

LA NUTRICIÓN INTEGRADA AL MANEJO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN



Ings. Agrs. (MSc.) Gustavo N. Ferraris
Manejo de Cultivos
INTA EEA Pergamino

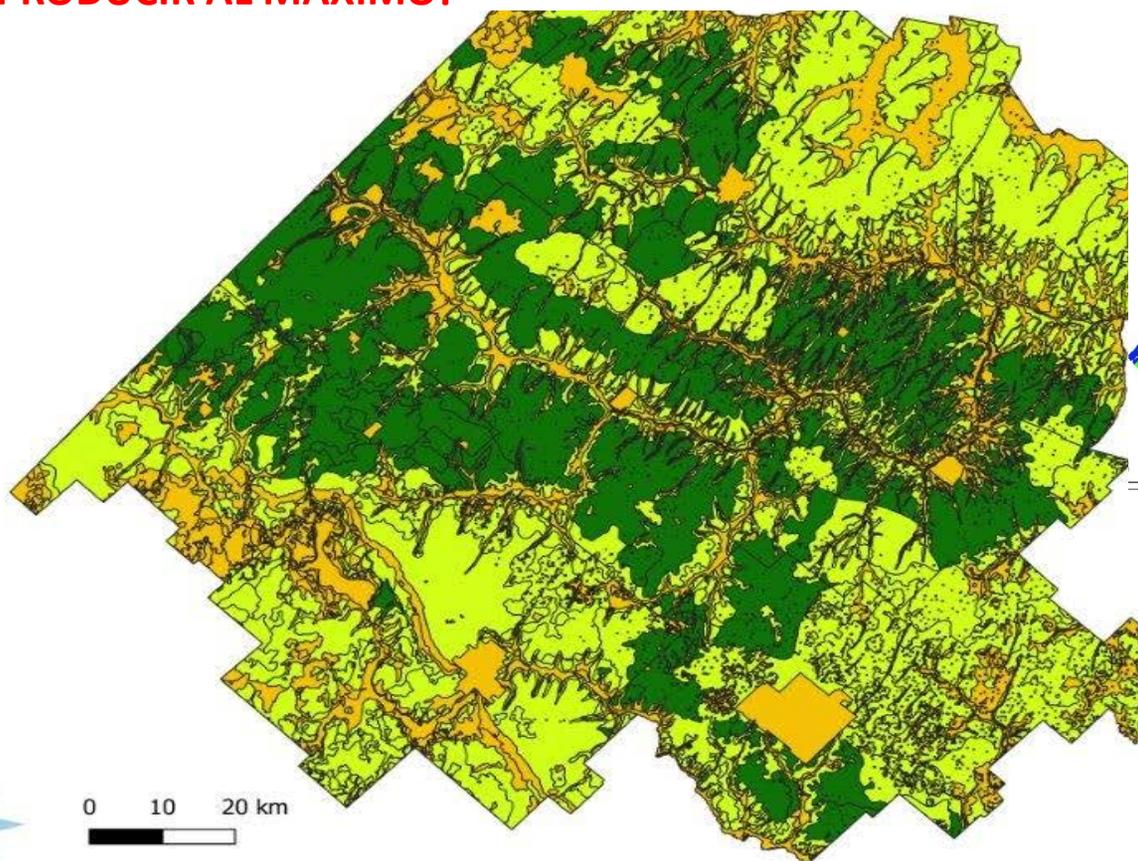
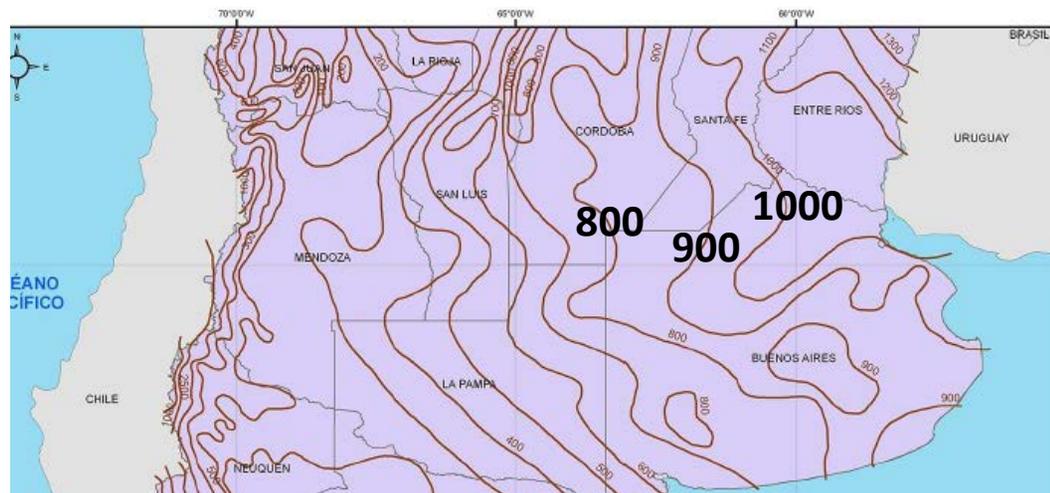
Región Centro – Norte de Bs As y Sur de Santa Fe.
 Relieve suave de planicies, atravesada por cursos
 fluviales y hacia el medio oeste, cordones
 medanosos.

Precipitaciones entre 800 y 1000 mm. Últimos 10
 años entre 1150 y 1200 mm.

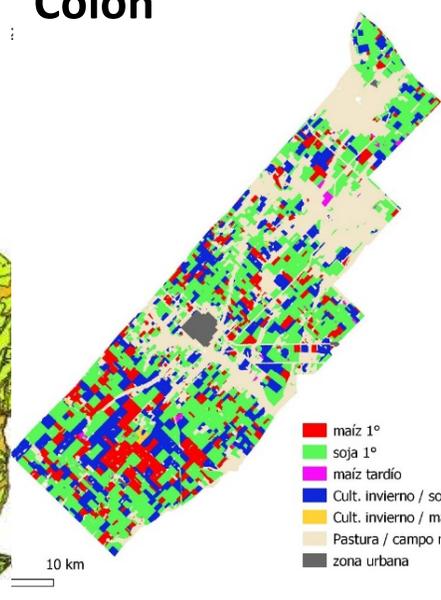
Agricultura sobre suelos Clase I, II y III.

53 % Soja 1ra – 27 % Doble cultivo

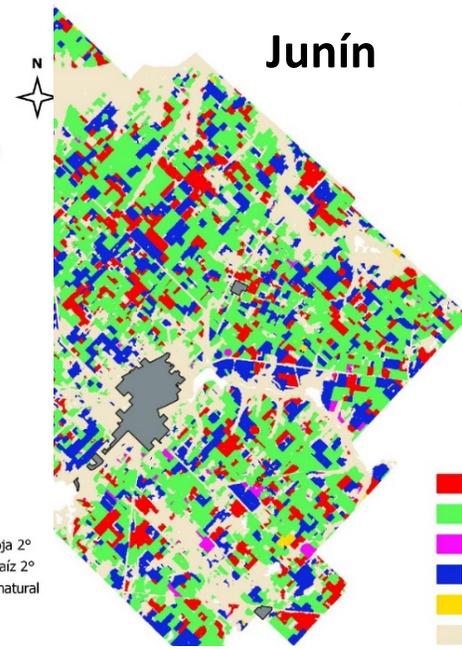
Superficies pequeñas, difícil y costoso acceso a la
 tierra. Altos costos de producción, elevados
 rendimientos de indiferencia. **NECESIDAD DE
 PRODUCIR AL MÁXIMO!**



Colón



Junín



- maíz 1°
- soja 1°
- maíz tardío
- Cult. invierno / soja 2°
- Cult. invierno / maíz 2°
- Pastura / campo natural
- zona urbana

**Aptitud de las tierras:
 Clase de USO**

■ I	407.979
■ II y III	729.697
■ Otros	363.638



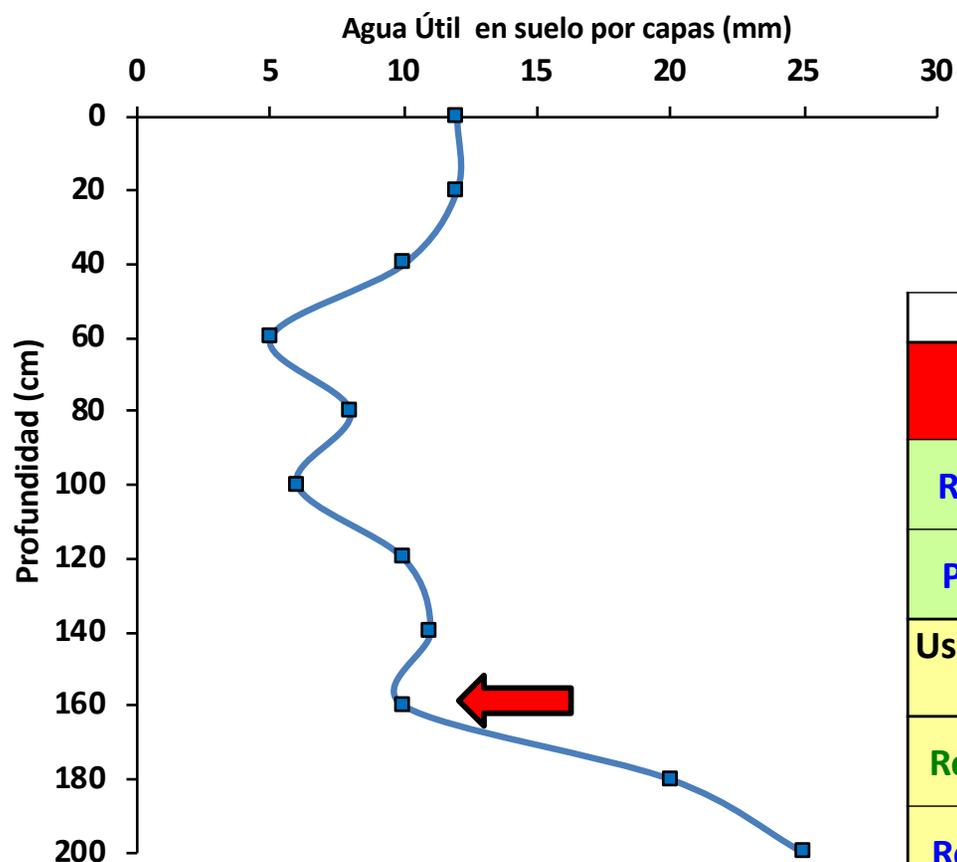
Trigo. Contexto y Tecnología



Doble cultivo T/S en RPA: Muy exigente en recursos

INTA Pergamino, Diciembre 2017

Evolución del cultivo



Ferraris y col, 2018

4000 kg/ha – 10,5 % proteína: **72,5 KGN** / ha en grano.

6500 kg/ha – 10,5 % proteína: **118 KGN** / ha en grano.

45 kgN adicionales

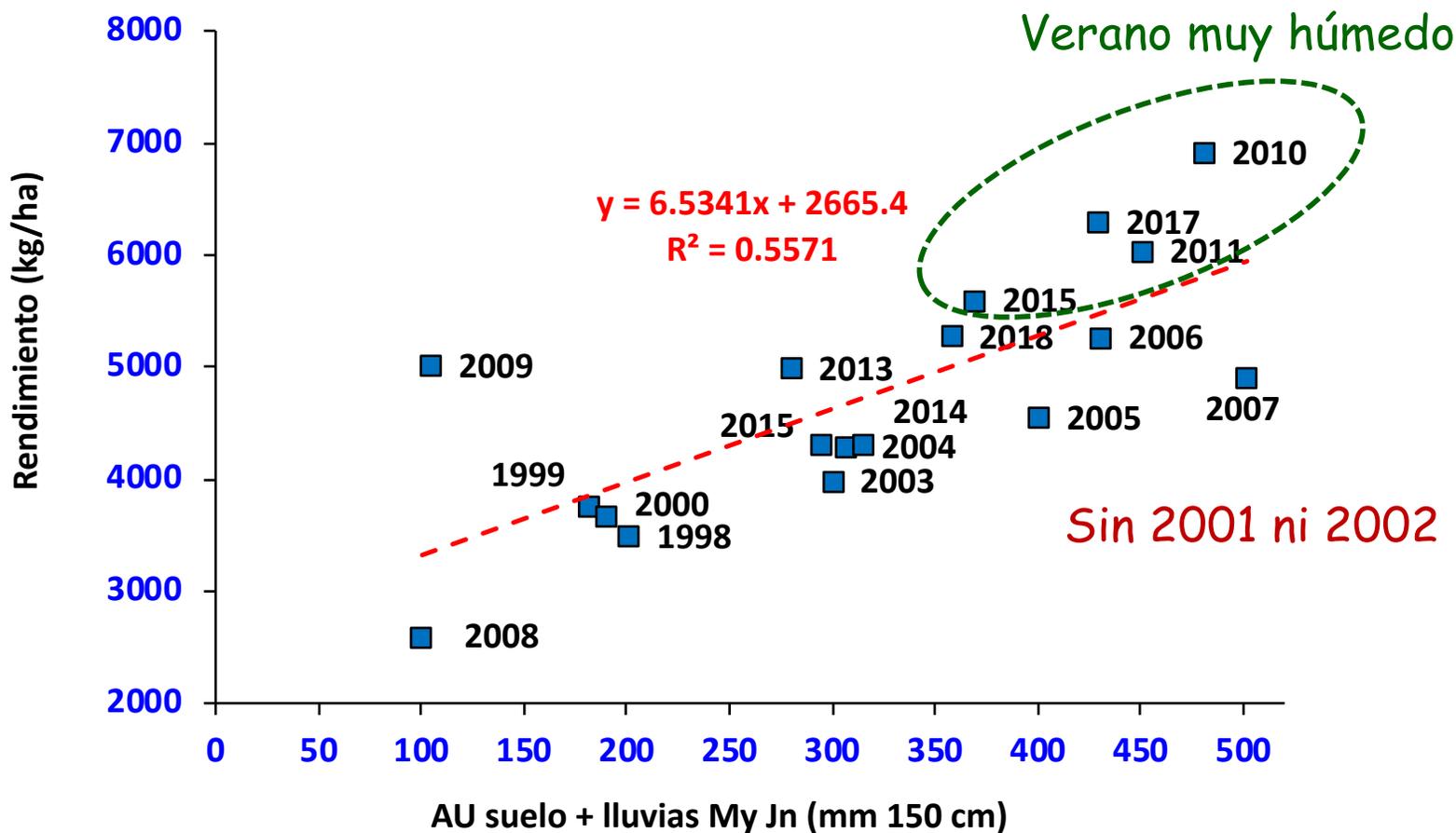
Eficiencia **60 %** = **75 kgN** adicionales

Comparación sistemas			
	Doble cultivo RPA	Trigo blando Europeo	Trigo HRW Americano
Rendimiento	6000 + 3300	10000	5000
Proteína (%)	10,5 + 38	10	14
Uso Consuntivo (mm)	550 + 450	600	480
Req N (kg/ha)	168 + 231	267	187
Req P (kg/ha)	24 + 23	40	24
Req S (kg/ha)	24 + 15	40	25



Rendimientos de Trigo en SD. + 100 lotes/año en Colón - WW - Juncal - Carabelas - Pergamino

AU + llluvias presiembra explica 55% rendimiento.
Con 205 mm AU+lluvia hay 4000 kg de trigo (300 - 4600)

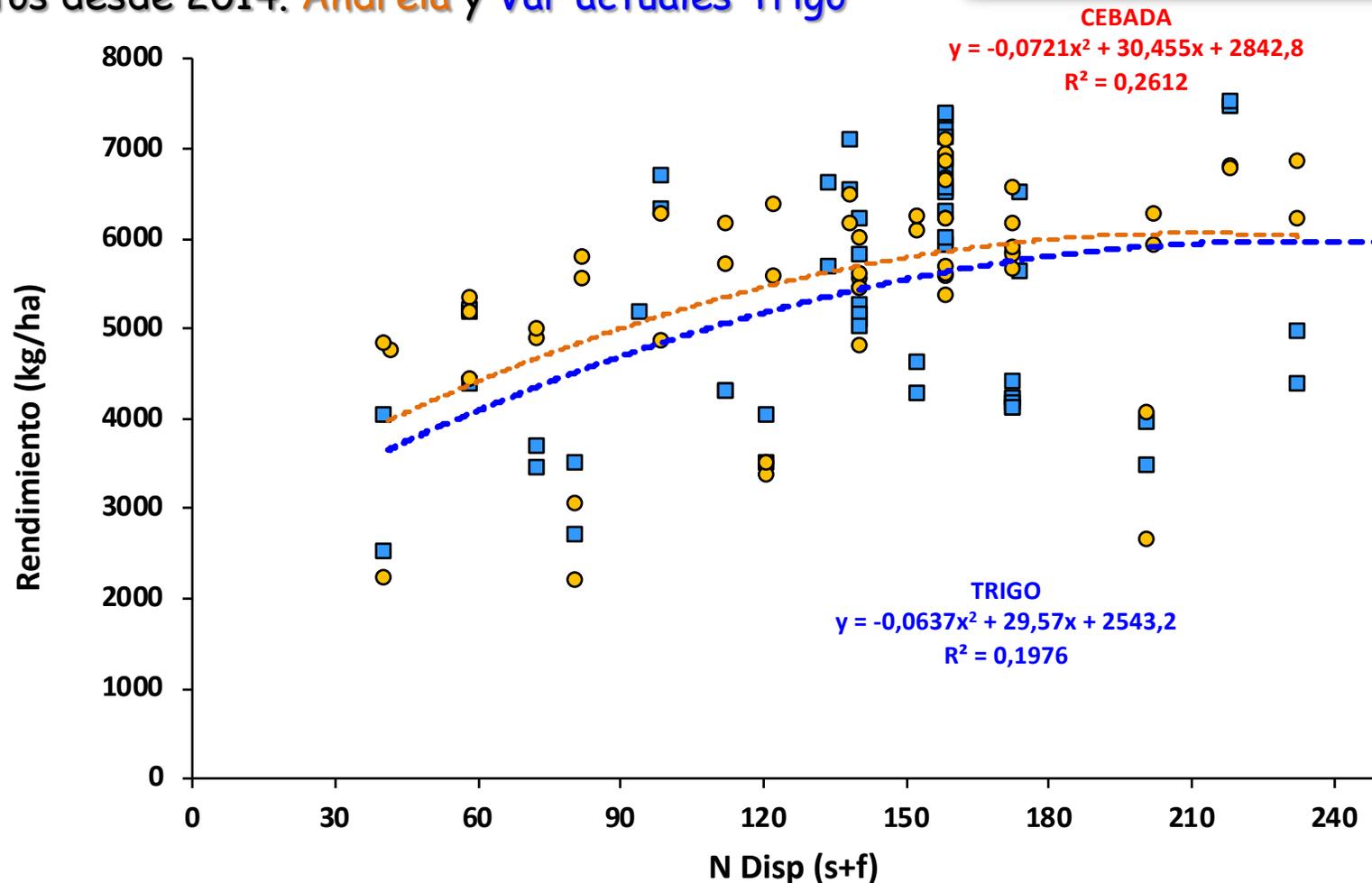


La correlación suele llegar a 0,80 en CN Santa Fe, CN Córdoba, Oeste de Bs As, La Pampa.
Agua del suelo: No enferma, no produce anoxia, no lixivía nutrientes!

Como calcular la DOE de N para RENDIMIENTO?

CON RR O RESPUESTA r^2 MEJORA CONSIDERABLEMENTE

Bs As Norte - Sur de Santa Fe...
 Datos desde 2014. **Andreia** y **Var** actuales Trigo



Ferraris y col. Experimentos 2014 a la fecha



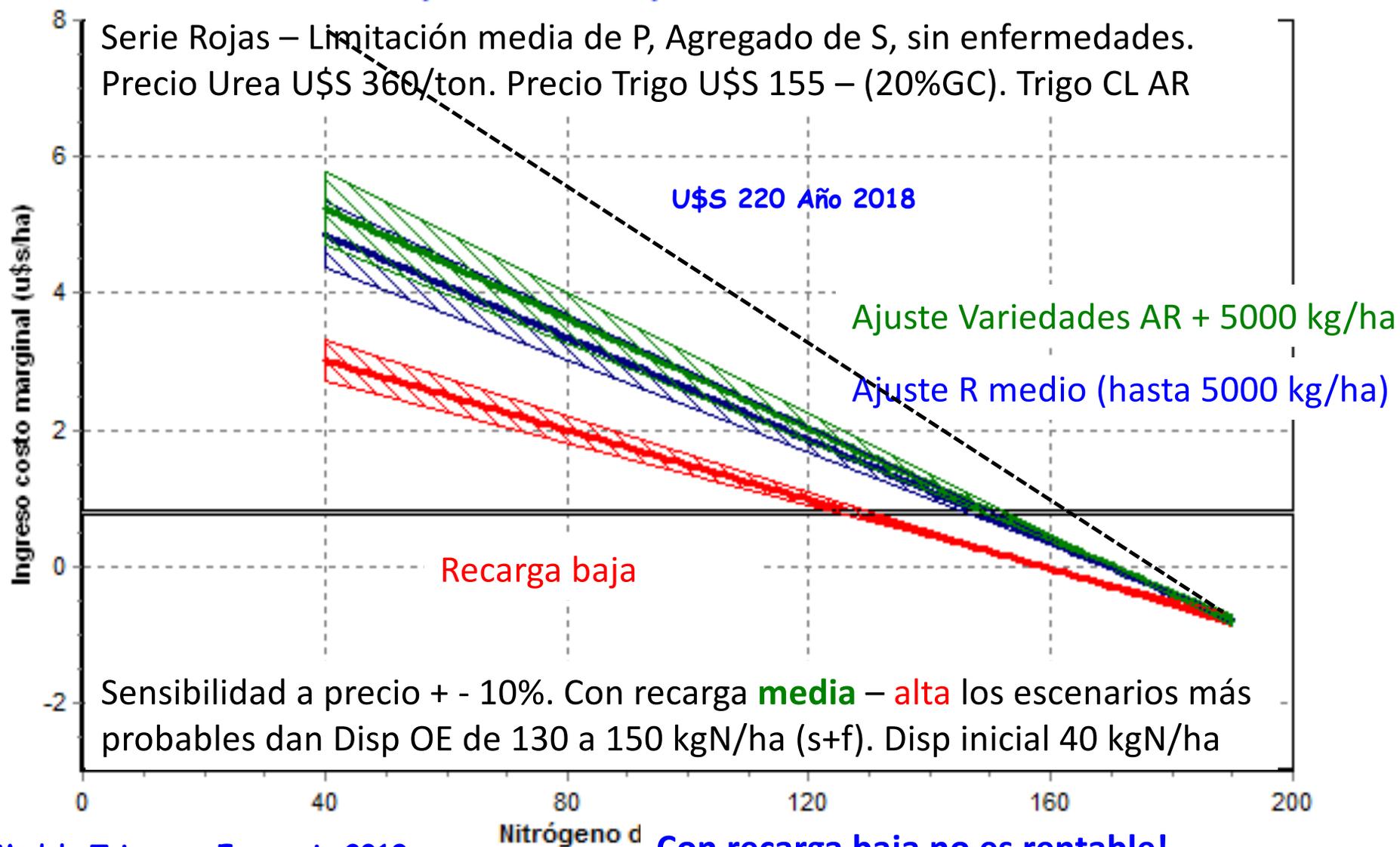
Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

Rangos de Nan (mg kg ⁻¹)				
Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
< 35	35-50	50-65	65-80	80 +

más.
por.

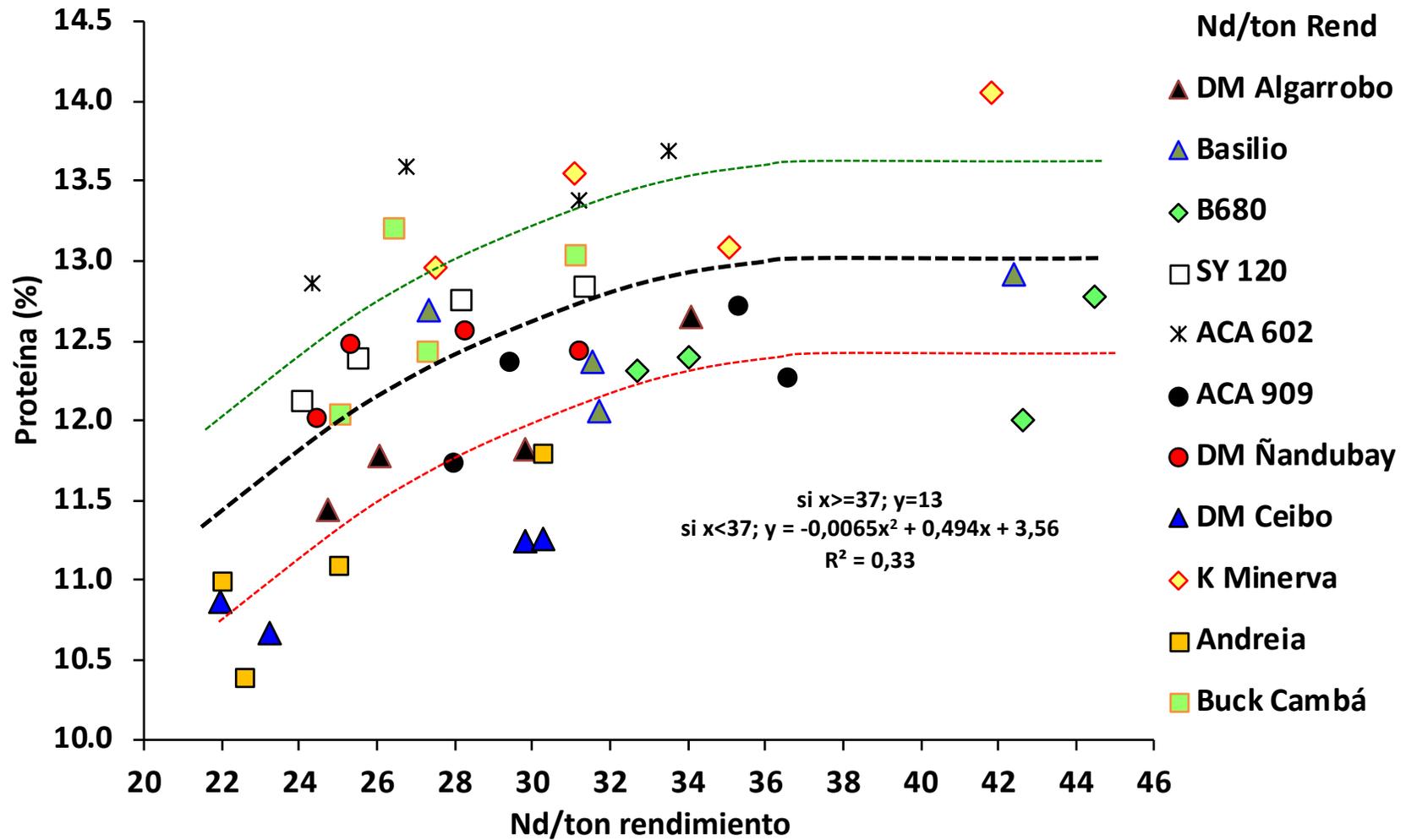
Análisis económico de la fertilización nitrogenada



Efecto Varietal vs Nitrógeno

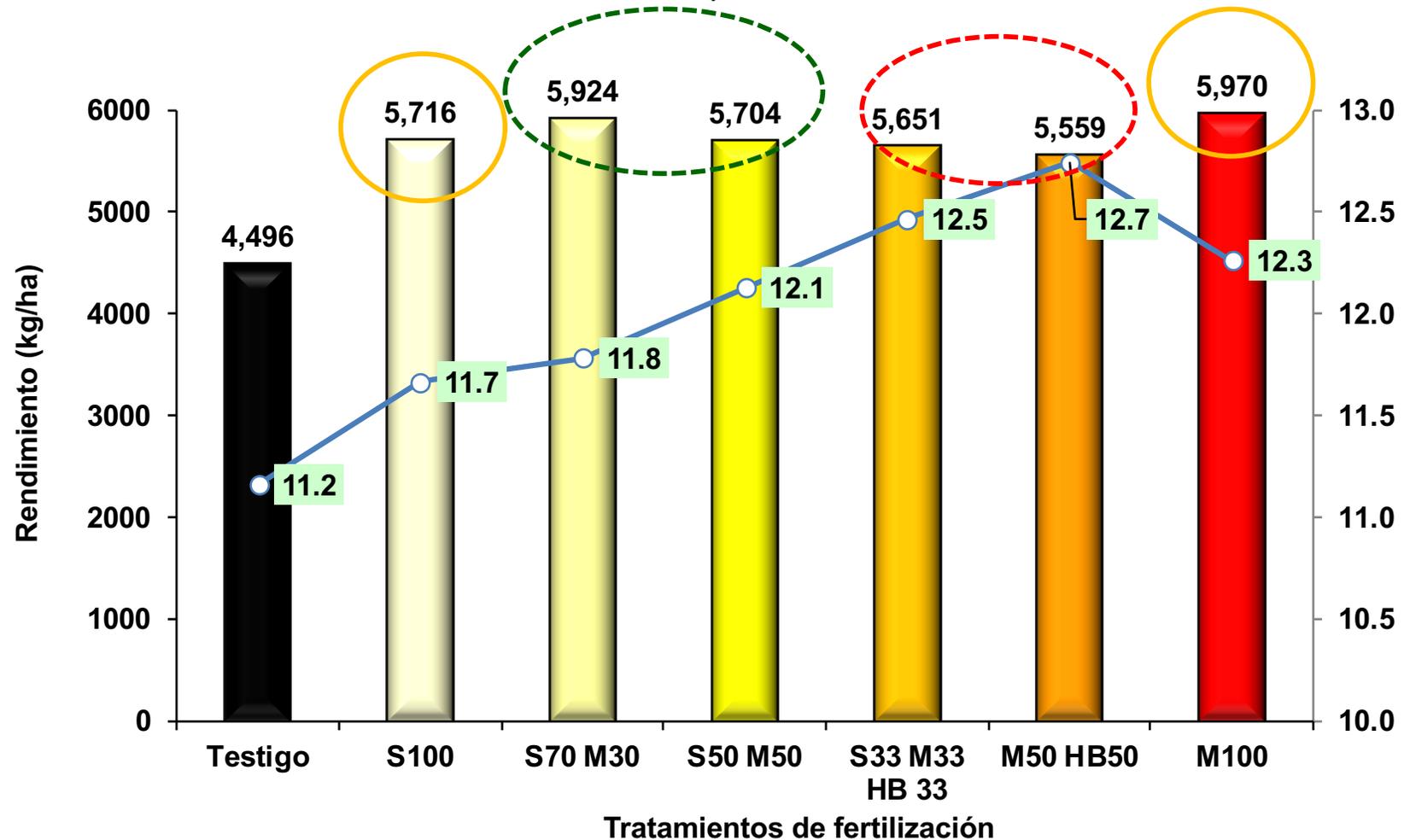
Ferraris et al., 2019

Como manejar cada variedad?



Trigo: Partición de N. 6 años

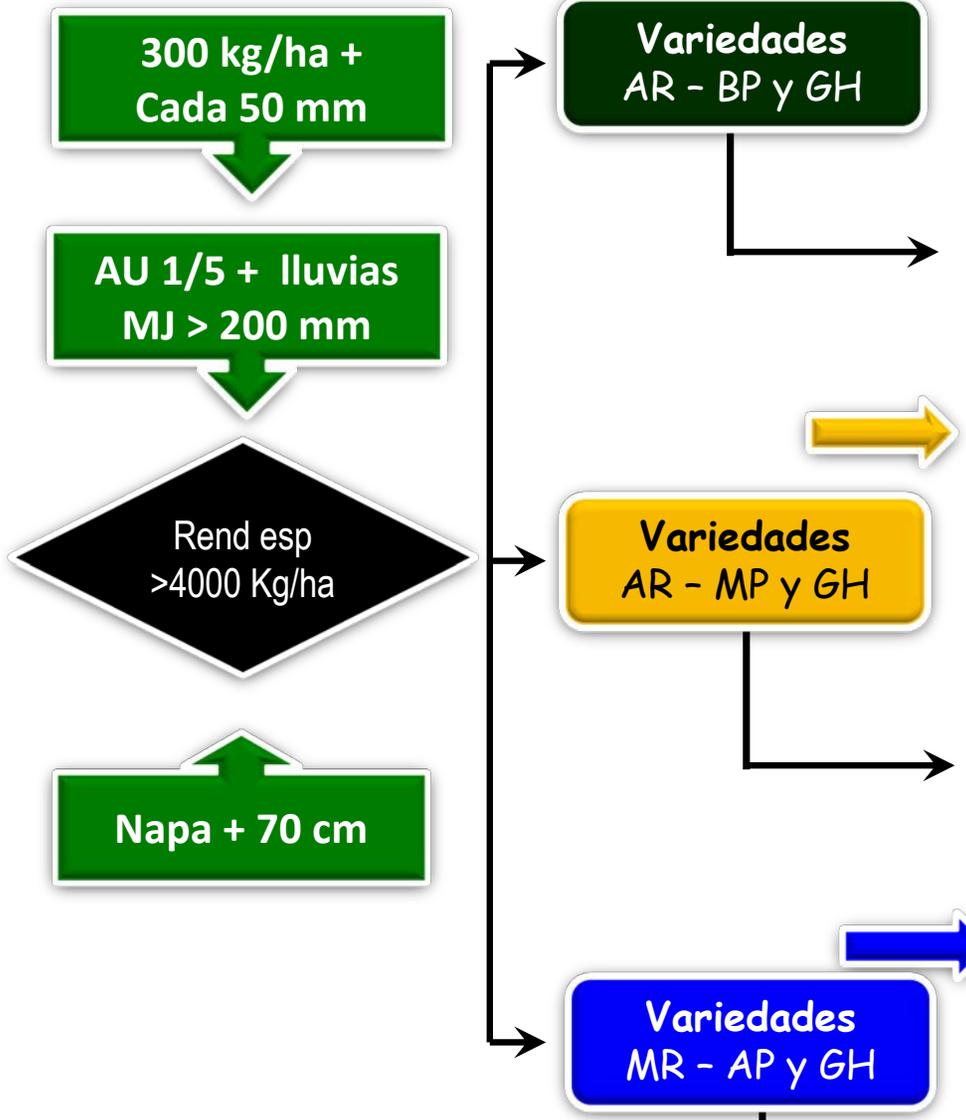
Los cultivos invernales brindan alternativas de aplicación de N durante buena parte del ciclo.



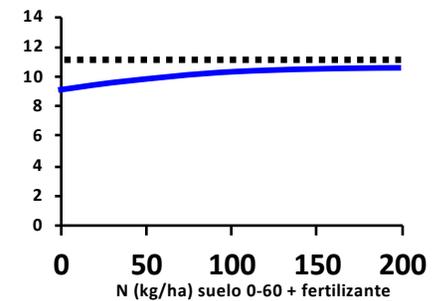
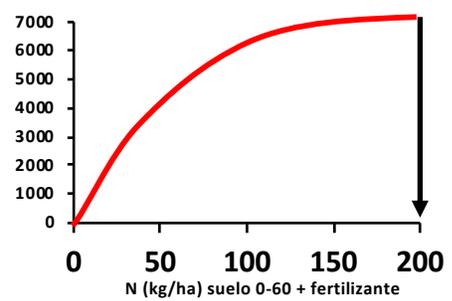
Trigo Pergamino 2013 a 2018.
Variedades GII. Dosis N100

Ferraris, 2019

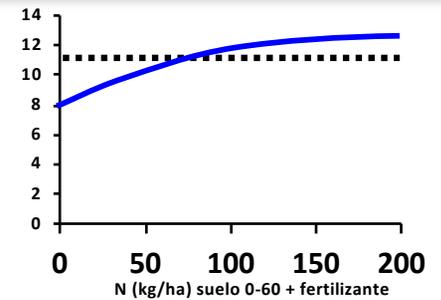
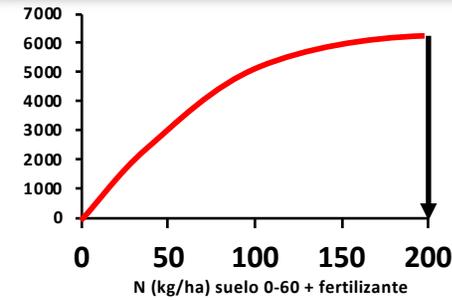




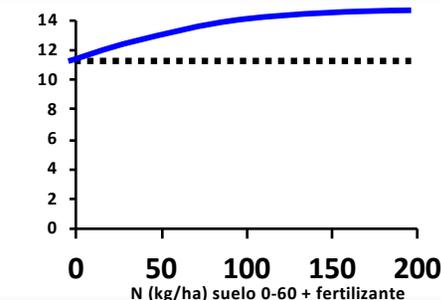
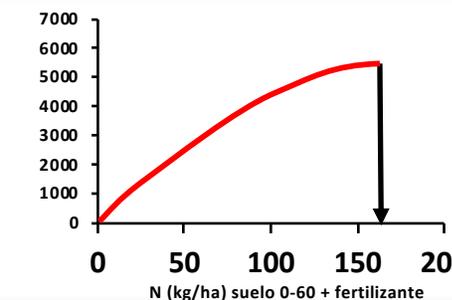
Nitrógeno en Trigo.
Zona Núcleo, Centro y Oeste Húmedo



Dosis: Ajuste tradicional. Aplicación temprana. Muy eficientes para rendimiento. Se puede limitar dosis asumiendo baja calidad. Comercialización anticipada o cámara.



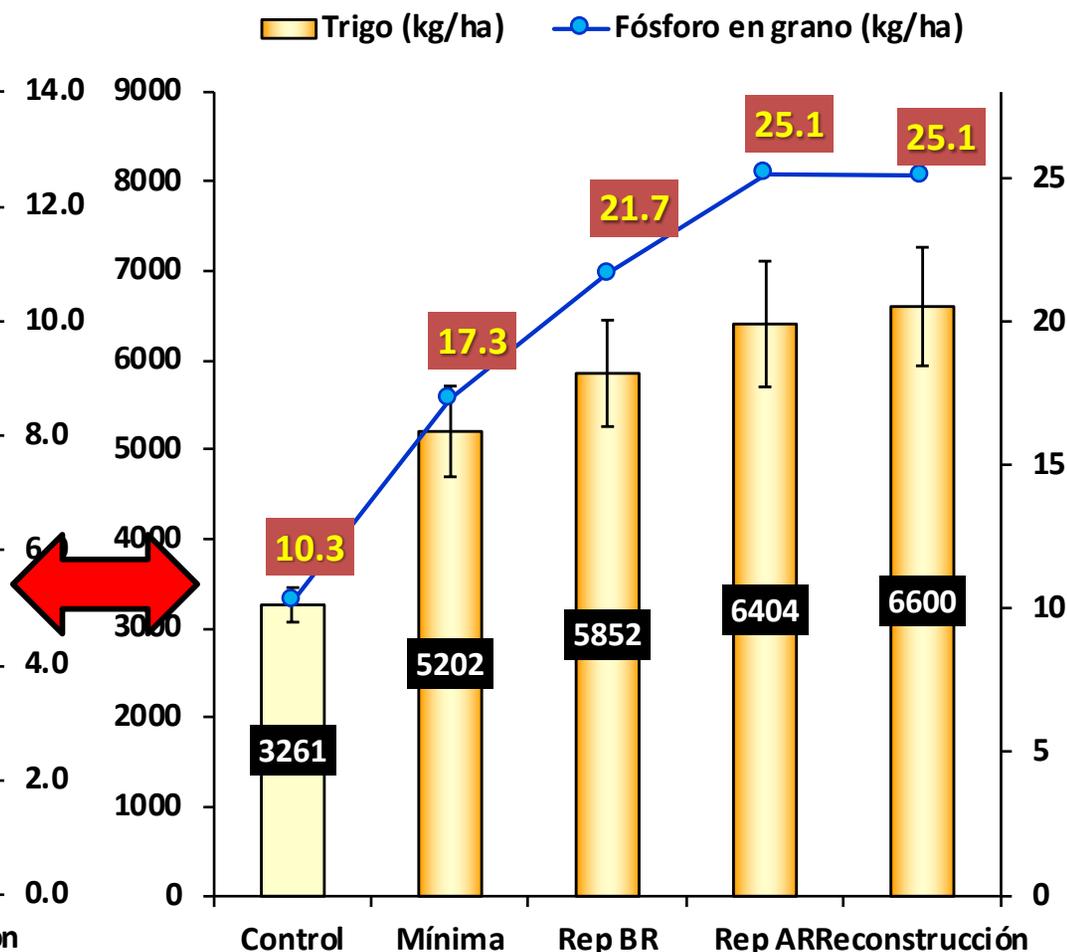
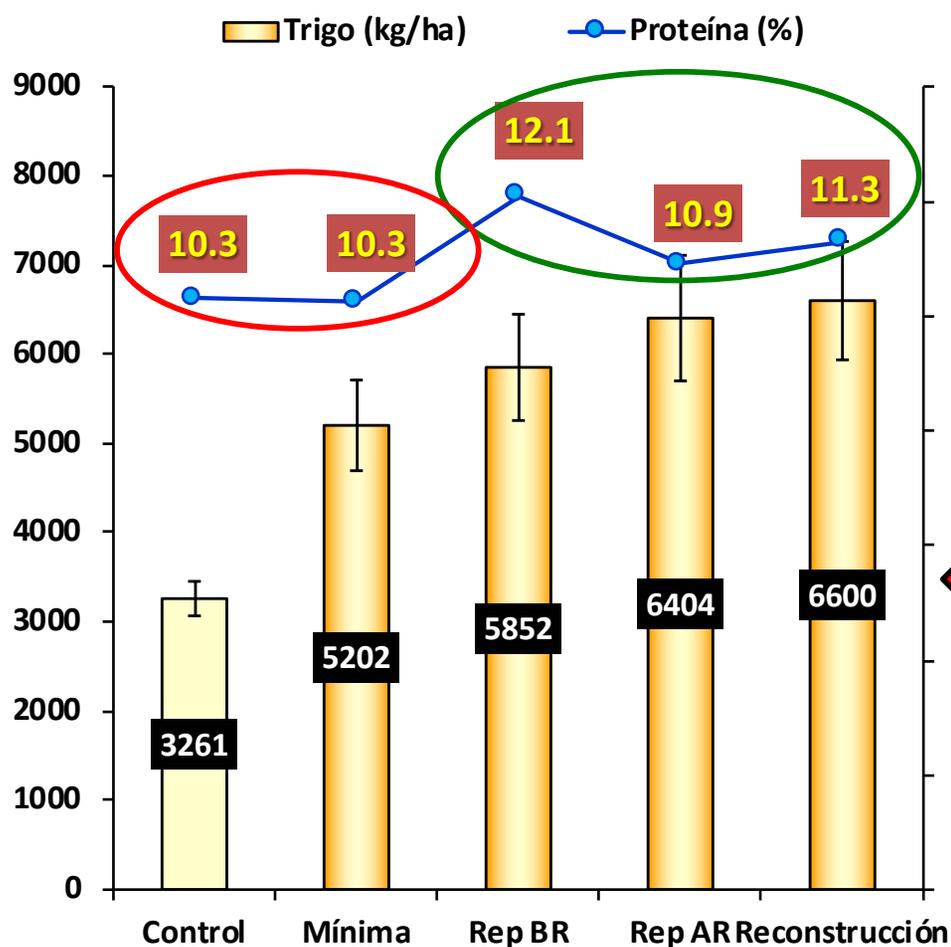
Dosis: Ajuste altos. Aplicación dividida, segunda diferida. Muy eficientes en uso global de N. Cultivares exigentes, con capacidad de respuesta en R-C y fuerte dilución. Bien manejados, admiten venta x calidad.



Dosis: En general admiten ser conservativos. Necesidad reajuste en macollaje tardío - espigazón. Menos eficientes en uso global de N. Rendimiento variable, alta partición a calidad

Efectos de la fertilización a largo plazo sobre la calidad

Ensayo Arribeños - Año 13



Ferraris et al, 2019

Estrategias de fertilización

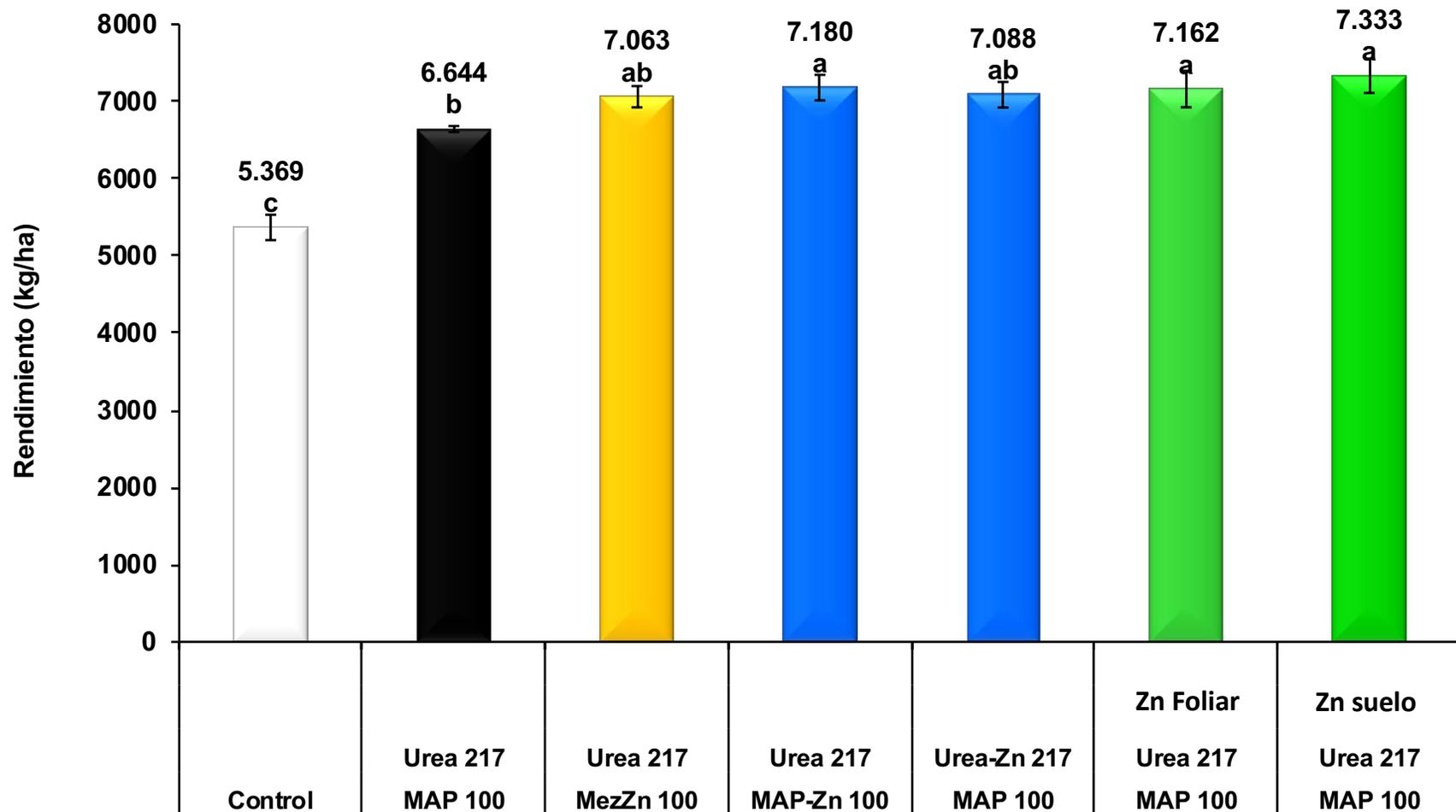
Estrategias de fertilización



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino

Variantes en la aplicación de Zn

Sitio: Pergamino. CV DM Ceibo
MO 3,14 % - Zn 1,0 mg/kg - P disp. 21,6 mg/kg

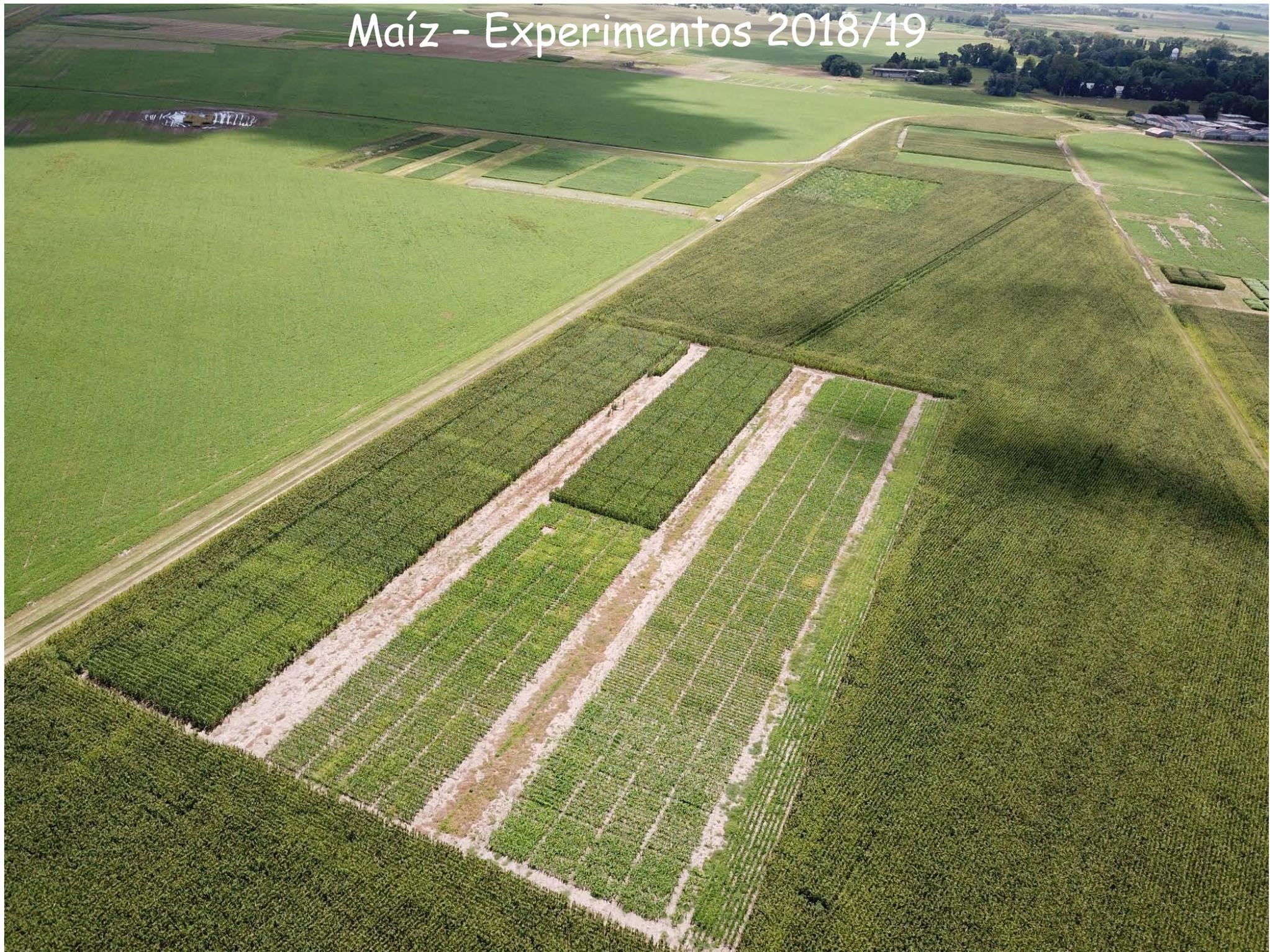


Ferraris et al., 2018

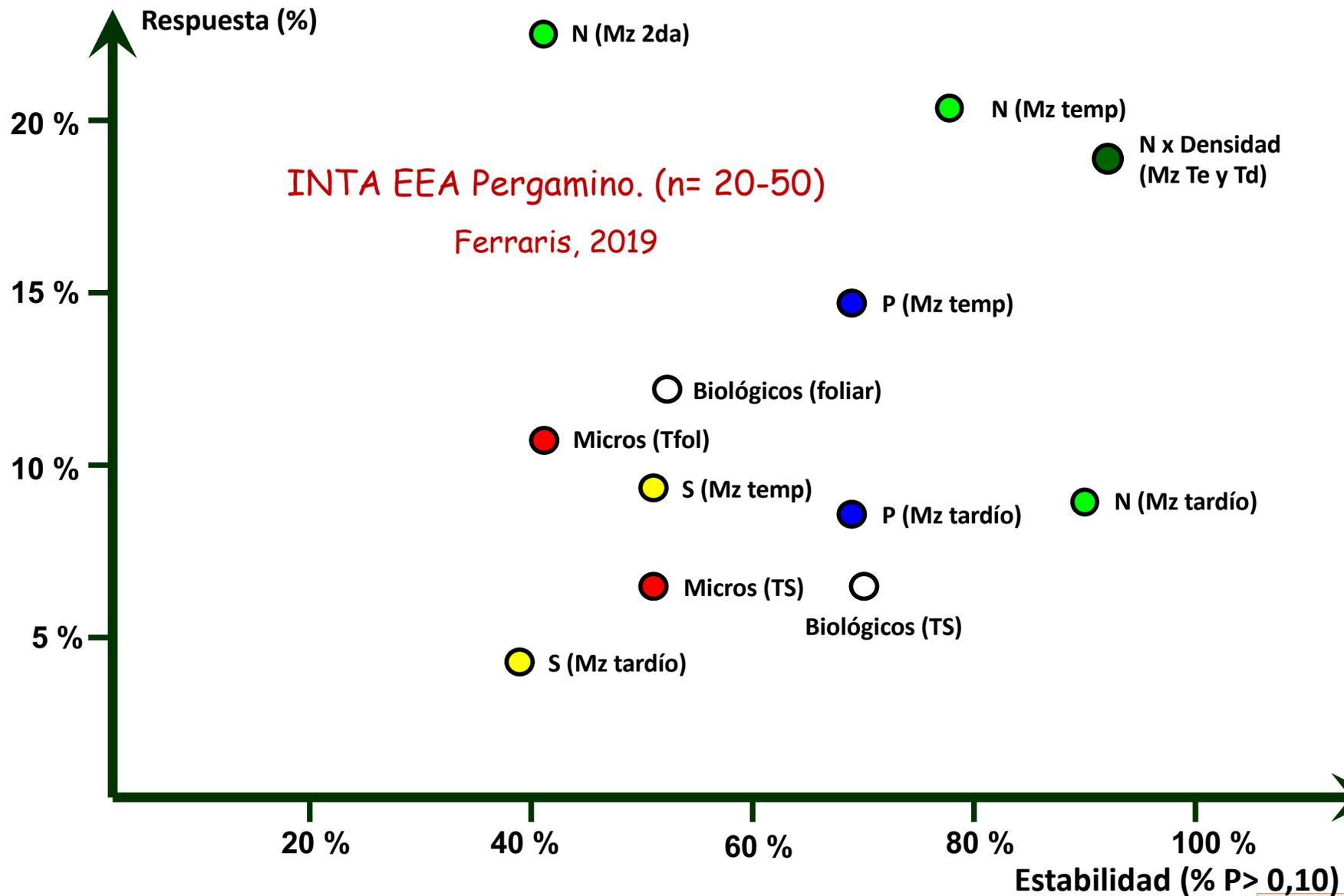


Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino

Maíz - Experimentos 2018/19



Maíz. Impacto de tecnologías. 2002-2018



Brechas de Rendimiento en Maíz. Campañas 2015 a 2017

Experimentos 2015/16 - Ferré - Junín - San Antonio de Areco.

Experimentos 2016/17 - Fontezuela 1, Fontezuela 2, SA de Areco 1, SA de Areco 2.

Experimentos 2017/18 - Fontezuela 1, Fontezuela 2, Wheelwright 1, Wheelwright 2, SA de Areco 1, SA de Areco 2.

Libre de otras restricciones o adversidades

	Densidad	Fert Base	Fert V6	Funguicida	Foliar
Baja					
T1	60000	PN			
T2	60000	PN	N		
T3	60000	PN		Si	
T4	60000	PN			Si
T5	60000	PN	N	Si	Si
Alta					
T11	80000	PPN	N	Sí	Sí
T10	80000	PN	N	Si	Si
T9	80000	PN	N	Si	
T8	80000	PN	N		Sí
T7	80000	PN		Si	Si
T6	80000	PN			

Ferraris et al., 2019



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino

Factores de Producción y Rendimientos Potenciales

Ensayo Brechas x tecnologías 2015/16 - 2017/18

Factores	Temprano	Tardío	Segunda
Genética	15,5 %	10 %	8 %
Doble P	5-7 %	0-2 %	0-2 %
Refertiliz N	10-15	5-7 %	20 %
SANIDAD	6,3 %	8,0 %	6,2 %
DENS (óptimo)	8,0 %	3,8 %	1,2 %
DENS (mínimo)	9,3 %	2,5 %	-1,8 %
Azufre + Zinc	7,7 %	3,5 %	7,6 %
BRECHA TOTAL	30 %	20 %	35 %

Genética: R. Máx vs R. Medio

P: P 20 (s) vs P40 (s)

N: 60 (s) vs 60 (s) + 60 (V6)

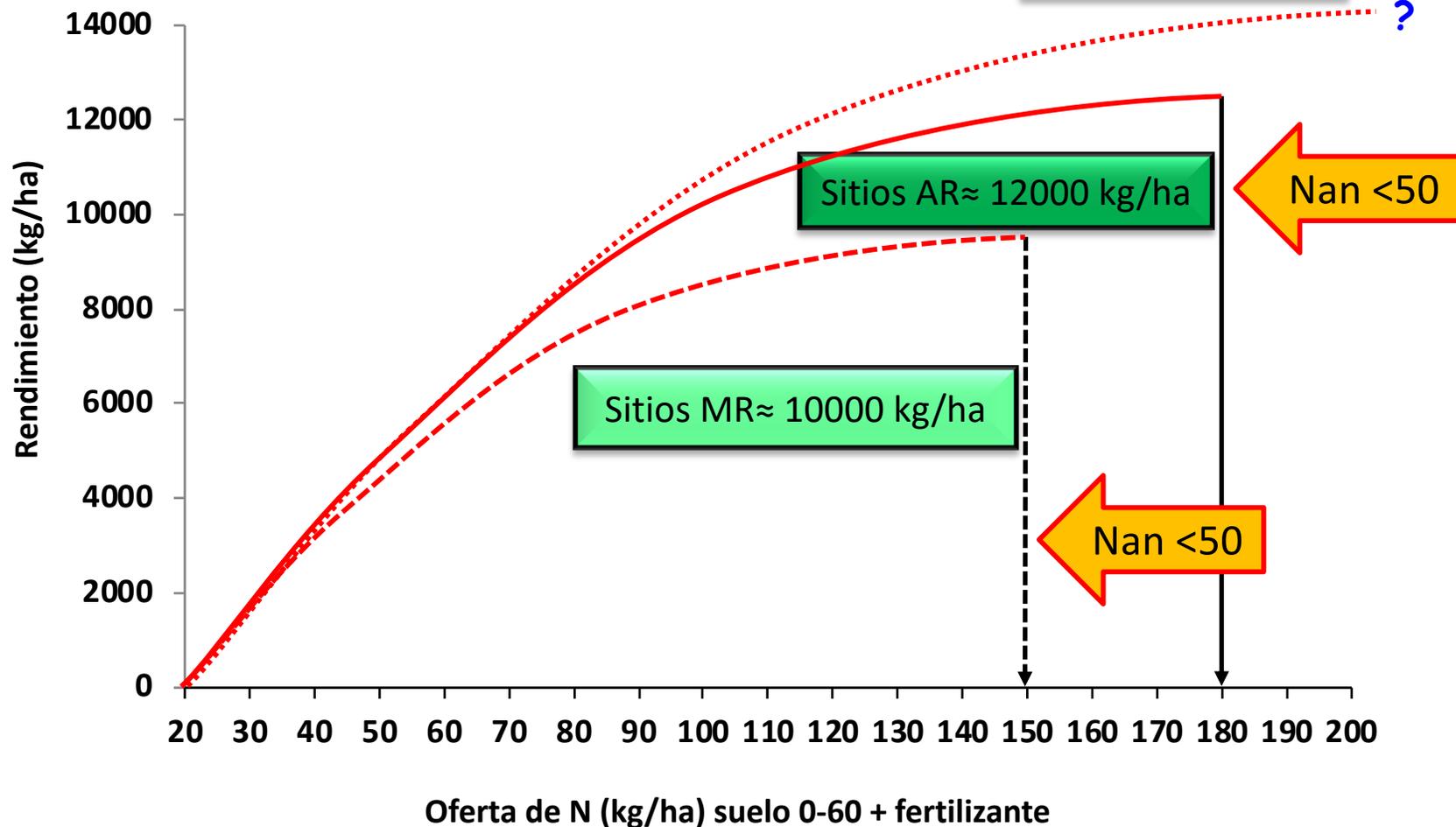
Densidad: 60 vs 80 mil plantas

Sanidad y S + Zn: Con vs Sin

El rendimiento alcanzable al poco tiempo es el **óptimo**

Rendimiento vs Oferta N (s+f) y Nan

Bs As Norte - Sur de Santa Fe...



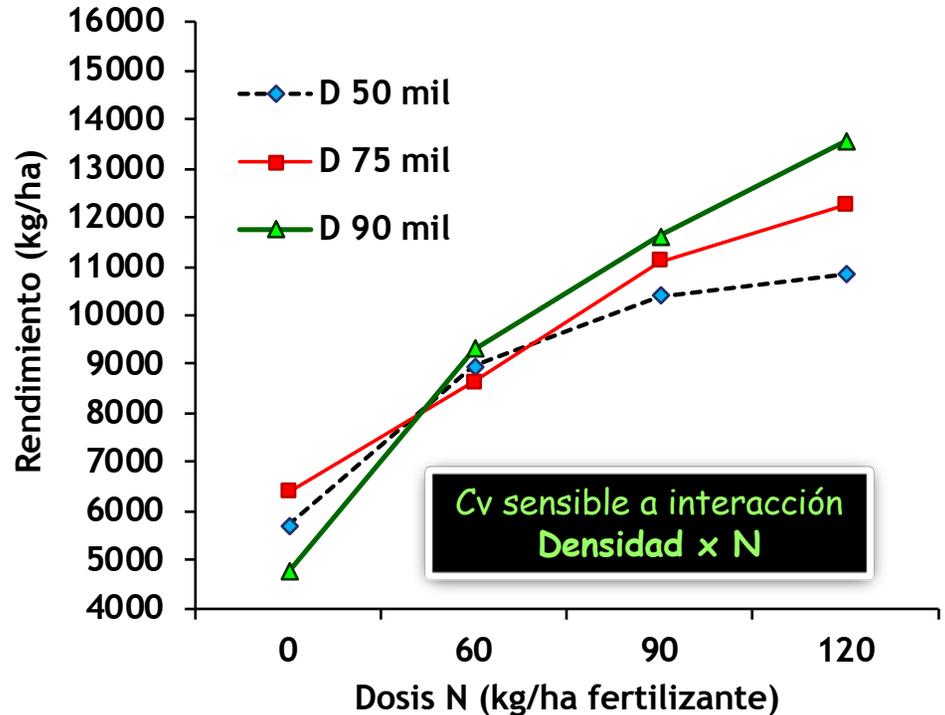
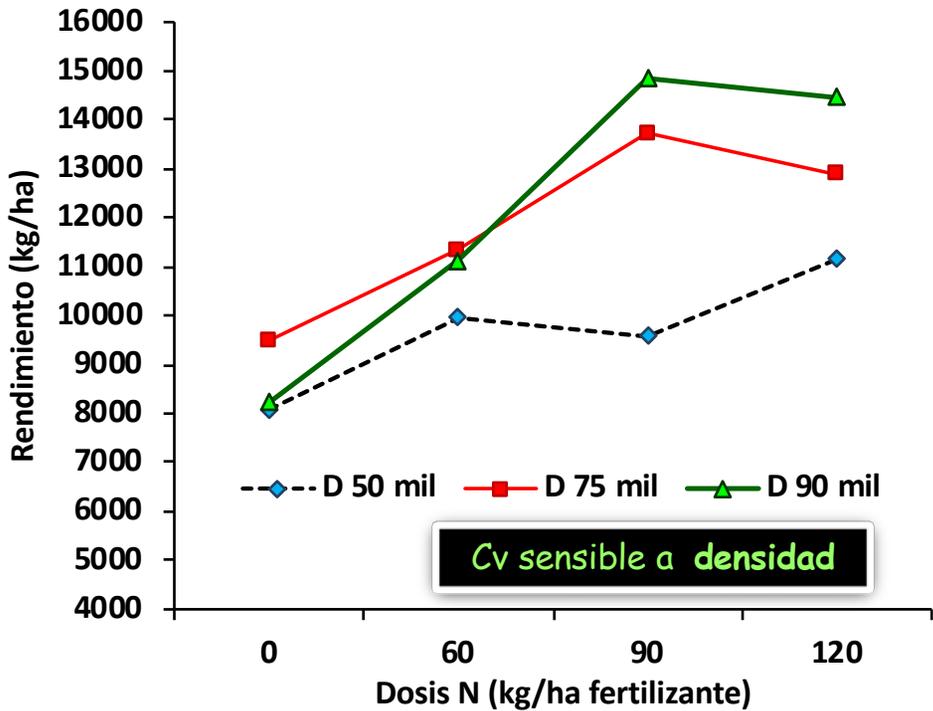
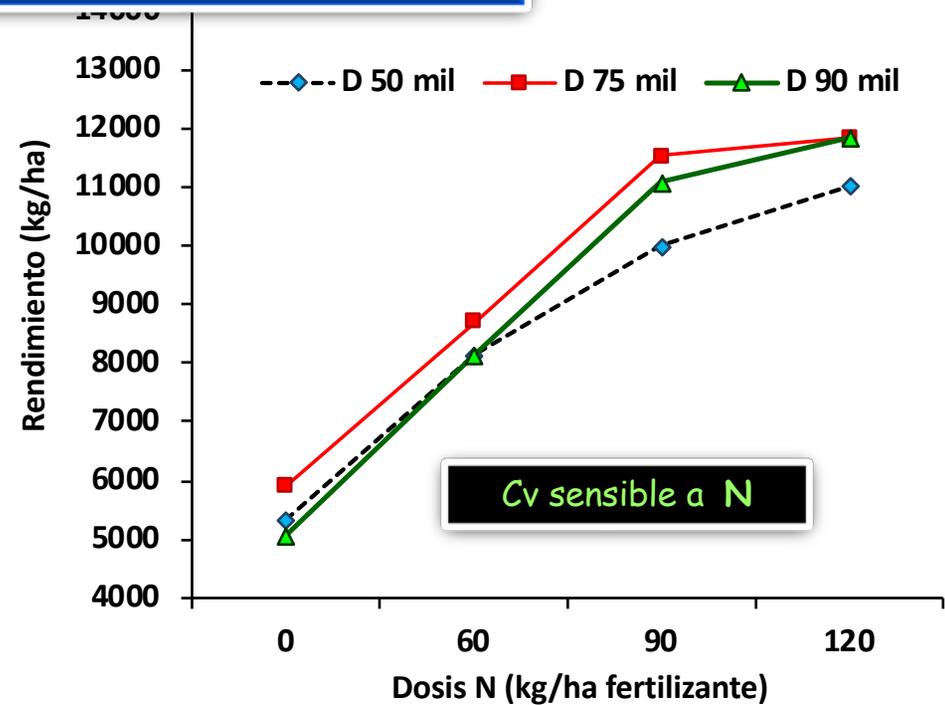
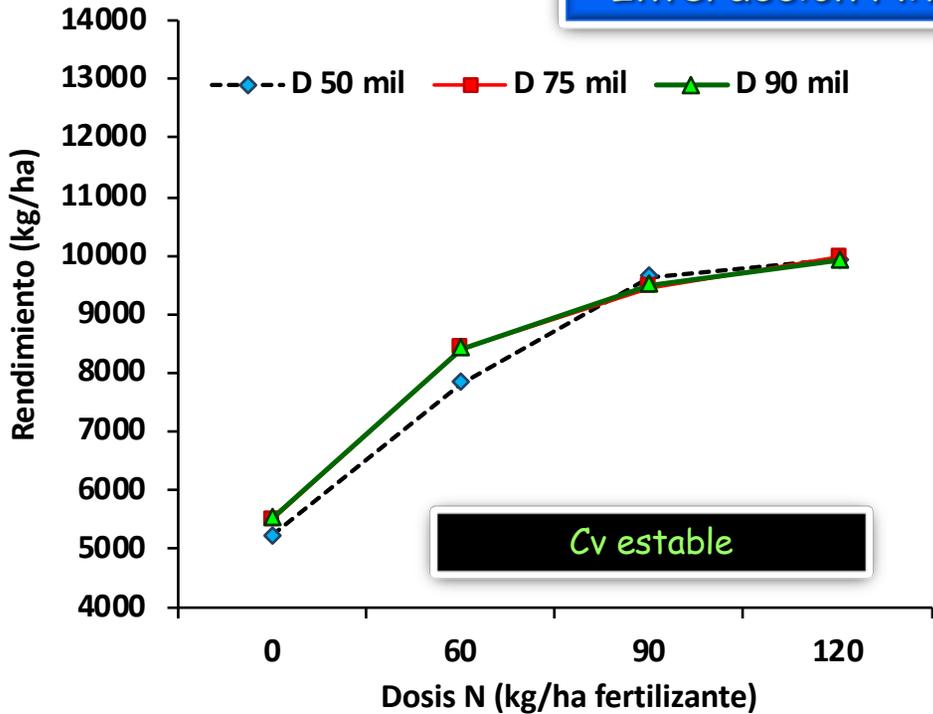
Ferraris y col. Experimentos 2006/07 a 2018/19



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino

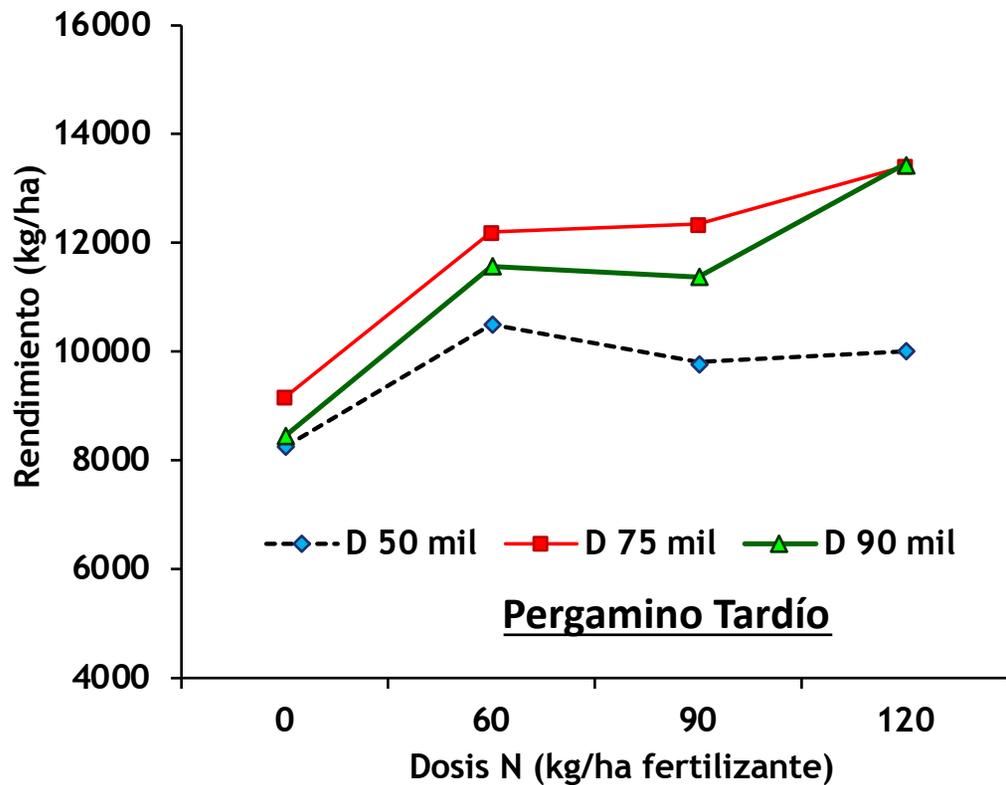
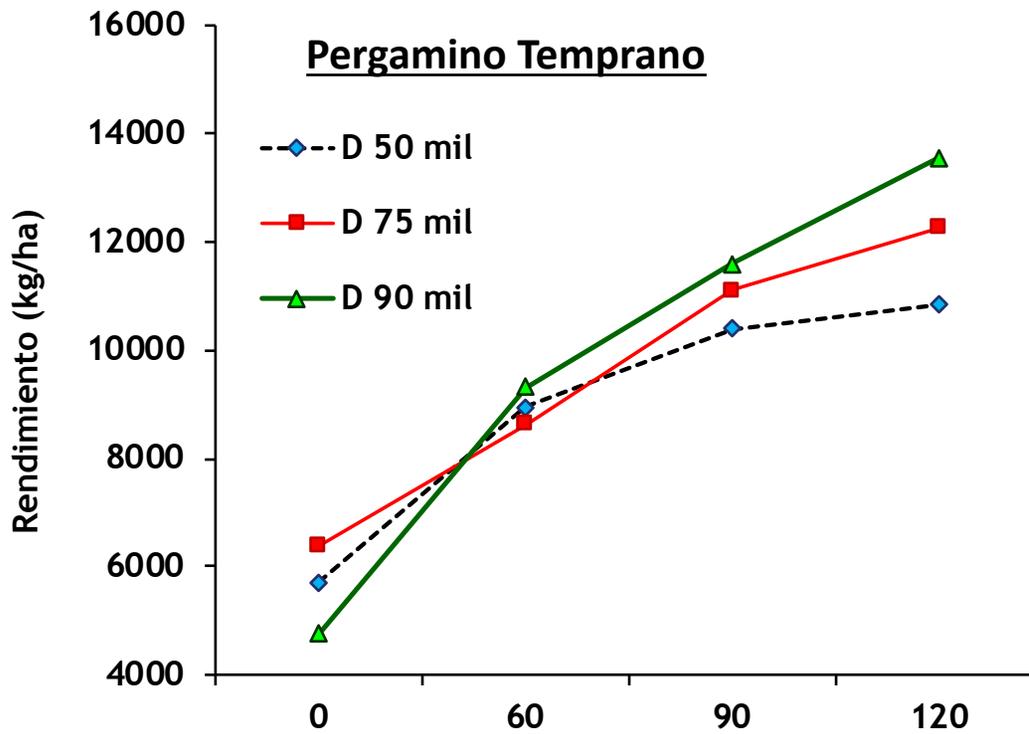
Rangos de Nan (mg kg ⁻¹)				
Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
< 35	35-50	50-65	65-80	80 +

Interacción Nitrógeno - Genética - Densidad



Efecto de la Fecha de siembra

Ambiente propio para Mz temprano
Sitio Pergamino.
Campaña El Niño 2016/17



Disponibilidad de N + 40 kg/ha en
siembra tardía

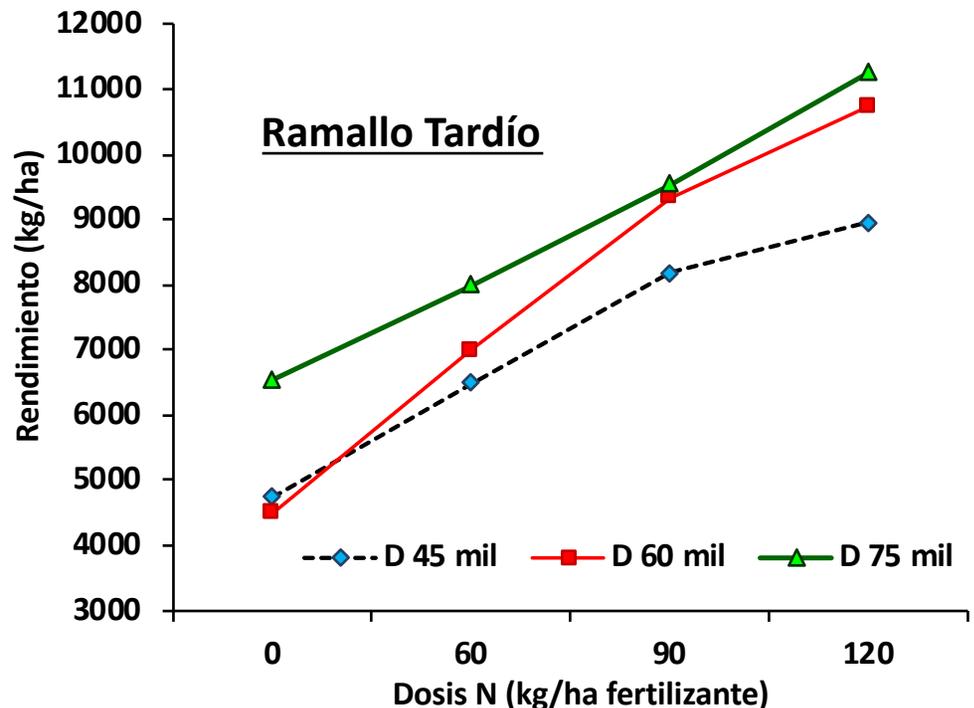
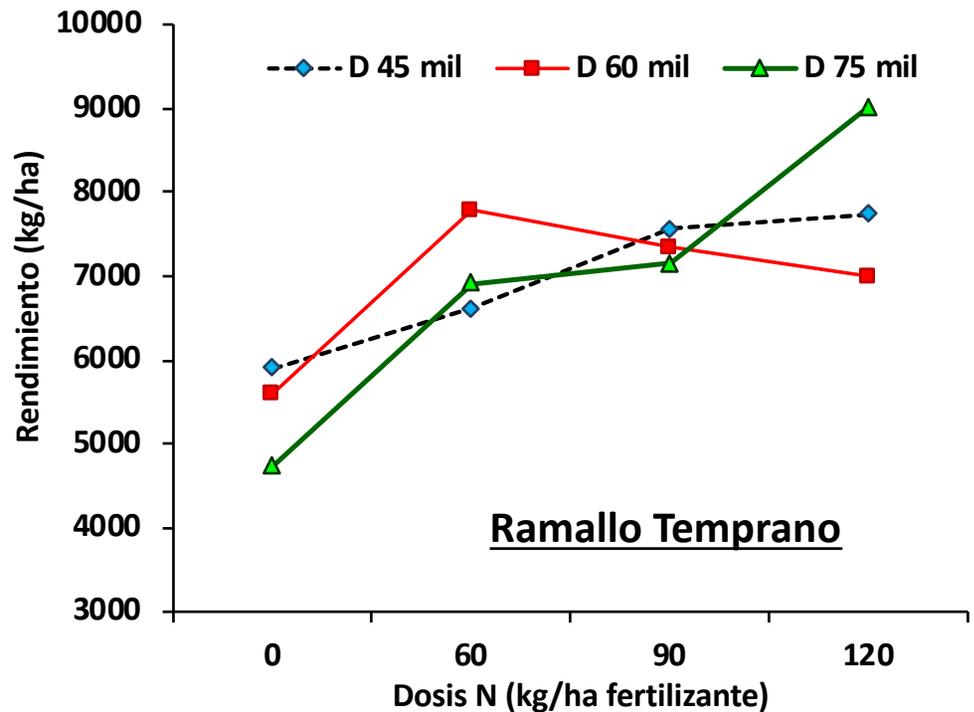
✓ La alta oferta de N estaría limitando la
respuesta en FS tardía

Efecto de la Fecha de siembra

Ambiente propio para Mz tardío
Sitio Ramallo.
Campaña El Niño 2016/17

Disponibilidad de N + 22 kg/ha en
siembra tardía

- ✓ En ambientes típicos para siembra tardío, aun con más N inicial, la EUN puede ser superior.
- ✓ Con menos de 90 kgN/ha + 95% sitios tienen mayor rendimiento en FS tardía

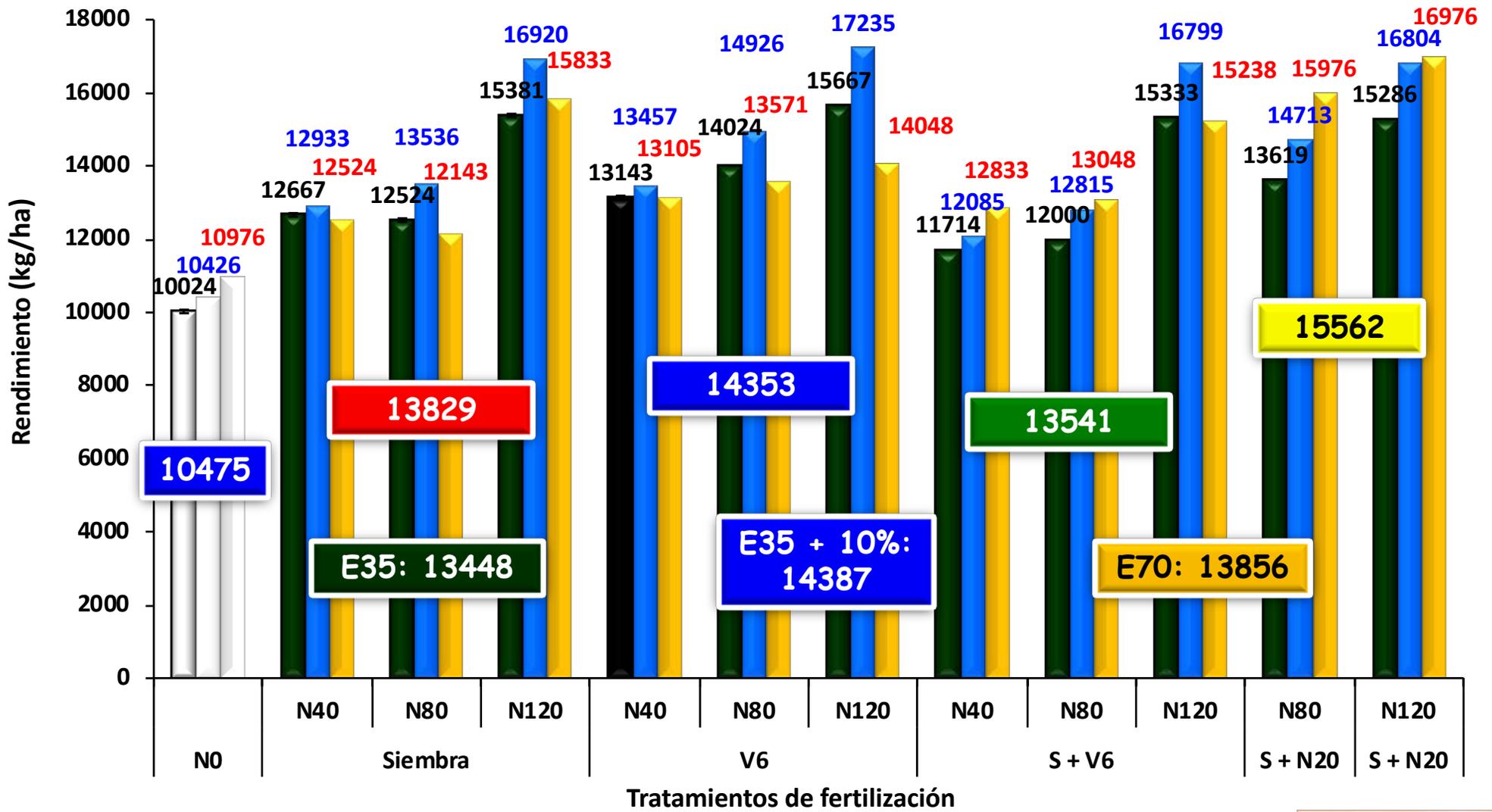


Dosis x Momentos x Espaciamiento x Densidad

Los sistemas están en permanente evolución

Sitio Pergamino. Siembra temprana. Campaña 2018/19

Ferraris et al., 2019

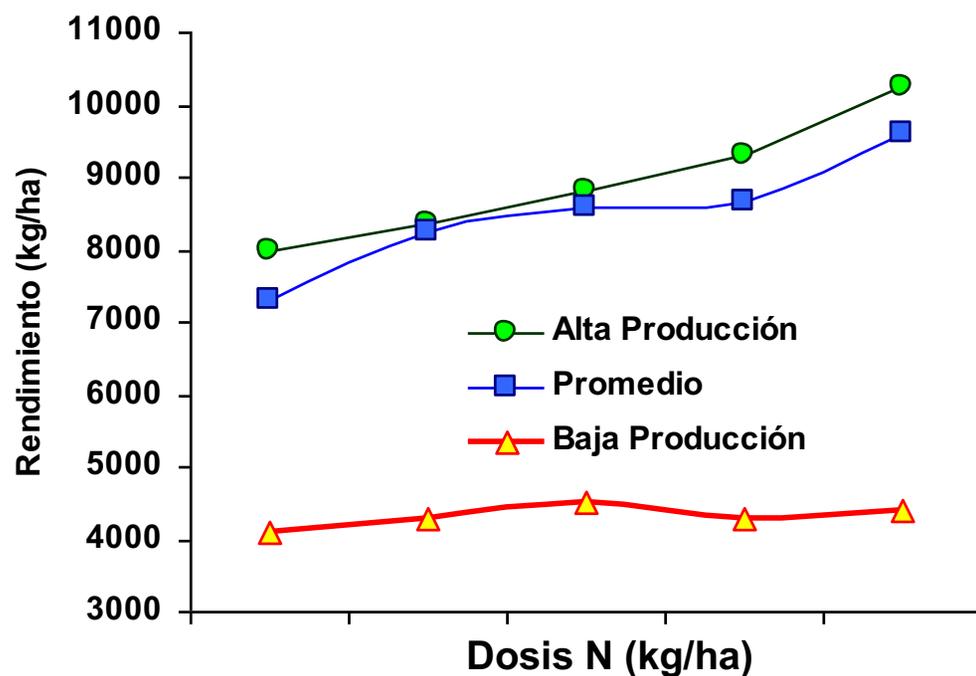


Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino

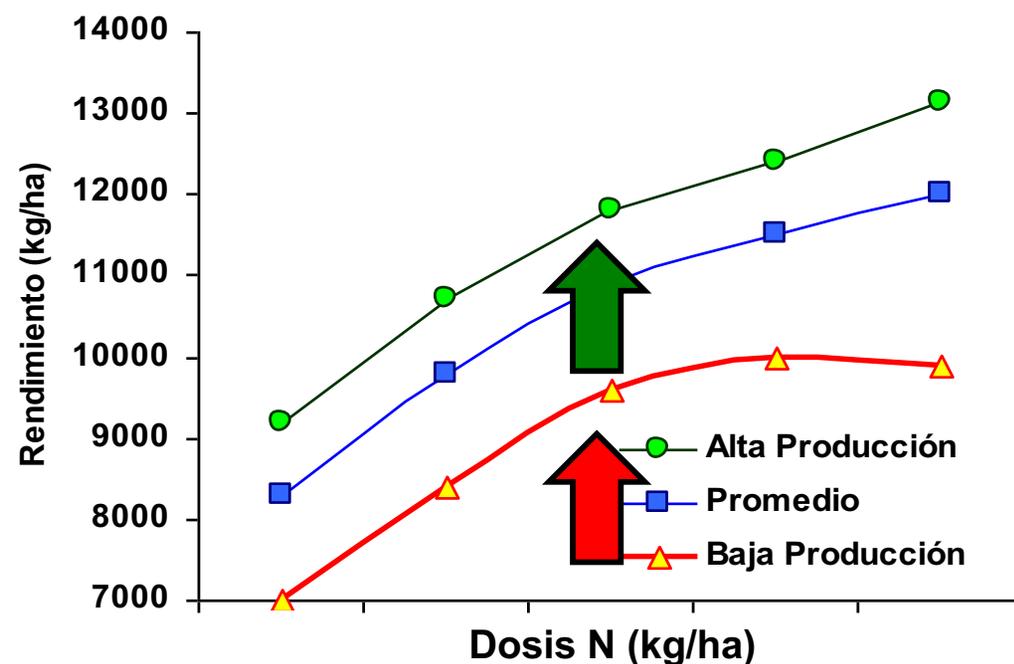
Proceso climático y Respuesta a N

El factor que más afecta la respuesta a N es la condición hídrica

Respuesta en Año seco



Que pasa en años húmedo?



LLuvias de **Octubre** incrementan Respuesta a N en bajos o ambientes con napa, por **lixiviación**.

Lluvias de **Noviembre y Diciembre** aumentan la respuesta en lomas y suelos "con restricciones", costeros, erosionados u overos, por **mayor rendimiento**.

N-SENSOR
clorofila



79,1 mm



0,8 mm

18 - oct

2 - nov

7 - nov



160,7 mm



75,5 mm



250 mm

17 - nov

7 - dic

11 - ene



Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino

Planificación Maíz. Zona Núcleo, Centro y Oeste Húmedo

Año El Niño
Sin RH extremo

Año Neutro
Perfil > 80% AU
o Napa

Año La Niña
Sin napa

Rendimiento
esperado > 10 tn

Rendimiento
esperado < 10 tn

FS Temprana

FS Tardía

AMBIENTE Superior

AMBIENTE Medio

AMBIENTE Inferior

AMBIENTE Medio

AMBIENTE Inferior

G: Elección x potencial
D: 80.000 pl

N: 180 – 220 kg (s+f)
aplicación dividida
P: Reconstrucción
S: Sin napa 20 kg
Zn: si Zn < 1 mg/kg

G: Estabilidad - Potenc
D: 70 - 78000 pl

N: 150 – 180 kg (s+f)
aplicación dividida
P: Mantenimiento
S: Sin napa 15 kg
Zn: si Zn < 1 mg/kg

G: Estabilidad
D: 60 - 70000 pl

N: 130 – 150 kg (s+f)
aplicación única
P: Suficiencia
S: Sin napa 10 kg
Zn: si pH > 7,5 y Zn < 1

G: Rusticidad
D: 50 - 60000 pl

N: 110 – 130 kg (s+f)
aplicación única
P: Starter

Cambios en el ambiente durante el ciclo pueden determinar reajustes i.e. **refertilización nitrogenada, moléculas antiestrés, control de enfermedades y plagas.**

INTA Pergamino 2018/19



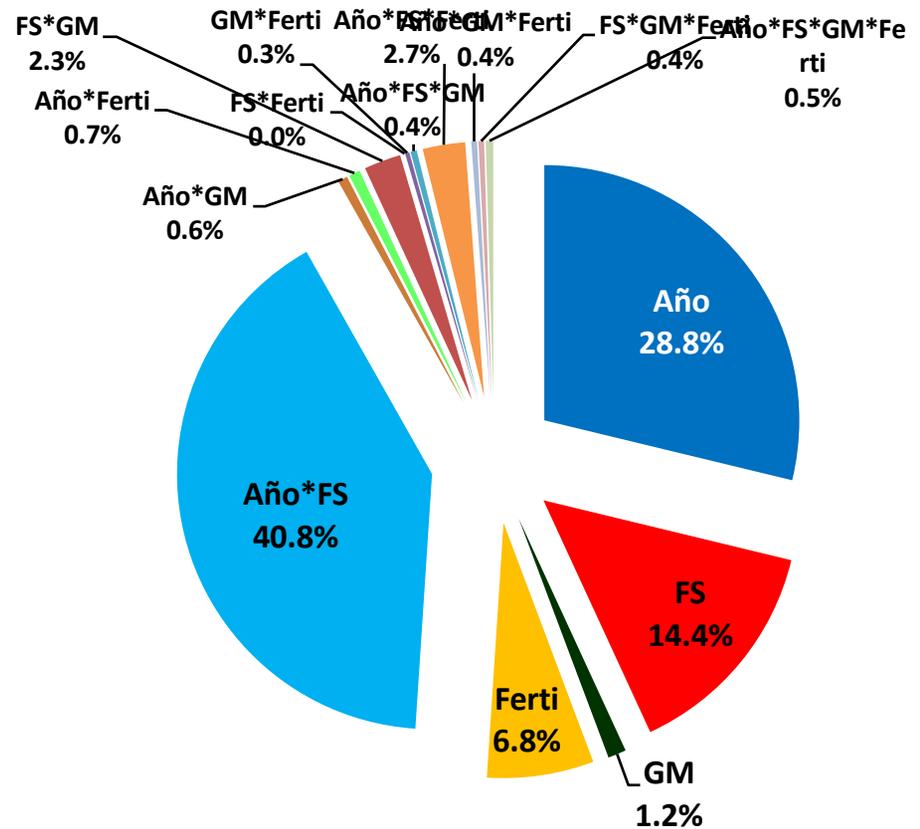
INTA Pergamino 2017/18



A que se deben las variaciones en los rendimientos? INTA Pergamino, (2009/10 - 2017/18)

FS	GM	Fertilización
Temp	III c	Testigo
Tard	III L	PS Micros
	IV c	
	IV L	
	V c	

Año	0,0000
Fertilización	0,0000
FS	0,0000
GM	>0,1
Año x FS	0,0000
FS x GM	0,04
Año x FS x Ferti	0,001

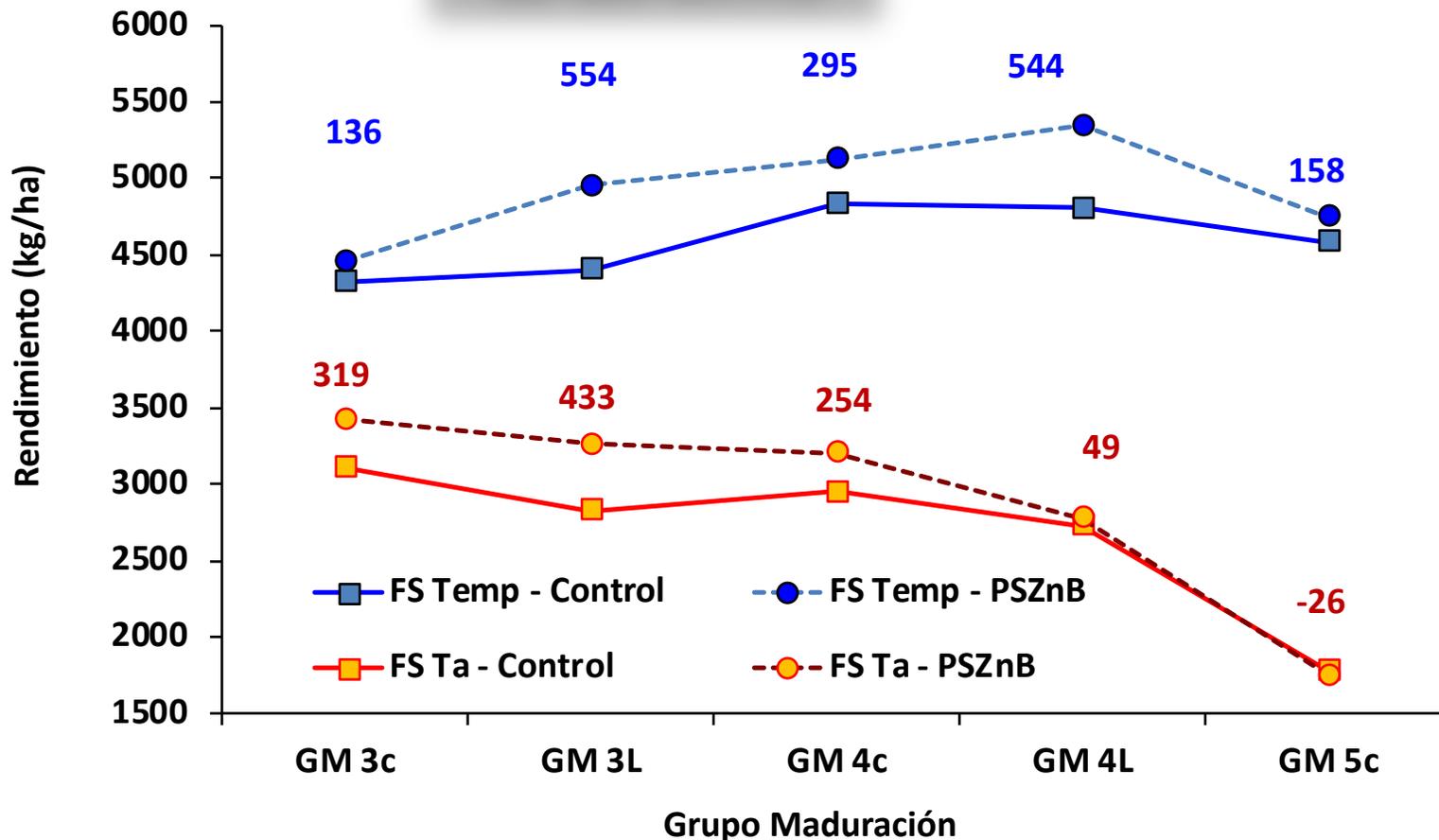


Ferraris et al., 2018.

Variaciones en los rendimientos según FS y fertilización

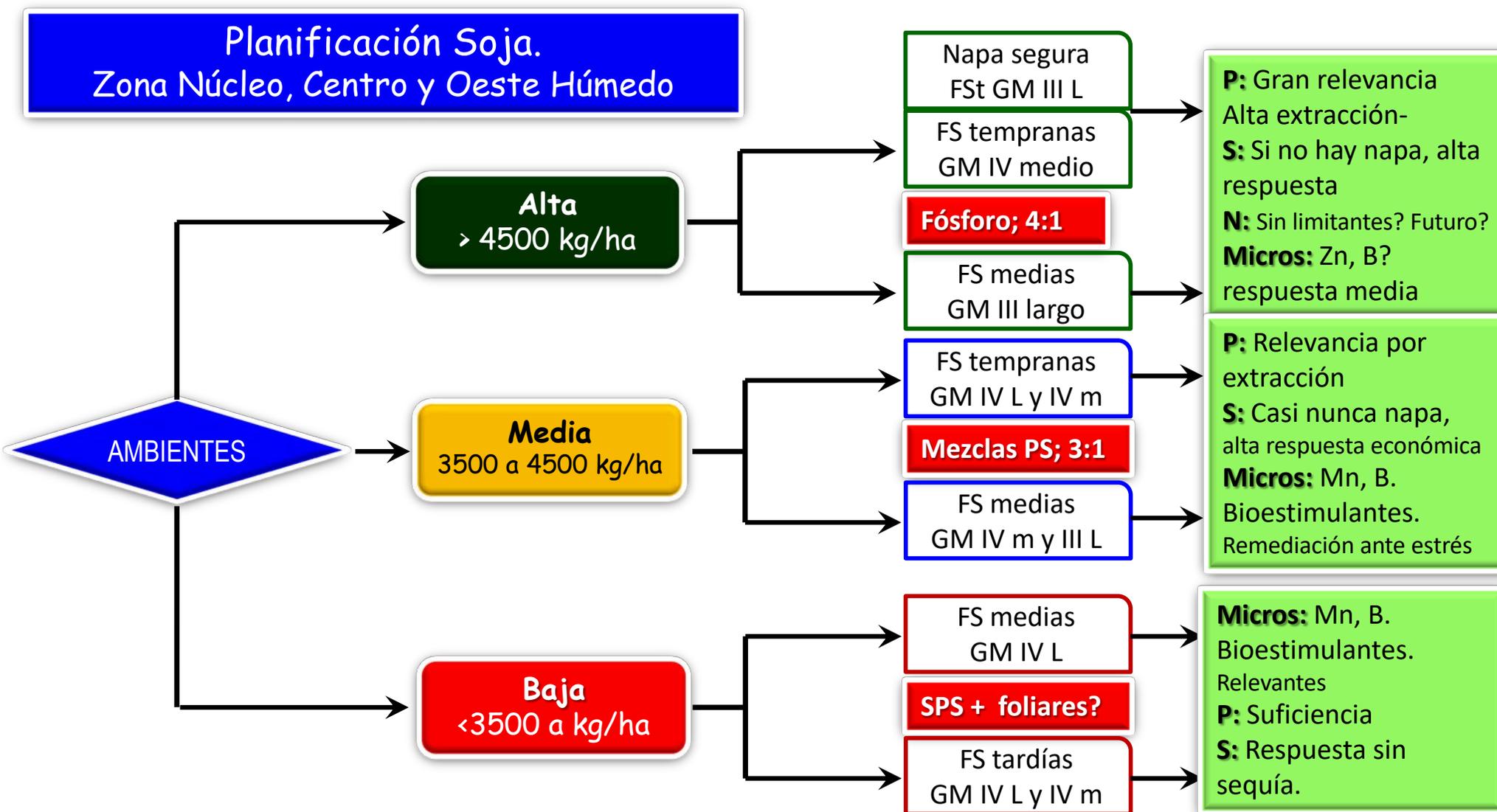
Año seco 2017/18

Ferraris et al., 2018.



- ✓ Igual umbral, respuesta muy diferente según combinación (desde 0 a 554 kg/ha)
- ✓ En promedio, mayor respuesta en FS temprana (337 vs 206 kg/ha)
- ✓ Sólo en combinaciones favorables de FS-GM se determinó respuesta a la fertilización
- ✓ GM poco adaptado, grave penalidad en los rendimientos (3599 kg/ha variación).

Integrando variables, planificando la campaña



Consideraciones finales

- ❑ La producción agropecuaria se desenvuelve en un contexto de intensificación productiva, alto uso de insumos con restricciones ambientales, costos elevados y escaso margen de error.
- ❑ Los **criterios regionales** sentaron la base para el manejo de la nutrición de los cultivos. Sin embargo, la necesidad de lograr eficiencia motiva el desarrollo de **criterios específicos** de fertilización.
- ❑ Estos implican conocer las interacciones entre **suelo, agua**, pero también factores de manejo como **fecha de siembra, genética, tecnología de fertilización** y hasta de arreglo espacial como **densidad o espaciamiento**.
- ❑ La presencia de cuantiosas interacciones, instrumentos de medición y seguimiento multiplica la información. Es muy necesaria la labor agronómica que integre la información para transformarla en correctas decisiones de manejo.

Muchas gracias por su
atención!

Preguntas?

Inq. Agr. (M.Sc.) Gustavo N. Ferraris



INTA Pergamino

ferraris.gustavo@inta.gob.ar

@GustaFerraris