se calculó el ABCPE (área bajo la curva del progreso de la enfermedad). Asimismo se determinó la radiación interceptada, rendimiento y sus componentes. Se determinó la tolerancia de cada cultivar mediante regresiones lineales, utilizando ABCPE en cada tratamiento de fungicida/inoculación como variable independiente y el rendimiento como variable dependiente. Los coeficientes b (pendientes) de las rectas y demás variables se analizaron mediante un análisis de varianza. Se detectaron cultivares con distintos niveles de tolerancia. La interacción patógeno × cultivar no fue significativa, indicando que aún con patógenos con distintos mecanismos de nutrición y acción sobre el hospedante, algunos cultivares pueden manifestar tolerancia similar frente a ellos. Los cultivares con un mayor número de granos no presentaron mayores disminuciones en el peso de mil granos y hubo una débil asociación entre la radiación acumulada corregida por el peso de granos potencial y la disminución en el peso de los granos, indicando alguna limitación por fuente en estos cultivares.

Advance on wheat breeding to leaf rust resistance

C. Turra¹, A. L. Barcellos¹, A. A. Baggio¹, S. B. Rosa¹

¹OR Melhoramento de Sementes Ltda., Av. Rui Barbosa, 1300, Passo Fundo, RS, Brazil, 99050-120. amarilis@orsementes.com.br

The Brazilian climate, humid by the frequent rains principally during the reproductive stages, and the susceptible wheat cultivars result in the occurrence of many diseases reducing the yield. Among these diseases, the leaf rust stands out because of its frequency and damage. It is not rare cultivars with race specific leaf rust resistance to turn susceptible after few years of release, caused by selection in the fungi population. In Brazil, 112 cultivars are indicated to be cultivated in the moment. Among these, 59 cultivars have different levels of susceptibility to leaf rust. The introduction of durable resistance genes in the best Brazilian wheat cultivars was started in 2002 in the breeding company OR Melhoramento de Sementes Ltda. The study was conducted in Passo Fundo, RS, Brazil at OR Sementes laboratory and in experimental field nurseries in Coxilha, RS, Brazil. Durable resistance genes *Lr34*, *Lr21*, *Lr13* plus minor genes in Frontana, and unidentified genes in Kukuna, Fundacep 30, Toropi (*Trp1*, *Trp2*) and Pampeano were introduced in the cultivars OR1, Ônix and Quartzo through backcrossing. The OR cultivars Ametista, Topázio, Jadeíte 11 and ORS Vintecinco were also evaluated, as well as OR advanced lines. Mixture of MDT-MR 4002 Virulence, MCS-LN, TFT-MT, TFP-HT and TFT-PT races were artificially inoculated in the field in rows (8,92 m²) in August 21, 2013. To evaluate the efficiency of the durable resistance genes to reduce the rust damage was sprayed fungicide to manage the disease. The rows were divided in area with and without fungicide. A mixture of epoxiconazol and piraclostrobine, 500 mL/ha, was sprayed three times during distinct vegetative stages. The yield (Kg/ha) was compared among the susceptible cultivars and the lines of each cultivar with additional resistance genes. Small difference in the yield between line area with and without fungicide indicated best efficiency of the durable resistance genes. The susceptible cultivars presented different levels of rust susceptibility, being OR1 the most susceptible (90 S, i.e., 90% of leaf area covered with susceptible pustules), followed by Ônix (60 S) and Quartzo (60 MS S), while the yield was 533 Kg/ha, 1778 Kg/ha and 2250 Kg/ha, respectively, without fungicide. The low yield was indicative of the disease damage. The improvement conferred by the durable resistance genes was clear when comparing the difference in the yield of the susceptible cultivar and the same cultivar with additional durable gene(s), considering the absence of fungicide. The biggest difference, 4.198 kg/ha, was detected in one of the OR1 lines + durable genes (4.731 kg/ha) compared with OR 1. In the case of Ônix, a difference of 3.595 kg/ha was obtained compared it with one of its lines (5.373 kg/ha). Comparing Quartzo with one of its lines (6.978 kg/ha), the resistance allowed a difference of 4.428 kg/ha. The efficiency of leaf rust resistance to reduce the damage caused by this disease was also visualized in the cultivars Jadeíte 11 and ORS Vintecinco, which yield without fungicide was 5.199 kg/ha e 5.509 kg/ha, respectively. The genes responsible by these two cultivars resistances were not identified yet. In the present study, it was possible to visualize the progress introducing durable resistance genes in susceptible cultivars through backcrossing. The OR Sementes has OR1, Ônix and Quartzo with good leaf rust resistance to be released to wheat producers, who could get economical and environmental advantages.

Races of *Puccinia triticina* in Brazil during the 2013 wheat season

C. Turra¹, A. L. Barcellos¹, A. A. Baggio¹, S. B. Rosa¹

¹ OR Melhoramento de Sementes Ltda., Av. Rui Barbosa, 1300, Passo Fundo, RS, Brazil, 99050-120. amarilis@orsementes.com.br

The yield and stability of wheat production is affected by leaf rust disease almost everywhere in the world where wheat is cultivated. The disease could reduce the yield in 40 to 80%, depending on the host susceptibility, pathogen virulence, inoculum pressure, and environment conditions. The damage caused by leaf rust could be estimated by the function $R = 1,000 - 6,41 I$ (where R is the yield in kg/ha and I is the leaf incidence after tillering) allowing to determine the Economic Damage Limit (EDL) for fungicide application. The fungi *Puccinia triticina* Eriks. (Pt), causal agent of leaf rust disease, differentiates in many races. One to three new races are identified in Brazil annually. A new race is like a new pathogen that overcomes the wheat resistance, turning the genes ineffective. Therefore, the knowledge of annual virulence of *Pt* is extreme important for the breeding programs that are looking for durable resistance. The most effective methods to control the disease in the field are fungicide application and cultivars with multiple leaf rust resistance genes, using durable adult plant genes as the basis for the resistance. Cultivars with resistance genes are the most economical and easy way to control the disease, because it is a genetic inheritable trait. One of the aims of the breeding company “OR Sementes” is the introduction of durable resistance to leaf rust disease in wheat cultivars. The objective of this study was to monitor the virulent *Pt* population and to identify differences on races to select genotypes with durable adult plant resistance. The study was performed in greenhouse with partially controlled temperature, humidity and lights from August 2013 to June 2014. Wheat leaves infected with *Pt* were collected in various wheat regions (field and experimental nurseries) during the 2013 wheat season in Brazil. *Pt* pustules were isolated and increased to be inoculated in a differential set composed by 22 near isogenic lines with distinct leaf rust resistance genes *Lr1*, *2a*, *2c*, *3*, *3bg*, *3ka*, *9*, *10*, *11*, *14a*, *14b*, *16*, *17*, *18*, *20*, *21*, *23*, *24*, *26*, *30*, *19*, *27+31* and the additional line ORL04002 (derived from the cross between Onix and Toropi). The races were differentiated by the avirulence and virulence reaction in the first leaf of each line. During 2013 season, 152 samples were collected, and 91 samples were analyzed. The race MDT-MT was the predominant from 2004 to 2007, increasing the susceptibility level of important wheat cultivars. A new variant of this race was identified in 2007, being denominated MDT-MT ORL04002 Virulent. This race was predominant until 2010. Three new avirulence/virulence patterns TDP-MR, TFP-HT e TDP-HR were identified in 2008, with high levels of virulence and low frequency. The race TFT-MT, found in 2007, was predominant among the isolates collected in 2013, corresponding to 70% of the samples. New races were not identified in 2013. One of the possible reasons to the reduction in the pathogen population variability could be the low diversification of wheat genotypes, caused by the predominance of one or few cultivars with the same or similar leaf rust resistance being cultivated in large areas of a region. Therefore, the replacement process of these cultivars could conduct to a high selection pressure on the fungi population, inducing the identification of new *Pt* races in the following years.

SESIÓN 4

Presentaciones

Development of wheats with better nutritional quality and health value

G. Branlard^{1,2}

¹ INRA, UMR 1095 GDEC, 5 Chemin de Beaulieu, 63039 Clermont Ferrand, France

² Blaise Pascal University, UMR1095 GDEC, F-63177 Aubière, France.

gerard.branlard@clermont.inra.fr

Wheat grain is a source of numerous nutrients and compounds which deserve to be investigated in future wheat breeding programs. To illustrate achievable progress for nutritional and health value the following examples will be used. (1) The arabinoxylans (AX) are the major polymers of cell walls which represent generally from 4 to 8% of the grain weight. AX genetic variability influences the wheat grain energy for animal feeding, the technological properties, but also the health value of flour. (2) The higher level of amylose content is required for resistant starch associated to health benefits. Strong correlation was reported between the amount of GBSS and amylose content in starch. Since significant quantitative differences were revealed between the three *Wx* loci encoding GBSS, higher amount of amylose can be envisaged through homeologous recombination or cis-genic transformation. (3) Grain peripheral layers and particularly aleurone layer are known to be rich in many metabolites (like tocopherols, phytosterols, vitamins, etc.) associated to nutritional and health benefits. Genetic variability was also evidenced within bread wheat cultivars for many of those compounds. Thanks to progress achieved in mass spectrometry for metabolomics, the wheat geneticists can today use this tool in their breeding program. (4) The storage protein and their polymers may cause troubles for an increasing part of wheat consumers. Genetic and environmental factors must be considered for wheat improvement. Some strategies will be reviewed to reduce the amount of epitopes associated to celiac disease.

Mejoramiento para calidad estable en ambientes variables

D. Vázquez¹, M. Castro¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Ruta 50, km 11.5, Colonia, Uruguay. dvazquez@inia.org.uy

El aumento del automatismo y mecanización de la industria han incrementado los requisitos de la estabilidad de la calidad del trigo que se oferta. Simultáneamente, la variabilidad climática en la que deben crecer los trigos es cada vez mayor: el cambio climático ha causado un aumento en la frecuencia de eventos extremos. Esta situación agrega una nueva presión sobre los mejoradores: se deben seleccionar genotipos que tengan mayor tolerancia a los efectos ambientales. Existen varias estrategias posibles para lograr seleccionar genotipos con menor variabilidad causada por el ambiente. Una de ellas es someter un conjunto de genotipos a un estrés particular, y determinar cuáles son los menos afectados por el mismo. En distintos trabajos de investigación, se han podido identificar genotipos que son menos influenciados por estreses causados por alta temperatura, exceso o déficit hídrico. Estos resultados podrían ser insumos para futuras selecciones de genotipos de trigo buscando tolerancia a dichos estreses. Dado que generalmente sólo una parte de las interacciones pueden ser atribuidas a efectos ambientales específicos, se han aplicado otras estrategias que se basan en generar información para un set de genotipos en múltiples ambientes, y utilizar variables estadísticas que apliquen distintos conceptos. El concepto básico de estabilidad es el de homeostasis, y se refiere a que un genotipo varía poco entre ambientes, lo que puede ser estimado mediante la varianza de los datos de un parámetro de calidad de un genotipo en un conjunto de ambientes. El principal inconveniente con este concepto de estabilidad es que un genotipo será estable si no desarrolla un alto potencial en ambientes muy favorables, por lo que su aplicación ha sido muy limitada. Otro concepto de estabilidad se basa en que un material es estable cuando la respuesta al ambiente es similar a la del promedio de los genotipos; para este concepto se aplican varios parámetros estadísticos, como la varianza de la interacción o el coeficiente de regresión de los valores observados para un genotipo en función de los índices ambientales, entre otros. Estos tipos de parámetros han sido evaluados por varios grupos de investigación de diversos orígenes. En general, se ha observado que algunos genotipos son más estables para unos parámetros de calidad, y otros lo son para otros parámetros. Esto se constató al aplicarlo con valores de ensayos que contenían genotipos de distintos países de Latinoamérica cultivados en varios países, y algo similar sucedió al aplicar los mismos cálculos con genotipos uruguayos en dos localidades del país, cultivados durante cinco años. Sin embargo en otros estudios también se han encontrado algunos genotipos estables para casi todos los parámetros de calidad evaluados, aunque esta situación es más la excepción que la regla general. Un tercer encare del tema sería trabajar más sobre la predictibilidad que sobre la estabilidad. Es bien conocida la relación entre fuerza panadera o W del alveograma y porcentaje de proteína. Ese ajuste es distinto y característico de cada variedad. Aquellos que ajusten mejor a dicha relación, o sea tengan un valor menor del error cuadrático medio, van a tener una calidad más fácilmente predecible, y por consiguiente más adecuados a la demanda del mercado.

SKCS breeding application and its relationship with other quality parameters

M. Zavariz de Miranda¹

¹Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo-RS, Brasil. martha.miranda@embrapa.br

Wheat kernel texture (degree of hardness or softness) is one of the most important and defining wheat quality characteristic, as it is used to classify the grain, and affects milling, baking and end-use quality. Grain hardness is affected by factors like protein, vitreousness, kernel size, water-soluble pentosans, moisture content and lipids. Several methods to measure wheat grain hardness have been suggested. Single Kernel Characterization System (SKCS) is one of these. It counts 300 kernels and displays results for hardness index (HI), as well as 1,000-kernel weight, kernel diameter, and moisture content, to verify the grain uniformity. The HI measures the required force to crush wheat kernels and classifies the wheat in eight categories: extra hard (90+), very hard (81-90), hard (65-80), medium hard (45-64), medium soft (35-44), soft (25-34), very soft (10-24) and extra soft (<10). This presentation reports the SKCS use to evaluate wheat in the genetic breeding program of Embrapa (early and advanced generations), providing a very powerful link between breeding and markets (end-use quality). Brazilian wheat genotypes have been evaluated in SKCS since 2005, but more effectively, after 2008. The HI has been used in general breeding, starting only in the Farm Trials (advanced lines), but since 2013 in a Cookie Project, in early generation selection. The HI of the 15,744 breeding samples analyzed in SKCS from 2003 to 2013 crop season, ranged from extra strong to soft, most of them being hard (38%) and very hard (32%), whereas only 11% of the material screened was grouped as medium soft, soft or very soft, with HI scoring less than 45. Significant correlations of HI with wheat quality parameters were observed, specially related to flour color and rheological parameters. SKCS has shown to be an excellent tool to be used in breeding programs, mainly HI parameter, since the grain texture (hard or soft), influences the milling process (flour yield), the amount of damage starch, the flour water absorption capacity, allowing to direct wheat genotypes in breeding according to different end-products.

Productos que demanda el mercado y que el mejoramiento genético de trigo debe atender

M. B. Cuniberti¹

¹Lab. de Calidad Industrial y Valor Agregado de Cereales y Oleaginosas de la EEA-INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. cuniberti.martha@inta.gob.ar

En Sudamérica se produce trigo en el Cono Sur comprendido por Argentina, Chile, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Brasil. De todos ellos, Argentina es el principal productor y exportador de la región. Brasil y Chile también producen una cantidad significativa de trigo. Las exigencias crecientes de parámetros de calidad comenzaron en los años '90 cuando se inició un proceso de demanda diferenciada según el propósito de uso. Los molinos privados son los que compran para sus clientes, las panificadoras, exigiendo confiabilidad en la calidad y homogeneidad en lo que están comprando. Las panificadoras son muy exigentes porque emplean procesos altamente automatizados, debiendo partir de una materia prima con características homogéneas para elaborar distintos productos que llegan luego a las góndolas de los supermercados. Por lo tanto, los volúmenes de compra de trigo por parte de la molinería son cada vez más chicos y acotados a especificaciones cada vez más estrictas. Los consumidores no sólo demandan calidad panadera sino diversidad de productos y para la elaboración se debe partir de calidad específica para lograr satisfacer estos requerimientos. Aparece así la demanda a los Programas de Mejoramiento Genético de Trigo de generar variedades para distintos usos industriales, que se adapten a los cambios de hábitos de consumo y a las nuevas exigencias. La demanda internacional es cada vez más específica y acotada: trigos de determinada calidad y aptitud industrial que permiten la elaboración de productos de mayor aceptación por parte del consumidor. En la actualidad Argentina dispone de genética diferenciada para atender demandas específicas: trigos duros rojos y blancos para panificación con tres niveles de calidad (97% de su producción), trigos durum o candeales para pasta (2%), trigos blandos blancos galletiteros y trigos waxys para la industria de almidones modificados. Los trigos pan han sido clasificados desde el año 2000 en tres Grupos de Calidad (GC 1, 2 y 3) en base a un índice de calidad panadera. Las variedades de GC 1 son trigos muy fuertes, tipo correctores, adecuados para Panificación Industrial; las de GC 2 son trigos de muy buena calidad panadera que toleran tiempos largos de fermentación, superiores a 8 h, adecuados para la Panificación Tradicional Argentina (método de panificación en tablas) y las de GC 3 son trigos de gluten más débil, de menor calidad panadera que toleran tiempos de fermentaciones más cortos, debajo de 8 h, adecuados para el método de Panificación Directa. En los trigos pan se segrega un porcentaje muy bajo de su producción, el grueso se mezcla, ofreciendo al mercado trigos commodities cuya calidad se asemeja al GC 2. La calidad nutricional de las harinas de trigo es mejorada con el agregado de un núcleo vitamínico-mineral. La mayoría del pan producido por las pequeñas y medianas panaderías es del tipo pan francés de diversas formas y tamaños (*flauta*, *flautita*, *mignon*, *felipe*, *maraquita*). Se está incrementando el consumo de panes con alto contenido de fibras, de granos de cereales menores y pseudocereales como quinoa, amaranto, etc. además de harinas compuestas. También se consumen panificados con leche y grasa, de miga muy fina como pan de hamburguesa, pebetes, panes con queso, cebolla y otros ingredientes. Se elaboran además productos regionales como alfajores, empanadas, croissants, etc.

Nuevas estrategias de mejoramiento para desarrollar variedades con mejor calidad

R. J. Peña¹

¹Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, Int.)
Km 45 Carretera. México-Veracruz C. P. 56130, El Batán, Texcoco México
j.pena@cgiar.org

El mundo está cambiando de una era de abundancia de alimentos a otra de insuficiencias para alimentar a poblaciones, principalmente las de países en desarrollo. El factor general más importante es el cambio climático, el cual en sus condiciones extremas impacta de manera negativa la productividad (y los precios) de los cereales, de los cuales el trigo guarda especial relevancia ya que representa una de las principales fuentes de calorías, proteínas y otros nutrimentos para una gran parte de la población mundial. La creciente demanda (hay una población en constante crecimiento) de trigo para elaborar alimentos de bajo costo, que satisfagan conveniencia y preferencias, así como aceptable valor nutricional, hace necesario aplicar estrategias de fitomejoramiento que incrementen la posibilidad de desarrollar nuevas variedades que combinen tolerancia a estrés ambiental, resistencia a enfermedades cambiantes, rendimientos altos y estables y características de calidad específicas para la elaboración de productos más diversos. Aun cuando el medio ambiente y la nutrición de cultivo son factores que pueden modificar la calidad del grano de trigo, ésta depende principalmente de moléculas complejas de proteínas y polisacáridos presentes en el grano, las cuales se forman con base en la genética que caracteriza e individualiza a una variedad (genotipo). Por lo tanto, es necesario conocer lo más posible qué variaciones genéticas resultan en diferencias en la calidad de los componentes de grano, y también se debe conocer qué herramientas moleculares permiten determinar las variantes genéticas presentes en los genotipos a ser utilizados como progenitores en los cruzamientos de un programa de mejoramiento; esto al menos asegurará la presencia de combinaciones moleculares deseables que incrementen la probabilidad de obtener trigos con tipos específicos de calidad deseables. La composición del grano nos permite predecir el valor nutricional-salud potencial del mismo (concentración de minerales, proteínas, índice glicémico, etc.). Sin embargo, para determinar la calidad de procesamiento y del producto terminado, es necesario conocer las interacciones intra- e inter-moleculares a partir de características funcionales (elasticidad, extensibilidad, viscosidad, etc.) determinadas con pruebas reológicas. Textura de grano (duro o blando), tipo de proteínas de gluten (gluteninas y gliadinas) y de polisacáridos (almidón y arabino-xilanos, entre otros), todos bajo control genético, son los principales factores determinantes de la absorción de agua de la harina al formar una masa, la elasticidad, extensibilidad y viscosidad de la misma, la expansión de la masa durante el horneado y la textura y vida de anaquel de producto terminado (panes, galletas, pastas, entre otros). El presente trabajo describe conceptos de calidad, tipos de productos, así como los principales factores composicionales a considerar y seleccionar en el mejoramiento de características específicas de calidad de trigo, que permitan procesar alimentos diversos que satisfagan las necesidades actuales y futuras.

SESIÓN 4

Posters

Incidencia de arabinosilanos en la calidad panadera de harinas de trigo uruguayas

L. Garófalo¹, D. Vázquez², S. Soule¹

¹ Laboratorio de Carbohidratos y Glicoconjugados - Facultad de Ciencias - Iguá 4225, Montevideo, Uruguay ² Laboratorio de Calidad de Granos, INIA - La Estanzuela, Ruta 50 Km 11, Colonia, Uruguay. ssoule@fq.edu.uy

Las harinas de trigo, al mezclarse con agua, son capaces de formar masas de propiedades reológicas únicas. Se ha demostrado que la calidad y cantidad de proteínas formadoras de gluten afectan las propiedades de las masas y la calidad de los productos de panificación. A pesar de esto, existe escasa evidencia sobre el rol de otros componentes minoritarios. Dentro de este grupo se encuentran diferentes estructuras químicas las cuales son las responsables de modificar las propiedades funcionales y reológicas de las masas, en particular, los arabinosilanos (AX) que pueden ser asociados a criterios de calidad panadera. El objetivo de este trabajo fue investigar estructuralmente los AX presentes en distintas variedades de harina de trigo y las transformaciones que éstos pueden sufrir tanto durante los procesos de amasado y panificación como por modificaciones enzimáticas específicas. Para alcanzar estos objetivos se obtuvieron masas y panes a partir de las harinas originales, y los respectivos con el agregado de enzima xilanasas. Fueron determinados los parámetros reológicos de las fracciones obtenidas y la composición en AX fue determinada mediante cromatografía gaseosa luego de las modificaciones químicas necesarias para su detección. Se presentarán los resultados del estudio de la composición de AX, cómo éstos son afectados durante el proceso de panificación, y el efecto que se produce por el agregado de enzimas que modifiquen su estructura, en relación a parámetros predictores de calidad panadera de las harinas de trigo.

Comparación de secuencias con cultivares de trigos de alta y baja calidad panadera en Balcarce (Argentina)

I. Laulhe¹, P.E. Abbate²

¹Comisión de investigaciones científicas (CIC). ²UI Balcarce, EEA INTA Balcarce y FCA UNMDP, CC 276, B7620ZAA, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

ignaciolaulhe@gmail.com

Debido al sistema actual de comercialización de trigo en Argentina, es factible lograr un precio diferencial por medio de una mejor calidad panadera. En general los cultivares de mejor calidad presentan un rendimiento poco destacado, por lo cual no es de esperar que el precio más favorable genere una ventaja neta en el ingreso económico, pero se puede asumir actualmente que con ambas opciones (mayor calidad con menor rendimiento vs. menor calidad con mayor rendimiento) se puede alcanzar un ingreso similar. El menor rendimiento de los cultivares de alta calidad puede atribuirse a un menor índice de cosecha, más que a la menor producción de biomasa total. Por lo tanto, es de esperar que ese menor rendimiento esté asociado con un aumento proporcional del residuo que deja el cultivo (rastrojo). El objetivo del presente trabajo fue estimar por medio de modelos de simulación, si el mayor aporte de rastrojo al suelo que puede hacer un cultivar con alta calidad panadera puede presentar alguna ventaja en la acumulación del carbono orgánico del suelo (COS). A tal efecto se compararon dos secuencias agrícolas factibles de realizar en Balcarce, Argentina, en seco y sin limitantes de nitrógeno, mediante los modelos de simulación DSSAT-Century versión 4.5. Las secuencias comparadas fueron trigo de alta (T+) o baja (T-) calidad panadera seguidos de soja de segunda. Los modelos fueron calibrados y validados con datos locales, tanto para el caso de los cultivos como para el del COS. El T- fue ajustado a partir del rendimiento obtenido en las seis últimas campañas con los cultivares del Grupo de Calidad 3 (grupo de menor calidad) presentes en la RET (Red de evaluación de cultivares de trigo de Argentina) conducida en Balcarce con funguicida, cuyo rendimiento promedio es 60 qq/ha. El T+ se ajustó suponiendo un rendimiento 6% menor (valor promedio para los cultivares de mayor calidad, Grupo de Calidad 1) a través de un menor índice de cosecha (i.e. sin diferencia en la producción total de biomasa). En ambas secuencias de cultivos la estimación se inició con un COS=3% y un 25% de carbono lábil (valor apropiado en DSSAT-Century para un suelo con más de 20 años de agricultura) y abarcó una serie climática de 31 años. Luego de los primeros 5 años hubo una caída lineal de COS en ambas secuencias (R^2 0.86 y 0.90 para T+/S y T-/S, respectivamente). La secuencia T+/S tuvo una caída del COS 14% menor que la secuencia T-/S (63 vs. 72 kg/ha/año) ($p < 0.05$). Si bien la diferencia de COS luego de 31 años fue estadísticamente significativa (2.92 vs. 2.90 %) ésta no tuvo relevancia práctica. En conclusión, el mayor aporte de rastrojo que pudo estimarse para un cultivar de mayor calidad no tendría impacto relevante en el COS de Balcarce.

Predicción del diámetro de galleta por el método de capacidad de retención de solvente para la selección de trigos blandos

L. Mir¹, C. Giovagnoli² y M. Cuniberti¹

¹Lab. de Calidad Industrial y Valor Agregado de Cereales y Oleaginosas de la EEA-INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. ²Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. Córdoba. Argentina. mir.leticia@inta.gob.ar

Los Programas de Mejoramiento Genético de Trigo (*Triticum aestivum* L.) tienen por objetivo fundamental obtener variedades de alto rendimiento y calidad para distintos usos industriales, capaces de generar productos diferenciados de alto valor agregado y garantizar homogeneidad y estabilidad en el tiempo. El éxito de un programa de mejoramiento para calidad se basa en la disponibilidad de métodos que permitan una selección en forma rápida, económica y con una mínima utilización de muestra durante el análisis. Los métodos deben ser simples, precisos y objetivos. El método de Capacidad de Retención de Solventes (SRC) evalúa la capacidad de una harina para retener cuatro solventes diferentes: agua, sacarosa 50%, carbonato de sodio 5% y ácido láctico 5%. Los valores de cada solvente retenido se relacionan con la presencia de distintos componentes de la harina y permiten generar un perfil de calidad y funcionalidad útil para predecir su aptitud. En generaciones tempranas, el método SRC para selección por calidad de genotipos de trigo permite obviar una caracterización completa y la elaboración de galletitas. Con solo 20 gramos de harina se realiza el análisis, permitiendo así reducir cantidad de muestra, costo y tiempo de análisis. El método SRC se determinó en base a la norma AACCI 56-11, estando el porcentaje de SRC LAC (ácido láctico) relacionado con las gluteninas, el porcentaje de SRC CARB (carbonato de sodio) depende de los niveles de almidón dañado, el porcentaje de SRC SAC (sacarosa) es afectado por los pentosanos y el porcentaje de SRC AA (absorción de agua) está influenciado por todos los componentes hidrofílicos de la harina. Para el estudio se utilizaron 72 genotipos, entre líneas avanzadas y variedades testigos, correspondientes al Ensayo Regional de Trigos Blandos del Proyecto Calidad Diferenciada de Trigo del INTA, sembrado en Pergamino en la campaña 2010/11. El objetivo fue proponer una ecuación para predecir el diámetro de galleta (DG) en base a la información generada por el SRC, que determine la potencialidad de una harina para la elaboración de galletitas. Para el estudio estadístico se realizó un análisis de regresión múltiple con el criterio de selección Stepwise, a partir de los parámetros evaluados con el método SRC. La ecuación resultante fue $DG = 10,6076 - 0,0613 * (\% \text{SRC AA}) - 0,0107 * (\% \text{SRC SAC})$. Se observó que los solventes agua y sacarosa manifestaron la mayor relación con el DG, explicando el 69% de la variación del mismo.

Calidad del trigo pan en el centro sur de Argentina: relevamiento de lotes de producción

E.R. Molfese¹, M.L. Seghezzo¹ y V. Astiz¹

¹Laboratorio de Calidad Industrial de Granos, Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio INTA-MAA), Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina.

molfese.eleanorosa@inta.gob.ar

El cultivo de trigo pan en Argentina se realiza en una vasta zona que se divide en nueve sub-regiones trigueras que poseen características agroecológicas diferenciales. La producción de trigo pan promedio para las últimas diez campañas ha sido de 12.999.160 tn. La mayor producción de trigo pan se concentra en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba, con algo más del 80% del total de la producción. La tendencia mundial en la comercialización de trigo sigue acentuándose hacia la especialización de las características demandadas. La calidad del trigo en el mercado local e internacional está fuertemente asociada a su uso como producto panificable cuyo destino final es la alimentación humana. Argentina ha realizado avances en el tema de calidad clasificando las variedades de trigo en tres Grupos de Calidad. Es así que el productor puede elegir aquellas que satisfagan sus necesidades en cuanto a ciclo de cultivo, calidad industrial y rendimiento. El concepto de calidad está instalado en cada uno de los eslabones que conforman la cadena del trigo y se sabe que para satisfacer las necesidades de los consumidores con buenos productos, es imprescindible que los molineros conozcan dónde adquirir la materia prima que reúne los requisitos necesarios para elaborar sus productos con una calidad sostenida durante todo el año, apuntando a ser más eficientes en el competitivo mercado de trigo y harinas. El CERBAS (Centro Regional Buenos Aires Sur) del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) tiene influencia sobre un área que representa el 60% de la superficie de la provincia de Buenos Aires, la cual históricamente aporta el mayor volumen a la producción nacional de trigo pan. Desde el año 2000, el Laboratorio de Calidad Industrial de Granos de la Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAA-INTA), lleva adelante un proyecto que evalúa la calidad comercial e industrial de muestras de trigo del sur bonaerense. El objetivo de este trabajo fue analizar la evolución de la calidad comercial e industrial del trigo de la región en los últimos años, a través de muestras de productores y conocer la distribución varietal. Las características de calidad más sobresalientes encontradas fueron el buen peso de los granos cosechados, valores de ceniza del trigo que permiten altas tasas de extracción de harina y muy baja probabilidad de brotación de los granos en espiga. Si bien los contenidos de proteína y gluten tienden a ser bajos, las condiciones ambientales durante el llenado, sumadas a las variedades sembradas, permiten que los valores reológicos se mantengan en niveles buenos, tanto para el W alveográfico como para las estabilidades farinográficas, aunque con una tendencia a la tenacidad de las masas. El panorama varietal indica que más del 80 % de los cultivares participantes en este relevamiento pertenecen al Grupo 1 y 2 de Calidad, por lo que, las industrias molinera y panadera pueden cubrir ampliamente sus requerimientos.

Caracterización nutricional y en compuestos bioactivos de trigo en Uruguay: variabilidad en genotipos y ambientes

M. Russo¹, D. Vazquez²

¹Escuela de Nutrición, Paysandú 843, Montevideo, Uruguay. ²INIA La Estanzuela, Ruta 50, km 11, Colonia, Uruguay. monrusso@gmail.com

El trigo es uno de los principales rubros agrícolas en Uruguay y el cereal más importante en la alimentación humana, tanto a nivel nacional como internacional. Existen evidencias epidemiológicas y clínicas de una asociación entre el consumo regular de dietas ricas en granos enteros y la disminución en el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como las cardiovasculares y la diabetes tipo 2, que son de alta prevalencia. Las propiedades del trigo beneficiosas para la salud se atribuyen a una combinación natural y acción sinérgica de diferentes compuestos presentes en los granos enteros, tales como fibra, minerales trazas y fitoquímicos que proveen sustancias bioactivas que reducen el stress oxidativo. Estudios internacionales recientes han encontrado que el genotipo (G), el ambiente (A) en que se desarrolla el trigo y la interacción G*A, influyen en forma significativa en la concentración de estos compuestos y la capacidad antioxidante del grano. Así mismo, se encontró que no hay relación entre la composición de compuestos bioactivos y las propiedades panaderas y agronómicas de los cultivos. Por lo tanto, parecería posible que se desarrollen variedades con mayor contenido en compuestos bioactivos combinados con altos rendimientos, buenas propiedades agronómicas y cualidades tecnológicas. El objetivo de esta investigación, es generar información estudiando macronutrientes, fibra dietética y compuestos bioactivos en diferentes genotipos y ambientes. Se estudiaron 12 genotipos de “trigo pan” (*Triticum aestivum*) de INIA, cultivados en Uruguay, en 4 ambientes (2 localidades y 2 años), de ciclos cortos y largos. Se analizaron proteínas, lípidos, hidratos de carbono, cenizas, humedad, fibra dietética total, tocoferoles, compuestos fenólicos totales y selenio, para los que se determinaron los componentes de varianza de G, A y G*A. Según los primeros datos obtenidos, el contenido total de proteínas y lípidos en porcentaje de base seca varió de 11,6 a 20,8% y 1,6 a 2,6%, respectivamente. El rango de fibra dietética total fue 11,8 - 15,7 % y de los hidratos de carbono fue 60,9- 72,3 %. El contenido en lípidos resultó fundamentalmente afectado por G (69% de la variabilidad en trigo de ciclo corto y 62% en los de ciclo largo), mientras que la máxima proporción de la variación en proteínas y cenizas fue atribuible al A. En relación la fibra e hidratos de carbono la proporción aplicable al G, A, y la interacción G*A varió en los diferentes ciclos de cultivo. Más información está en proceso. Se observó una importante variabilidad en componentes nutricionales claves, lo que confirma la necesidad de realizar este tipo de relevamientos.

Composición nutricional de productos elaborados en base a trigo en Uruguay

M. Russo¹, M. Elichalt¹, D. Vázquez², G. Suburú³, G. Gioscia³, V. Gilardi⁴, V. Almandos⁴, H. Tihista⁵, M. Godiño⁶

¹Escuela de Nutrición, Paysandú 843, Montevideo Uruguay; ²INIA La Estanzuela, Ruta 11, Km 50, Colonia Uruguay; ³Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Av. Italia 6201, Montevideo, Uruguay; ⁴Facultad de Química, Av. Gral. Flores 2124, Montevideo Uruguay; ⁵Centros Industriales de panaderos del Uruguay, Av. Fernández Crespo 2138, Montevideo, Uruguay; ⁶Mesa Nacional del Trigo, Av. Rondeau 1908, Montevideo, Uruguay. monrusso@gmail.com

El trigo es uno de los principales rubros agrícolas y de importancia en la cultura alimentaria nacional proporcionando la base energética de la dieta junto a otros cereales. En el pan, son nutrientes claves para la prevención de patologías prevalentes en la población uruguaya, el sodio (Na), los lípidos, la fibra alimentaria, el hierro (Fe) y el ácido fólico (B9) proveniente de la fortificación de harinas. Los objetivos de este estudio fueron por un lado generar información nacional sobre composición nutricional de trigo, harinas y panes artesanales en macronutrientes, Na, B9, Fe y fibra dietética total (FT). Por otro, evaluar el contenido de Fe y B9 en harina fortificada con los niveles de adición legislados y estimar el grado de adecuación de B9, Fe, Na y FT contenidos en pan francés e integral y las ingestas diarias recomendadas (RDAs), las Ingestas Adecuadas (IA) y los límites máximos tolerables (ULs) para distintos grupos de la población uruguaya. Se analizaron 10 muestras de trigo, 10 de harina blanca y 10 de harina integral provenientes de 5 molinos de diferente capacidad de producción (2 lotes por molino); 10 muestras de pan francés y 10 de pan integral elaboradas en diferentes panaderías de Montevideo y Canelones. El contenido en macronutrientes, en trigo y harinas estuvo dentro de los valores expresados en fuentes de datos internacionales. El valor de la mediana de B9 en harina blanca fortificada y pan fue 0.23 mg/100g y 0.17 mg/100g y de Fe 4.8 mg/100g y 3.9 mg/100g respectivamente. La mediana del contenido en Na fue 642 mg/100g en pan francés y 540 mg/100g en pan integral. El pan francés no presentó lípidos, pero en el integral la mediana fue de 3.1 g/100g provenientes de grasa vacuna, margarina y aceite de girasol; la mediana de FT fue de 7.9 g/100g en el pan integral. Al relacionar la ingesta recomendada de pan según las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos y la composición de los panes estudiados, se observó que la mediana del contenido en Fe y B9 cubre en preescolares y embarazadas 27% y 69% de las RDAs respectivamente; no superando el nivel máximo en ninguno de los casos. La mediana del contenido en Na del pan francés cubre en preescolares 22,5 % de la IA y en adultos hasta 50 años, 31 %; la del pan integral alcanza el 22.5% en preescolares y 54 % en adultos de la IA. La FT contenida en pan integral, en el valor de la mediana cubre en adultos el 59 % de las RDAs. En conclusión, la mediana del contenido en Fe y B9 en la harina fue próxima a lo legislado, sin embargo existe gran dispersión entre las muestras. El contenido en pan fortificado es un vehículo básico para cubrir las necesidades diarias de Fe y B9. Como estrategia de promoción de una alimentación saludable, la formulación del pan debería controlar la adición de sal, considerando la cantidad mínima en la que es posible desarrollar un producto de calidad sensorial aceptable. En los panes integrales, se debería además, favorecer la inclusión de harina integral para alcanzar niveles de alto contenido en fibra optimizando la calidad nutricional, ya que la fibra dietética constituye un factor protector de enfermedades prevalentes en la población uruguaya.

Evolución del índice de evaluación de la calidad del trigo candeal

M.L. Seghezzo¹ y E.R. Molfese¹

¹Laboratorio de Calidad Industrial de Granos, Chacra Experimental Integrada Barrow, CC 50, Tres Arroyos, Argentina. seghezzo.maria@inta.gob.ar

El aumento en la diversidad y complejidad de los análisis usados para caracterizar las aptitudes industriales del trigo candeal condujo a la elaboración de un índice que reuniera las variables de calidad más significativas y simplificara la evaluación y comparación de variedades y líneas en los programas de mejoramiento. En el año 1980 el Laboratorio de Calidad Industrial de Granos de la Chacra Experimental Integrada Barrow trazó los lineamientos del actual Índice de calidad, tratando de ordenar los cultivares de trigo candeal mediante un número de calificación final que resumiera su calidad considerando la importancia relativa de los distintos parámetros que contribuyen a definirla. En el año 1994, se realizaron algunas modificaciones importantes al Índice para simplificar los cálculos, reconsiderar los atributos que se contemplan en la evaluación, independizarse de los valores absolutos y utilizar una escala más racional. Dada la evolución de las técnicas analíticas producida en más de 20 años, que fueron descartando aquellos tests con mayor influencia de la subjetividad del analista reemplazándolos por métodos más precisos y de mejor repetibilidad, se definieron nuevamente los parámetros a considerar, llamándolos atributos, que fueron modificados por diferentes factores de ponderación según la importancia relativa que se les quiso otorgar. Otra innovación fue que, para no trabajar con los valores absolutos de los resultados analíticos, se crearon escalas de cinco rangos para cada uno de los parámetros a los que se adjudicó un determinado puntaje. Con esta nueva modalidad de evaluación, se pueden calcular índices promedio para cultivares y ensayos, que al ser medidos en forma relativa, bajo una misma escala, pueden ser perfectamente comparados entre sí, lo que simplifica la evaluación de materiales inéditos contra variedades testigo en los programas de mejoramiento. La evolución del Índice a lo largo de más de 30 años demuestra que es un instrumento dinámico y flexible, capaz de adaptarse a los cambios metodológicos y actualizaciones conceptuales. El manejo de los factores de ponderación permite la orientación de la selección hacia objetivos de mejoramiento previamente fijados y consensuados

Algunas estrategias aplicadas al mejoramiento de la calidad del trigo en Argentina

F. Tabbita¹, M. Kade², M.D. Bonafede¹, A. Barneix², G.E. Tranquilli¹, L.A. Pflüger¹, S.M. Lewis¹

¹Instituto de Recursos Biológicos ²Instituto de Suelos, CIRN INTA, Los Reseros y N. Repetto s/n (1686) Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. lewis.silvina@inta.gob.ar

Actualmente la industria molinera exige trigos de alta calidad y aptitud industrial ya que emplean procesos altamente automatizados, debiendo partir de una materia prima con características homogéneas para elaborar distintos productos que llegan luego a los consumidores. Tanto el contenido de proteína en grano (CPG) como la calidad de las proteínas (variantes alélicas que confieren fuerza de gluten) son objetivos que se toman en cuenta en la mayoría de los programas de mejoramiento de trigo actuales. La primera estrategia se relaciona con el mejoramiento genético para CPG, el cual es un carácter dificultoso debido a la baja variabilidad genética y a la observación de una correlación negativa entre CPG y rendimiento. *Gpc-B1*, proveniente de *T. turgidum* var. *dicoccoides*, es la fuente de variación más prominente para CPG en la actualidad. Uno de los objetivos del presente trabajo consistió en evaluar la introgresión del gen *Gpc-B1* sobre CPG, rendimiento, rendimiento de proteína y contenido de micro y macro nutrientes en cultivares de origen argentino (ProINTA Oasis, ProINTA Granar, ProINTA Puntal y BioINTA 3000) en diferentes años de estudio. Cuando *Gpc-B1* fue introgresado en germoplasma de origen argentino el CPG se incrementó entre 3 a 8,11 g kg⁻¹. Todas las líneas *Gpc-B1* presentaron incrementos significativos en CPG salvo P. Oasis. No se observaron efectos negativos del gen sobre rendimiento en ninguno de los experimentos y cultivares estudiados. Debido al mayor CPG y a la ausencia de diferencias en rendimiento, algunas líneas presentaron significativamente mayor rendimiento en proteínas. Se observó un incremento promedio de 49,36% para contenido de Fe. La segunda estrategia consiste en modificar variantes alélicas para proteínas de reserva. La translocación de centeno 1RS.1BL confiere a las variedades que la portan genes de resistencia a enfermedades y un mayor rendimiento. Sin embargo, debido a la presencia de secalinas y a la falta de gliadinas y gluteninas del brazo 1BS reemplazado, su calidad disminuye, haciendo a las masas pegajosas. A partir de materiales desarrollados en USA por ingeniería cromosómica, se logró eliminar las secalinas e incorporar las gliadinas y gluteninas de bajo peso molecular faltantes. Esta translocación recombinada se utilizó para obtener cuatro pares de líneas cuasi isogénicas (con la translocación tradicional y con la translocación recombinada) en germoplasma argentino, a fin de determinar si se lograba obtener una mejora de la calidad. Las mismas se evaluaron a campo durante dos años y se determinaron componentes del rendimiento y calidad. Se utilizó como indicador de calidad el test de sedimentación en SDS, y se encontró una ligera mejora ($p < 0.05$) en las líneas portadoras de la translocación recombinada. No se observaron diferencias significativas ni para rendimiento ni para CPG en ninguno de los pares de líneas isogénicas evaluados.

SESIÓN 5

Presentaciones

Genomic selection, advances and opportunities

M.E. Sorrells¹, J.L. Jannink²

¹Department of Plant Breeding & Genetics, Cornell University, Ithaca, NY 14853 USA

²USDA-ARS, Cornell University, Ithaca, NY 14853 USA. mes12@cornell.edu

Genomic selection (GS) is the simultaneous use of genome-wide markers to increase accuracy of performance prediction for both phenotyped and unphenotyped individuals. In GS, a training population related to the breeding germplasm is genotyped with genome-wide markers and phenotyped in the target set of environments. That data is used in a prediction model to estimate breeding values of unphenotyped candidates and increase accuracy of phenotyped individuals. Design of the training population is critical to the accuracy of prediction models and can be affected by many factors including population structure and composition. Prediction models can incorporate performance over multiple environments and assess GxE effects to identify a highly predictive subset of environments. We have developed a methodology for unbalanced datasets using genome-wide marker effects to group environments and identify outlier environments. In addition, environmental covariates can be generated using a crop model and used in a GS model to predict GxE in unobserved environments and to predict performance in climate change scenarios. New methods of developing training populations in the presence of population structure can improve prediction accuracy. Current research is focused on optimizing the training population to improve efficiency and increase prediction accuracy in terms of genotypes, experimental design and environment sampling.

Marker integration in public wheat breeding: CIMMYT experience and prospects

S. Dreisigacker¹, D.G. Bonnett¹, J. Crossa¹, R.P. Singh¹, H.J. Braun¹

¹Km. 45 Carretera México-Ver., Col. El Batán, Texcoco, Edo. de México. CP. 56237, México. sdreisigacker@cgiar.org

CIMMYT has a well-established breeding program for bread and durum wheat. It generates around 1 000 advance lines each year, adapted to major agro-ecologies affecting small holder farmers throughout the developing world, suited for evaluation for biotic and abiotic stresses. CIMMYT breeders are mostly relying on phenotypic information for key traits, however, molecular markers are gradually integrated into the breeding program. Informative markers are used in the breeding program for the characterization of parental lines, pyramiding gene combinations, and gene introgression via backcrossing. MAS efficiency is currently increased by the conversion of slab gel based markers to high through-put SNP arrays decreasing the cost of marker deployment in larger scale. In addition, recently developed high throughput sequencing approaches offer unprecedented power to uncover functionally important genetic variation at the level of the whole genome and entire meta-populations. This has allowed pilot experiments of whole genome selection strategies increasing the chance of marker efficiency for quantitative traits. The CIMMYT experience and prospects in implementation of MAS and whole genome strategies will be presented.

Herramientas utilizadas y avances en mejoramiento molecular en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo de INIA Uruguay

P. Silva¹, B. Lado^{1,2}, S. Brandariz², S. Pereyra¹, S. Germán¹, J. von Zitzewitz³, L. Gutiérrez², M. Quincke¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Ruta 50 km 11,500, CP 70000, Colonia, Uruguay, ²Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, CP 12900, Montevideo, Uruguay, ³SECOBRA Saatzzucht GmbH, Feldkirchen 3, 85368 Moosburg, Alemania.
mpsilva@inia.org.uy, beti_la@hotmail.com.

El programa de mejoramiento genético de trigo (PMGT) de INIA Uruguay tiene como objetivo liberar cultivares adaptados a las condiciones locales, lo cual implica dirigir los esfuerzos de mejoramiento hacia características de importancia agronómica como rendimiento, calidad, estrés biótico y abiótico. La selección fenotípica por estas características ha sido responsable de los avances en mejoramiento durante los últimos 100 años del programa. Las limitaciones de la selección fenotípica como herramienta única y el gran avance en el área molecular han conducido a la aplicación de diversas herramientas moleculares, como la selección asistida por marcadores (SAM) y la selección genómica (SG), entre otras. Actualmente, INIA ha incorporado este tipo de herramientas con el fin de incrementar la eficiencia de selección del PMGT. En particular, se ha avocado a la búsqueda y utilización de marcadores moleculares asociados a enfermedades como roya de la hoja, roya de tallo y fusariosis de la espiga. Por otro lado, el avance en las técnicas de secuenciación masiva ha permitido la incorporación de técnicas como genotipado por secuenciación con el fin de seleccionar caracteres cuantitativos como rendimiento y calidad. A futuro, los objetivos se enfocarán en la estandarización del uso de marcadores moleculares (e.g. chips) y en combinar SAM y SG con el fin de potenciar la selección dentro del PMGT.

Herramientas utilizadas y avances en mejoramiento molecular en Argentina

M. Helguera¹

¹Laboratorio de Biotecnología, INTA EEA Marcos Juárez, Ruta 12 Km3, (2580) Marcos Juárez, Provincia de Córdoba, Argentina. helguera.marcelo@inta.gob.ar

Así como los descubrimientos de Darwin y Mendel establecieron las bases científicas del mejoramiento vegetal a comienzo del siglo XX, la integración de biotecnología (transformación, doble haploides, mutagénesis), genómica y marcadores en el mejoramiento convencional representa el nuevo pilar sobre el que se cimenta el mejoramiento molecular. En esta presentación se propone reseñar los aportes del uso de marcadores moleculares en el mejoramiento en la Argentina, con especial énfasis del Programa de Mejoramiento de trigo del INTA. El primer reporte de uso de marcadores data de 1998 y está referido al efecto de gliadinas y gluteninas de bajo peso molecular sobre la calidad panadera utilizando RFLPs. Estudios posteriores abordaron las gluteninas de alto peso molecular en cultivares locales utilizando marcadores bioquímicos (SDS-PAGE). Esta tecnología combinada con A-PAGE para la detección de translocaciones 1BL/1RS y 1AL/1RS se utiliza rutinariamente para caracterizar líneas avanzadas, bloques de cruzamientos, introducciones, y en programas de conversión génica, con el objetivo de incrementar la calidad panadera. Otros aspectos relevantes en el mejoramiento genético y atractivos para asistir con el uso de marcadores moleculares son la resistencia genética a enfermedades y la adaptación. En la presentación oral se mostrarán ejemplos sobre ambas temáticas desarrollados en la Argentina.

Ferramentas utilizadas e avanços no melhoramento molecular de trigo no Brasil

I. Schuster¹

¹COODETEC. BR 467, km 98, Cascavel, PR, Brasil. Caixa Postal 301. CEP: 85.811-160. ivan@coodetec.com.br

Os programas de melhoramento de trigo no Brasil usam de forma incipiente as ferramentas moleculares. Entre os trabalhos de avaliação molecular de trigo no Brasil estão a avaliação da diversidade genética entre cultivares e a identificação de marcadores moleculares ligados a genes/QTLs de tolerância à germinação na espiga e resistência a giberela. Os melhoristas de trigo do Brasil reconhecem a importância e a necessidade de utilização de marcadores moleculares, especialmente para a seleção de genes de tolerância à germinação na espiga, resistência à giberela, brusone, ferrugens e manchas foliares. No entanto, os investimentos necessários para a montagem dos laboratórios, a falta de conhecimento e de pessoal capacitado para conduzir um programa de melhoramento molecular são as principais barreiras para a implantação definitiva de programas de melhoramento molecular no país. Nos últimos 10 anos, a área cultivada com trigo no Brasil foi, em média, de 2,2 milhões de ha. No mesmo período, a área média de cultivo de soja foi de 24 milhões de ha e de milho foi de 14,1 milhões de ha. Isso explica, em parte, os menores investimentos realizados na pesquisa de trigo no Brasil, em comparação com a pesquisa de soja e milho, especialmente por parte das empresas privadas. Considerando-se o interesse dos melhoristas de trigo pelo uso da Seleção Assistida por Marcadores Moleculares (SAM) e o rápido desenvolvimento das plataformas de genotipagem em alta densidade de marcadores SNPs para trigo, a seleção molecular deverá ser uma prática comum nos programas de melhoramento de trigo brasileiros no médio prazo.

SESIÓN 5

Posters

Uso de genes de especies afines transferidos a *Triticum aestivum* a través de ingeniería cromosómica

M.D. Bonafede¹, M.A. Alvarez¹, S.M. Lewis¹, M.L. Appendino², J. Dubcovsky³, G.E. Tranquilli¹

¹Instituto de Recursos Biológicos, CIRN-INTA. De los Reseros y N. Repetto s/n (1686) Hurlingham, Bs. As., Argentina. ²Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía, UBA, (1417) Bs. As. Argentina. ³Dept. Plant Sciences, University of California, One Shields Avenue, Davis 95616, CA, USA. bonafede.marcos@inta.gob.ar

Las especies emparentadas al trigo pan (*Triticum aestivum* L.em Tell) son consideradas un recurso valioso para ampliar la base genética del cultivo. La explotación efectiva de la riqueza contenida en ellas puede estar condicionada por barreras genéticas, dependiendo de los genomas involucrados. La ingeniería cromosómica permite superar algunas de estas limitaciones. Presentamos aquí resultados logrados aplicando esta estrategia sobre dos genes de interés, como *Lr47*, para resistencia a roya de la hoja, y *Eps-A^m1*, para precocidad intrínseca. El gen *Lr47* está contenido en un segmento de 20-30 cM del genoma 7S de *T. speltoides* translocado al cromosoma 7A de *T. aestivum*. La efectividad del *Lr47* ha promovido su adopción en programas de mejoramiento. Sin embargo, este segmento afecta en forma no deseada algunos atributos asociados con la calidad de la harina. Para estudiar posibles efectos pleiotrópicos del *Lr47* ó la presencia de otros genes en ese segmento se propuso la reducción del segmento translocado. La recombinación entre los genomas 7A y 7S se indujo utilizando una mutante para el gen inhibidor de la recombinación homeóloga (*Ph*). Se generó una población de mapeo BC₁ que se analizó con diferentes marcadores moleculares. Se seleccionaron tres líneas recombinantes como material de estudio. Una de las líneas presenta un segmento proximal de *T. speltoides* portador del *Lr47* reducido a 6 cM. Las otras dos líneas, presentan el segmento reducido sin portar el *Lr47*, diferenciándose por contener un segmento de *T. speltoides* distal o proximal al *Lr47*. Estas líneas más dos líneas control fueron evaluadas en ensayos a campo. Se observó que la línea portadora del *Lr47* en un segmento reducido no se diferenció en contenido de proteína, ni afectó en tamaño de grano ni peso de 1000 granos respecto a las demás recombinantes. Sin embargo, mostró menor volumen de sedimentación en SDS, sugiriendo un efecto pleiotrópico de este gen o de alguno estrechamente ligado. El impacto sobre calidad de este segmento reducido debe ser validado con el análisis de otros parámetros reológicos. El gen *Eps-A^m1*, asociado con diferencias en el ciclo y en componentes de rendimiento, fue identificado en *T. monococcum* y mapeado en el cromosoma 1A^mL por nuestro grupo de trabajo. Se planteó la transferencia de características agronómicas deseables desde el genoma A^m a los trigos cultivados. Se logró la recombinación homeóloga entre los cromosomas 1A^m y 1A, transfiriendo un segmento cromosómico (de aprox. 30 cM) portador del gen *Eps-A^m1* a *T. turgidum ssp durum*. Se desarrollaron líneas cuasi-isogénicas por retrocruzas con una línea de trigo candeal. Estas fueron evaluadas en ensayos conducidos bajo diferentes condiciones ambientales, para determinar efectos del gen sobre período a espigazón y número de espiguillas por espiga. Todos los experimentos mostraron que las líneas portadoras de *Eps-A^m1* florecieron significativamente más tarde y tuvieron mayor número de espiguillas por espiga que las líneas sin el gen. La magnitud de estos efectos es comparativamente menor al observado en *T. monococcum*. Es posible especular que en las líneas tetraploides *Eps-A^m1* cuenta con un homeólogo en el genoma B, que enmascara sus efectos.

Effect of using imputed missing data on QTL detection on a wheat GWAS panel

S.P. Brandariz¹, A. González-Reymúndez^{1*}, B. Lado^{1,2}, M. Quincke², J. von Zitzewitz³, M. Castro², I. Matus⁴, A. del Pozo⁵, L. Gutiérrez¹

¹Departamento de Estadística, Biometría y Cómputos. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Garzón 780, Montevideo 12900, Uruguay, ²Programa Nacional de Investigación Cultivos de Secano, Instituto Nacional de investigación Agropecuaria, Est. Exp. La Estanzuela, Colonia 70000, Uruguay, ³Secobra Saatzucht GmbH Feldkirchen 3, 85368 Moosburg, Germany, ⁴Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile, ⁵Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile. agugonrey@gmail.com, brandarizsofia@gmail.com

Molecular markers are an essential component of plant and animal breeding programs. One inexpensive way of obtaining molecular markers is through Next-Generation Sequencing (NGS). Genotyping-by-sequencing (GBS) is one of the NGS techniques which have been successfully used for complex genomes like wheat. A particularity of GBS is that it generates a lot of missing information which is generally imputed. Imputation is required for Genomic Prediction studies and several studies demonstrate its value. However, the effectiveness of missing data imputation for Genome-wide association (GWAS) studies has not been demonstrated. Data imputation for GWAS where one marker at a time is being studied could potentially create biased estimates. The aim of this study was to compare the effects of using either missing or imputed data for Quantitative Trait Loci (QTL) detection in a wheat GWAS pannel. A set of 384 advanced lines of wheat was included in this study consisting of 186 genotypes from INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) in Uruguay, 55 genotypes from INIA in Chile and 143 genotypes from CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). SNPs were obtained using the Tassel-GBS Pipeline. We excluded SNPs with more than 50 % missing data and SNPs with a minor allele frequency (MAF) more extreme than 10%. Sequence database available from the SyntheticxOpata map (synop) was used to construct the maps, obtaining a final data set with more than 18K SNPs. Missing data was handled in three different ways to create the SNP datasets used for QTL detection: 1) data not-imputed, 2) data imputed by the realized relationship matrix method multivariate normal expectation maximization (MVN-EM), and 3) data imputed by the mean. A number of QTL (either 25 or 50) with different heritability (0.2 and 0.7) were simulated on top of each dataset. The following mixed model was used to recover QTL: $y = X\beta + Zv + u + e$, where y : phenotypic vector, X : SNPs matrix, β : unknown vector of allele effects to be estimated, Q : matrix that relates each measurement to population origin, v : populations vector, Z : kinship matrix, u : vector of random background polygenic effects, and e : residual error. We used a liberal 0.01 significance level. The power to detect QTL was estimated for each dataset and differences among medians of QTL detection power among imputed datasets were studied using the Friedman test and non-parametric contrasts. For this purpose, methods of imputations were defined as treatments and simulation scenarios as blocks. The QTL detection power with the MVN-EM matrix was lower than with the mean imputed matrix or the no imputed matrix. No differences in QTL detection power were found between the mean imputed matrix or the no imputed matrix. Based on our results, imputing does not seem to improve QTL detection power.

Localización de loci de resistencia a *Mycosphaerella graminicola* a través de mapeo por asociación en trigo

G.S. Gerard^{1,2}, A. Sanabria^{1,3}, M.R. Simón¹, U. Lohwasser⁴, A. Börner⁴

¹Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Calle 60 y 119. CP 1900. La Plata, Argentina; ²Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica; ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; ⁴Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Corrensstraße 3, 06466 Gatersleben, Alemania. guillegerard@agro.unlp.edu.ar

La mancha de la hoja del trigo causada por *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schrot. (anamorfo, *Septoria tritici* Rob. ex Desm) es una de las principales enfermedades del trigo (*Triticum aestivum* L.) en el mundo. La resistencia genética es la medida más efectiva y económica para reducir sus pérdidas, aunque hasta el momento solo unos pocos genes han sido identificados, principalmente debido a la alta variabilidad genética del patógeno. Los estudios de mapeo por asociación son un enfoque novedoso en la identificación de genes en plantas, permitiendo explorar una mayor diversidad genética. El objetivo del trabajo fue evaluar la diversidad fenotípica para el carácter porcentaje de necrosis a *M. graminicola* en una colección de cultivares de trigos e identificar asociaciones significativas marcador-carácter (AsMC) a través de un estudio de mapeo por asociación de todo el genoma utilizando marcadores DArT. Para ello, se condujo un ensayo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. durante el año 2012 bajo un diseño de parcela dividida, siendo la parcela principal los aislamientos del patógeno y la subparcela los cultivares. Se utilizó un set de 96 genotipos de trigo invernales provenientes de 21 países, genotipados con 874 marcadores DArT. La colección completa fue inoculada al estadio de dos hojas con dos aislamientos provenientes de las localidades Pla y Nueve de Julio, utilizando una concentración de 5×10^6 esp/ml. Treinta días después de la inoculación se realizó la evaluación de la severidad sobre las tres primeras hojas, a través de la estimación visual del porcentaje de necrosis. Se observó amplia variabilidad fenotípica para el carácter en estudio, existiendo diferencias significativas ($P < 0,01$) entre genotipos. Para el análisis de asociación marcador-carácter se utilizaron el modelo lineal general (MLG) basado en la matriz Q (estructura poblacional) y el modelo lineal mixto (MLM), el que además tiene en cuenta la matriz de parentesco. Considerando solo los loci significativos en ambos modelos se logró identificar 27 AsMC para el aislamiento proveniente de Pla, distribuidas sobre los cromosomas 1AS (cuatro), 1BL, 2BL, 2DS, 3AL (dos), 3BS (tres), 3BL (tres), 5BL (dos), 6AL, 6BL (dos), 7AS (dos), 7BL (cuatro) y 7DS. Mientras que para el aislamiento proveniente de Nueve de Julio 31 AsMC resultaron significativas, las mismas se ubicaron sobre los cromosomas 1AS, 1BS (dos), 1DL (once), 2AS (tres), 2DS, 3AS, 5AS, 5BL, 5DS, 6BS, 7AS (cinco), 7BL (dos) y 7DS. Del total de AsMC significativas, seis fueron encontradas en una región cromosómica similar a la de 5 de los 18 genes de resistencia a *M. graminicola* hasta la fecha identificados. La localización cromosómica de los marcadores significativos wPt2938, wPt9154, wPt3924, wPt6156 wPt3569, ubicados sobre 1BL, 3AL, 3AL, 5AS, 5BL and 7BL coincidió o fue similar (< 5 cM de distancia) a la de los genes Stb11, Stb6, Stb17, Stb1 y Stb8 respectivamente. Las AsMC adicionalmente encontradas estarían indicando la presencia de nuevos genes o QTLs de resistencia al patógeno, lo que será confirmado repitiendo el ensayo en dos nuevos ambientes. Estos resultados resultan alentadores teniendo en cuenta que con un mayor número de genes o QTLs de resistencia disponibles, los mismo podrían ser piramizados en un mismo genotipo con el fin de lograr adecuados niveles de resistencia a campo y perdurables en el tiempo. Estudios de mapeo por asociación son una herramienta útil en la búsqueda de este tipo de genes o QTLs de difícil detección.

Caracterización molecular de variedades argentinas de trigo hexaploide para los loci *Fr-1* y *Fr-B2* asociados con tolerancia a frío

C.E. Rodríguez¹, D. Gomez¹, J. Frascina¹, M. Helguera¹, L. Vanzetti^{1,2}

¹EEA INTA Marcos Juárez. Ruta 12 s/n (2580), Marcos Juárez, Córdoba, Argentina,

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

vanzetti.leonardo@inta.gob.ar

La tolerancia a frío durante el período vegetativo del trigo es un atributo que permite la adaptación del cultivo en condiciones con alta rigurosidad invernal. No obstante, en varias situaciones agronómicas del área triguera Argentina, se observan diferencias entre variedades expuestas a cambios bruscos de temperatura asociados con heladas. Los principales loci asociados con tolerancia a frío en pasto en trigo son *Fr-1* y *Fr-2*. El efecto del locus *Fr-1* se atribuye a un efecto pleiotrópico de los genes de vernalización *Vrn-1*. Así, los alelos para un hábito de crecimiento primaveral resultan en una transición temprana a la fase reproductiva y se asocian con menor nivel de tolerancia a frío. El locus *Fr-2* incluye un *cluster* de 11 a 13 genes CBF en tándem y tiene un rol importante en la regulación de genes para resistencia a frío (COR) en la cascada metabólica. En el presente trabajo se usó un set de 102 variedades Argentinas de trigo hexaploide, las cuales fueron caracterizadas molecularmente para los genes de vernalización (*Vrn-A1*, *Vrn-B1* y *Vrn-D1*) asociados al locus *Fr-1*, y para 5 de los 11 genes pertenecientes al *cluster* que constituyen el locus *Fr-B2* (CBF-4, CBF-2, CBF-12, CBF-13, CBF-3). Como resultado de la caracterización se observó que 8 de las 102 variedades (7,84%) presentaron la combinación triple invernal para los genes *Vrn-1*, variedades con requerimientos de vernalización, y con mayor tolerancia a frío en la fase vegetativa. Por otro lado, 53 de las 102 variedades (51,96%) presentaron alelos primaverales ‘débiles’ para los genes *Vrn-B1* y/o *Vrn-D1* en los genomas B y D respectivamente, y que podrían considerarse variedades con moderada tolerancia a frío en pasto. Mientras que 41 de las 102 variedades (40,19%) presentaron alelos primaverales para el locus *Vrn-A1*, que promueve una rápida expresión de *Vrn-1* confiriendo una baja tolerancia a frío en la fase vegetativa. Para el locus *Fr-B2*, el 8,82% de las variedades presentaron una delección que incluye a los 11 genes CBF generando menor tolerancia a frío, mientras que el resto de las variedades (91,18%) presentarían el *cluster* completo de genes asociado con un mejor comportamiento a frío. La mayoría de las variedades que presentaron la delección del *cluster Fr-B2* son de ciclo corto como ACA 801, Buck AGP Fast, Buck Biguá, Buck 75 Aniversario, Klein Chajá, ProINTA Elite y ProINTA Granar. Aunque también se encontró en variedades de ciclo más largo como Buck SY 200 y Buck Baqueano, que para *Fr-1* presentaron una moderada tolerancia debido a la presencia de alelos primaverales ‘débiles’ en *Vrn-1*, y que pierden su tolerancia debido a la presencia de la delección en el *cluster Fr-B2*. Si bien se destaca la correspondencia de estos resultados con observaciones a campo, en futuros trabajos se propone explorar la variabilidad presente en los loci *Fr-A2* y *Fr-D2* en un mayor número de cultivares y el correspondiente fenotipado para tolerancia a bajas temperaturas en condiciones controladas.

Pleiotropic QTLs affecting heading date/flowering time and quality traits in durum wheat

P.F. Roncallo¹, and V.C. Echenique¹

¹ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur and CERZOS-CONICET, CCT CONICET Bahía Blanca. Camino de la carrindanga km 7, CP 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. echeniq@criba.edu.ar

QTL analysis is a powerful tool to dissect complex phenotypic traits. A study was conducted to map QTLs associated with heading date and flowering time by using a durum wheat RIL population obtained from the cross between the line UC1113 and the variety Kofa. This population was previously used for our group to report QTLs for quality traits (grain color, carotenoid content, protein content and gluten strength). New analyses were performed in order to map regions associated with heading date and flowering time. Using these datasets pleiotropic QTLs affecting heading date/flowering time and quality traits were located in three genomic regions. In particular 1) on chromosome arm 2BS (*Xwmc154* - *Xcni158*) associated with brightness (L*value) and protein content, 2) on 3BS (*Xcfd79* - *Xksm45*) affecting flour redness (a* value), gluten strength; and 3) on 7BL (*Xcfa 2040* - *Xbarc1073*) with effect on flour yellow color (b* value), carotenoid pigment content and protein content. An additional region affecting heading date, flour redness (a* value) and gluten strength was mapped on 6AL (*Xbarc113* - *Xwmc553*) also affecting carotenoid pigment content and flour yellow color (b* value) with a very strong effect. The 6AL QTL was one out of the two mapped using the mean values of heading date -measured in five environments- and explained 20.8% of the variation, just behind the main QTL for this trait mapped on 2BS (putative position of *Ppd-B1*). The QTL on 7BL mapped by using mean values of flowering time -measured in five environments- was the second most important QTL affecting both protein content, carotenoid pigments and flour yellow color in this population. This region explained from 11 up to 23% of the variation in flowering time and 18.2% in heading date in one environment. For both QTLs - 6AL and 7BL - the allele from Kofa increase the days from sowing to heading/flowering and improve the five quality parameters involved. This indicates that these regions cause a delay in heading/flowering date associated with increases in protein and carotenoid content, better gluten strength and flour color. On the other hand, for the 2BS and 3BS QTLs, an increase in heading/flowering date is detrimental for brightness, protein content, redness and gluten strength. These effects should be considered in breeding programs for quality traits.