



## SITUACIÓN DEL TRIGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)

Iván Matus Tejos

Chillán, 26, abril, 2019



**CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS**

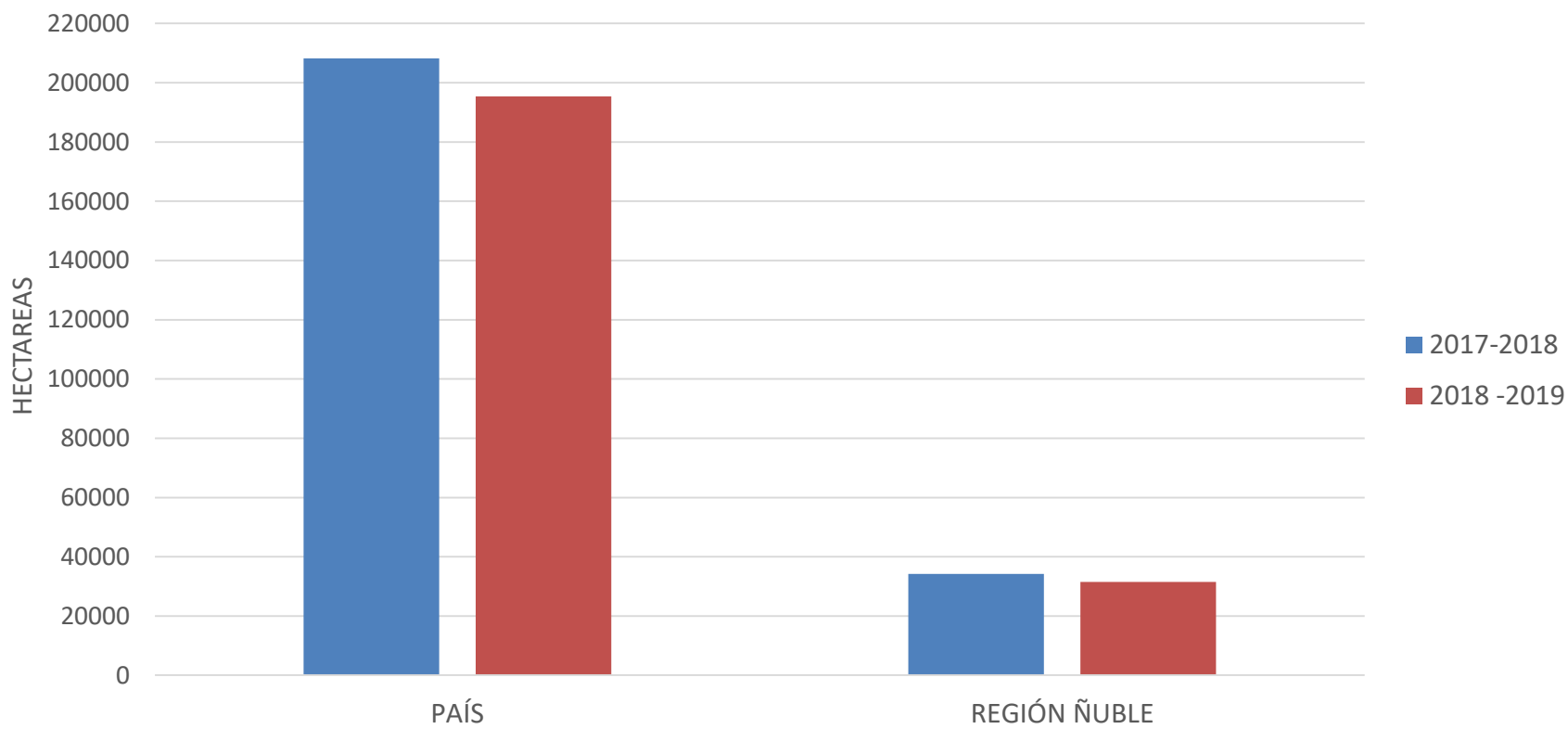


# INTRODUCCION

- En Chile el trigo es el principal cultivo en términos de superficie total sembrada, distribución geográfica, número de explotaciones agrícolas asociadas y en su uso como alimento
- Asociadas a este cultivo hay 45.358 explotaciones agrícolas
- El 32% con menos 50 ha, 9% entre 50-100 ha y el 59% mayor a 100 ha.

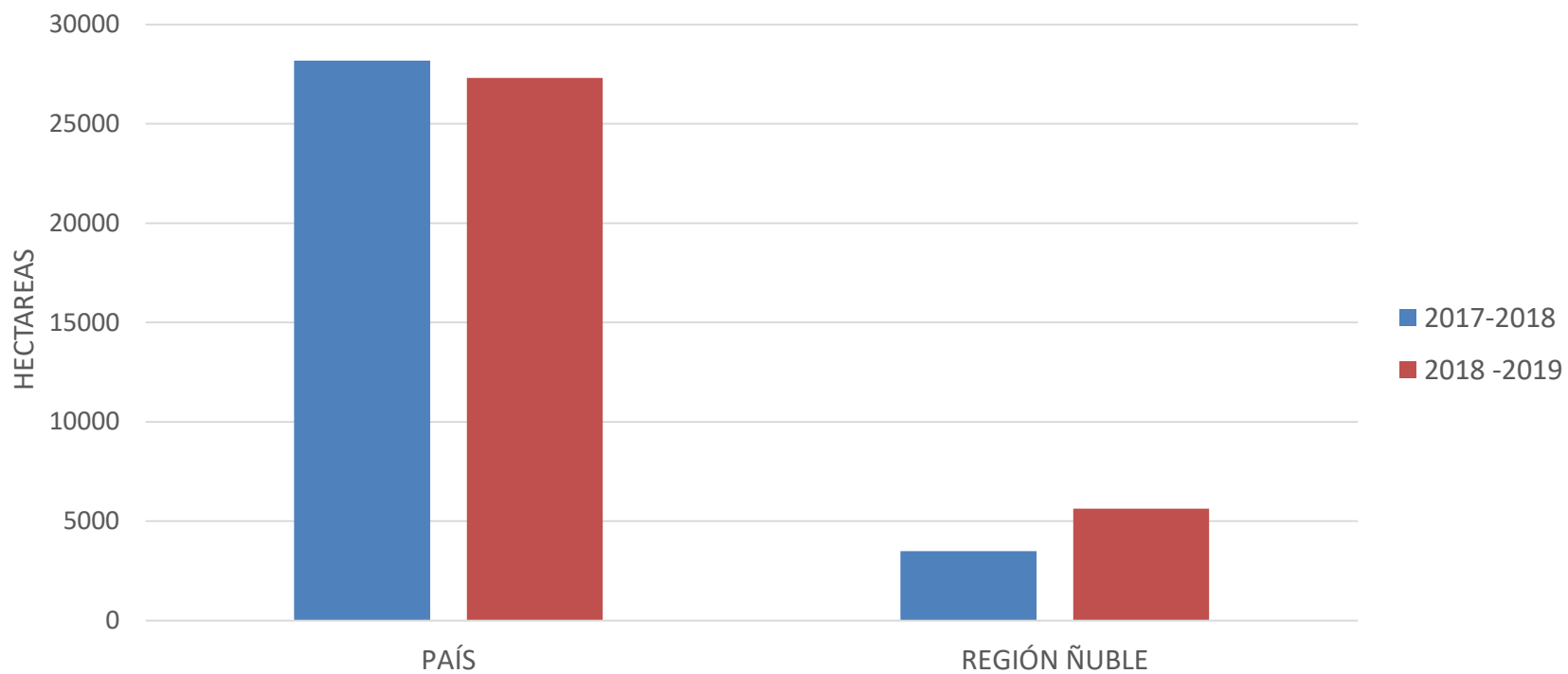


## HECTAREAS SEMBRADAS DE TRIGO HARINERO TOTAL PAÍS Y REGIÓN DE ÑUBLE





## HECTAREAS SEMBRADAS DE TRIGO CANDEAL TOTAL PAIS Y REGIÓN DE ÑUBLE





## INTRODUCCION

- En la región de Ñuble en la temporada 2017-2018 se produjo un total de 201.706 ton, lo que representa el 15,7% de la producción nacional que es equivalente a 1.281.339 ton de trigo harinero.
- En trigo candeal se produjo 26.961 tons (2017/18) , lo que representa el 14,4% de la producción nacional que es equivalente a 187.664 tons.



# INTRODUCCION

- Mucha de la superficie sembrada en el pasado con este cereal esté hoy día ocupada con plantaciones frutales y otros.
- No obstante, el trigo está inserto en un sistema productivo en el que participan rubros tradicionales como, remolacha, maíz, papas, porotos, achicoria, avena, raps, etc.
- Por lo tanto es un cultivo estratégico.

# Principal área de cultivo de Trigo

Clima mediterráneo semiárido, con 350 mm de precipitación anual

Clima templado húmedo, con más de 2000 mm de precipitación anual

El 75% de las siembras se establecen en condiciones de secano.

Producen el 50% del grano cosechado en el país.

40% siembras sufren déficit hídrico

Región de Los Lagos  
(40° 35' S; 73° 10' O)

Región del Maule  
(34° 58' S; 71° 13' O)





# Cambio Climático

- Las consecuencias del cambio climático se discute en muchos ámbitos, político, social y científico.
- Existe un consenso de que el Cambio Climático está ocurriendo.
- Con diferentes efectos dependiendo de la región y con mayor o menor efecto dependiendo del cultivo





- En los próximos 40 años, la demanda global de producción de cereales aumentará en un 60%.
- Producto del aumento de la población desde 6.600 millones a 8.700-11.300 millones en 2050.
- Producir alimentos para esta población es un desafío para la agricultura.
- El cambio climático es un desafío adicional.



## Cambios que ocurrirán o que ya están ocurriendo

- Aumento de la temperatura
- Sequías mas frecuentes y severas
- Mas frecuencia de eventos de intensa precipitación
- Cambios en las poblaciones de plagas y patógenos
- Cambios en la poblaciones de malezas
- Degradación de suelos



## Los desafíos ....Mejoramiento Genético

- Uso eficiente del agua
- Tolerancia estrés hídrico
- Alto potencial de rendimiento
- Resistencia a enfermedades y plagas
- Manejo agronómico (malezas, siembra, maquinarias, etc.)
- Requerimientos de los consumidores
- Calidad de producto
- Extensión y Transferencia tecnológica
- Asociatividad y participación de los productores



## PROGRAMAS DE MG DE CULTIVOS HAN INCORPORADO PROTOCOLOS DE FENOTIPEO, GENOTIPEO Y METODOLOGÍAS PARA I&D EN ESTRÉS HÍDRICO Y TÉRMICO

1. Evaluación de líneas genéticas avanzadas con distintos niveles hídricos (trigo y otros cultivos).
2. Desarrollo de protocolos para fenotipo, metodologías para estudios fisiológicos como índices de tolerancia a sequía, genes de respuesta a estrés hídrico y altas temperaturas en genotipos de contrastantes, niveles de Dehidrinas en trigo bajo estrés por déficit hídrico.
3. Desarrollo de primeras etapas de selección genómica para selección a estrés hídrico en trigo primaveral.



# Estreses abióticos

- **Mayor temperatura**
- **Más sequía**
- Se debe por lo tanto poner mucho énfasis en el desarrollo de cultivos tolerantes a estos dos factores.
- Ambas son características complejas y difícil de evaluar.
- Hay involucrado un gran número de genes
- La biotecnología y los recursos genéticos serán fundamentales para avanzar.

# Mejorando la tolerancia sequía Utilizando los recursos genéticos disponible

- **AABBDD Sintético**



*T. durum*  
AABB



*T. tauschii*  
DD



*Hexaploide Sintetico*  
AABBDD





# Estrategia de Mejoramiento *Infraestructura para asegurar buena eficiencia en uso del agua*



**Ensayos**  
**Sequía Simulada por Goteo**  
**17 ha**

**CIMMYT - México**



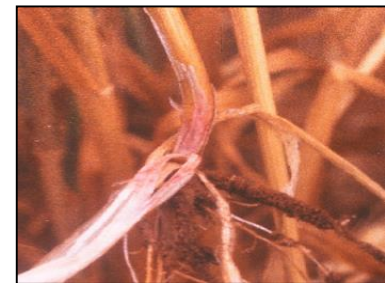
# Tolerancia a Sequía

## *Varios Componentes*

- Eficiencia en el uso del Agua
- **Vigor de Partida y Establecimiento Rápido del cultivo**
- **Salud de las raíces**

Tolerancia a pudriciones

Tolerancia a Aluminio/Acidez







# Tolerancia a estrés hídrico

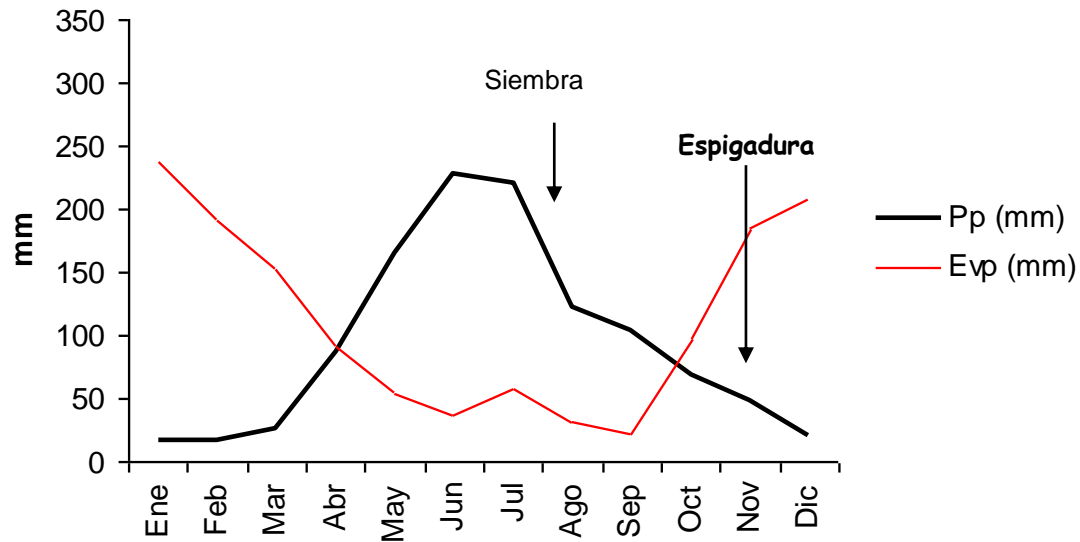
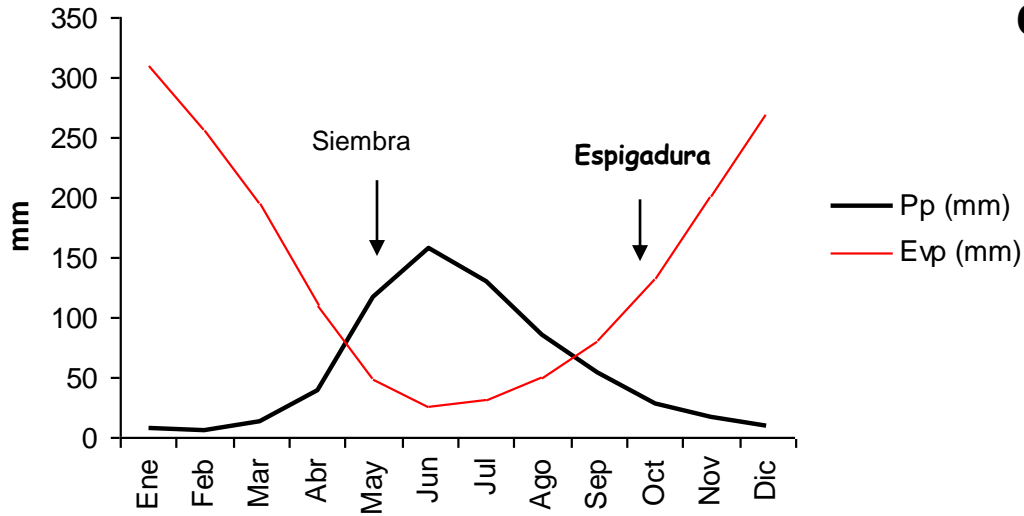
- Se ha desarrollado un trabajo con 382 genotipos de trigo de primavera provenientes de, CIMMYT, Uruguay y Chile. (FONTAGRO)
- En Chile, se evaluó las temporadas 2011-2012 y 2012-2013, bajo condiciones de estrés hídrico , y estrés moderado y riego
- Evaluaciones agronómicas y fisiológicas
- Paralelamente, los genotipos se sometieron a un análisis con 8746 SNPs.
- Selección



## Ambiente utilizados

Cauquenes (35° 58'S; 72° 17'O) el suelo es de origen granítico (Alfisol) y presenta baja fertilidad; las precipitaciones no superan los 500 mm/año.

Chillán (36°31' S; 71°54' O) el suelo es de origen volcánico (Andisol) y presenta una adecuada fertilidad para el cultivo del trigo. Las precipitaciones pueden superar los 1000 mm/año.





# Evaluaciones

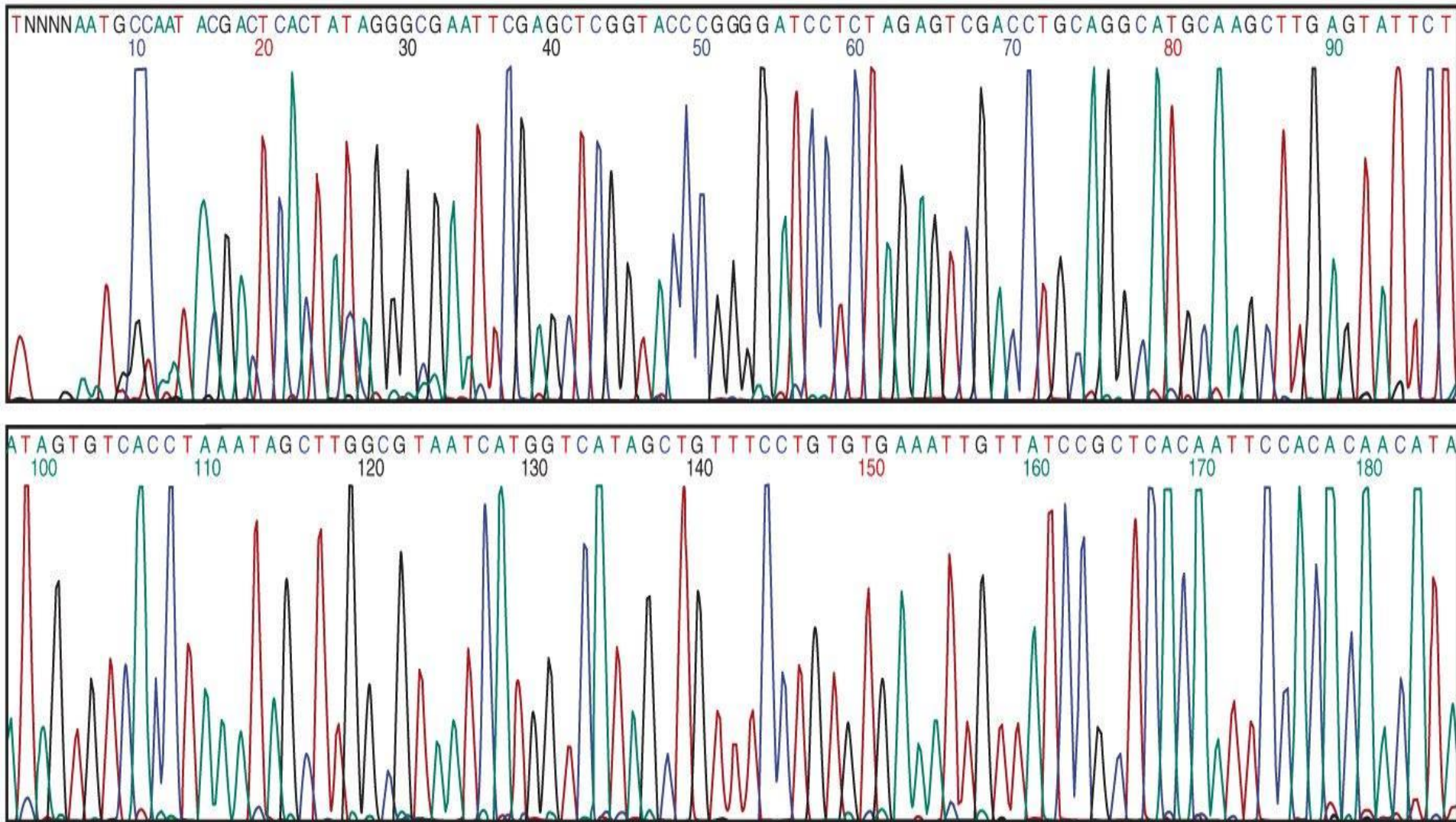
## Agronómicas

Número de plantas establecidas  
Fecha de espigadura  
Altura de planta  
Número de espigas/m<sup>2</sup>.  
Número de granos por espiga  
Peso de los 1000 granos  
Rendimiento de granos

## Fisiológicas

Contenido de carbohidratos  
Contenido de clorofila  
Contenido relativo de agua  
Área foliar específica  
Temperatura de dosel  
Reflectancia espectral  
Radiación interceptada  
Discriminación isotópica del <sup>13</sup>C

# Moleculares

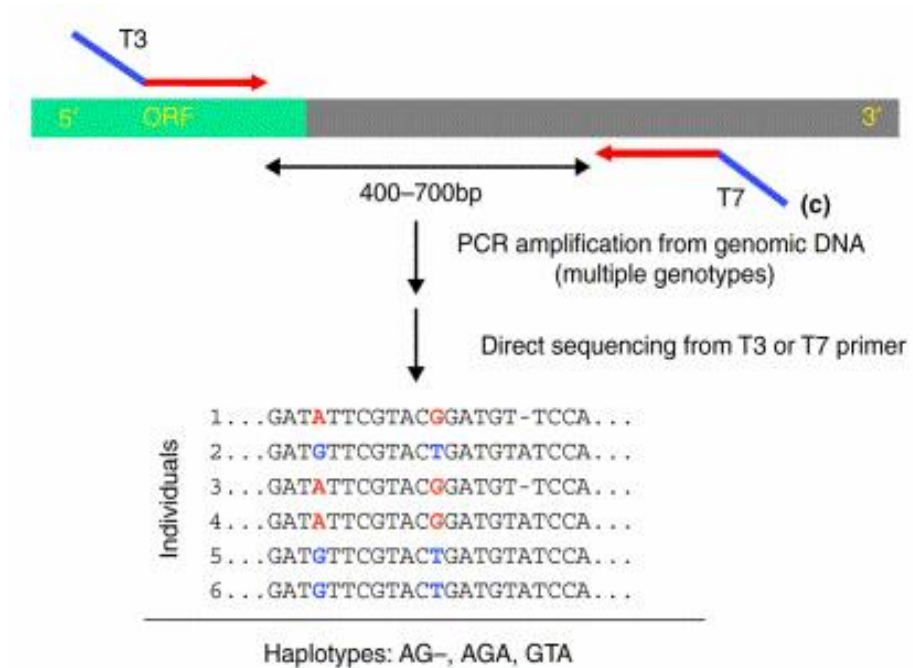


Secuencia de 384 genotipos

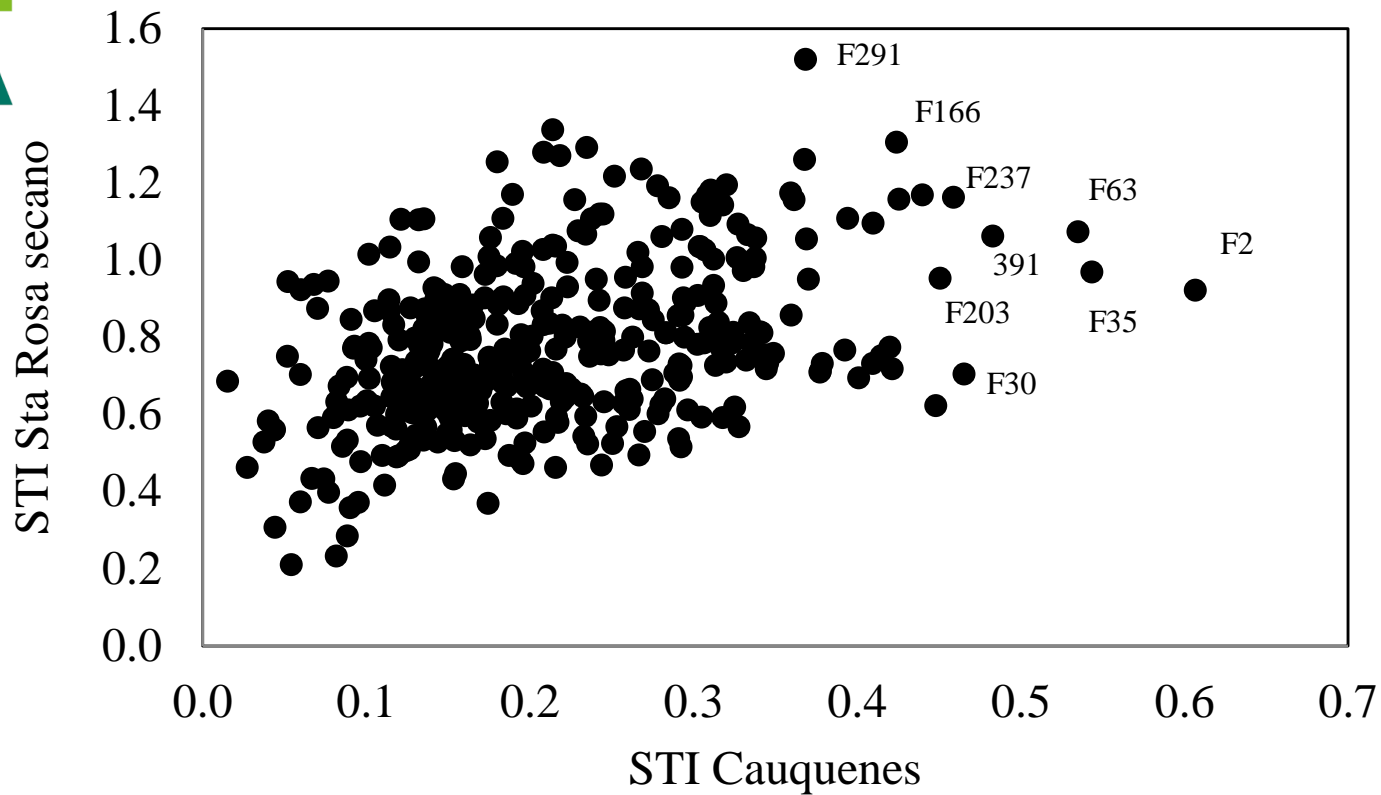


# Single nucleotide polymorphisms (SNPs)

20.000 SNP



9.000 SNP



Índice de tolerancia a sequía (STI) en Cauquenes vs el STI en Santa Rosa secano. Se destacan los genotipos con mas alto valor de STI en ambos ambientes

$$STI = \left( \frac{Y_D}{\bar{Y}_D} \right) \left( \frac{Y_I}{\bar{Y}_I} \right) \left( \frac{\bar{Y}_D}{\bar{Y}_I} \right) = \left( \frac{Y_D Y_I}{\bar{Y}_I^2} \right)$$



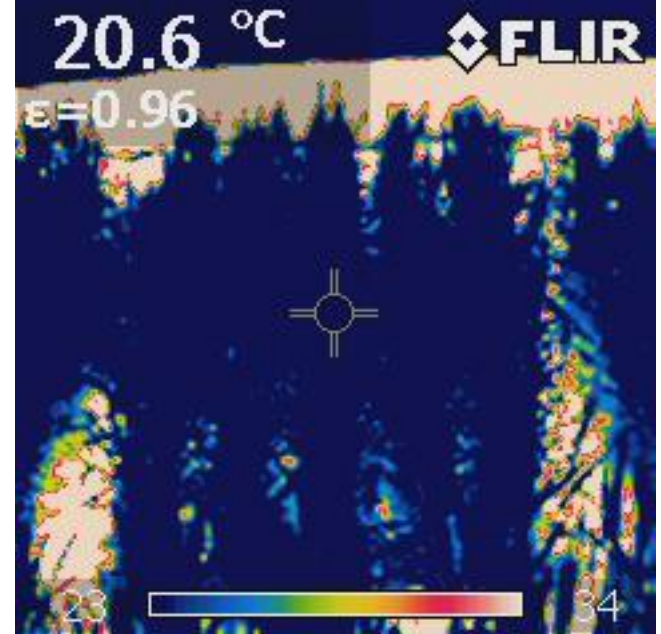
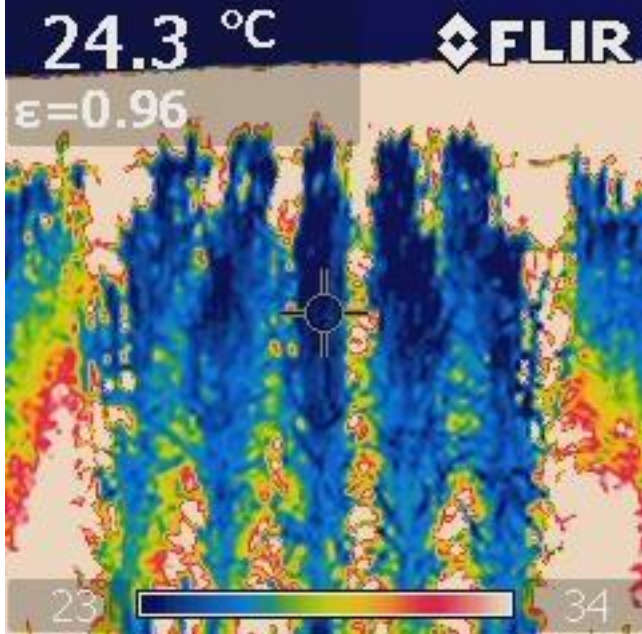
Riego

Secano

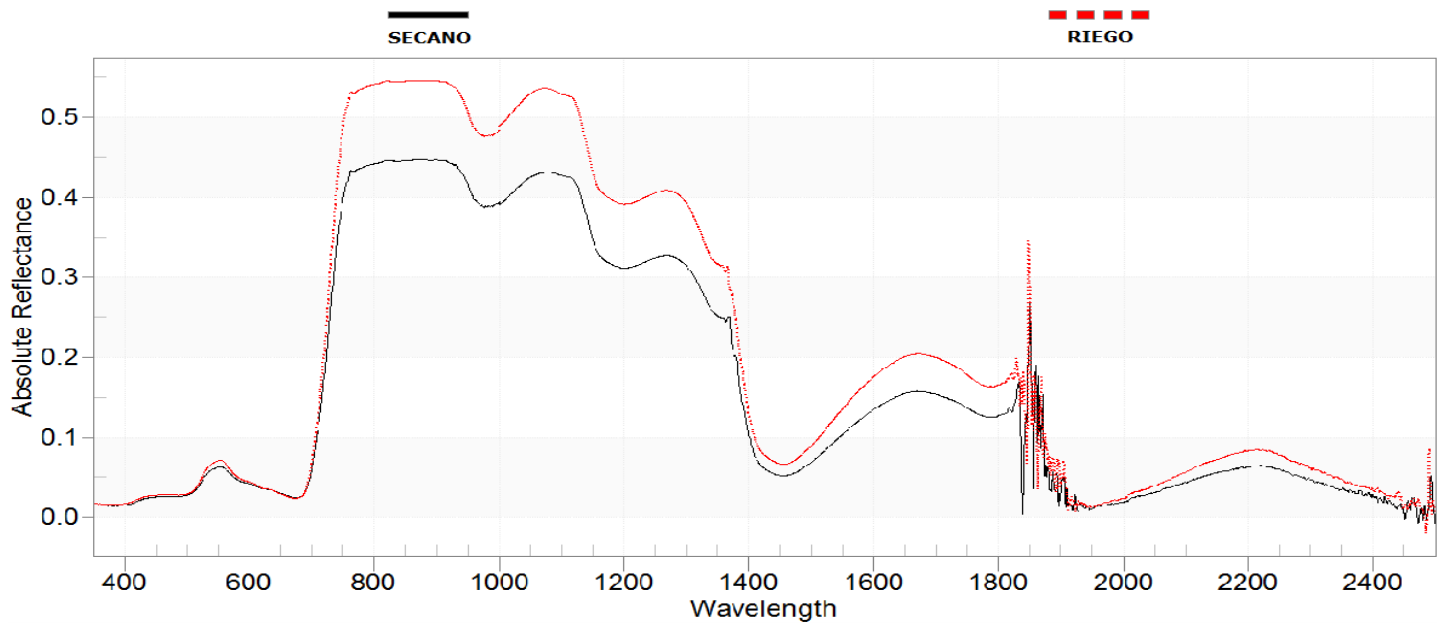


Ensayos Chillan el 10 de noviembre del 2012.





### PARCELA 3 SECANO Y RIEGO





LOCALIDAD CAUQUENES



LOCALIDAD CHILLAN SECANO

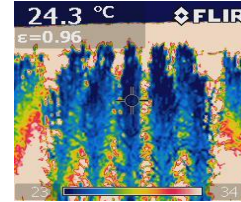


LOCALIDAD CHILLAN RIEGO

# Selección genómica para tolerancia a estrés hídrico, primeras etapas

384 genotipos trigo primaveral

- Con riego y sin riego

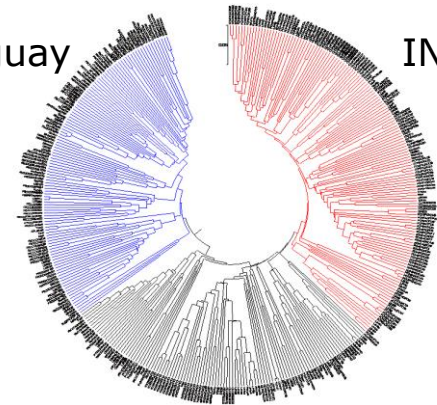


Genotipo y Fenotipo

- 28000 SNPs
- Caracteres agronómicos y fisiológicos

INIA-Uruguay

INIA-Chile



CIMMYT

Análisis asociativo

- SNPs-caracteres

Selección 13 genotipos

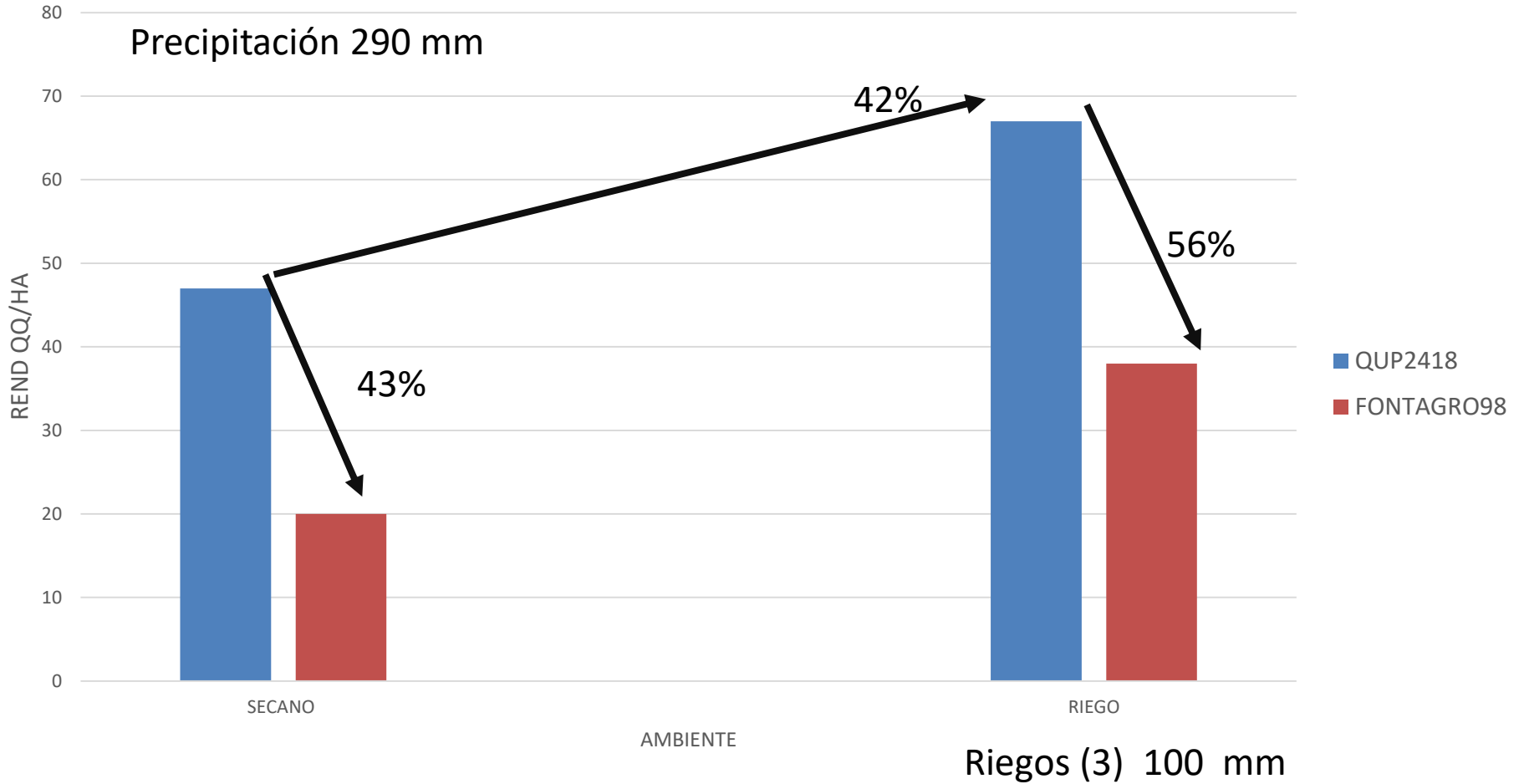


# Tolerancia a déficit hídrico, trigo primaveral

Nº	CLASIFICACIÓN	REND.GRANO Sin Riego (Ton Ha <sup>-1</sup> )	REND. GRANO Con riego (Ton Ha <sup>-1</sup> )
9	TOLERANTE	4.1	9.1
4	SUSCEPTIBLE	1.4	8.2
2	GENOTIPOS CONTROL	2.8	9.8



RENDIMIENTO (QQ/HA) GENOTIPO TOLERANTE (QUP2418) Y NO TOLERANTE (FONTAGRO98) A ESTRES HIDRICO. TEMPORADA 2016/2017



QUP 2418: **ALTAR84/AE.SQUA (221)//SIREM/3/SRMA/TUI**

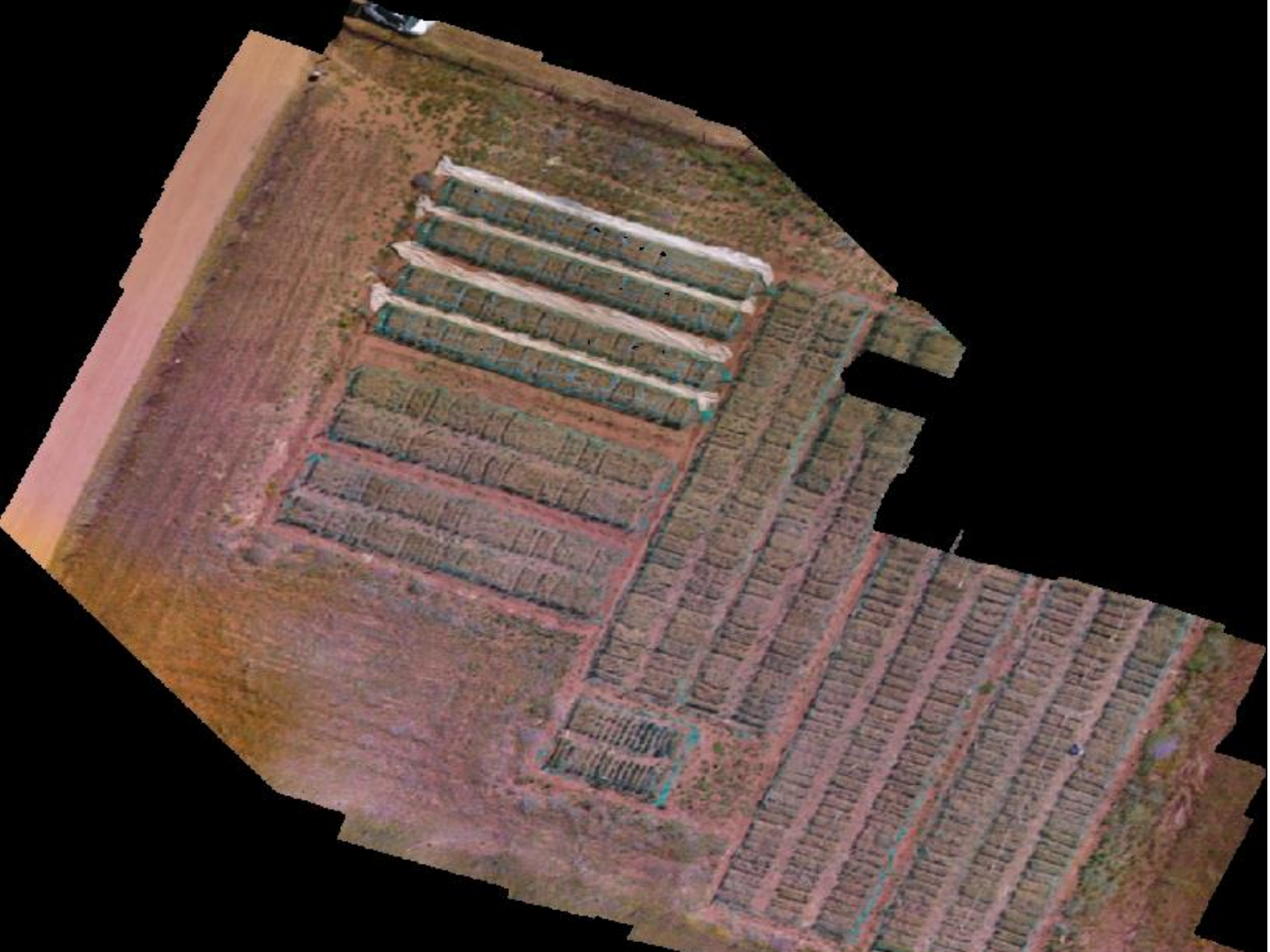












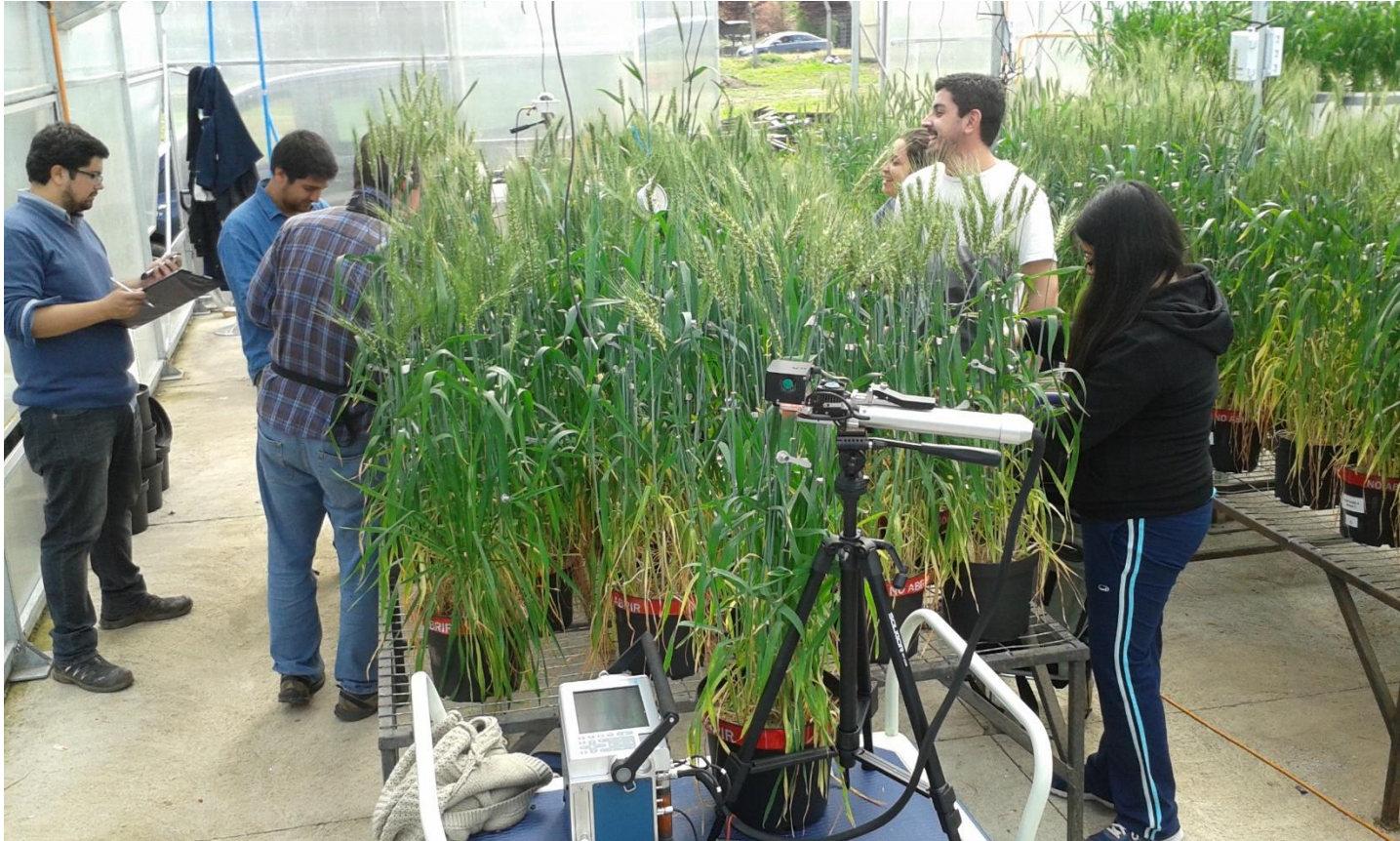


# RAICES



Instituto de  
Investigaciones  
Agropecuarias

Ministerio de Agricultura



- Programa de Mejoramiento Genético de Trigo-INIA
- Programa de Agricultura de Precisión-INIA
- Facultad de Agronomía Universidad de Talca
  
- INIA – Uruguay
- CIMMYT - México
  
- Proyecto FONTAGRO:
  - 2010 – 2012. Aumento de la competitividad de los sistemas productivos de papa y trigo en Sudamérica ante el cambio climático
  
- Proyectos FONDECYT:
  - 2006 – 2008. Detección de caracteres fenotípicos (morfo-fisiológica y agronómicos) relacionados con la tolerancia al estrés hídrico en líneas recombinantes con substitución de cromosomas (RCSLs) de cebada y estudios de asociación con marcadores moleculares.
  - 2011 – 2013. Enhancing drought tolerance in spring wheat using physiological traits and molecular markers.
  - 2015-2017. Physiological and molecular mechanism underlying yield potential and acclimation to water stress in wheat: development of new tools for selection criteria.



**A2C2**  
Adaptación de la Agricultura  
al Cambio Climático  
Universidad de Talca



Plant  
Breeding  
and  
Phenomic  
Center

<http://www.fenomica.otalca.cl/>



Nº 1150353



Postdoc Nº 3160687





