



INFORME VII

PROYECTO FONTAGRO ATN/OC-11943 ADAPTACION DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE PAPA Y TRIGO AL CAMBIO CLIMATICO

Diciembre, 2013

ADAPTACION DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE PAPA Y TRIGO AL CAMBIO CLIMATICO				
Número del Convenio	ATN/OC-11943-RG	Fecha de firma del Convenio	08/04/2010	
Número del Proyecto	RG-T1657	Fecha de firma del Proyecto	01/12/2009	
		Fecha Inicio Proyecto	08/04/2010	
		Fecha 1er desembolso	30/09/2010	
Fecha Plazo Ejecución Original	08-07-2013	Fecha Plazo Último Desembolso Original	08-08-2013	
Fecha Plazo Ejecución Actualizada (si existe prórroga)	20-12-2013	Fecha Plazo Último Desembolso Actualizada (si existe prórroga)	08-08-2013	
CONSORCIO				
	Ejecutor Líder	Co-ejecutor 1	Co-ejecutor 2	
Institución	INIA CHILE	CIP	INIA URUGUAY	
Dirección	Santa Rosa 11610, RM	Avenida La Molina 1895 La Molina, Lima	R. 50 km 11, CP 70000, Colonia	
País	Chile	Perú	Uruguay	
Investigador Líder	María Teresa Pino	Stefan de Haan	Marina Castro	
Teléfono	56-2-577 9149	51-1349-6017	598 574 8000	
Fax	56-2-577 9100	51-1317-5326	598 574 8012	
Email	mtpino@inia.cl	s.dehaan@cgiar.org	mcastro@inia.org.uy	
Administrador Director	Carlos Alberto Dulcic			
Teléfono	56-2-577 9102			
Email	carlos.dulcic@inia.cl			
PRESENTACIÓN DE INFORMES ANUALES Y FINALES				
	Fecha de entrega según contrato	Entrega realizada	Fecha actual de entrega	
1er Informe Técnico	30 Enero 2011	Si	30 Enero 2011	
2º Informe Técnico Anual	30 Julio 2011	Si	30 Julio 2011	
3º Informe Técnico	30 Enero 2012	Si	30 Enero 2012	
4º Informe Técnico Anual	30 Julio 2012	Si	30 Julio 2012	
5º Informe Técnico Anual	30 Enero 2013	Si	30 Enero 2013	
6º Informe Técnico Anual	31 julio 2013	Si	30 Julio 2013	
6º Informe Técnico Anual	20 Diciembre 2013	Si	20 Diciembre 2013	
INFORMACIÓN PRESUPUESTARIA BÁSICA (en \$US)				
	Monto Aprobado	Monto Desembolsado	Monto Justificado al 31-05-2013	Monto Contrapartida
INIA Chile	202,500.00	202,500.00	202,500.00	225,000.00
INIA Uruguay	90,000.00	87,366.28	87,366.28	90,000.00
CIP Perú	135,000.00	84,889.70	84.889.70	135,000.00
Auditoria BID	42,500.00	25,646.00	25.646.00	0
TOTAL	470,000.00	400,401.98	400,401.98	450,000.00

ADAPTACION DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE PAPA Y TRIGO AL CAMBIO CLIMATICO (FONTAGRO ATN/OC-11943)

I. COOPERACION

FONDO SECCI-BID/ FONTAGRO

AÑOS DE EJECUCION 2010-2013

II. INTEGRANTES DEL CONSORCIO

Las entidades participantes son el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile, y Centro Internacional de la Papa (CIP).

III. RESUMEN EJECUTIVO

Los estudios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático muestran que el planeta está bajo un cambio climático sostenido, producto del calentamiento global experimentado por el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. En conjunto con un alza en las temperaturas promedio también se observan variaciones en los patrones de precipitaciones y mayor frecuencia en eventos climáticos extremos. Así, los países definidos en los megadominios del Fontagro tampoco han estado exentos de sufrir las variaciones climáticas. El efecto del cambio climático en la agricultura podría impactar seriamente la actividad agrícola tradicional, particularmente a la pequeña y mediana agricultura, reduciendo los rendimientos con diferencias importantes entre las regiones. Como la agricultura depende de la disponibilidad de agua, la sequía y cualquier cambio en el régimen de precipitaciones, definitivamente afectarían a gran parte de los cultivos y frutales. Particularmente los sistemas productivos de secano serían los más afectados. El estrés hídrico durante la floración, polinización y llenado de granos es dañino en cultivos como el trigo, y afecta la tuberización o llenado de tubérculos y la calidad industrial en el cultivo de papa. Así como países más avanzados ya desarrollan investigación para adaptarse a los efectos del cambio climático en aspectos como uso más eficiente del agua, mejoramiento genético y la búsqueda de genes para dar tolerancia a los distintos tipos de estrés que enfrentarán las plantas. El consorcio INIA Chile, INIA Uruguay y CIP de Perú busca aumentar la competitividad de los sistemas productivos de papa y trigo, a través de la selección y desarrollo de genotipos con mayor tolerancia a la sequía y a altas temperaturas. Fundamentalmente está orientado determinar el potencial impacto del cambio climático en la región y en estos cultivos. Colocar a disposición tanto de programas de mejoramiento locales como de productores, genotipos y genes tolerantes a sequía y altas temperaturas que permitan obtener rendimientos competitivos frente al nuevo escenario climático. Particularmente, se busca crear una instancia regional de trabajo y discusión en este tema. Se han evaluado 380 genotipos de trigo y sobre 200 genotipos de papa en los diferentes países con el apoyo de un grupo interdisciplinarios de profesionales en las áreas de mejoramiento genético, fisiología vegetal, biología molecular y manejo agronómico. A continuación se entrega el último informe de proyecto, correspondiente a las actividades realizadas entre los meses de Julio a Noviembre 2013.

A. Organismo ejecutor líder:

Nombre y cargo: **Pedro Bustos Valdivia**, Director Nacional
Organización: Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIA -Chile
Dirección: Fidel Oteiza 1956 Piso 11 y 12 - Providencia - Santiago
País: CHILE
Tel.: 56-2-570-1000
Fax: 56-2-225-8773
Email: :

B. Investigador líder:

Investigador líder

Nombre: **María Teresa Pino Q.**
Cargo: Investigador Ing. Ag. PhD Biotecnología y fisiología del estrés
Organización: INIA Chile, Centro Regional Platina
Dirección: Santa Rosa 11610, RM
País: CHILE
Tel.: 56 (2) 2577 9100
Fax: 56 (2) 2577 9166
Email: mtpino@inia.cl

C. Integrantes del Consorcio (Organismos co-ejecutores y asociados):

Investigador a cargo: **Dr. Stefan de Haan.**
Organización: Centro Internacional de la Papa - CIP
Posición o título: Investigador, Dr. en papas
Dirección: Avenida La Molina 1895, La Molina, Lima 12, Perú
País: Perú
Tel.: 51-1349-6017
Fax: 51-1317-5326
Email: s.dehaan@cgiar.org

Investigador a cargo: **Marina Castro** (a partir del 18 Diciembre 2012)
Organización: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA
Posición o título: Investigador. MSc. PhD Mejorador en trigo
Dirección: R. 50 km 11, CP 70000, Colonia, Uruguay
País: Uruguay
Tel.: 598 574 8000
Fax: 598 574 8012
Email: mcastro@inia.org.uy

IV. RESULTADOS

El estado de avance del proyecto se informa según componentes y cronograma de trabajo adjunto (ver ANEXOS).

Componente 1: Modelo que permita identificar los probables impactos inducidos por las nuevas condiciones climáticas sobre el sistema productivo de papa y trigo e identificar las zonas de producción más vulnerables en términos de sequía y aumento de las temperaturas.

A.1 Evaluaciones para la validación de los modelos de papa y trigo.

En papa se han realizado las validaciones del Modelo Aquacrop para dos variedades de Chile (Karu y Desiree) y dos de Perú (Canchan y Desiree), los experimentos fueron instalados en el INIA – La Platina y en el INIA - Remehue para el caso de Chile, mientras que en el Perú se instalaron en el INIA – Santa Rita de Sihuas, Majes, Arequipa. Los experimentos tuvieron dos tratamientos de riego (con riego normal y sequía), para el caso de La Platina y Remehue el riego normal consistió en riego complementario que se le dio a las parcelas, mientras que la sequía era considerada el riego por lluvias o bajo secano (siempre y cuando se presente una sequía). En el trigo se evaluaron cinco genotipos (Kipa, Pandora, Pantera, Millan, QUP-2542), los cuales fueron evaluados en la zona de Santa Rosa, cercano por el norte a la estación del INIA – Quilamapu, los tratamientos de riego fueron dos (irrigados y secano). En ambas especies las evaluaciones consistieron en determinar la materia seca, la cobertura de planta, la humedad del suelo, índice de área foliar y longitud de raíces, para al menos cuatro momentos del periodo fenológico del cultivo.

Basados en los datos experimentales de la estación La Platina y Remehue en Chile, fue posible validar para el modelo Aquacrop la variedad Karu, sin embargo la variedad Desiree presenta ciertos valores simulados que no se ajustan a los valores observados en Perú, esto posiblemente se deba a que el modelo predice el rendimiento y la formación de biomasa en respuesta al riego aplicado o lluvia ocurrida, sin embargo cuando el genotipo presenta ciertos cambios en su morfología por efecto del fotoperiodo de los días neutros (Perú) y largos (Chile), el modelo no reconoce ese cambio y sugiere cambiar todos los parámetros en función del ambiente, lo cual puede volverlo limitado y poco genérico, dado que el objeto de esto es realizar generalizaciones acerca del comportamiento de una variedad independientemente del ambiente. Para el caso de la variedad Canchan en Perú si fue posible obtener una validación aceptable.

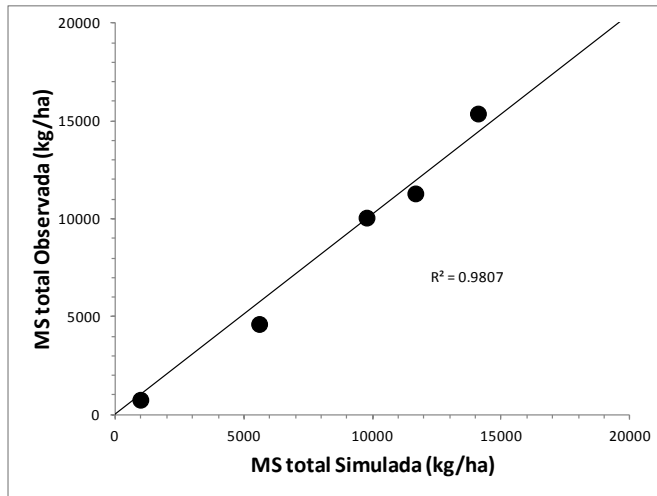


Figura 1. Valores de materia seca simulados y observados en Var. Karu.

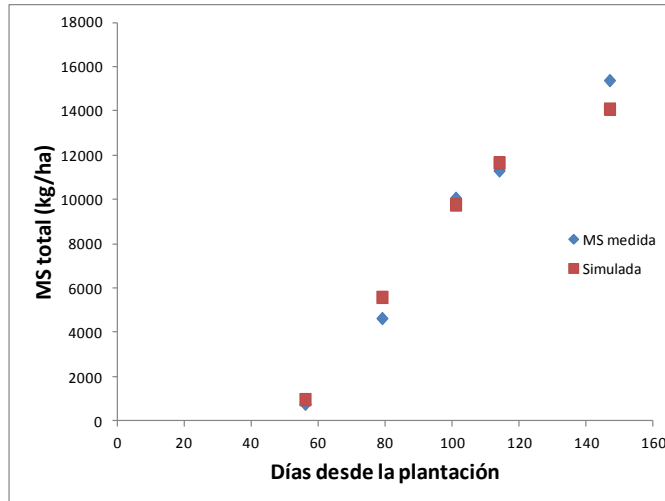


Figura 2. Respuesta de la variedad Karu en la materia seca total

El modelo Aquacrop validó de manera conveniente los valores de rendimiento y biomasa total observados experimentalmente para la variedad Canchan, siendo dicho modelo un buen estimador de la respuesta simulada en condiciones de Perú.

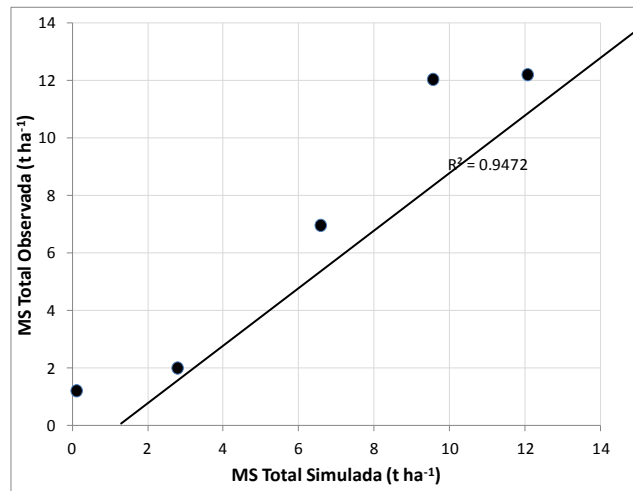


Figura 3. Valores de materia seca simulados y observados en Var. Canchan

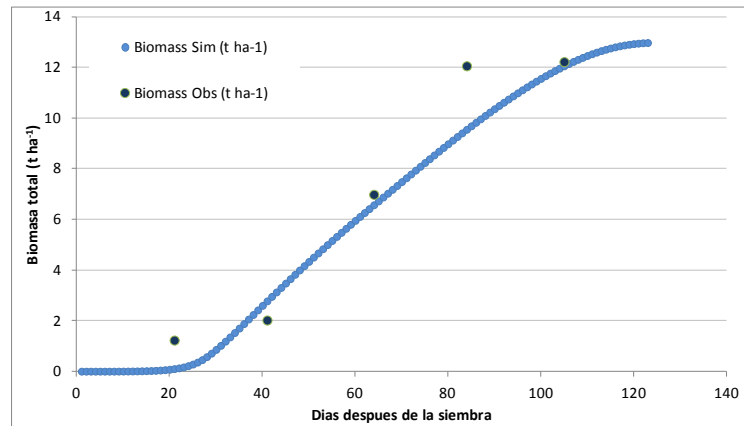
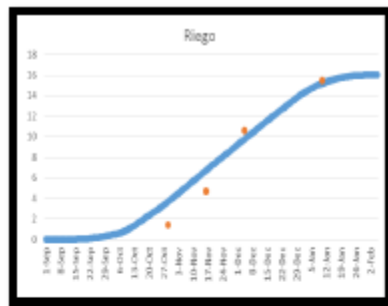
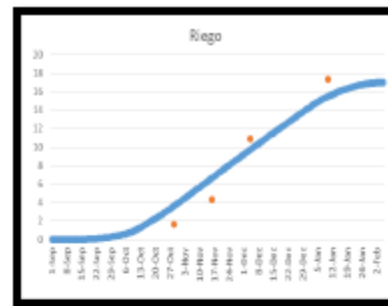


Figura 4. Respuesta en la Biomasa total de la variedad Canchan

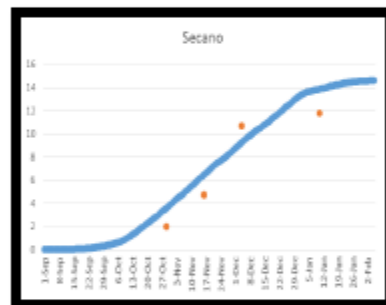
Con la información experimental de trigo se validó el modelo de simulación AquaCrop, el cual muestra una ligera sobrestimación de la biomasa acumulada en los primeros estados de desarrollo (ver figuras), en comparación con los datos de campo, asimismo AquaCrop fue capaz de simular la producción de biomasa con una precisión entre buena y aceptable.



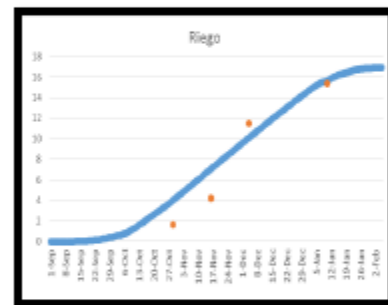
Var. Pandora



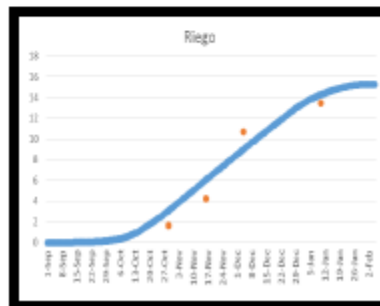
Var. Kipa



Var. QUP2542



Var. Pantera



Var. Millan

A.2 Calibración, estimación de los coeficientes genéticos del modelo.

La calibración se realizó utilizando el modelo de Aquacrop desarrollado por FAO y el cual ayudamos a validar para papa desde el desarrollo del mismo (en la versión 3.0, actualmente el modelo se encuentra en la versión 4.0), inicialmente se estableció los parámetros estables para cada especie y luego se determinaron los coeficientes de cada clon o genotipo. El proceso consistió en estimaciones que lleven al modelo a simular las variables de materia seca y rendimiento lo más cercano posible a los valores observados.

A partir de los datos experimentales e información secundaria presente en el mismo modelo fue posible establecer los parámetros utilizados para papa en el modelo Aquacrop que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros utilizados en el modelo de simulación Aquacrop que se asumen como estables para la especie papa

Descripción del parámetro	Valor	Unidad de medida o significado
Temperatura base	7	C
Temperatura máxima	35	C
Cobertura foliar al 90% de emergencia (CCo)	0.4	%
Coefficiente de crecimiento de cobertura foliar (CGC)	10.9	% por día
Coefficiente del cultivo para transpiración al 100% de CC	1.1	Transpiración relativa al ET _o
Coefficiente de declinación del cultivo después de CCx	11.0	% por día
Productividad del agua	18.0	g (biomasa) por m ² , función del CO ₂ atmosférico como fracción del TAW (agua total disponible)
Umbral superior para el crecimiento de hoja (p-upper)	0.20	detención completa del crecimiento de la hoja
Umbral inferior para el crecimiento de hoja (p-lower)	0.60	Convexidad moderada de la curva
Coef. para la forma de la curva del crecimiento de la hoja	3	Convexidad moderada de la curva
Umbral superior para la conductancia estomatal (p-upper)	0.55	Sobre dicho valor se inicia el cierre de estomas
Coef. para la forma de la curva del estrés en los estomas	3	Convexidad moderada de la curva
Coef. del estrés por senescencia (p-upper)	0.70	Sobre dicho valor se inicia la senescencia de la CC
Coef. para la forma de la curva del estrés por senescencia	3	Convexidad moderada de la curva
Coef. de inhibición del crecimiento de la hoja en HI	Small	Incremento del HI por inhibición en crecimiento de hojas
Coef. de inhibición de los estomas en HI	Moderate	Reducción del HI por inhibición de apertura de estomas

Los parámetros estables utilizados en la especie trigo para el Modelo Aquacrop, fueron tomados de los datos experimentales y de información de anteriores evaluaciones en la estación del INIA Quilamapu.

Tabla 2. Parámetros utilizados en el modelo de simulación Aquacrop que se asumen como estables para la especie trigo

Descripción del parámetro	Valor	Unidad de medida o significado
Temperatura base	0	C
Temperatura máxima	26	C
Cobertura foliar al 90% de emergencia (CCo)	3.77	%
Coefficiente de crecimiento de cobertura foliar (CGC)	11.3	% por día
Coefficiente del cultivo para transpiración al 100% de CC	1.1	Transpiración relativa al ET _o
Coefficiente de declinación del cultivo después de CCx	6.6	% por día
Productividad del agua	15.0	g (biomasa) por m ² , función del CO ₂ atmosférico como fracción del TAW (agua total disponible)
Umbral superior para el crecimiento de hoja (p-upper)	0.25	detención completa del crecimiento de la hoja
Umbral inferior para el crecimiento de hoja (p-lower)	0.60	Convexidad alta de la curva
Coef. para la forma de la curva del crecimiento de la hoja	5	Convexidad alta de la curva
Umbral superior para la conductancia estomatal (p-upper)	0.65	Sobre dicho valor se inicia el cierre de estomas
Coef. para la forma de la curva del estrés en los estomas	2.5	Convexidad moderada de la curva
Coef. del estrés por senescencia (p-upper)	0.65	Sobre dicho valor se inicia la senescencia de la CC
Coef. para la forma de la curva del estrés por senescencia	2.5	Convexidad moderada de la curva
Coef. de inhibición del crecimiento de la hoja en HI	Small	Incremento del HI por inhibición en crecimiento de hojas
Coef. de inhibición de los estomas en HI	Moderate	Reducción del HI por inhibición de apertura de estomas

En la tabla 3 se muestran los parámetros (o coeficientes genéticos) de las variedades de papa calibradas y validadas con el modelo Aquacrop, donde fue posible encontrar valores de RMSE (raíz del cuadrado medio del error) entre 12.9 y 35.6 %, estando dentro del rango de bueno (10-20%), aceptable (20-30%), pobre (mayor de 30%). Asimismo, el índice de compatibilidad (d) está entre 0.843 y 0.998, mostrando una buena correlación entre los valores simulados y observados, salvo para el genotipo Desiree.

Descripción del parámetro	Variedad			Unidad de medida o significado
	<i>Karu</i>	<i>Desiree</i>	<i>Canchan</i>	
Tiempo desde la siembra hasta la emergencia	16	16 (7)	7	días
Tiempo desde el 90% de emergencia a tuberización	44	40 (18)	28	días
Máxima cobertura vegetal	100	100 (80)	95	% densidad de planta
Tiempo de siembra hasta el inicio de senescencia	138	132 (60)	75	días
Tiempo desde la siembra a la maduración	162	155 (100)	125	días
Tiempo desde la siembra hasta la tuberización	60	56 (25)	35	días
Máxima profundidad efectiva de raíces	0.90	0.90 (0.55)	0.80	m
Mínima profundidad efectiva de raíces	0.30	0.30 (0.15)	0.15	m
Tiempo siembra hasta max. profundidad de raíces	100	100 (55)	70	días
Índice de cosecha (HI)	75	70 (85)	80	%
Tiempo de tuberización hasta el HI máximo	100	100 (60)	80	días
RMSE (raíz cuadrada media del error)	12.9	35.6	20.91	%
d (índice de compatibilidad)	0.998	0.843	0.980	

Los datos mostrados en la Tabla 4 son parámetros (o coeficientes genéticos) de las variedades de trigo calibradas y validadas con el modelo Aquacrop, donde la calibración consistió en la determinación de los parámetros ajustados, y la validación fue la verificación de los valores de biomasa seca observados y aquellos simulados con el modelo, siendo posible encontrar valores de RMSE (raíz del cuadrado medio del error) entre 17.47 y 24.45 %, estando dentro del rango de bueno (10-20%) y aceptable (20-30%). Por otro lado, el índice de compatibilidad (d) tiene valores entre 0.958 y 0.976, mostrando una buena correlación entre los valores simulados y observados.

Descripción del parámetro	Variedad					Unidades
	<i>Kipa</i>	<i>Pandora</i>	<i>Pantera</i>	<i>Millan</i>	<i>QUP2542</i>	
Tiempo desde la siembra hasta la emergencia	12	12	12	12	12	días
Tiempo desde 90% emergencia hasta antesis	61	61	61	57	63	días
Máxima cobertura vegetal	95	95	95	95	95	% dens. pta.
Tiempo desde siembra hasta máxima cobertura	63	63	63	60	66	días
Tiempo de siembra hasta el inicio de senescencia	138	116	117	119	124	días
Tiempo desde la siembra a la maduración	162	158	158	158	158	días
Tiempo desde la siembra hasta la floración	73	73	73	69	75	días
Duración del estado de floración	10	10	10	10	10	días
Máxima profundidad efectiva de raíces	1.50	1.25	1.50	1.35	1.50	m
Mínima profundidad efectiva de raíces	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10	m
Tiempo siembra hasta max. prof. de raíces	85	89	81	74	92	días
Índice de cosecha (HI)	50	46	50	48	49	%
Tiempo hasta el HI máximo	61	60	60	60	60	días
RMSE (raíz cuadrada media del error)	23.30	19.92	24.45	19.75	17.47	%
d (índice de compatibilidad)	0.967	0.972	0.958	0.972	0.976	-

A.3 Simulación y análisis de escenarios.

Esta actividad todavía está pendiente debido a que recién se han recibido los escenarios climáticos PRECIS de Perú (a través de SENAMHI), para Chile ya estamos realizando las pruebas para correr el modelo con los datos de las variedades recién validados con los escenarios PRECIS proporcionados por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Al respecto debemos mencionar que el modelo Aquacrop para la Variedad Desiree tiene algunas limitaciones debido a que no reconoce la sensibilidad al fotoperiodo de algunas variedades de papa (que bajo condiciones de días cortos suele comportarse como precoz y en días largos se presenta como tardío), esto hace difícil establecer coeficientes únicos para el modelo en ambos países.

Actualmente se está trabajando la base de datos que viene en código binario para poder establecer las zonas donde se correrá el modelo Aquacrop con los escenarios PRECIS del 2030 y 2050.

En esta tema, se presentaron los resultados en el congreso agronómico de Chile, que se realizará en Septiembre del 2013 en Viña del mar Chile; titulado: **Validación del modelo Aquacrop en cinco genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados en condiciones de disponibilidad de agua contrastante.** Peña, A1., Inostroza, L2., Matus, I2., Gutierrez, R3., Pedreros, A1., Zapata, N1. 1Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. 2Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI-Quilamapu, Chillán, Chile. E-mail: linostroza@inia.cl 3Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. (ver ANEXOS)

En Chile se validó el modelo AquaCrop en cinco cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.), establecidos en riego y secano en la zona centro sur de Chile. Se evaluaron los parámetros del clima, suelo y planta, además del rendimiento con sus componentes. Con esta información se calibró y evaluó el modelo. AquaCrop fue capaz de simular correctamente la cobertura del dosel, mientras que la biomasa producida fue simulada con menor precisión en ambas condiciones hídricas con un RMSE Normalizado entre 13 y 27 % y un índice-D entre 0,93 y 0,99. De los cinco cultivares solamente Pandora-INIA y Qup2542-2004 tuvieron un RMSE Normalizado menor al 20 % y un índice-D promedio de 0,98. Caso contrario sucedió con Kipa-INIA, Pantera-INIA y Millán-INIA, quienes obtuvieron un RMSE normalizado superior al 20 %, pero inferior al 30 % con un índice-D promedio de 0,96 y 0,95 para riego y secano, respectivamente. Por último, el rendimiento no presentó diferencias significativa ($P > 0,05$) entre lo observado y simulado, siendo Qup2542-2004 el de mayor rendimiento bajo condiciones de secano. El estudio se detalla en la tesis adjunta en los ANEXO 5.

ALEJANDRO PEÑA CORNEJO. 2013. Validación y calibración del modelo SIMILE para el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en la zona central de Chile. Pregrado Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chile. Diciembre 2013 41p (Advisor PhD Iván Matus, Dr. Luis Inostroza).

Trigo. Bajo riego, el aumento de las temperaturas provocaría una aceleración del ciclo de vida, con reducción del rendimiento, lo que afectará más a la costa y precordillera, zonas que perderían sus potenciales actuales, homogeneizándose con el valle central. En secano, el rendimiento disminuiría en el norte y centro del país,

debido a la mayor incidencia de sequías; en la costa y valle central de la zona central, habría disminución de rendimiento entre 10% y 20%, en tanto que, de la precordillera del Bío-Bío hacia el sur, habría un aumento gradual de los rendimientos, entre 30 y 100% respecto de los actuales.

Papa. Cultivo de climas suaves, sin temperaturas diurnas muy elevadas y con noches frescas que estimulan la formación de los tubérculos; por ello, en el escenario actual las mejores condiciones de producción se sitúan en la costa y en la precordillera entre las regiones de O'Higgins y de la Araucanía. A futuro, la zona norte presentaría a una reducción entre 10 y 20% del rendimiento, mientras que, en la zona centro-norte, el rendimiento disminuiría hasta un 30%; más al sur, entre Talca y Temuco, la disminución se prolonga sólo en el valle central, mientras que en la costa y precordillera, habría aumentos de hasta un 50%. Desde la Región de la Araucanía al sur, los rendimientos aumentan hasta llegar a 150% y 200% en la Región de los Lagos. En seco, los aumentos se producirían en la costa del Bío-Bío y desde Valdivia hasta Coyhaique.

Nota: Es importante destacar, que desde la Región de la Araucanía al sur, no se ha observado este comportamiento con las últimas dos sequías registradas, los rendimientos de las papas han bajado. Además, los resultados en INIA Remehue (40°31' Lat. Sur) para 30 genotipos de papa bajo seco y riego, mostraron que el rendimiento de consumo fue afectado por el déficit hídrico.

Componente 2: Colecciones de germoplasma de papa y trigo (clones, líneas, y variedades) caracterizadas por su respuesta a sequía y altas temperaturas.

El consorcio INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de Papa (CIP) con financiamiento de los proyectos FONTAGRO ATN/OC-11943-RG (Fondo SECCI) y fondos de Cambio Climático de cada país ha permitido evaluar 380 genotipos de trigo y sobre 200 genotipos de papa en los diferentes países con el apoyo de un grupo interdisciplinarios de profesionales en las áreas de mejoramiento genético, fisiología vegetal, biología molecular y manejo agronómico.

Los materiales de trigo evaluados en el contexto del consorcio provienen de los programas nacionales de mejoramiento genético de INIA-Chile (55 genotipos), del CIMMYT (143 genotipos) e INIA-Uruguay (186 genotipos). En Chile y durante estas últimas temporadas, los 384 genotipos fueron evaluados en campo bajo dos condiciones hídricas (riego y déficit hídrico) en Santa Rosa y además fueron evaluadas en Cauquenes (déficit hídrico severo). Ambos ambientes presentan clima mediterráneo, pero difieren en el tipo de suelo y cantidad de precipitaciones. En Cauquenes (35° 58'S; 72° 17'O) el suelo es de origen granítico (Alfisol), presenta baja fertilidad y las precipitaciones no superan los 500 mm/año. Por otro lado, en Chillán (36°31' S; 71°54' O) el suelo es de origen volcánico (Andisol), presenta una adecuada fertilidad para el cultivo del trigo y las precipitaciones pueden superar los 1000 mm/año. Los materiales de trigo fueron evaluados en función del rendimiento, componentes del rendimiento, parámetros fisiológicos y moleculares. Basado en índices de selección de tolerancia a sequía, los cuales integran el rendimiento bajo riego y sequía, se identificaron en Chile 16 genotipos contrastantes en rendimiento (tolerantes y sensibles) en ambas condiciones (riego y sequía). Esos genotipos fueron nuevamente fenotipados en campo en INIA La Estanzuela, Uruguay (34° 20'S, 57° 42'O), en suelos con una adecuada fertilidad para el cultivo del trigo (Brunosol Eutricto Típico LAc v) y bajo techos corredizos para evitar el efecto de las precipitaciones.

En papa, se han evaluado sobre 200 genotipos entre Chile y el CIP, incluyendo germoplasma nativo, líneas segregantes, líneas avanzadas y cultivares, los cuales han sido caracterizados por su respuesta a sequía y altas temperaturas. El protocolo de evaluación en papas considera evaluaciones en campo bajo riego y sequía, evaluaciones fisiológicas detalladas para genotipos contrastantes (sensibles y tolerantes) y evaluaciones moleculares que incluyen expresión génica y genotipado. La evaluación en campo ha considerado evaluar los distintos genotipos tanto en condiciones de riego como de sequía en diferentes áreas geográficas de cada país (Tabla 1). En este contexto el CIP durante la ejecución del proyecto evaluó un total de 918 accesiones de papas basados en los índices de selección de tolerancia a sequía, los cuales integran el rendimiento bajo riego y sequía. Entre los índices evaluados, MP (productividad Media), GMP (productividad media geométrica) y DTI (tolerancia a sequía) permitieron identificar un grupo de accesiones con alta producción en ambas condiciones (riego y sequía). Además, el INIA-Chile ha estado evaluando cada temporada con esta metodología líneas de papas avanzadas prontas a convertirse en cultivares comerciales con el objeto de entregar al productor información relevante respecto a cómo estos materiales se comportarían frente a eventos climáticos como sequía y altas temperaturas.

Tabla 1. Lugares en Perú y Chile utilizados para evaluaciones de respuesta a sequía y altas temperaturas en papas.				
País	Lugar	Ubicación	Periodo de cultivo	Temperaturas promedios y precipitaciones acumuladas durante el periodo de cultivo
Perú	La Molina	Lat.:12°04'41.20"S Long.:76°56'36.50" E Alt.: 243 msnm	Oct.2010- Ene.2011	Temp Max Prom 25.2°C, Temp Min Prom 17.3°C. Desértico árido sub-tropical costanero. Precipitación 0 mm
	Huancayo	Lat.:12°00'34.96"S Long.:75°13'22.50" E Alt.: 3293 msnm	Enero-Abril 2011	Temp Max Prom 24.9°C, Temp Min Prom 9.3°C. Estuvo bajo los techos corredizos, para evitar el efecto de las precipitaciones
	Majes, Arequipa	Lat:16°29'27"S, Long.:72°05'33"E, Alt:1,268 msnm,	Oct.2011- Feb.2012	Temp Max Prom 26.2°C, Temp Min Prom 13.6°C, Desierto árido, Precipitación 0 mm.
Chile	La Platina, RM	Lat:33°34'12"S, Long: 70°38'O Alt: 625 msnm	Oct.2011- Marz.2012	Temporada seca y calurosa, Temp promedio 18.6°C, Temp. promedio máxima 32.8°C precipitaciones 0mm
	La Platina, RM	Lat:33°34'12"S, Long: 70°38'O Alt: 625 msnm	Sep.2012- Marz.2013	Temporada Seca Temp promedio 18.6°C, Temp. promedio máxima 32.8°C precipitaciones 0mm
	Remehue, Osorno	Lat: 40°31' S Long: 73°03'O Alt: 65 msnm.	Oct.2011- Abril.2012	Temp promedio 13.8°C, Temp. promedio máxima 20.9°C, precipitación acumulada 279 mm
	Remehue, Osorno	Lat: 40°31' S Long: 73°03'O Alt: 65 msnm.	Oct.2012- Abril.2013	Temporada con precipitaciones estivales

Los resultados de estas evaluaciones se resumen en las presentaciones y publicaciones que se listan a continuación y en los ANEXOS:

- ✓ Rolando Cabello, Philippe Monneveux, Felipe De Mendiburu, Merideth Bonierbale. 2013. Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.). Euphytica DOI 10.1007/s10681-013-0887-1 (ver ANEXO 2).
- ✓ Lobos GA, Matus I, Rodriguez A, Romero-Bravo S, Araus JL, del Pozo A (2013) Wheat genotypic variability in grain yield and carbon isotope discrimination under Mediterranean conditions assessed by spectral reflectance. J Integr Plant Biol XX(XX):XXX-XXX. doi: 10.1111/jipb.12114 Received Apr. 30, 2013; Accepted Sept. 23, 2013 Available online on Oct. 09, 2013 at www.wileyonlinelibrary.com/journal/jipb (ver ANEXO 2).
- ✓ Uberlandia- Brasil: Cabello, et al 2012. Evaluación para tolerancia a sequía de poblaciones avanzadas de papa del Programa de Mejoramiento del CIP, en XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa ALAP.
- ✓ Castillo B., Pino M.T., Gutiérrez R., Pocco M., Bonierbale M. 2013. Determinación de ideotipos de planta con tolerancia a la sequía basado en el estudio de diez clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de zona árida. 64° Congreso Agronómico, SACH – SOCHIFIT. Pag.139.
- ✓ Crown Perth, Australia. Awais Khan, Raymundo Gutierrez, Julia Auber, Folkard Asch, Rolando Cabello, David Saravia, Merideth Bonierbale Critical importance of Multi-Environment Trials (METs) for assessing the performance of potatoes under drought. In Inter-Drought IV Conference. 2-6 September 2013 – Crown Perth, Western Australia2013- Sept.

- ✓ Del Pozo, A., et al.2012. Field phenotyping to improve drought tolerance of spring wheat. The Chine-EU Workshop on Phenotypic Profiling and Technological Transfer on Crop Breeding. Abstract p. 22.
- ✓ María-Teresa Pino, Julio Kalazich, Paulina Villagra, Patricio Sandaña, Paulina Romero, Marcos Uribe, Matías Candia, Rossana Velasco. 2012. Rendimientos e índices de selección de tolerancia a estrés en 30 genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) sometidos a sequía en la zona central y sur de Chile. 63 Congreso Agronómico. Temuco Chile. p. 98
- ✓ María-Teresa Pino, Paulina Villagra, Paulina Romero, Gabriel Selles, Julio Kalazich, Patricio Sandaña, Matías Candia, Rossana Velasco, Maritza Mateo. 2012. Crecimiento vegetativo y comportamiento fisiológico de 30 genotipos de papas (*Solanum tuberosum*) bajo déficit hídrico. 63 Congreso Agronómico. Noviembre. Temuco Chile. p60.
- ✓ Alejandro del Pozo, et al. 2012, Caracterización de genotipos de trigo harineros de primavera para tolerancia a estrés hídrico. 63 Congreso Agronómico, Abstract p.69.
- ✓ Pino MT., Salazar C., Villagra P., Romero P., Sandaña P., Kalazich J. Efecto del Estrés Hídrico Controlado en el Intercambio Gaseoso, Fluorescencia de Clorofila Biomasa y Rendimiento para Seis Genotipos de Papas. 64º Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.138.
- ✓ MEDRANO RICALDI GINO MATEO. 2013. Eficiencia de transpiración en 10 genotipos avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) En condiciones de la estación experimental del CIP – SANTA ANA. Tesis de Agronomía. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ. HUANCAYO – PERÚ. Enero 2013. 118p. (Advisor Raymundo Gutiérrez).
- ✓ BONNIE CASTILLO. 2013. Determinación de ideotipos de planta con tolerancia a la sequía basado en el estudio de diez clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de zona árida. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Escuela Profesional y Académica de Agronomía, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Junio 2013. 207p (Advisor Raymundo Gutiérrez).

Componente 3: Grupo de papas y trigo tolerante a sequía y altas temperaturas identificadas, diseminados e incorporadas como progenitores a los programas de mejoramiento genético de la región.

Para papas, la temporada anterior, el CIP recomendó el cruzamiento de los siguientes genotipos para la producción de semilla botánica (y realizar posteriormente las evaluaciones de las familias entre los socios del proyecto): 370120, 370121, 395193.1, 396311.1, 397099.4, 394881.8, 398190.523, los mismos que tienen atributos de tolerancia a la sequía, buena eficiencia de transpiración y una aceptable tolerancia al calor, bajo condiciones de los ambientes evaluados en el CIP-La Molina, CIP-Huancayo y CIP-San Ramón. A partir de los últimos resultados obtenidos, se logró identificar adicionalmente los siguientes genotipos con tolerancia a la sequía, 392797.22, 390663.8, 392740.4, 394223.19, 394611.112, 392759.1, 395195.7, los cuales se sugiere sean distribuidos en los programas nacionales, regionales o universidades para su promoción y difusión a nivel de productores.

Para trigo, los 380 genotipos están distribuidos en INIA Chile e INIA Uruguay y disponible para los países del FONTAGRO. De estos materiales, se identificaron materiales contrastantes sensibles y tolerantes:

SENSIBLES	Origen	STI	RG (T/ha)		Stay Green (SPAD/día)		Δ13C (‰)		FIPAR (%)	
			Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano
QUP 2405-2006	CHILE	0.94	8.4	7.3	-0.70	-0.51	19.0	17.1	85.3	84.6
FONTAGRO 59	CIMMYT	0.56	7.3	4.9	-0.84	-0.36	18.0	16.8	80.5	84.1
FONTAGRO 74	CIMMYT	0.75	7.9	6.2	-0.47	-0.22	18.0	16.4	81.5	93.0
FONTAGRO 79	CIMMYT	0.37	8.8	7.6	-0.64	-0.62	18.4	18.2	77.8	86.3
FONTAGRO 140	CIMMYT	0.56	7.9	4.6	-0.41	-0.69	18.0	15.7	73.4	83.0
FONTAGRO 208	URUGUAY	0.21	4.9	2.8	-0.14	-0.25	17.4	16.5	39.3	66.4
FONTAGRO 234	URUGUAY	0.58	8.4	4.5	0.01	-0.09	17.0	15.5	82.8	92.9
FONTAGRO 254	URUGUAY	0.31	4.9	4.0	-0.46	-0.63	17.0	15.1	70.2	67.5
	media	0.54	7.3	5.2	-0.46	-0.42	17.9	16.4	73.8	82.2
TOLERANTES										
PANTERA-INIA	CHILE	0.92	9.3	8.0	-0.77	-0.75	18.4	16.1	84.9	85.9
QUP 2616-2009	CHILE	0.70	7.4	6.2	-0.84	-0.35	17.9	18.0	81.5	84.4
QUP 2529-2009	CHILE	0.97	8.5	7.4	-0.67	-0.49	17.3	17.7	84.0	87.0
FONTAGRO 8	CIMMYT	1.10	9.1	7.6	-0.47	-0.63	18.3	18.7	86.6	87.1
FONTAGRO 111	CIMMYT	1.30	9.1	9.2	-0.34	-0.59	18.7	18.2	90.7	91.1
FONTAGRO 203	URUGUAY	0.95	9.1	6.7	-0.52	-0.40	18.2	16.5	78.8	88.6
FONTAGRO 237	URUGUAY	1.20	10.0	7.4	-0.34	-0.35	18.2	17.6	81.0	96.3
I DON ALBERTO	URUGUAY	1.10	11.4	5.9	-0.48	-0.71	18.5	15.9	85.2	94.4
	media	1.03	9.3	7.3	-0.55	-0.53	18.2	17.3	84.1	89.4
	Delta (-)	0.48	0.21	0.28	0.17	0.21	0.02	0.05	0.12	0.08

Listado de genotipos de papas tolerantes a sequía:

Clones tolerantes a sequía									
Nro		Rendimiento (g/plant)		Índice	Nro		Rendimiento (g/plant)		Índice
CIP	Población	Control	Sequia	DSI	CIP	Población	Control	Sequia	DSI
392785.15	LBHT	1650.4	582.2	1.005	395434.1	LTVR	1195.6	584.9	0.793
390663.8	LTVR	1644.0	811.7	0.786	385561.124	LTVR	1186.4	581.6	0.792
395192.1	LTVR	1627.1	634.0	0.948	393371.164	B3C1	1175.1	570.0	0.800
397014.2	LTVR	1614.4	567.3	1.007	301024.95	LTVR	1175.0	493.0	0.901
388972.22	LTVR	1482.2	612.5	0.911	397078.12	LTVR	1169.1	614.0	0.737
393708.31	LTVR	1480.9	598.3	0.925	397073.16	LTVR	1161.3	632.0	0.708
395195.7	LTVR	1429.5	748.6	0.740	391724.1	LTVR	1160.8	603.3	0.746
385558.2	LTVR	1418.9	645.3	0.847	395186.6	LTVR	1153.0	486.0	0.898
397054.3	LTVR	1417.2	522.4	0.980	300056.33	LTVR	1138.8	722.5	0.568
394579.36	LTVR	1406.3	491.7	1.010	388615.22	LTVR	1135.0	404.3	1.000
397065.28	LTVR	1389.2	561.0	0.926	506008.1	B3C1	1134.4	646.3	0.668
392797.22	LTVR	1331.6	854.1	0.557	392740.4	LTVR	1122.2	805.0	0.439
398190.523	LBHT	1320.0	562.5	0.891	395194.9	LTVR	1117.9	404.6	0.991
394611.112	LTVR	1318.6	779.0	0.635	391382.18	LTVR	1115.0	485.0	0.877
391533.1	LTVR	1306.7	574.0	0.871	300137.31	LTVR	1108.2	497.4	0.856
391919.3	BW	1248.0	443.8	1.001	393280.64	B3C1	1106.6	476.7	0.884
395193.6	LTVR	1236.0	587.5	0.815	394613.32	LTVR	1097.5	575.0	0.739
392759.1	LTVR	1212.2	775.2	0.560	720088	Check	528.3	470.0	0.171
388676.1	LTVR	1209.0	584.0	0.803	720043	Check	983.6	472.0	0.808
394223.19	LTVR	1196.7	802.3	0.512					

Componente 4: Métodos eficientes de selección de genotipos tolerantes a sequía y altas temperaturas, desarrollados y transferidos a los programa de mejoramiento de la región.

En este tema, en los informes anteriores se han dado a conocer la metodología que se ha estado evaluando y validado: Básicamente, se ha trabajado en base a selección por índices de tolerancia a estrés, evaluaciones fisiológicas, expresión génica de genes de respuesta a estrés abiótico y análisis genómico. Las evaluaciones se clasifican en los siguientes niveles:



Figura 6. Propuesta de evaluación para respuesta a sequía y altas temperaturas, envuelven Nivel 1. Basado en los índices de tolerancia a estrés por sequía lo cual permite evaluar una gran cantidad de genotipos en función del rendimiento y de los componentes del rendimiento. Nivel 2. Basado en evaluaciones fisiológicas para aquellos genotipos contrastantes y de interés. Nivel 3. Análisis bioquímicos y de expresión de genes sólo en genotipos contrastantes.

Además existe un nivel de evaluación transversal de análisis genómico utilizando una metodología de secuenciación de última generación conocida como GBS (sigla en inglés para Genotyping-by-Sequencing), trabajo que se realizó en colaboración con Kansas State University (EEUU) y el Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes (IBIS), Université Laval (Quebec, Canada) para trigo y con en el Institute for Genomic Diversity, Cornell University (EEUU) para papas.

A continuación se describen los niveles de evaluación y sus resultados

El **primer de nivel de evaluación** para ambas especies han sido los índices de tolerancia a estrés por sequía, los cuales integran los rendimientos bajo sequía y los rendimientos bajo riego. Esta metodología en papa ha sido publicada en la revista *Euphytica*, en la siguiente publicación

Rolando Cabello, Philippe Monneveux, Felipe De Mendiburu, Merideth Bonierbale. 2013. Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.). Publicada en el Journal internacional *Euphytica* DOI 10.1007/s10681-013-0887-1 (Publicada en Febrero 2013) (ver ANEXO 2)

El **Segundo nivel de evaluación envolvió** las Evaluaciones Fisiológicas en Trigo y Papa, se han estado informando en los informes anteriores en condiciones controladas y en campo. En este semestre se informan los trabajos que se han presentando en congresos nacionales e internacionales, como (ver **ANEXOS**):

- ✓ Las variedades de papa Karú y Yagana muestran diferencias en su respuesta a sequía, en rendimiento, intercambio gaseoso y expresión de los genes AAO y DHN.
- ✓ Determinación de ideotipos de planta con tolerancia a la sequía basado en el estudio de diez clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de zona árida.
- ✓ Efecto del Estrés Hídrico Controlado en el Intercambio Gaseoso, Fluorescencia de Clorofila Biomasa y Rendimiento para Seis Genotipos de Papas.

Durante este año, en el contexto del proyecto FONTAGRO se realizaron dos publicaciones científicas en evaluaciones fisiológicas el Journal Plant Science, en el cual se realizó un análisis la metodología y avance de evaluación de trigo en tolerancia a sequía y el status de papas, indicando avances y brechas (se adjunta publicación en ANEXO 2). Asimismo, se realizó una publicación respecto a evaluaciones fisiológicas en trigo por reflectancia espectral en la revista J Integr Plant Biol (se adjunta publicaciones en ANEXO 2)

- ✓ Philippe Monneveux, David A. Ramírez, María-Teresa Pino. 2013. Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.). Can we learn from drought tolerance research in cereals? *Plant Science*. 205–206: 76–86. (Publicada Feb 2013)
- ✓ Lobos GA, Matus I, Rodriguez A, Romero-Bravo S, Araus JL, del Pozo A (2013) Wheat genotypic variability in grain yield and carbon isotope discrimination under Mediterranean conditions assessed by spectral reflectance. *J Integr Plant Biol* XX(XX):XXX–XXX. doi: 10.1111/ jipb.12114 Received Apr. 30, 2013; Accepted Sept. 23, 2013 Available online on Oct. 09, 2013 at www.wileyonlinelibrary.com/journal/jipb.
- ✓ LUCIA NOHELY HUANUCO AZABACHE. 2013. Validación de un protocolo para la cuantificación de ácido absícico en papa (*Solanum tuberosum* L. spp) mediante la técnica elisa competitivo”. Tesis de Biología. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS. Lima. Perú. Abril 2013. 100 p (Advisor Raymundo Gutiérrez).

El **tercer nivel de evaluación** corresponde a las Evaluaciones de Tipo Genómica Funcional y bioquímica.

Respecto a los análisis de genómica funcional, se ha trabajado en genes reguladores, como factores de transcripción del tipo CBF/o DREB, heat shock proteínas (HSP80), gene precursor de prolina (DNHs), gen *aldehído abscísico oxidasa AAO, que regula la síntesis de ácido Absísico*. Se ha finalizado una tesis en papas cuyo objetivo fue realizar estudios de identificación, clonación y expresión semicuantitativa por RT-PCR del gen *St aldehído abscísico oxidasa*, involucrado en el paso final de la biosíntesis del ABA y del gen *Dhn10*, que codifica para la dehidrina DHN10. Tanto el ABA como las dehidrinas desempeñan papeles fundamentales en la protección de la planta frente al déficit hídrico. Luego de haber identificado dichos genes, fue posible analizar su expresión en hojas de plantas de *Solanum tuberosum* de las variedades cultivables contrastantes para sequía de Karú-INIA (tolerante a sequía) y Yagana-INIA (sensible a sequía), cuyo crecimiento se llevó a cabo en un invernadero del Centro Regional de Investigación (CRI) INIA- "La Platina", bajo condiciones de temperatura y humedad controladas. Mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) se evaluó el efecto de los tratamientos sobre dichas plantas, con cuatro repeticiones por tratamiento de riego (100, 50 y 25 %). La evaluación de los tres tratamientos se realizó en los días 0, 1, 7 y 14. Se reconocieron diferencias significativas en los niveles de expresión génica relativa de ambos genes únicamente en la variedad Karú. Estos resultados sugieren mayor índice de tolerancia en la variedad Karú frente a la variedad Yagana. Se adjunta además presentación en congreso y tesis publicadas en estos temas:

- ✓ Las variedades de papa Karú y Yagana muestran diferencias en su respuesta a sequía, en rendimiento, intercambio gaseoso y expresión de los genes AAO y DHN.
- ✓ ROSANA BELÉN VELASCO ENRÍQUEZ. 2012. **Estudio de la expresión de los genes *st abscisic aldehyde oxidase* y *dhn10* en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), sometidas a estrés hídrico**". Tesis de Ingeniería en Biotecnología. Universidad- Escuela Politécnica del Ejército Quito. Ecuador. Diciembre-2012. 109p. (Advisor María-Teresa Pino Ing.Ag. PhD).
- ✓ Karen Lisette Flores Belmar. **Expresión de genes del tipo dehidrinas y aldehído abscísico oxidasa, en diferentes genotipos de papas (Desiree, Patagonia, R89063-59 y RR877009-28) sometidos a estrés hídrico a través de RT-PCR y qRT-PCR, para identificar diferencias en su expresión"** Tesis de Ingeniería en Biotecnología. Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Advisor María-Teresa Pino Ing.Ag. PhD).
- ✓

Por otra parte, con fondos del proyecto se caracterizaron genéticamente las 384 líneas de trigo utilizando una **metodología de secuenciación de última generación conocida como GBS (sigla en inglés para Genotyping-by-Sequencing)**, trabajo que se realizó en colaboración con Kansas State University (EEUU) y el Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes (IBIS), Université Laval (Quebec, Canada). El trabajo se realizó en colaboración con Kansas State University (EEUU) y el Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes (IBIS), Université Laval (Quebec, Canada). Esta técnica permite la selección de genotipos sobresalientes en caracteres que se busca mejorar, como tolerancia a sequía o rendimiento de grano,

mediante la integración de información fenotípica y genotípica en modelos de predicción. Se identificaron 102.324 marcadores moleculares tipo SNP (single nucleotide polymorphism) y se ajustó el modelo de predicción (GBLUP) para rendimiento de grano (RG); este análisis permitió identificar los mejores genotipos (predicción de progenitores con alto RG) mediante el cálculo de sus 'valores de cría', índice que integra la información fenotípica (RG) y genotípica (SNP), en cada ambiente y entre los distintos ambientes. También se realizó análisis de 'mapeo asociativo', procedimiento que permite identificar regiones genómicas o genes de interés para la tolerancia a sequía.

En papa, al igual que en trigo, se está utilizando la metodología de secuenciación de última generación (GBS, sigla en inglés para Genotyping-by-Sequencing), trabajo que se realiza en el Institute for Genomic Diversity, Cornell University (EEUU). Los análisis finales están en curso ya que recientemente se una una segunda copias de los genotipos de para de DNA para análisis de GBS. En papas, con la identificación de SNPs se podrán realizar predicciones fenotípicas de un carácter con baja heredabilidad (rendimiento) y un carácter con alta heredabilidad (peso de tubérculo), en dos condiciones ambientales contrastantes de riego y seco.

Entre las publicaciones que resumen y sistematizan estos temas están:

- ✓ Bettina Lado, Ivan Matus, Alejandra Rodríguez, Luis Inostroza, Jesse Poland, François Belzile, Alejandro del Pozo, Martín Quincke and Jarislav von Zitzewitz, 2013. **Increased Genomic Prediction Accuracy in Wheat Breeding Through Spatial Adjustment of Field Trial Data.** GENETICS (2013/153551 enviada en Mayo 2013).
- ✓ Lado, B., Matus, I., Rodríguez, A., Inostroza, L., Del Pozo, A. Castro, M., Quincke, M. y Von Zitzewitz, J. 2013. **Valores de cría y predicciones genómicas para rendimiento en 384 genotipos de trigo de Chile y Uruguay** 64° Congreso Agronómico, SACH – SOCHIFIT. Pag. 275.
- ✓ Castillo, I. Matus, L.Inostroza, A. del Pozo, A. Rodriguez, B. Lado, M.Quincke, M. Castro, J. Von Zitzewitz. 2014. **Selección Genómica y Mejoramiento De Trigo.** 2014. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Diciembre 2013).

Además de la selección por índices de tolerancia a estrés, evaluaciones fisiológicas y bioquímicas y análisis genómico también se ha implementado **el Protocolo de caracterización in Vitro de genotipos de papas respecto a tolerancia a estrés hídrico**, en base a PEG (Polyethylene Glycol 4000) ver reporte en **ANEXOS** del Informe de Avance de Enero 2012. Recientemente fue aprobada una publicación ISI en este tema.

- ✓ María-Teresa Pino, Andrea Ávila, Andrea Molina, Zoran Jeknic, and Tony H.H. Chen. 2013. Enhanced in vitro drought tolerance of *Solanum tuberosum* and *Solanum commersonii* plants overexpressing a ScCBF1 gene. Cien. Inv. Agr. 40(1):171-184 (Publicada Abril 2013)

Finalmente, se está elaborando un **Manual de protocolos de evaluación de respuesta a estrés abiótico en papas**, actualmente está en revisión y edición. El

cual ha sido en parte costeado por el proyecto (estará disponible el 30 de Mayo 2014)

Componente 5: Acuerdos de cooperación y entendimiento, para traspaso y evaluación de materiales mejorados suscritos, y divulgación de resultados.

Se han realizado 123 solicitudes al CIP de germoplasma desde el año 1979 por el país de Chile, de los cuales 114 fueron de papa, 100 de los cuales fueron realizados por el INIA-Chile y el resto por instituciones privadas y por universidades. Desde el 2010 (de inicio del proyecto) solo se han procesado 6 solicitudes, habiendo sido 4 de ellas solicitadas por el INIA-Chile y atendidas las mismas, mientras que las otras dos fueron hechas por entidades privadas (GENFOR S.A, Semillas KWS Chile), pero dichos pedidos fueron cancelados y no se procedió al envío. Todas estas últimas solicitudes provenían del Centro Regional de Investigación Remehue (INIA).

En total fueron enviadas en este periodo, 44 genotipos en forma de plántulas in-vitro y 67 en forma de ADN.

2 genotipos (393079.24, 703502) - 02/01/2010

41 genotipos (398098.65, 398190.112, 398190.200, 398190.404, 398190.523, 398190.571, 398190.605, 398190.615, 398190.735, 398192.213, 398192.553, 398192.592, 398193.158, 398208.29, 398208.505, 398208.58, 398208.704, 398017.53, 398098.119, 398098.205, 398098.231, 398098.98, 398098.99, 398160.105, 398180.144, 398180.289, 398180.292, 398180.612, 398190.312, 398190.530, 398190.89, 398192.41, 398193.511, 398193.553, 398193.650, 398193.84, 398203.244, 398203.509, 398208.219, 398208.62, 800951) - 10/29/2010

1 genotipo (703920) - 02/03/2011

En términos de divulgación este proyecto ha permitido presentar sus resultados en por lo menos 20 congresos nacionales e internacionales, cinco publicaciones científicas de alto impacto, por lo menos 10 días de campo, tres talleres regionales entre los países miembros del consorcio, y países como España, Estados Unidos y otros países Latino Americanos en temas como estrategias de genética asociativa, evaluación de la tolerancia a factores abióticos, metodología de secuenciación de última generación y la formación de por lo menos 10 tesis en esta temática. Los cuales se detallan a continuación en las siguientes tablas

Presentaciones en congresos, seminarios o similares.

A continuación se listan las presentaciones realizadas en diferentes congresos hasta Diciembre 2013:

Divulgación de resultados realizados por país y tipo de compromiso (a Diciembre 2013)			
Tipo de Actividad de Difusión	INIA-Chile	INIA-Uruguay	CIP-Perú
Seminarios, congresos o exposiciones nacionales e internacionales	<p>2011- Enero, Santiago Chile: Seminario de Lanzamiento proyecto Cambio Climático.</p> <p>2011-Junio, Santiago-Chile: Capacitación en Técnicas fisiológicas para medir stress abiótico.</p> <p>2011-Nov, Chillán-Chile Seminario Internacional "Avances en investigación para enfrentar el impacto de la reducción en la disponibilidad de agua en la agricultura"</p> <p>2012-Sept, Barcelona-España: Del Pozo, A., et al. 2012. Field phenotyping to improve drought tolerance of spring wheat. The Chinese-EU Workshop on Phenotypic Profiling and Technological Transfer on Crop Breeding. Abstract p. 22.</p> <p>2012-Nov, Temuco-Chile: María-Teresa Pino, et al. 2012. Crecimiento vegetativo y comportamiento fisiológico de 30 genotipos de papas (<i>Solanum tuberosum</i>) bajo déficit hídrico. 63° Congreso Agronómico.</p> <p>2012- Nov, Temuco-Chile: María-Teresa Pino, et al. 2012. Rendimientos e índices de selección de tolerancia a estrés en 30 genotipos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) sometidos a sequía en la zona central y sur de Chile. 63° Congreso Agronómico.</p> <p>2012, Nov: Temuco-Chile: Alejandro del Pozo,</p>	<p>2012-Mayo, La Brujas Uruguay: Genotipado por secuenciación (BGS): primeras experiencias con trigos INIA. En Seminarios de la Unidad de Biotecnología.</p> <p>2012-Oct. Rosario-Argentina: Lado, B. et al "Genotipado por secuenciación del genoma de 384 genotipos de <i>T. aestivum</i> para selección genómica". Resumen-ALAG2012.</p> <p>2012- Dic. Montevideo – Uruguay: Bettina Lado. "Identificación de SNPs mediante genotipado por secuenciación para el mejoramiento genético de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)." Maestría en Biotecnología. Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.</p> <p>2013, Mayo: INIA La Estanzuela, Uruguay: Inostroza, L. y Castro, M. Resultados de evaluaciones fisiológicas y agronómicas en trigo en respuesta a sequía, INIA Chile & Uruguay". Workshop internacional proyecto Cambio Climático.</p> <p>2013, Mayo: INIA La Estanzuela, Uruguay: Lado. B. et</p>	<p>2011-Abril. Lima-Perú: Curso "Evaluación de la tolerancia en factores abióticos"</p> <p>2012-Mayo. Cuzco-Perú: Curso Teórico-Práctico: "Evaluación de la tolerancia a factores abióticos" Cuzco (Perú) y Symposium: "Tolerancia a factores abióticos en plantas"</p> <p>2012-Sept. Uberlandia-Brasil: Cabello, et al 2012. Evaluación para tolerancia a sequía de poblaciones avanzadas de papa del Programa de Mejoramiento del CIP, en XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa ALAP.</p> <p>2013-Mayo, Lima-Perú: Curso Internacional teórico- práctico Avances en el mejoramiento genético de plantas frente al cambio climático. Universidad Nacional Agraria de la Molina, CIP</p> <p>2013- Sept. Viña del Mar-Chile Castillo B., Pino M.T., Gutiérrez R., Pocco M., Bonierbale M. Determinación de ideotipos de planta con tolerancia a la sequía basado en el estudio de diez clones de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) bajo condiciones de zona árida. 64° Congreso Agronómico, SACH – SOCHIFIT. Pag.139.</p> <p>2013- Sept, Crown Perth, Australia. Awais Khan, Raymundo Gutierrez, Julia Auber,</p>

	<p>et al. 2012, Caracterización de genotipos de trigo harineros de primavera para tolerancia a estrés hídrico. 63 Congreso Agronómico, Abstract p.69.</p> <p>2013- Sept, Viña del Mar-Chile. Pino M.T., Velasco R., Estay D., Villagra P., Julio Kalazich. 2013. Los cultivares de papa Karú y Yagana muestran diferencias en su respuesta a sequía, en rendimiento, intercambio gaseoso y expresión de los genes ABA aldehyde oxidasa y Dehidrina DNH10. 64° Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.137.</p> <p>2013- Sept, Viña del Mar-Chile. Peña, A., Inostroza, L., Matus, I., Gutiérrez, R., Pedreros, A., Zapata, N. Validación del modelo Aquacrop en cinco genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) cultivados en condiciones de disponibilidad de agua contrastante. 64° Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.43.</p> <p>2013- Sept, Viña del Mar-Chile. Pino MT., Salazar C., Villagra P., Romero P., Sandaña P., Kalazich J. Efecto del Estrés Hídrico Controlado en el Intercambio Gaseoso, Fluorescencia de Clorofila Biomasa y Rendimiento para Seis Genotipos de Papas. 64° Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.138.</p>	<p>al. Identificación de SNPs mediante genotipado por secuenciación para el mejoramiento genético de trigo”. Workshop internacional proyecto Cambio Climático.</p> <p>2013-Sept, Yokohama-Japan. Lado B., Silva P., Matus I., Inostroza L., del Pozo A., Castro M., German S., Quincke M., von Zitzewitz, J. Discovering novels QTL in Uruguayan Wheat Germplasm using Genome Wide Association Analysis (poster)</p> <p>2013-Sept. Montevideo Uruguay. B.Lado, M.Quincke, I.Matus, M.Castro, J. von Zitzewitz. Genotipado por secuenciación en trigo (<i>triticum aestivum</i>). 8 Jornadas de la Sociedad de Bioquímica y Biología Molecular 2013 (SBBM, SUB) p.64</p> <p>2013- Sept, Viña del Mar-Chile. Lado, B., Matus, I., Rodríguez, A., Inostroza, L., Del Pozo, A. Castro, M., Quincke, M. y Von Zitzewitz, J. Valores de cría y predicciones genómicas para rendimiento en 384 genotipos de trigo de Chile y Uruguay 64° Congreso Agronómico, SACH – SOCHIFIT. p275</p>	<p>Folkard Asch, Rolando Cabello, David Saravia, Merideth Bonierbale Critical importance of Multi-Environment Trials (METs) for assessing the performance of potatoes under drought. In Inter-Drought IV Conference. 2-6 September 2013 – Crown Perth, Western Australia 2013- Sept.</p>
--	---	---	--

En Lima Perú se realizó entre el 2 y 3 de Mayo del 2013 un **Curso Teórico - Práctico sobre: Avances en el Mejoramiento Genético de Plantas frente al Cambio Climático**. El objetivo fue brindar conocimientos de los avances en el mejoramiento genético como respuesta a los diferentes factores abióticos que se presentan por efecto del Cambio Climático, así como de los mecanismos fisiológicos relacionados con la tolerancia al estrés abiótico, capacitando en técnicas de evaluación y en el manejo de equipos para la fisiología del estrés. Los participantes fueron investigadores de universidades, empresas de producción, centros de investigación en cultivos, profesionales o estudiantes de ciencias agrarias o biológicas, siendo 70 las personas capacitadas. El curso tuvo en la mañana las charlas teóricas y por la tarde la práctica (solo 20 personas) para la medición de diferentes parámetros fisiológicos. Las charlas teóricas estuvieron a cargo de un especialista del Centro Internacional de la Papa (Philippe Monneveux), un especialista de la UNALM (Luz Gómez), uno de Nebraska State University -NSU (Stephen Baezinger) y uno de Brigham Young University - BYU (Peter Maugham). Las charlas prácticas fueron realizadas por dos especialistas del CIP (Hildo Loayza y Raymundo Gutiérrez).





Fotos del desarrollo del curso con las ponencias teóricas y prácticas y en la foto inferior los ponentes, algunos participantes y organizadores del curso.

En Yokohama Japón se realizó 12th International Wheat Genetics Symposium durante el mes de septiembre, en el cual el proyecto presentó un poster en el uso de GBS en trigo, implementado como metodología adoptada y ajustada por INIA Chile e INIA Uruguay y en colaboración con las Universidades de en el marco del proyecto FONTAGRO (ver Anexo 4)



12th International Wheat Genetics Symposium. 2013

Discovering novels QTL in Uruguayan Wheat Germplasm using Genome Wide Association Analysis

Lado, B.^{1*}, Silva, P.^{2*}, Matus, I.³, Inostroza, L.³, del Pozo, A.⁴, Castro M.², German, S.², Quincke, M.², von Zitzewitz, J.⁵

En Montevideo Uruguay se realizaron Las 8vas Jornadas de la Sociedad de Bioquímica y Biología Molecular 2013, en el cual los integrantes del proyecto realizaron una presentación oral en Genotipado por secuenciación en trigo (*Triticum aestivum*) en función de los resultados del proyecto FONTAGRO (ver ANEXO 4)



Genotipado por secuenciación en trigo (*Triticum aestivum*)

8^{ta} Jornadas de la Sociedad de
Bioquímica y Biología Molecular 2013
(8BBM, SUB)

B. Lado¹, M. Quincke², I. Matus³, M. Castro², J. von Zitzewitz⁴

1Departamento de Bioquímica, Facultad de Ciencias (UDELAR); 2Programa Nacional de Investigación Cultivos de Secano, Instituto Nacional de investigación Agropecuaria, Est. Exp. La Estanzuela, Colonia 70000, Uruguay; 3Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile; 4SECOBRA Saatzucht GmbH, Feldkirchen 3, 85368 Moosburg, Germany.

En Crown Perth, Western Australia se realizó la Conferencia INTERDROUGHT-IV entre el 2 y 4 Septiembre 2013, en el cual el CIP y en el marco de los resultados del proyecto presentó un poster en evaluaciones y respuesta a sequía en papas:

INTERDROUGHT-IV

2-6 September 2013 – Crown Perth, Western Australia



Critical importance of Multi-Environment Trials (METs) for assessing the performance of potatoes under drought

Awais Khan¹, Raymundo Gutierrez¹, Julia Auber², Folkard Asch², Rolando Cabello¹, David Saravia¹, Merideth Bonierbale¹

1International Potato Center, P.O. Box 1558, Lima 12, Peru. 2University of Hohenheim, Department for Plant Production and Agroecology, Stuttgart, Germany

En Viña del Mar Chile, se realizaron 4 presentaciones orales y un poster en el 64^o Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT, con los resultados del proyecto las cuales involucraron resultados de Chile, Perú y Uruguay (ver ANEXOS):

- **Pino M.T., Velasco R., Estay D., Villagra P., Julio Kalazich.** 2013. Los cultivares de papa Karú y Yagana muestran diferencias en su respuesta a sequía, en rendimiento, intercambio gaseoso y expresión de los genes ABA aldehído oxidasa y Dehidrina DNH10. 64° Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.137.
- **Peña, A., Inostroza, L., Matus, I., Gutierrez, R., Pedreros, A., Zapata, N.** 2013. Validación del modelo Aquacrop en cinco genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados en condiciones de disponibilidad de agua contrastante. 64° Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.43.
- **Pino MT., Salazar C., Villagra P., Romero P., Sandaña P., Kalazich J. 2013.** Efecto del Estrés Hídrico Controlado en el Intercambio Gaseoso, Fluorescencia de Clorofila Biomasa y Rendimiento para Seis Genotipos de Papas. 64° Congreso Agronómico SACH – SOCHIFIT. Pag.138.
- **Lado, B., Matus, I., Rodríguez, A., Inostroza, L., Del Pozo, A. Castro, M., Quincke, M. y Von Zitzewitz, J.** 2013. Valores de cría y predicciones genómicas para rendimiento en 384 genotipos de trigo de Chile y Uruguay 64° Congreso Agronómico, SACH – SOCHIFIT. Pag. 275.
- **Castillo B.1, Pino M.T.2, Gutiérrez R.3, Pocco M. 1, Bonierbale M.** 2013. Determinación de ideotipos de planta con tolerancia a la sequía basado en el estudio de diez clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de zona árida. 64° Congreso Agronómico, SACH – SOCHIFIT. Pag.139.

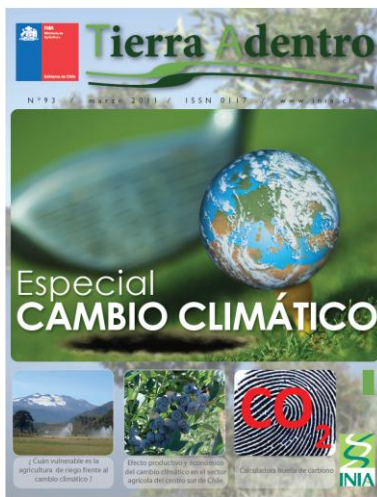
Publicaciones ISI. A continuación se listan las publicaciones científicas tipo ISI publicadas y enviadas hasta Junio 2013 (se adjuntas todas las publicaciones en ANEXOS 2):

Divulgación de resultados realizados por país y tipo de compromiso (a Diciembre 2013))			
Tipo de Actividad de Difusión	INIA Chile	INIA Uruguay	CIP-Perú
Publicaciones ISI	<p>María-Teresa Pino, Andrea Ávila, Andrea Molina, Zoran Jeknic, and Tony H.H. Chen. 2013. Enhanced in vitro drought tolerance of <i>Solanum tuberosum</i> and <i>Solanum commersonii</i> plants overexpressing a ScCBF1 gene. <i>Cien. Inv. Agr.</i> 40(1):171-184 (Publicada Abril 2013)</p> <p>Lobos GA, Matus I, Rodriguez A, Romero-Bravo S, Araus JL, del Pozo A (2013) Wheat genotypic variability in grain yield and carbon isotope discrimination under Mediterranean conditions assessed by spectral reflectance. <i>J Integr Plant Biol</i> XX(XX):XXX-XXX. doi: 10.1111/jipb.12114 Received Apr. 30, 2013; Accepted Sept. 23, 2013 Available online on Oct. 09, 2013 at www.wileyonlinelibrary.com/journal/jipb</p>	<p>Bettina Lado, Ivan Matus, Alejandra Rodríguez, Luis Inostroza, Jesse Poland, François Belzile, Alejandro del Pozo, Martín Quincke and Jarislav von Zitzewitz, 2013. Increased Genomic Prediction Accuracy in Wheat Breeding Through Spatial Adjustment of Field Trial Data. <i>GENETICS</i> (doi: 10.1534/g3.113.007807 Manuscript received August 26, 2013; accepted for publication September 18, 2013; published Early Online September 30, 2013.)</p>	<p>Philippe Monneveux, David A. Ramírez, María-Teresa Pino. 2013. Drought tolerance in potato (<i>S. tuberosum</i> L.). Can we learn from drought tolerance research in cereals? <i>Plant Science</i>. 205-206: 76-86. (Publicada Feb 2013)</p> <p>Rolando Cabello, Philippe Monneveux, Felipe De Mendiburu, Merideth Bonierbale. 2013. Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.). <i>Euphytica</i> DOI 10.1007/s10681-013-0887-1 (Publicada Feb 2013)</p>

Publicaciones Divulgativas:

Divulgación de resultados realizados por país y tipo de compromiso (a Diciembre 2013))			
Tipo de Actividad de Difusión	INIA Chile	INIA Uruguay	CIP-Perú
Publicaciones Divulgativas	<p>Inostroza L., Acuña H., Matus I. y del Pozo A. 2010. Avances en el mejoramiento genético de especies cultivadas INIA Quilamapu. Desarrollo de variedades tolerantes a sequía. Informativo Agropecuario Bioleche-INIA Quilamapu. Año23 N°2:23-25.</p> <p>Pino, M.T, Inostroza, L. y Kalazich, J. 2011. El Mejoramiento genético y la biotecnología como herramientas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. Revista Tierra Adentro. Marzo93:50-53.</p> <p>Pino M.T., Kalazich J., Matus I., Inostroza L., Sandaña P., Gutierrez R., Lado B., Castro M. 2013. INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de la Papa unen esfuerzos para desarrollar variedades de papa y trigo tolerantes al Cambio Climático. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Octubre 2013, aceptado en Diciembre 2013)</p> <p>L.Inostroza, M.T.Pino, I.Matus, A.Rodriguez, M.Castro, B.Lado, J.Kalazich, P.Sandaña, R.Gutierrez. 2013. Caracterización fenotípica de alta precisión: el nuevo desafío del mejoramiento genético de la tolerancia a sequía en especies cultivadas como el Trigo. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 07 de Noviembre 2013, aceptado en Diciembre 2013)</p>	<p>Castro M., Pirelli,, J., Quincke, M., Calistro, R., Vera, M.; Berger, A.; Vázquez, D.; Lado, B.; Landechea, L.; Von Zitzewitz, J. 2012. Tolerancia a déficit hídrico durante el período de llenado de grano en trigo, Día de campo 2012, INIA La Estanzuela, Colonia, UY. Manejo de Cultivos invernales. Serie Actividades de Difusión N°700, V1, p: 3. 24 de octubre 2012.</p> <p>Pino M.T., Kalazich J., Matus I., Inostroza L., Sandaña P., Gutierrez R., Lado B., Castro M. 2013. INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de la Papa unen esfuerzos para desarrollar variedades de papa y trigo tolerantes al Cambio Climático. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Octubre 2013, aceptado en Diciembre 2013)</p> <p>L.Inostroza, M.T.Pino,I.Matus, A.Rodriguez, M.Castro,B.Lado, J.Kalazich, P.Sandaña, R.Gutierrez. 2013. Caracterización fenotípica de alta precisión: el nuevo desafío del mejoramiento genético de la tolerancia a sequía en especies cultivadas como el Trigo. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 07 de Noviembre 2013,</p>	<p>Pino M.T., Kalazich J., Matus I., Inostroza L., Sandaña P., Gutierrez R., Lado B., Castro M. 2013. INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de la Papa unen esfuerzos para desarrollar variedades de papa y trigo tolerantes al Cambio Climático. Revista Tierra Adentro. Marzo93:50-53.</p> <p>L.Inostroza, M.T.Pino, I.Matus, A.Rodriguez, M.Castro, B.Lado, J.Kalazich, P.Sandaña, R.Gutierrez. 2013. Caracterización fenotípica de alta precisión: el nuevo desafío del mejoramiento genético de la tolerancia a sequía en especies cultivadas como el Trigo. Revista Tierra Adentro. Diciembre 2013</p>

	<p>D. Castillo, I. Matus, L.Inostroza, A. del Pozo, A. Rodriguez, B. Lado, M.Quincke, M. Castro, J. Von Zitzewitz. 2014. Selección Genómica Y Mejoramiento De Trigo. 2014. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Diciembre 2013).</p> <p>Poster. Salazar C., Romero P., Villagra P., Pino M.T. Phenotyping Protocols in Potato for Drought Tolerance Abril 2013</p>	<p>aceptado en Diciembre 2013)</p> <p>D. Castillo, I. Matus, L.Inostroza, A. del Pozo, A. Rodriguez, B. Lado, M.Quincke, M. Castro, J. Von Zitzewitz. 2014. Selección Genómica Y Mejoramiento De Trigo. 2014. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Diciembre 2013).</p>	
--	--	--	--



Durante el Segundo Semestre 2013 se enviaron las siguientes publicaciones a la revista Tierra Adentro y estarán disponibles en hard copy y online <http://www.inia.cl/prensa/revista-tierra-adentro/>, en TIERRA ADENTRO N° 106, que se publicará la segunda quincena de enero del 2014:

Publicaciones Divulgativas enviadas (ver ANEXOS 3):

INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de la Papa unen esfuerzos para desarrollar variedades de papa y trigo tolerantes al Cambio Climático. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Octubre 2013, aceptado en Diciembre 2013) María Teresa Pino¹, Julio Kalazich¹, Iván Matus¹, Luis Inostroza¹, Patricio Sandaña¹, Raymundo Gutierrez², Bettina Lado³, Marina Castro³. ¹ INIA-Chile, ²Centro internacional de la Papa, ³INIA-Uruguay.

Caracterización fenotípica de alta precisión: el nuevo desafío del mejoramiento genético de la tolerancia a sequía en especies cultivadas

como el Trigo. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 07 de Noviembre 2013, aceptado en Diciembre 2013): L.Inostroza¹, M.T.Pino¹, I.Matus¹, A.Rodríguez¹, M.Castro³, B.Lado³, J.Kalazich¹, P.Sandaña¹, R.Gutiérrez². ¹INIA-Chile, ²Centro internacional de la Papa, ³INIA-Uruguay.

Selección Genómica Y Mejoramiento De Trigo. 2014. Revista Tierra Adentro 106 XX/XX (Enviado el 04 de Diciembre 2013). Dalma Castillo¹, Ivan Matus¹, Luis Inostroza¹, Alejandro del Pozo², Alejandra Rodríguez¹, Bettina Lado³, Martin Quincke³, Marina Castro³, Jari Von Zitzewitz⁴. 1 INIA-Quilamapu-Chile, 2:Universidad de Talca, 3:INIA-La Estanzuela-Uruguay, 4: SECOBRA Saatzzucht, Alemania.

Además a estas publicaciones divulgativas se agregan 7 tesis terminadas y 3 tesis aun en curso, las cuales se detallan a continuación (ver anexos)

Publicaciones- tesis finalizadas:

SERGIO MILLAGUIR CONTRERAS. 2012. **Evaluación de la respuesta a bajas temperaturas y sequía de cultivares de papas no transformadas y transformadas con el gen scCBF1, clonado desde *Solanum commersonii*.** Tesis de Agronomía. Universidad Católica de Temuco. Marzo 2012. 36p (Advisor María-Teresa Pino Ing.Ag. PhD).

BETTINA LADO LINDNER. 2012. **Identificación de snps mediante genotipado por secuenciación para el mejoramiento genético de trigo (*Triticum aestivum L.*).** Magister en Biotecnología en la Universidad de la República Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay. Diciembre-2012. 78p. (Advisor PhD. Jarislav VON ZITZEWITZ).

ROSANA BELÉN VELASCO ENRÍQUEZ. 2012. **Estudio de la expresión de los genes *st abscisic aldehyde oxidase* y *dhn10* en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), sometidas a estrés hídrico".** Tesis de Ingeniería en Biotecnología. Universidad- Escuela Politécnica del Ejército Quito. Ecuador. Diciembre-2012. 109p. (Advisor María-Teresa Pino Ing.Ag. PhD).

MEDRANO RICALDI GINO MATEO. 2013. **Eficiencia de transpiración en 10 genotipos avanzados de papa (*Solanum tuberosum L.*) En condiciones de la estación experimental del CIP - SANTA ANA.** Tesis de Agronomía. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ. HUANCAYO - PERÚ. Enero 2013. 118p. (Advisor Raymundo Gutiérrez).

LUCIA NOHELY HUANUCO AZABACHE. 2013. **Validación de un protocolo para la cuantificación de ácido absísico en papa (*Solanum tuberosum L. spp*) mediante la técnica elisa competitivo".** Tesis de Biología. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS. Lima. Perú. Abril 2013. 100 p (Advisor Raymundo Gutiérrez).

BONNIE CASTILLO. 2013. **Determinación de ideotipos de planta con tolerancia a la sequía basado en el estudio de diez clones de papa (*Solanum***

tuberosum L.) bajo condiciones de zona árida. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Escuela Profesional y Académica de Agronomía, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Junio 2013. 207p (Advisor Raymundo Gutiérrez).

ALEJANDRO PEÑA CORNEJO. 2013. **Validación y calibración del modelo SIMILE para el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en la zona central de Chile.** Pregrado Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chile. Diciembre 2013 41p (Advisor PhD Iván Matus, Dr. Luis Inostroza).

Tesis en Curso:

Alejandro Montecinos. **Efecto de la sequía y altas temperaturas sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de cultivares chilenos de trigo: análisis de resultados empíricos y simulaciones en SIMILE** Programa de Magister en Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chile (Advisor PhD Iván Matus, Dr. Luis Inostroza).

Karen Lisette Flores Belmar. **Expresión de genes del tipo dehidrasas y aldehído abscísico oxidasa, en diferentes genotipos de papas (Desiree, Patagonia, R89063-59 y RR877009-28) sometidos a estrés hídrico a través de RT-PCR y qRT-PCR, para identificar diferencias en su expresión"** Ingeniería en Biotecnología. Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Advisor María-Teresa Pino Ing.Ag. PhD).

Jhon Pinto. **Mecanismos fisiológicos de tolerancia a sequía en diez genotipos promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones de zona árida.** Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Escuela Profesional y Académica de Agronomía, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. (Advisor Raymundo Gutiérrez).

Charlas y Días de Campo:

Divulgación de resultados realizados por país y tipo de compromiso (a Diciembre 2013)			
Tipo de Actividad de Difusión	INIA Chile	INIA Uruguay	CIP-Perú
Charlas y Días de Campos con Agricultores	<p>2011-Dic. Cauquenes-Chile: Día de campo y charlas trigo. 300 personas</p> <p>2011-Dic. Santiago-Chile: Día de campo y charlas papas-sequía. 82 personas.</p> <p>2011-Dic. Chillán-Chile: Día de campo y charlas trigo. 200 persona,</p> <p>2012-Oct. Cauquenes Chile: Día de campo y charlas trigo. 600 participantes.</p> <p>2013-Agost. Osorno-Chile: Seminario y Charla a Productores.</p> <p>2013-Oct. Chillán-Chile: Seminario y Charla a Productores.</p>	<p>2012-Abril. Young-Uruguay: "Aplicaciones biotecnológicas al mejoramiento genético de trigo: presente y futuro". En Ciclo de Jornadas Agro en Foco 2012 - Cultivos de Invierno". Audiencia: productores y técnicos agrícolas de Uruguay.</p> <p>2012-October. Colonia-Uruguay: Tolerancia a déficit hídrico durante el período de llenado de grano en trigo, Día de campo, INIA La Estanzuela, Colonia, UY. Manejo de Cultivos invernales.</p>	<p>2012-Febrero, Santa Rita de Siguan del INIA-Perú: Día de campo productores de Arequipa</p>



Día de Campo realizado en Cauquenes, Chile (35°58'0"S 72°21'0"O) el 11 de Octubre de 2012. Constó con una asistencia de 600 Personas.

En el mes de Agosto 2013 se realizó en **Osorno-Chile** un Seminario y Charla a Productores dando a conocer los resultados del proyecto tanto de Chile, Perú y Uruguay. Este Seminario también se repitió en el mes de Octubre en **Chillán-Chile**.

Investigadores de INIA trabajan para crear variedades de trigo y papa que se adapten al cambio climático

4 de September, 2013 - 1:35 pm

En total 380 genotipos de trigo y más de 200 genotipos de papa han sido evaluados para ver su tolerancia a la sequía y las altas temperaturas.

En un seminario sobre adaptación de los sistemas productivos de papa y trigo al cambio climático, realizado recientemente en el auditorium de INIA Remehue, en Osorno, expertos en mejoramiento genético del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), dieron a conocer los avances en el desarrollo de nuevas variedades de trigo y papa que se adapten mejor a los nuevos escenarios climáticos.

La Dra. María Teresa Pino, de INIA La Platina, resumió algunos de los logros obtenidos a nivel nacional, con la contribución de investigadores de Uruguay y del Centro Internacional de la Papa (CIP), con sede en Perú.

“Hay 380 genotipos de trigo evaluados en su respuesta a condiciones de sequía y altas temperaturas y más de 200 accesiones, líneas segregantes y variedades de papa evaluadas, entre las cuales 50 genotipos fueron identificados como tolerantes. Además, tenemos modelos validados, hemos implementado técnicas de biotecnología para mejoramiento genético y se ha consolidado una alianza internacional para trabajar en el desarrollo y evaluación de variedades que se adapten mejor a altas temperaturas y al déficit hídrico”, explicó.



Durante el seminario realizado en Osorno expusieron el Dr. Iván Matus, investigador de INIA Quilamapu, quien se refirió al tema “Trigo: diversidad genética y búsqueda de variedades tolerantes a sequía”; el Dr. Luis Inostroza, de INIA Quilamapu, quien expuso sobre “Técnicas de caracterización en trigo para tolerancia a sequía y altas temperaturas en Chile y Uruguay: variedades y líneas tolerantes a sequía”. También, el Dr. Julio Kalazich, jefe del Programa de Mejoramiento Genético de Papa del INIA e investigador de INIA Remehue, quien abordó el tema “Papas: diversidad genética y búsqueda de variedades tolerantes a sequía” y el Dr. Patricio Sandaña, investigador de INIA Remehue, quien expuso sobre las “Técnicas de caracterización en papas para tolerancia a sequía y altas temperaturas en Chile y Perú”.

Finalmente, Daniel Barrera, especialista en Cambio Climático de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), presentó el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Agricultura de Chile, iniciativa pionera, que consta de 21 medidas concretas que abarcan distintas zonas y rubros a nivel nacional.

<http://www.inia.cl/remehue/2013/09/04/investigadores-de-inia-trabajan-para-crear-variedades-de-trigo-y-papa-que-se-adaptan-al-cambio-climatico/>

Seminario 2013 de Resultados Proyectos FONTAGRO y Subsecretaría de Agricultura sobre Cambio Climático

16 de October, 2013 - 8:12 pm

Proyectos FONTAGRO y de Subsecretaría de Agricultura sobre Cambio Climático tuvieron Seminario 2013 de Presentación de Resultados

El miércoles 9 de octubre se efectuó en el Salón Auditorio del Centro Regional de Investigación Quilamapu, ubicado en Chillán, Región del Bío Bío, el Seminario de Resultados de los proyectos FONTAGRO ATN/OC – 11943 y de la Subsecretaría de Agricultura 501364 – 70 “Adaptación de los sistemas productivos de papa y trigo al cambio climático” y “Cambio Climático”, respectivamente.

El objetivo del mencionado Seminario fue dar a conocer los resultados de los proyectos de cambio climático en búsqueda de genotipos y genes tolerantes a sequía y altas temperaturas en papa y trigo.

Este seminario involucró las presentaciones técnicas de los siguientes investigadores de INIA que participan en los proyectos ya mencionados:

- Dra. M. Teresa Pino Q. Ing. Agr. Ph. D. INIA – La Platina.
- Dr. Iván Matus T. Ing. Agr. Ph.D. INIA – Quilamapu.
- Dr. Luis Inostroza F. Ing. Agr. Ph. D. INIA – Quilamapu.
- Sr. Jorge González U. Ing. Agr. Mg. INIA – Quilamapu.
- Dr. Julio Kalazich B. Ing. Agr. Ph,D. INIA – Remehue.
- Dr. Patricio Sandaña G. Ing. Agr. Ph. D. INIA – Remehue.

El seminario estuvo orientado a profesionales, técnicos y agricultores relacionados con los cultivos de papa y trigo del área de acción de INIA – Quilamapu y se contó con una asistencia total de 60 personas.

<http://www.inia.cl/platina/2013/10/16/seminario-2013-de-resultados-proyectos-fontagro-y-subsecretaria-de-agricultura-sobre-cambio-climatico/>



Auditoría Técnica a Proyecto FONTAGRO de INIA – La Platina por Secretario Ejecutivo de FONTAGRO



Secretario Ejecutivo de FONTAGRO Audita Técnicamente Proyecto de INIA – La Platina

El martes 10 de septiembre, el Secretario Ejecutivo de FONTAGRO Sr. Hugo Li Pun, efectuó una Auditoría Técnica al proyecto INIA – FONTAGRO de tres años de duración (2010 – 2013) que lidera la investigadora de INIA – La Platina Dra. María Teresa Pino Q. como representante de Chile en este Centro Regional de INIA y que se ejecuta también en Perú y Uruguay. Este proyecto FONTAGRO es el ATN/ OC – 11943 y se denomina “Adaptación de Sistemas Productivos de Papa y Trigo al Cambio Climático.”

Es importante destacar que en este proyecto existe un Consorcio en el cual participa el INIA como Ejecutor Líder por parte de Chile, el Centro Internacional de la Papa (CIP) por parte de Perú como Co – ejecutor N°1 e INIA – Uruguay como Co – ejecutor N° 2.

En La Platina, el Sr. Li Pun fue recibido por el Director Regional, Dr. Carlos A. Dulicic B. y por la investigadora que lidera el Proyecto ya mencionado, Dra. M. Teresa Pino Q.

Luego de ser recibido por el Director Regional de INIA – La Platina, con quien tuvo una larga conversación sobre el INIA, los rubros en que se trabaja en los diversos Centros Regionales del INIA a lo largo del país, el Sr. Li Pun visitó en los terrenos de La Platina los trabajos actualmente en ejecución y las mediciones que se efectuaban en ese momento, para después conocer las determinaciones que se realizan tanto a nivel de laboratorio como en invernadero. También efectuó una visita al Laboratorio de Postcosecha, donde su Encargado, Dr. Bruno Defilippi, le mostró las instalaciones de que ellos disponen y explicó los trabajos de investigación que el grupo de profesionales liderados por él han realizado, como también los que en la actualidad se encuentran en desarrollo.

En la reunión final, luego de las reuniones técnicas de trabajo, de su estadía y recorrido en INIA – La Platina, el Sr. Li Pun, expresó las siguientes consideraciones de importancia:

Se lleva una excelente impresión del trabajo realizado y liderado por la Dra. Pino y su equipo de trabajo tanto en campo como en laboratorio y en invernadero de este proyecto FONTAGRO ejecutado en INIA – La Platina

Los integrantes del proyecto en La Platina son gente bien involucrada en el área en que están trabajando, empleando en forma eficiente los equipos y también buenos métodos de laboratorio.

Chile como país en general participa en 20 de los 73 Consorcios que tiene FONTAGRO y que implican un monto aproximado de US 6,7 millones, liderando 7 de ellos, lo cual es muy importante.

Finalmente el Sr. Li Pun expresó que es importante tener a Chile como país que lidere Proyectos de FONTAGRO, dado su prestigio en el extranjero, donde es un ejemplo del manejo de su economía y de cómo se adelantó 20 años entre los países sudamericanos al establecer Tratados de Libre Comercio Internacionales. También el haber realizado grandes inversiones chilenas en el extranjero y de cómo no es casualidad que Chile se haya convertido en el primer país de América Latina en ser integrante de la OCDE.

<http://www.inia.cl/platina/2013/09/13/auditoria-tecnica-a-proyecto-fontagro-de-inia-la-platina-por-secretario-ejecutivo-de-fontagro/>

Visita de Alumnos de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) a INIA – La Platina

Alumnos de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) Visitaron INIA – La Platina

El jueves 16 de mayo un grupo de 40 alumnos de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), visitaron INIA – La Platina.

En La Platina, el grupo primeramente vio el video institucional, para luego dirigirse al Laboratorio de Mejoramiento Genético Molecular Hortícola. Allí, la Encargada del mismo e investigadora en Mejoramiento Genético en Horticultura, Dra. María Teresa Pino Q. y personal de su equipo de trabajo, les dieron a conocer los Proyectos de Investigación que actualmente tienen en desarrollo en hortalizas del género *Capsicum* (Pimiento y Aji), como también de proyectos FONTAGRO relacionados con Sistemas Productivos de Papa ante el Cambio Climático.



Talleres Regionales y reuniones de proyecto:

Divulgación de resultados realizados por país y tipo de compromiso (Update Mayo 30 2013)			
Tipo de Actividad de Difusión	INIA Chile	INIA Uruguay	CIP-Perú
Talleres Regionales y reuniones de proyectos	<p>2011, Enero: Santiago-Chile Taller de capacitación en estrategias de genética asociativa y su utilidad en programas de mejoramiento</p> <p>Reunión 2011 de Proyecto FONTAGRO Chile Perú y Uruguay</p>	<p>2013, Mayo: Colonia-Uruguay. Taller de análisis de resultados fenotípeo, fisiología y genómica en trigo y papas.</p> <p>Reunión 2013 de Proyecto FONTAGRO Chile Perú y Uruguay</p>	<p>2012, Mayo: Cuzco-Perú: Taller regional Evaluación de la tolerancia a factores abióticos.</p> <p>Reunión 2012 Proyecto FONTAGRO Chile Perú y Uruguay</p>

Entre el 28 al 29 de Mayo del 2013 en INIA Estanzuela de Uruguay, en el marco del proyecto FONTAGRO ATN/OC-11943 se realizó un Workshop con el objeto de compartir conocimientos respecto a los mecanismos fisiológicos relacionados con la tolerancia al estrés abiótico en trigo y papa, analizando en metodologías de evaluación, y resultados del proyecto (programa en ANEXOS). Entre los temas tratados están:

- ✓ El cambio Climático y su efecto en la Agricultura
- ✓ Evaluaciones fisiológicas y respuesta a sequía y temperaturas extremas en papas
- ✓ Evaluaciones fisiológicas y respuesta a sequía y altas temperaturas en trigo
- ✓ Herramientas genómicas para la selección de genotipos tolerantes a sequía.
- ✓ TALLER DE EVALUACION Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO



Workshop proyecto FONTAGRO ATN/OC-11943 28 al 29 de Mayo del 2013 en INIA Estanzuela de Uruguay

Página WEB

La página web está operativa, consta de las secciones Inicio, Quienes somos, Proyecto, Difusión y Noticias, Avances y Publicaciones, Contactos y Destacados. La cual permite dar a conocer el proyecto, sus objetivos, dar a conocer avances y resultados, actividades de difusión, así como dar a conocer que es el FONTAGRO y el Cambio climático. A pesar de su reciente puesta en marcha se registran 3909 visitas y su link es http://platina.inia.cl/ftg_cluype/

CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto FONTAGRO ATN/OC-11943-RG (Fondo SECCI) permitió evaluar 380 genotipos de trigo y sobre 200 genotipos de papa en los diferentes países con el apoyo de un grupo interdisciplinarios de profesionales en las áreas de mejoramiento genético, fisiología vegetal, biología molecular y manejo agronómico. Los materiales de trigo evaluados en el contexto del consorcio provienen de los programas nacionales de mejoramiento genético de INIA-Chile (55 genotipos), del CIMMYT (143 genotipos) e INIA-Uruguay (186 genotipos). Mientras que para papa, se han evaluado sobre 200 genotipos entre Chile y el CIP, incluyendo germoplasma nativo, líneas segregantes, líneas avanzadas y cultivares, los cuales han sido caracterizados por su respuesta a sequía y altas temperaturas. El protocolo de evaluación considera evaluaciones en campo bajo riego y sequía, evaluaciones fisiológicas detalladas para genotipos contrastantes (sensibles y tolerantes) y evaluaciones moleculares que incluyen expresión génica y genotipado.

El proyecto FONTAGRO ATN/OC-11943 permitió validar e implementar una plataforma de caracterización fenotípica bajo condiciones de campo. La que actualmente se encuentra disponible para los Programas de Mejoramiento Genético

de trigo de los países del Cono Sur de América. La plataforma considera protocolos para la evaluación de caracteres fisiológicos de forma rápida y económica. Además integra elementos computacionales que facilitan la digitalización instantánea de la información colectada. La plataforma fenotípica permite identificar variabilidad genética en caracteres agronómicos y fisiológicos relacionados con la tolerancia a sequía del cultivo de trigo y papa, lo que facilita la selección y mejora genética del carácter. Con la información fisiológica obtenida, en términos de su control sobre el comportamiento agronómico del cultivo bajo condiciones de sequía, se avanzará en la automatización de los procesos de fenotipo. Por otro lado, hoy se avanza, para integrar a la plataforma fenotípica, en el desarrollo de técnica de caracterización fenotípica de raíces, las que cumplen un rol fundamental en los mecanismos de tolerancia a sequía de todas las especies cultivadas.

Con el proyecto FONTAGRO ATN/OC-11943-RG se caracterizaron genéticamente las 384 líneas de trigo utilizando una metodología de secuenciación de última generación conocida como GBS (sigla en inglés para Genotyping-by-Sequencing), trabajo que se realizó en colaboración con Kansas State University (EEUU) y el Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes (IBIS), Université Laval (Quebec, Canada). El trabajo se realizó en colaboración con Kansas State University (EEUU) y el Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes (IBIS), Université Laval (Quebec, Canada). Esta técnica permite la selección de genotipos sobresalientes en caracteres que se busca mejorar, como tolerancia a sequía o rendimiento de grano, mediante la integración de información fenotípica y genotípica en modelos de predicción. Se identificaron 102.324 marcadores moleculares tipo SNP (single nucleotide polymorphism) y se ajustó el modelo de predicción (GBLUP) para rendimiento de grano (RG); este análisis permitió identificar los mejores genotipos (predicción de progenitores con alto RG) mediante el cálculo de sus 'valores de cría', índice que integra la información fenotípica (RG) y genotípica (SNP), en cada ambiente y entre los distintos ambientes. También se realizó análisis de 'mapeo asociativo', procedimiento que permite identificar regiones genómicas o genes de interés para la tolerancia a sequía. En papas y gracias a fondos del proyecto se está utilizando la misma metodología de secuenciación de última generación (GBS, sigla en inglés para Genotyping-by-Sequencing), trabajo que se realiza en el Institute for Genomic Diversity, Cornell University (EEUU).

Por otra parte, en el proyecto FONTAGRO se ha estado calibrado y validando el modelo de simulación AQUACROP (creado por la FAO) en cinco genotipos de trigo y cuatro cultivares de papa de Chile y Perú en condiciones de riego y secano. Esta herramienta permitirá no solo predecir los cambios en rendimientos de este cultivo en respuesta al futuro cambio climático, sino que también ayudara a diseñar y evaluar estrategias de manejo (ej: épocas de plantación y necesidades de riego) que permitan mantener o incrementar los rendimientos en futuros escenarios climáticos.

El consorcio INIA-Chile, INIA-Uruguay y el CIP ha permitido identificar líneas parentales tolerantes a sequía que ya están siendo incorporados a los programas de mejoramiento genético de cada país. Asimismo, los cultivares actualmente comercializados han sido evaluado en función de su respuesta a sequía y altas temperaturas, lo cual ha permitido identificar algunos materiales genéticos que tienen mejor comportamiento frente a eventos de sequía, en Chile destacan líneas de papas avanzadas como R89063-59 y R90160-5, y cultivares como Karú-INIA.

Asimismo, este proyecto ha permitido presentar sus resultados en por lo menos 20 congresos nacionales e internacionales, cinco publicaciones científicas de alto impacto, 6 publicaciones divulgativas, por lo menos 10 días de campo, tres talleres regionales entre los países miembros del consorcio, y países como España, Estados Unidos y otros países Latino Americanos en temas como estrategias de genética asociativa, evaluación de la tolerancia a factores abióticos, metodología de secuenciación de última generación y la formación de por lo menos 10 tesis en esta temática. Además, este proyecto cuenta con una página web que entrega información sobre sus objetivos, avances y resultados y actividades de difusión. Su link es http://platina.inia.cl/ftg_cluype/

LISTA DE INVESTIGADORES Y TÉCNICOS ENVUELTOS EN EL PROYECTO

INIA Chile

María Teresa Pino, Ing. Agr. PhD. Coordinadora de proyecto e investigadora en Fisiogenética en estrés abiótico

mtpino@inia.cl

Gabriel Selles, Ing.Agr.Dr. Fisiología del agua

gselles@inia.cl

Julio Kalazich, Ing. Agr. Ph.D. Mejoramiento de papas

jkalazich@inia.cl

Iván Matus, Ing. Agr. Msc,PhD. Mejoramiento de trigo

imatus@inia.cl

Michael Balboa, Bioq. Genómica Funcional

mbalboa@inia.cl

Andrea Molina, Asistente Investigación Ensayos in Vitro

mbalboa@inia.cl

Luis Inostroza, Ing. Agr. Dr Cs. Ecofisiología vegetal

linostroza@inia.cl

Alejandra Rodríguez, Ing.Agr, Fenotipo de trigo

alejandra.rodriquez@inia.cl

Sergio González, Ing.Agr.Msc. (Premio Nobel) Análisis cambio climático

sgonzale@inia.cl

Rosana Velazco, Tesista de pre-grado Ingeniería en Biotecnología

rosana.velascoe@gmail.com

Pilar Cárdenas, Tesista de pre-grado Bioquímica

INIA Uruguay

Jarislav von Zitzewitz, Líder de Uruguay y responsable de la caracterización molecular y análisis genéticos

jzitzewitz@inia.org.uy

Marina Castro, Responsable de la caracterización fenotípica

mcastro@inia.org.uy

Daniel Vazquez, colaborador en la evaluación fenotípica

dvazquez@inia.org.uy

Martin Quincke, Responsable de la selección del material de trigo

mquincke@inia.org.uy

Federico Condon, colaborador para los análisis genéticos
fcondon@inia.org.uy

Bettina Lado Lidner - Asistente caracterización fenotípica, molecular, y análisis genético
blado@inia.org.uy

Centro internacional de la Papa (CIP)

Stef de Hann, científico asociado Líder de proyecto
s.dehaan@cgiar.org

Merideth Bonierbale, Jefe de División de Mejoramiento de Germoplasma
m.bonierbale@cgiar.org

Rolando Cabello Mancisidor, Asistente de investigación
r.cabello@cgiar.org

Raymundo Gutiérrez, Investigador intermedio
rgutierrez@cgiar.org

David Saravia Navarro, Tesista de pre-grado
d.saravia@cgiar.org

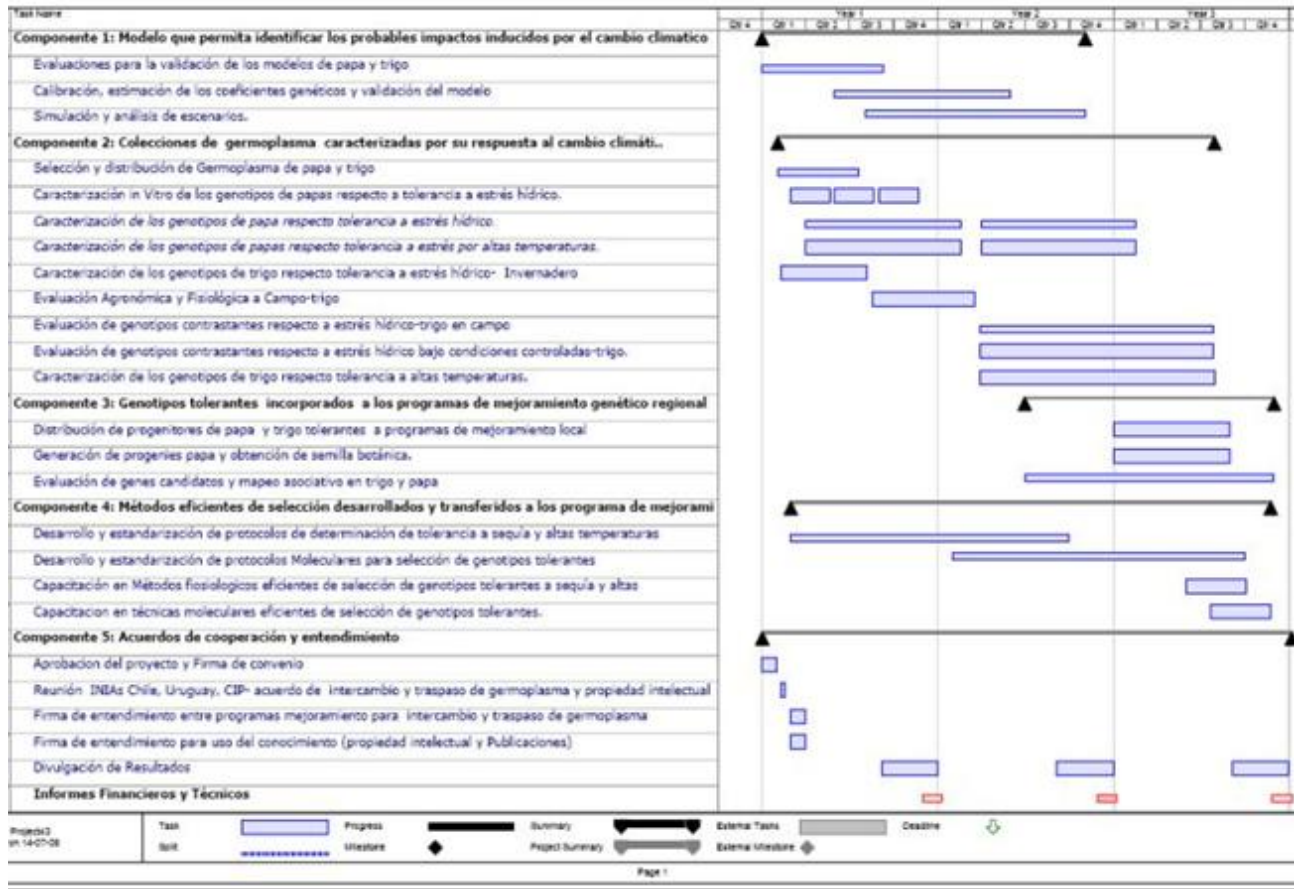
Lisell Zavala, Tesista de pre-grado
l.zavala@cgiar.org

Gino Medrano, Tesista de pre-grado
g.medrano@cgiar.org

LISTADO DE ANEXOS

- ANEXO 1,** Cronograma de trabajo del proyecto.
- ANEXO 2,** Publicaciones Científicas
- ANEXO 3,** Publicaciones Divulgativas
- ANEXO 4,** Resúmenes enviados a Congresos 2013
- ANEXO 5,** Tesis Terminadas.
- ANEXO 6,** Seminarios Finales
- ANEXO 7,** Otros

ANEXO 1



ANEXO 2

Publicaciones Científicas

ANEXO 3
Publicaciones Divulgativas

ANEXO 4
Resúmenes enviados a Congresos 2013

ANEXO 5
Tesis Terminadas.

ANEXO 6

SEMINARIOS FINALES