

# Estado de avance Red de Ultra baja densidad de maíz



Autores: G. A. MADDONNI<sup>1,2</sup>, D. H. ROTILI<sup>1,2</sup>, M. PARCO<sup>1,2</sup>, D. RODRIGUEZ<sup>3</sup>, I. CIAMPITTI<sup>4</sup>, A. GIORNO<sup>5</sup>, G. ABELEDO<sup>1,6</sup>, K. D'ANDREA<sup>1,6</sup>, P. TOGNETTI<sup>2</sup>, M. ERMACORA<sup>7</sup>, G. DUARTE<sup>8</sup>, J. MICHELOUD<sup>1,9</sup>, F. ROSS<sup>10</sup>, P. GIRON<sup>11</sup>, A. CERRUDO<sup>11</sup>, V. ASTIZ<sup>11</sup>, R. MELCHIORI<sup>11</sup>, O. CAVIGLIA<sup>6,12</sup>, N. MALTESE<sup>11</sup>, N. AHUMADA<sup>5</sup>, G. GARCIA<sup>13</sup>, J. DI MATEO<sup>14</sup>, M. FERREYRA<sup>14</sup>, F. GIACHETTI<sup>15</sup>

Afiliación: <sup>1</sup> CATEDRA DE CEREALICULTURA FAUBA, <sup>2</sup> IFEVA CONICET, <sup>3</sup> QUEENSLAND UNIVERSITY, <sup>4</sup> KANSAS STATE UNIVERSITY, <sup>5</sup> CREA SO DE BS AS-GEASO, <sup>6</sup> CONICET, <sup>7</sup> CREA ZONA N DE BS AS, <sup>8</sup> GRUPO EL GANADO Y GRUPO BERMEJO, <sup>9</sup> CREA OESTE ARENOSO, <sup>10</sup> CHACRA BARROW, <sup>11</sup> INTA, <sup>12</sup> FCA UNER, <sup>13</sup> PLEXAGRO, <sup>14</sup> BAYER AGROSCIENCE, <sup>15</sup> CORTEVA.



*Instituto de investigaciones fisiológicas  
y ecológicas vinculadas a la agricultura*

**14 de Septiembre de 2020**

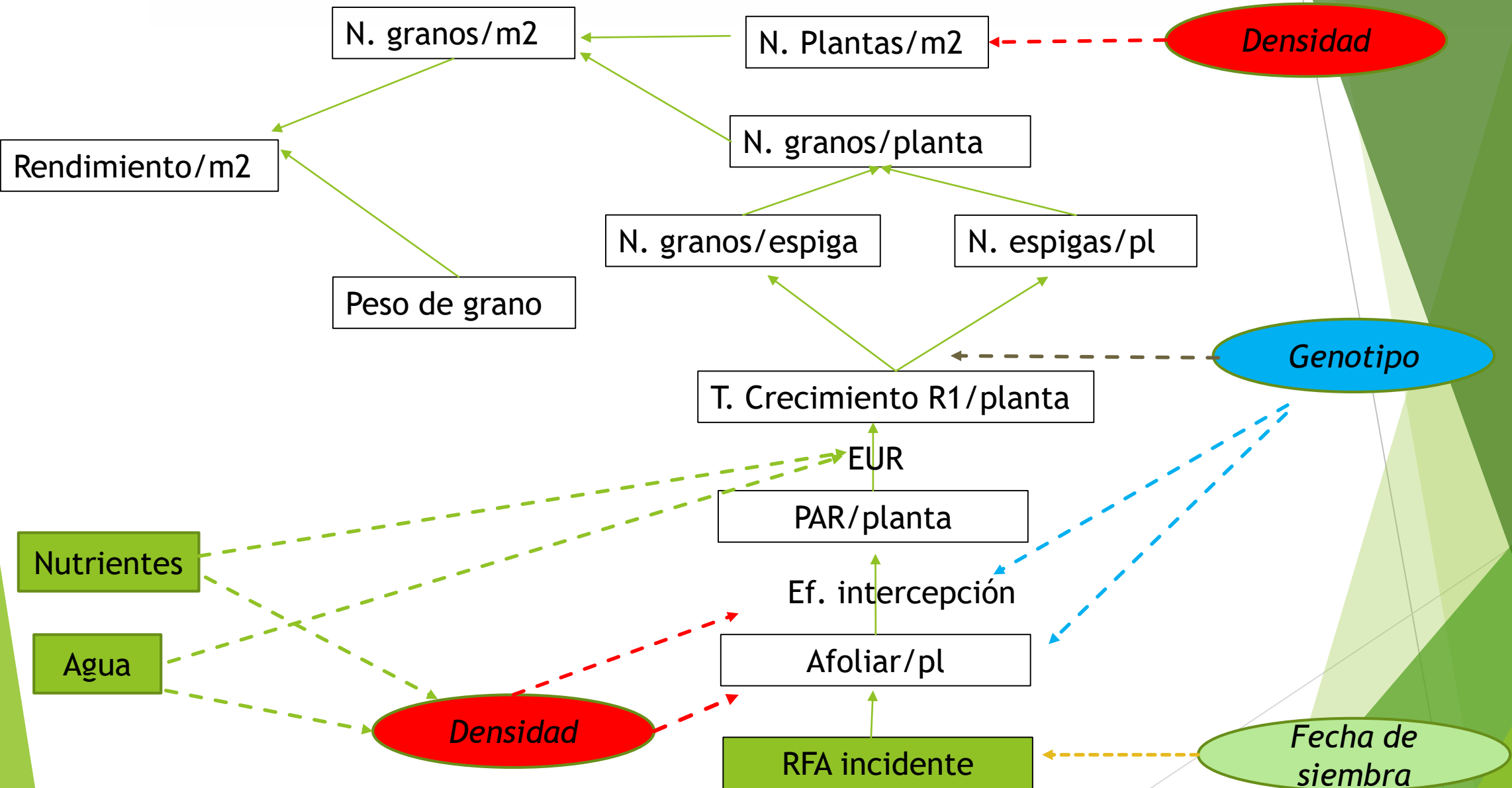


# Temario

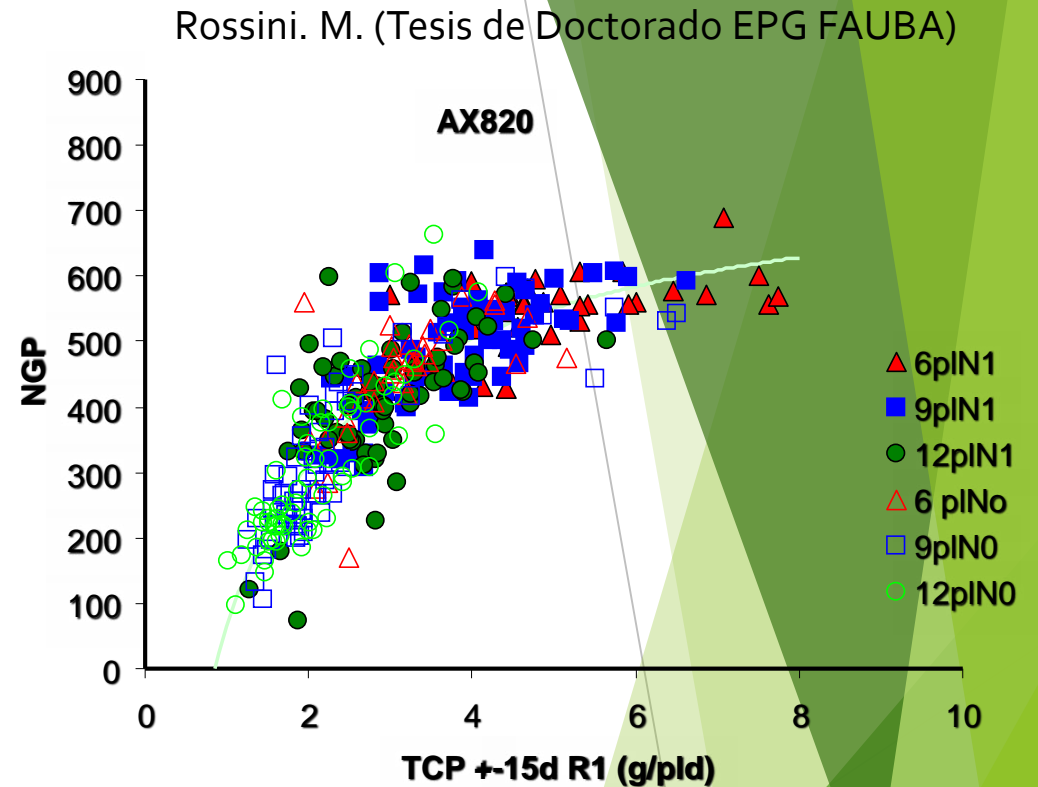
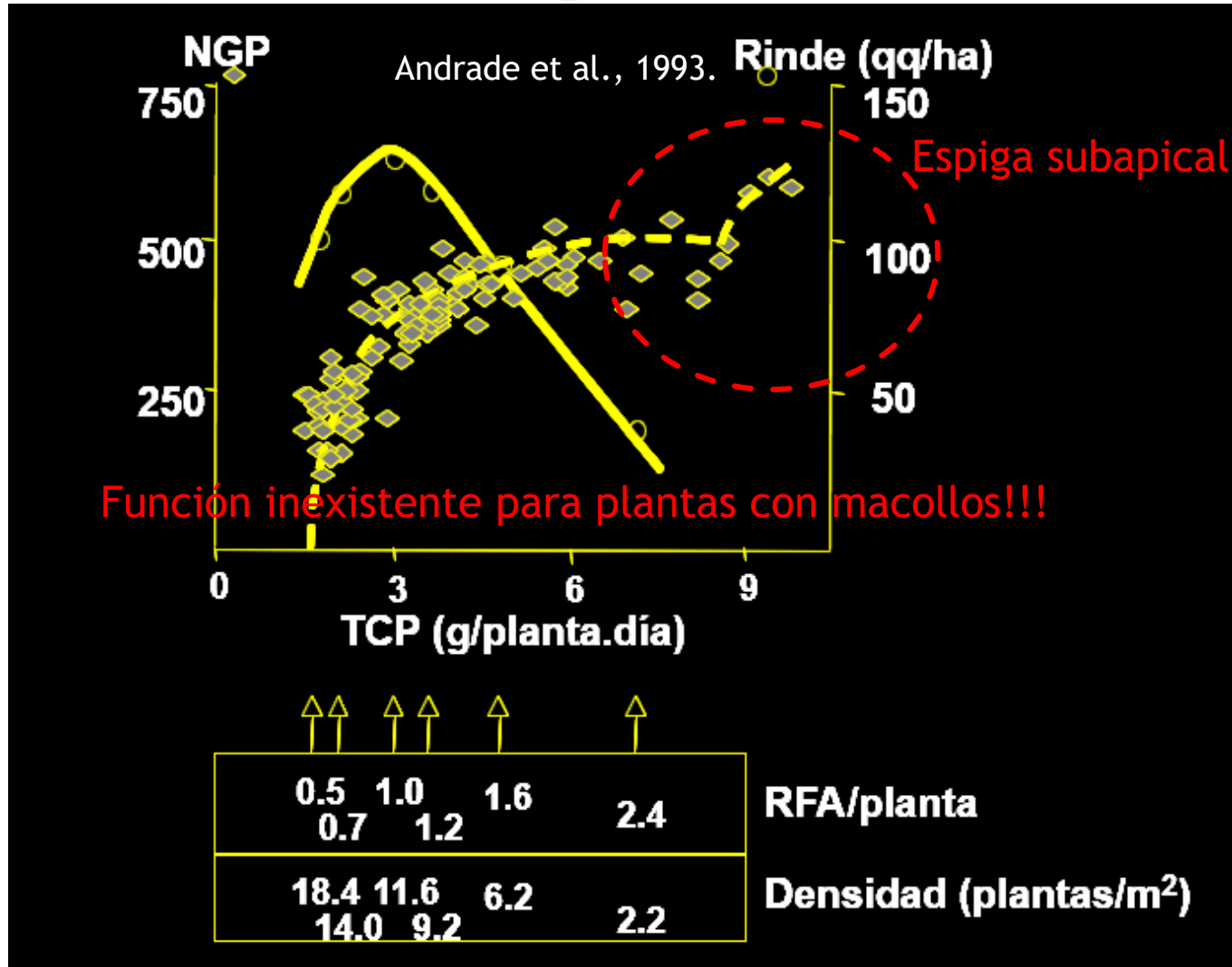
- ❖ Bases del impacto de la densidad de siembra sobre el rendimiento, interacciones con el ambiente y el genotipo.
- ❖ Manejos defensivos vs ofensivos.
- ❖ Producción de maíz en ambientes marginales. Caso grupo GEASO.
- ❖ GET RED UBA DE MAIZ. Integrantes y objetivos.
- ❖ Primeros resultados de la RED (que aprendimos).
- ❖ Hacia donde vamos....



# 1-Bases del impacto de la densidad de siembra sobre el rendimiento



# 1-Bases del impacto de la densidad de siembra sobre el rendimiento



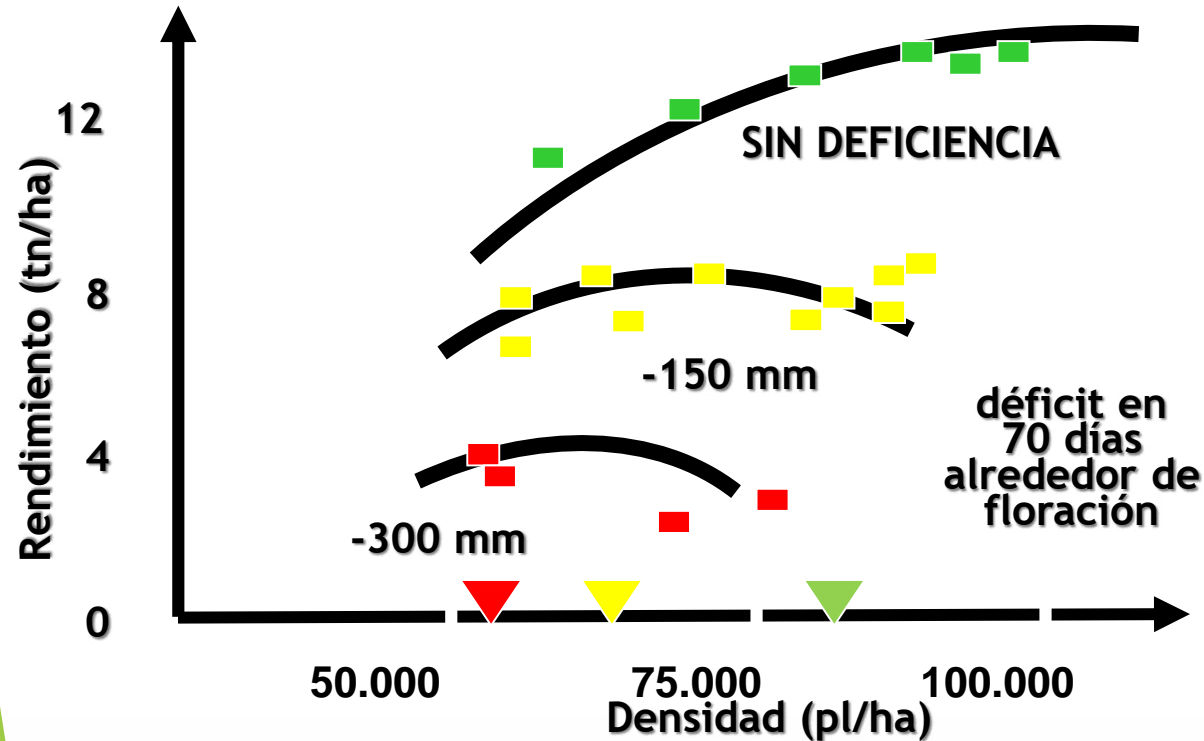
El impacto de otros factores como el N (o agua) también se refleja sobre la misma relación

La respuesta del rendimiento del cultivo a la densidad dependerá principalmente de la tasa de crecimiento de las plantas alrededor de floración (según la RFA/pl) y la fijación de granos/pl

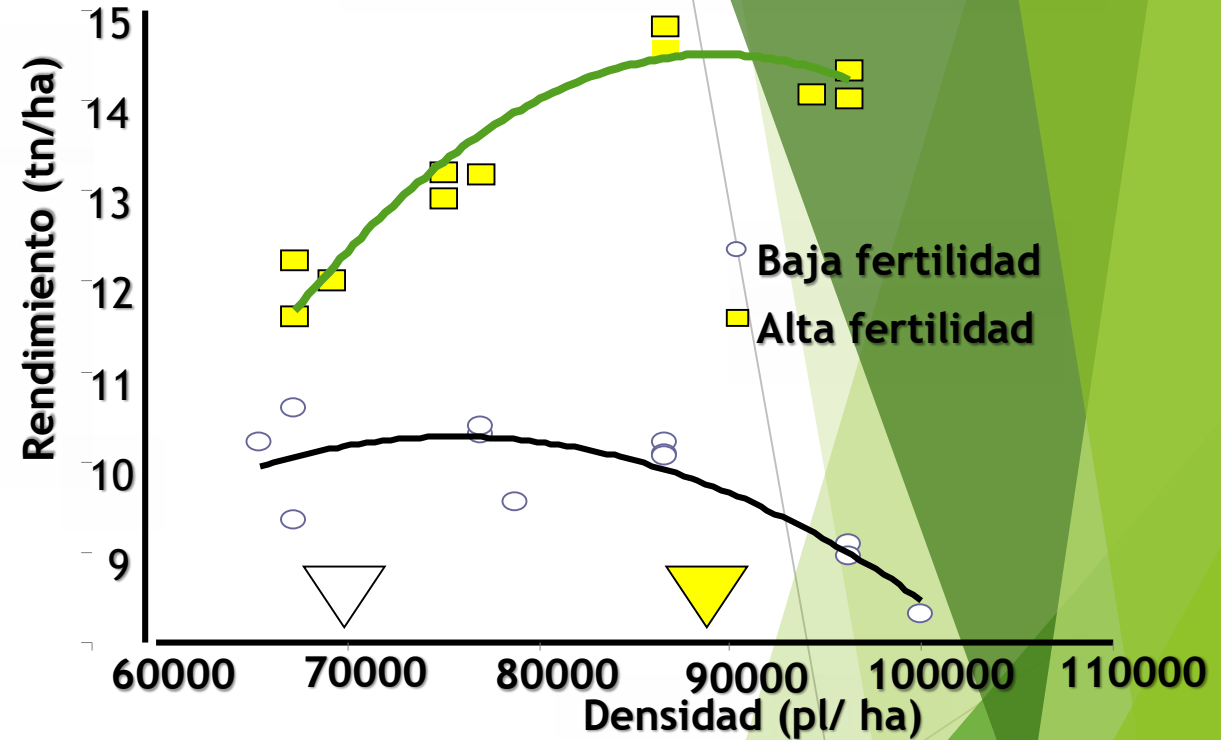


## 2-Manejos “defensivos vs ofensivos (ambientes limitados por agua y nutrientes)”

Fuente: Andrade, et al 1996.



Fuente: S. Fernández (com. Pers)



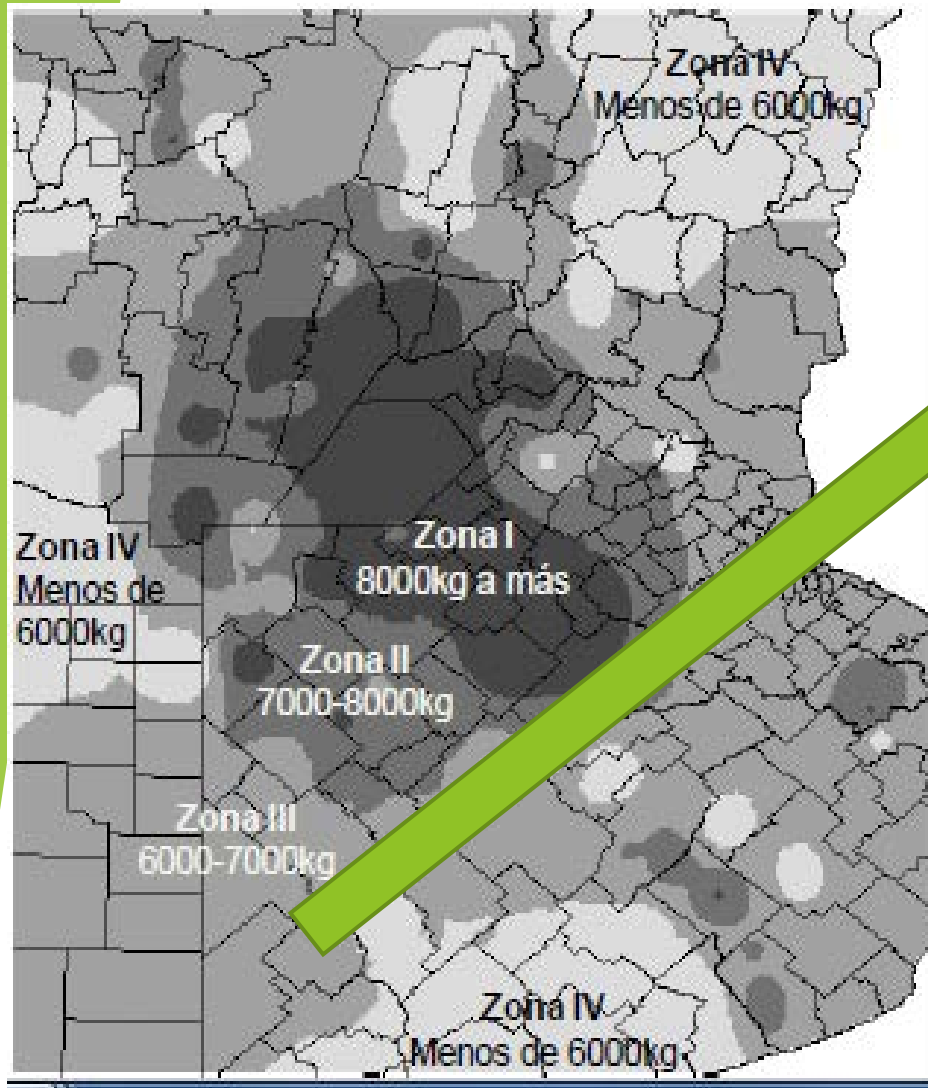
En ambientes de mayor potencialidad se busca maximizar la captura de recursos y la fijación de granos/m<sup>2</sup> (=rinde/m<sup>2</sup>).

En ambientes de menor potencialidad se debe bajar la densidad de siembra para no reducir tanto la captura y fijación de granos por planta y estabilizar el rinde.

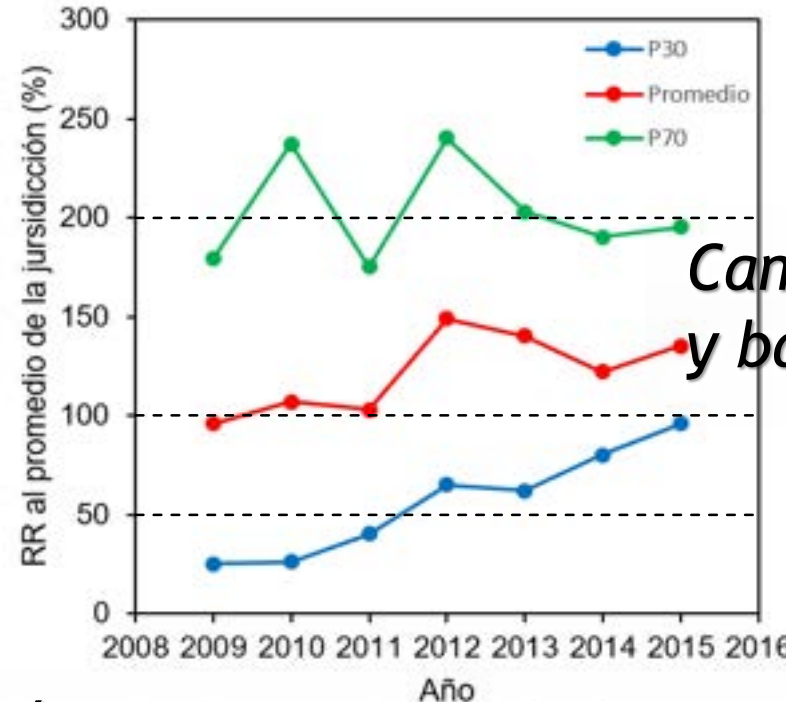
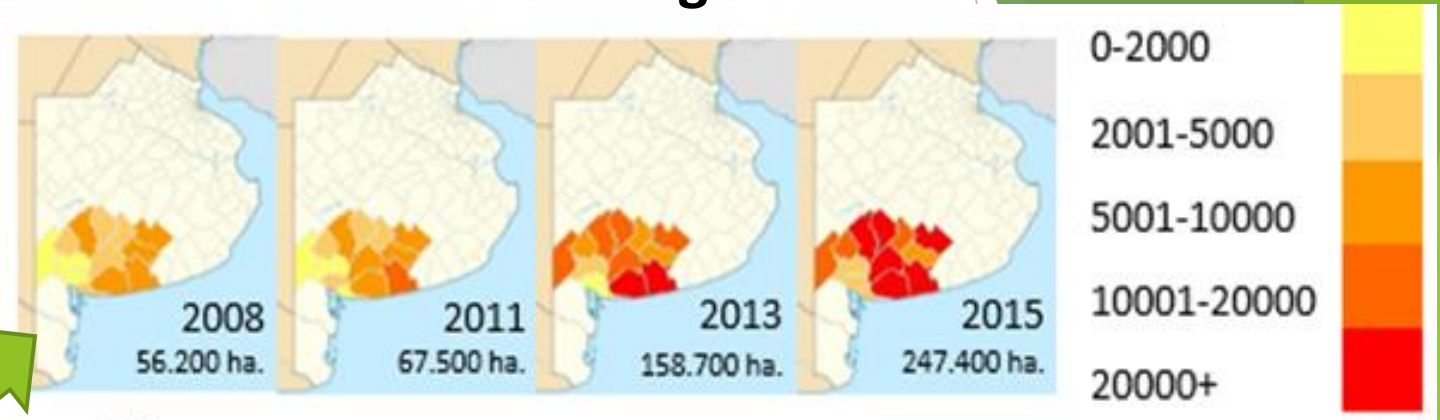




# Ambientación de la producción de maíz



# Variación temporal de la producción de maíz en el SO según los ambientes



*Cambios a fecha tardía y baja densidad de siembra*



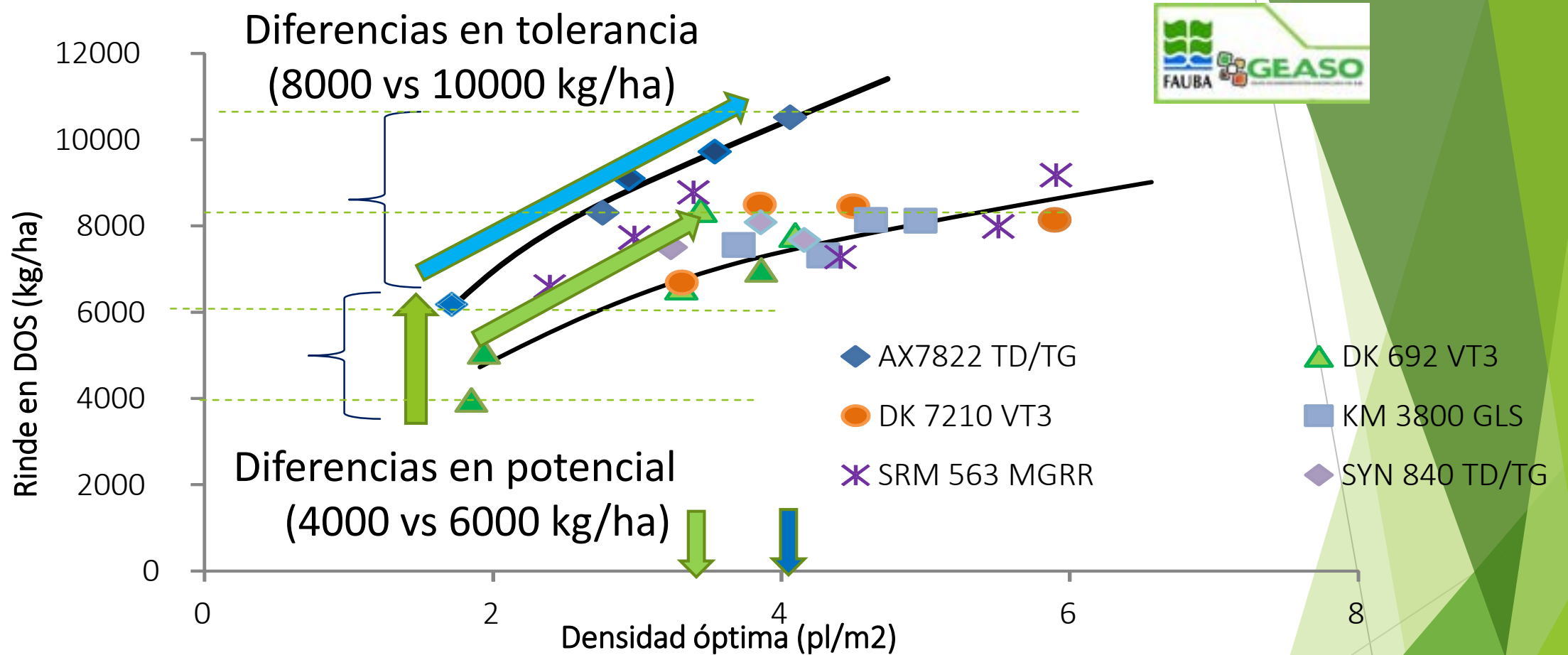
Fuente: Matías Ermácora (AACREA)

Reducción de la variabilidad entre ambientes



Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET

# Variación de rendimiento en DOS entre genotipos en manejos defensivos



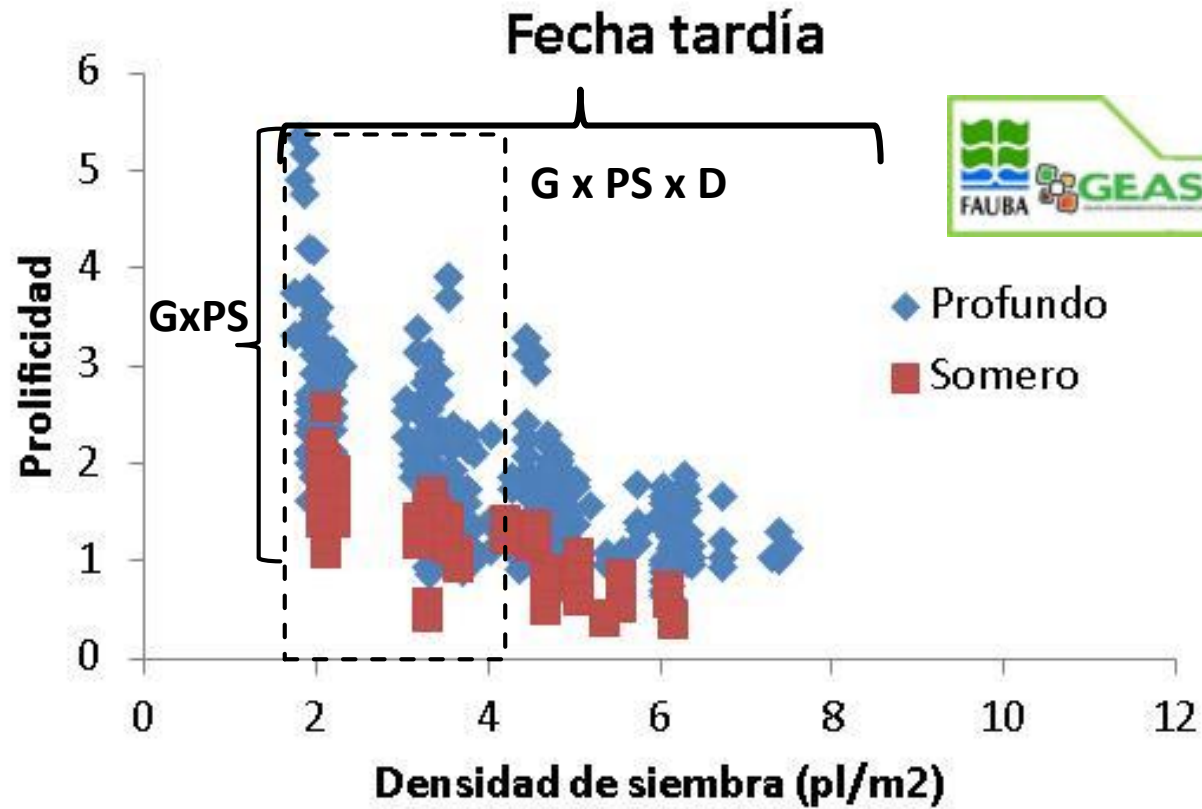
Base de datos: Grupo Experimental Agrícola Sud-Oeste (GEASO) de AACREA.

Según la tolerancia de los materiales a la densidad y su plasticidad, será la densidad objetivo de siembra y el rinde alcanzado. DOS entre 3 y 4 pl/m<sup>2</sup>.





# Plasticidad vegetativo-reproductiva (espigas/planta) entre ambientes, genotipos y densidad de siembra



En bajas DOS, expresión de más de una espiga por planta (espigas subapicales y espigas de macollos).





# GET Red ultra baja densidad de maíz (RESCD-2020-83 E-UBA-DTC FAGRO)

## Integrantes

5 EEA (Paraná, Pergamino, Balcarce, Cesáreo Naredo, G. Villegas) + Chacra Barrow



6 grupos CREA (O arenoso, N BsAs, SO BsAs, Tres Arroyos, Litoral S, Guatrache)



7 Universidades + CONICET, 16 docentes-investigadores + estudiantes de grado y postgrado



3 Empresas semilleras

2 Empresas de producción primaria

2 Empresas de Agroservicios

Un verdadero espacio multidisciplinario, interinstitucional, e internacional, que facilitará la generación de conocimiento y la formación de RRHH de grado y postgrado, focalizado en las prácticas de manejo del cultivo de maíz en ambientes marginales.

Abierto a quienes quieran participar.



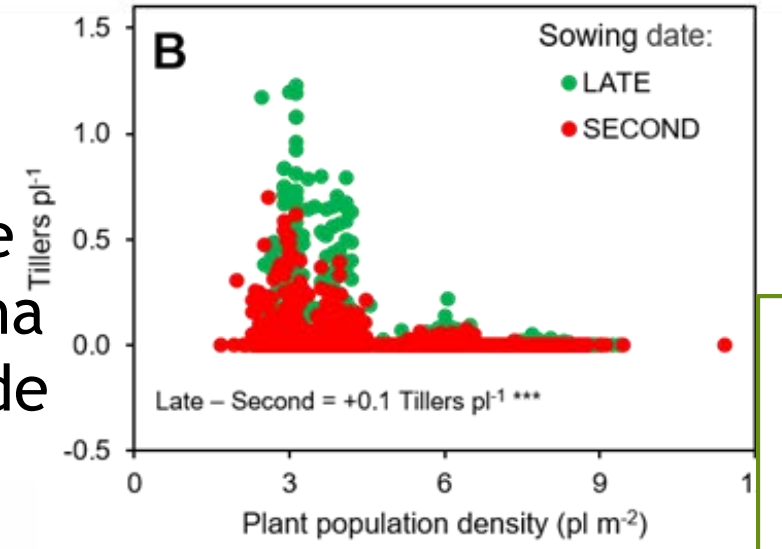
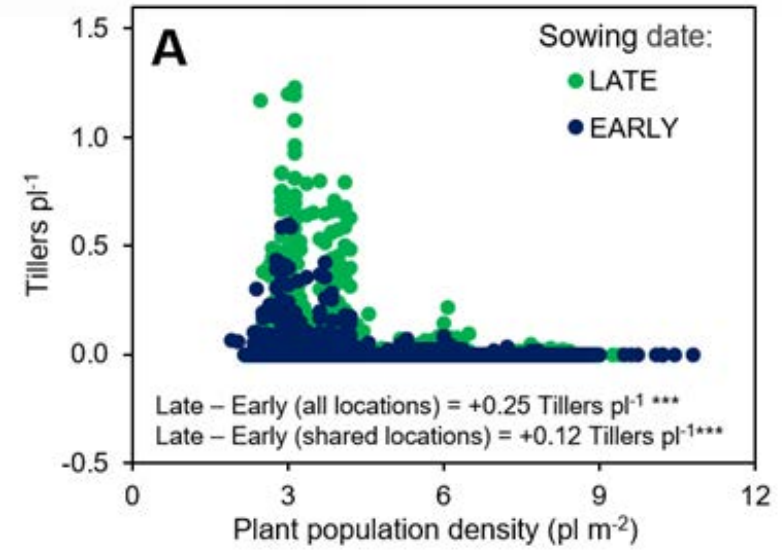
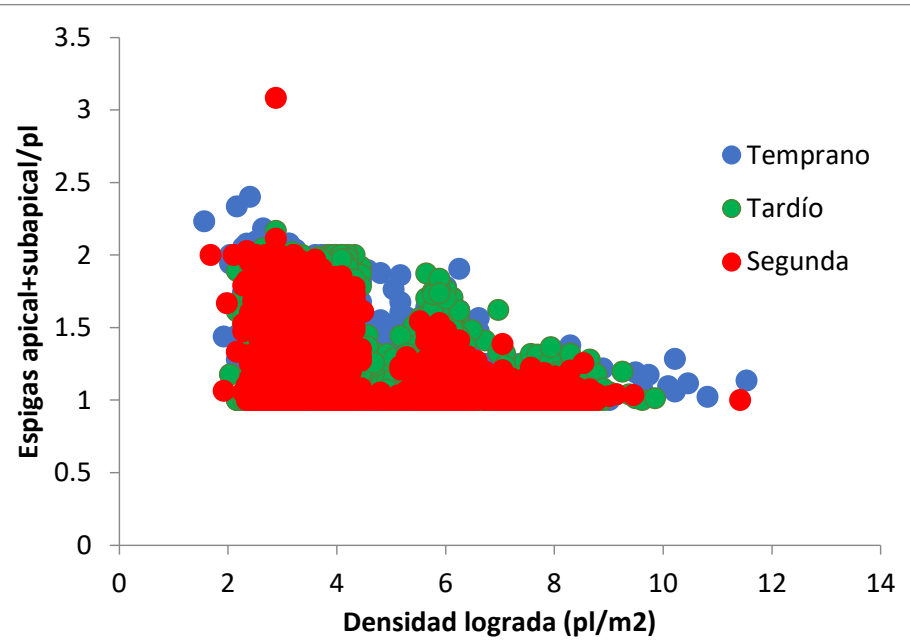
# GET Red ultra baja densidad de maíz: Objetivos

- Expresión de la plasticidad vegetativo-reproductiva en híbridos comerciales de maíz y en líneas de mejoramiento de INTA y sus híbridos derivados.
- Funcionalidad de estos procesos ante cambios en la densidad (baja vs ultra-baja) en interacción con la oferta de N y el ambiente
- Contribución de la producción de espigas múltiples por planta al rendimiento ante cambios en la estructura de cultivo (densidad x espaciamiento) y la oferta de N.
- Economía del agua (consumo, repartición del consumo y EUA) y economía del N (absorción de N, EUN) en los sistemas de producción de maíz en ambientes marginales en híbridos con plasticidad vegetativo-reproductiva .
- Optimización del diseño de la estructura del cultivo (densidad x espaciamiento x tipo de plasticidad) en ambientes marginales en híbridos con plasticidad vegetativo-reproductiva .
- Impacto del proceso de macollaje en maíz sobre la digestibilidad y la biomasa digestible.



# Ambiente y expresión del macollaje y prolificidad

D. Rotili (Tesis Doctorado EPG FAUBA)

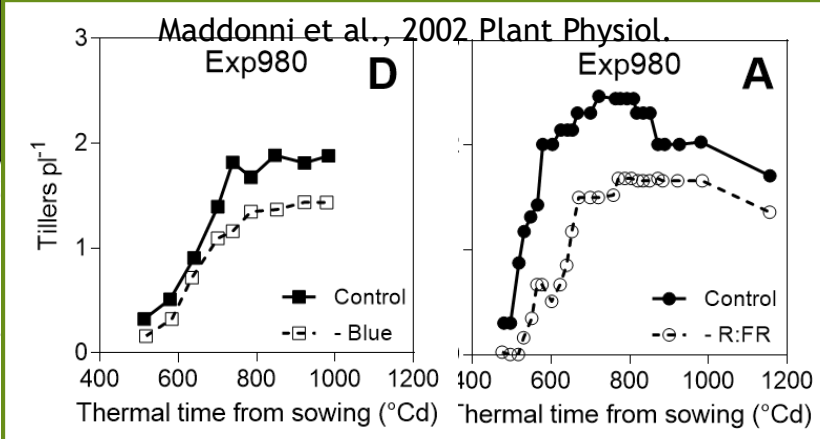


Interacción genotipo x ambiente (fecha x agua siembra) x densidad en la producción de macollos.

Mayor producción de macollos en densidades < 4pl/m2 en fecha tardía y en cultivos tardíos de primera vs de segunda

Interacción G x A (localidad) x densidad en la prolificidad. No se evidencia una tendencia por fecha de siembra o por maíz tardío vs de segunda.

Mayor rango de densidades para expresar la prolificidad vs macollaje.



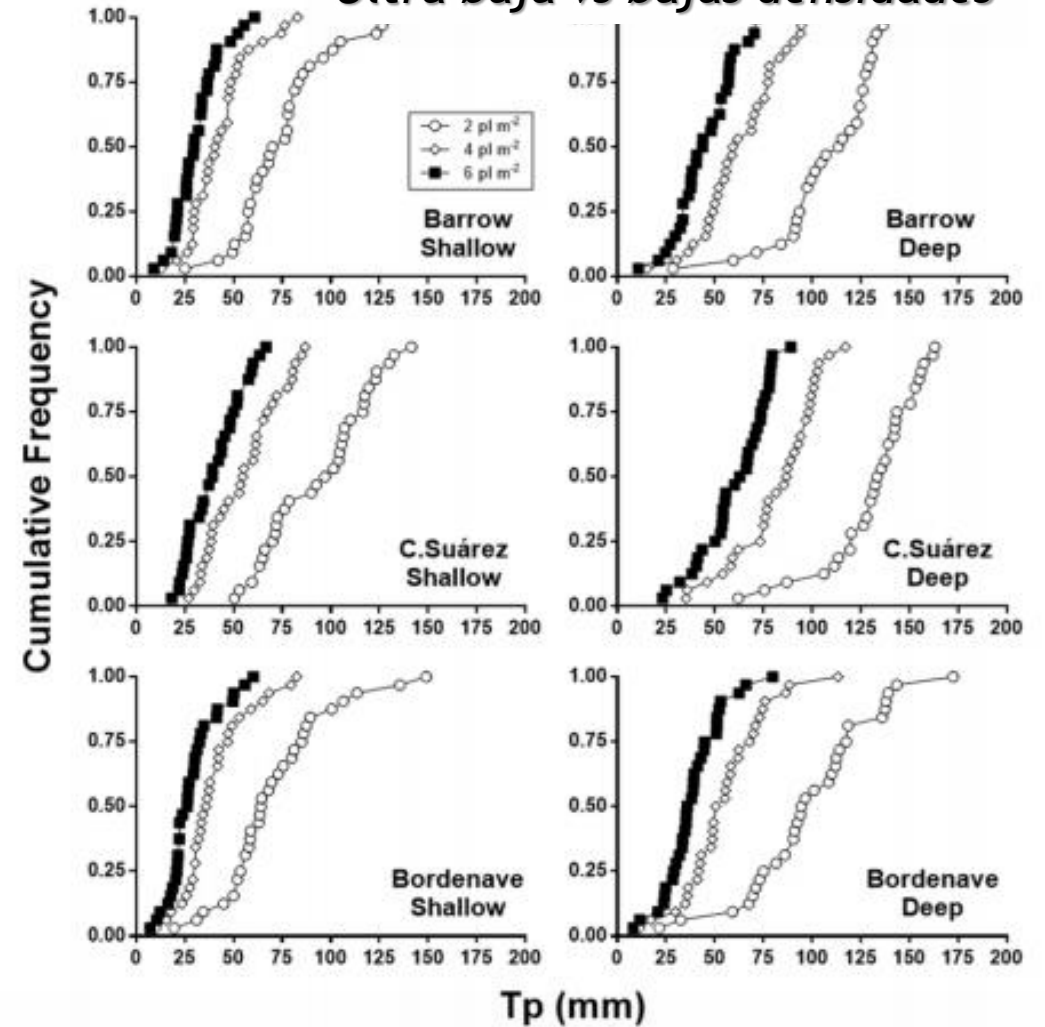
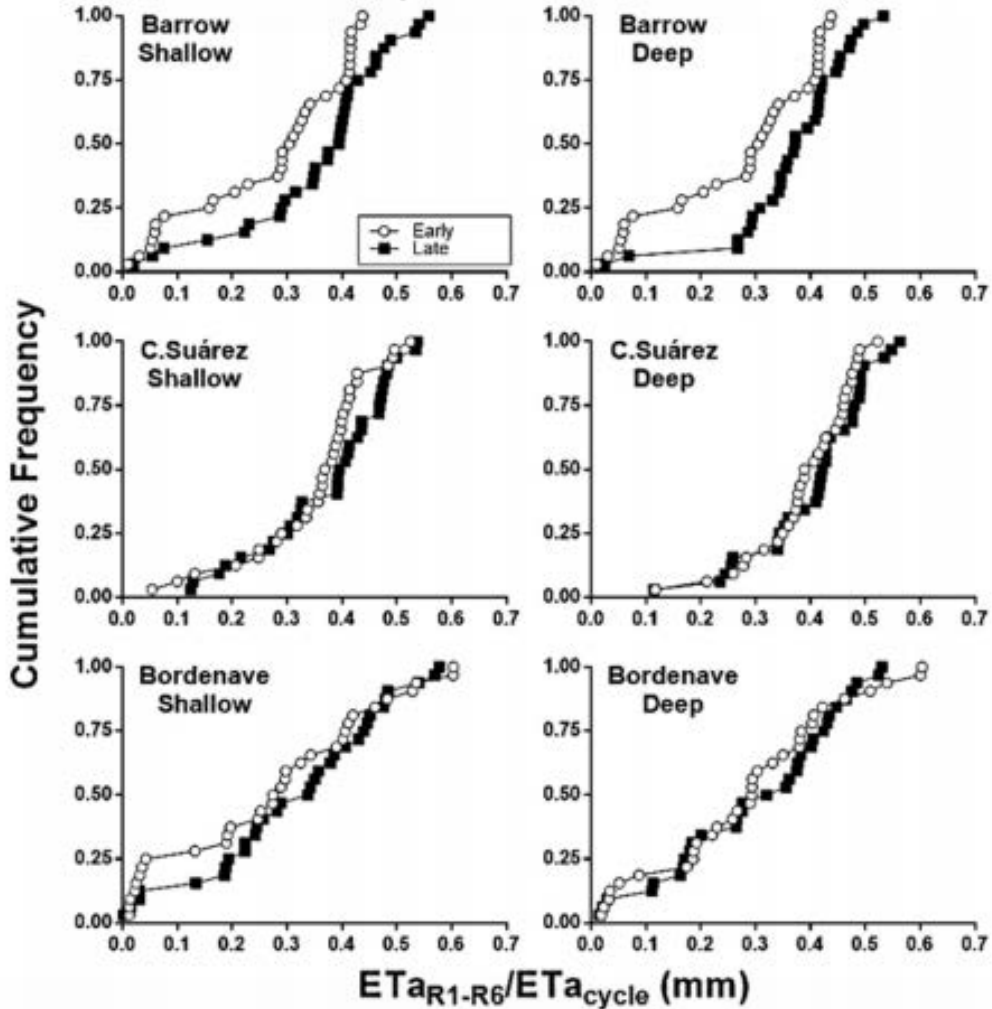


# Manejos defensivos: economía del agua

Rotili et al., 2019 (Agric. Water Management)

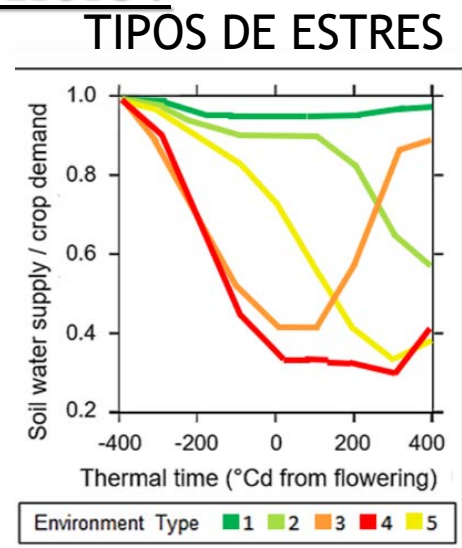
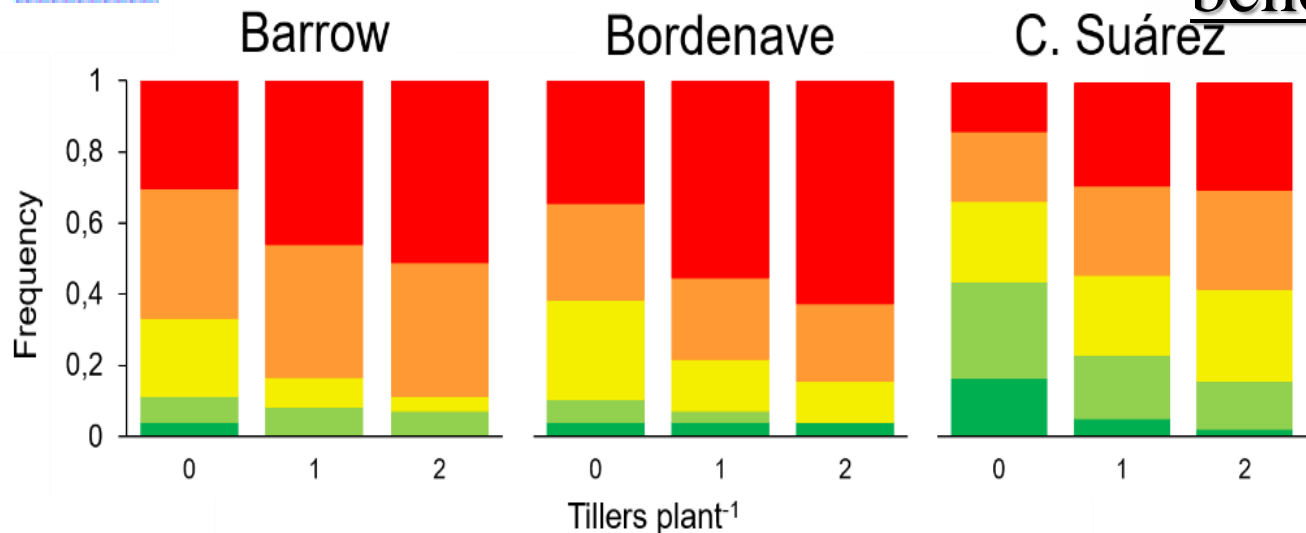
Fecha temprana vs tardía

Ultra baja vs bajas densidades

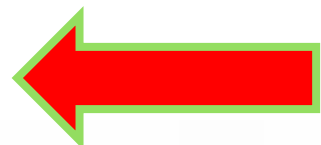
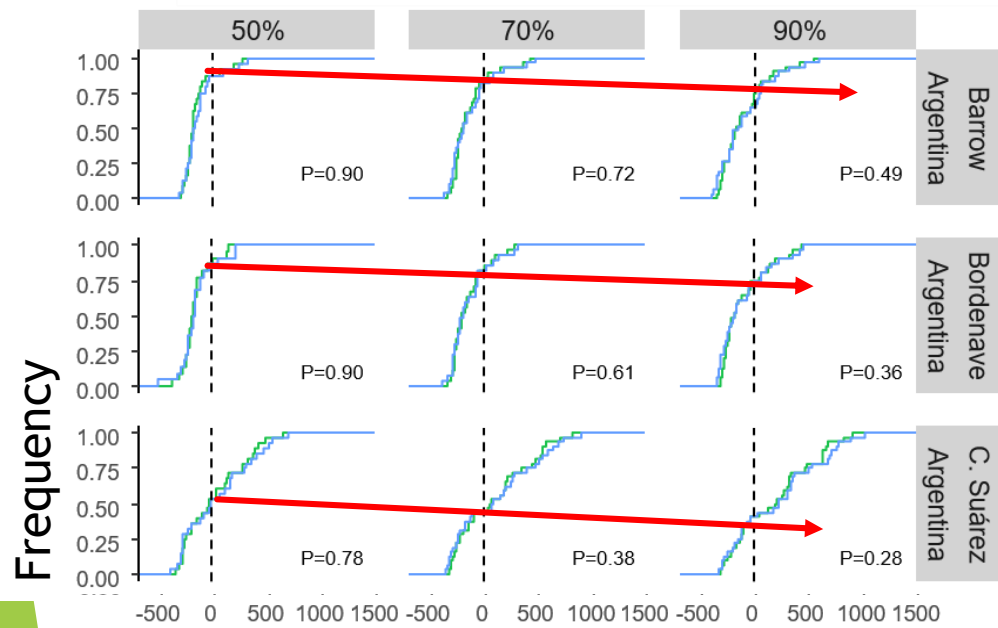


En el SO de Buenos Aires la demora en la fecha de siembra particiona más agua hacia las etapas reproductivas y la reducción en la densidad incrementa la transpiración por planta en el ciclo.

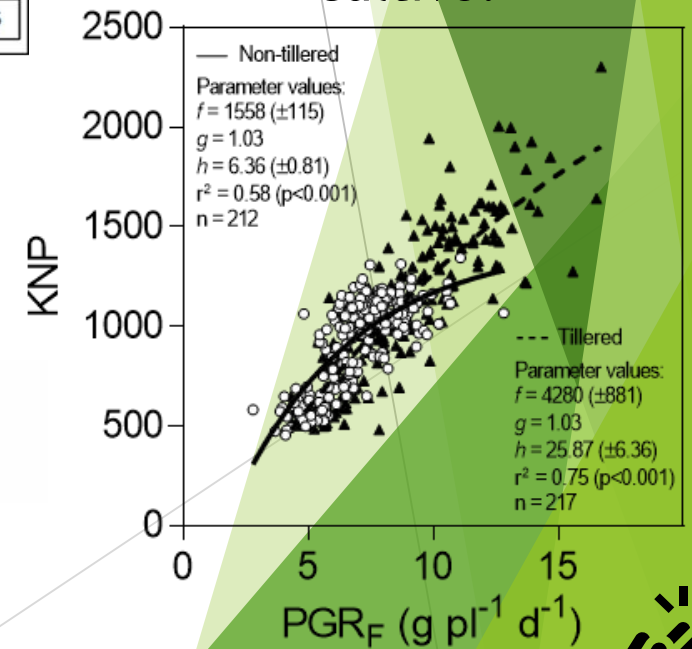




Modelo para simular el efecto de los macollos en la economía del agua del cultivo.



Ventaja del macollaje sobre la fijación de granos/m<sup>2</sup> (KN/m<sup>2</sup>) en ambientes menos limitados por agua.



Differences in KN m<sup>-2</sup> between tillered and non-tillered crops

Tillers plant<sup>-1</sup> — 1 — 2



Sitio: Estancia Cerro Naposta grande (Tornquist)

Fecha de siembra: 13 noviembre

Híbrido: Ax7784

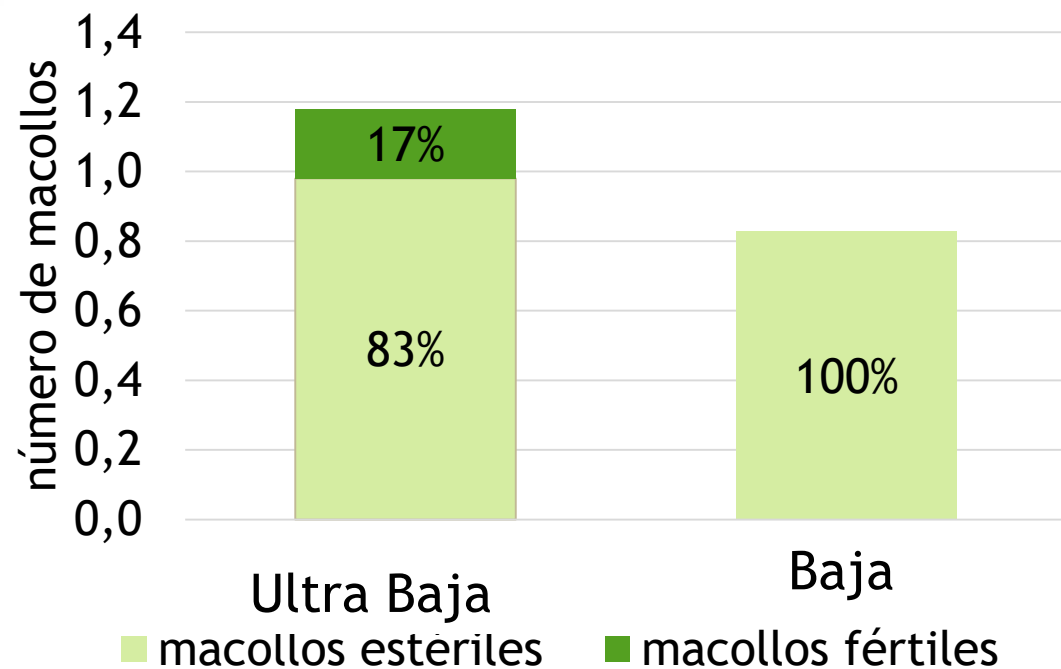
Densidad Baja: 3,9 pl/m<sup>2</sup>

Densidad Ultra baja: 2,1 pl/m<sup>2</sup>

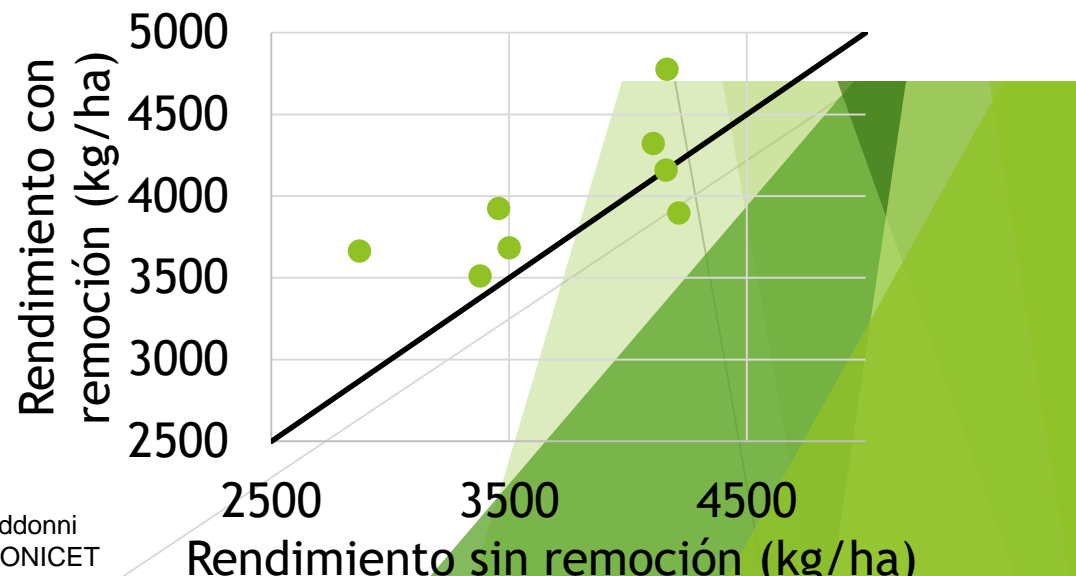
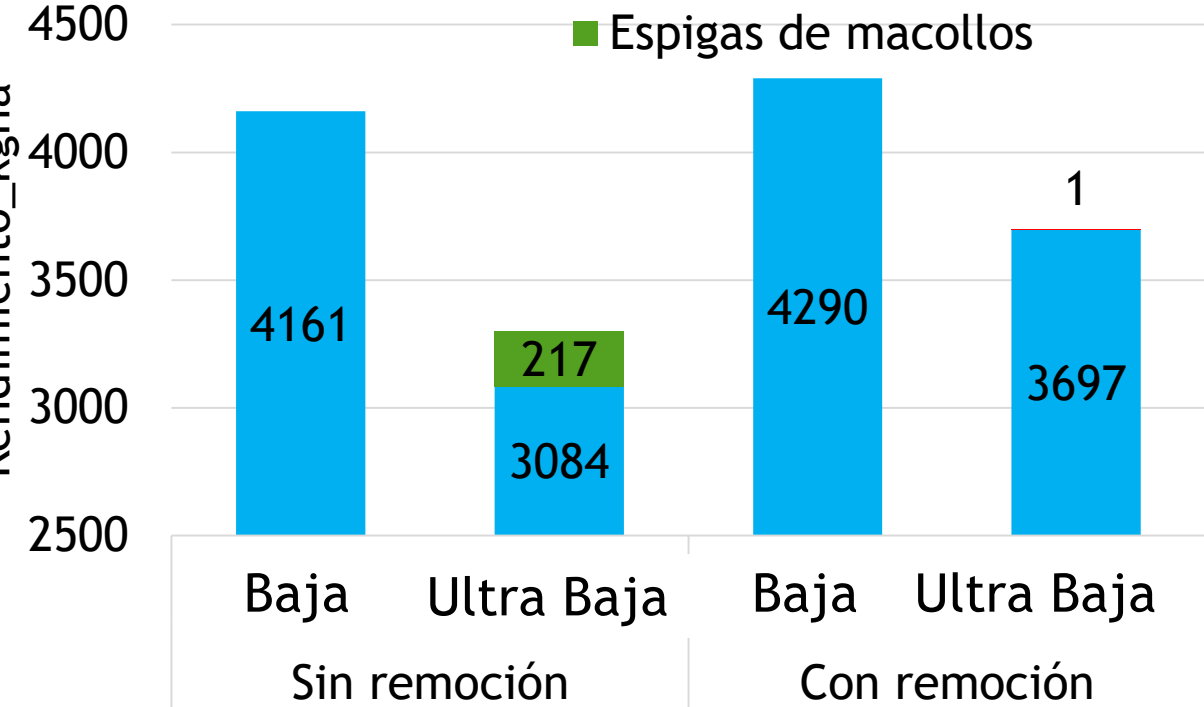
N alcanzado (0-60 cm): 73 kg/ha



Gentileza J. Micheloud



Rendimiento\_kgha



La remoción de macollos tuvo un impacto mayor en la ultra baja densidad (17% incremento de rendimiento). En baja densidad, la remoción no modificó significativamente el rendimiento ( $p > 0,1$ )



Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET



# Manejos “defensivos vs ofensivos”: Fenotipos y estabilización de rindes

Fsa= 15/09/19

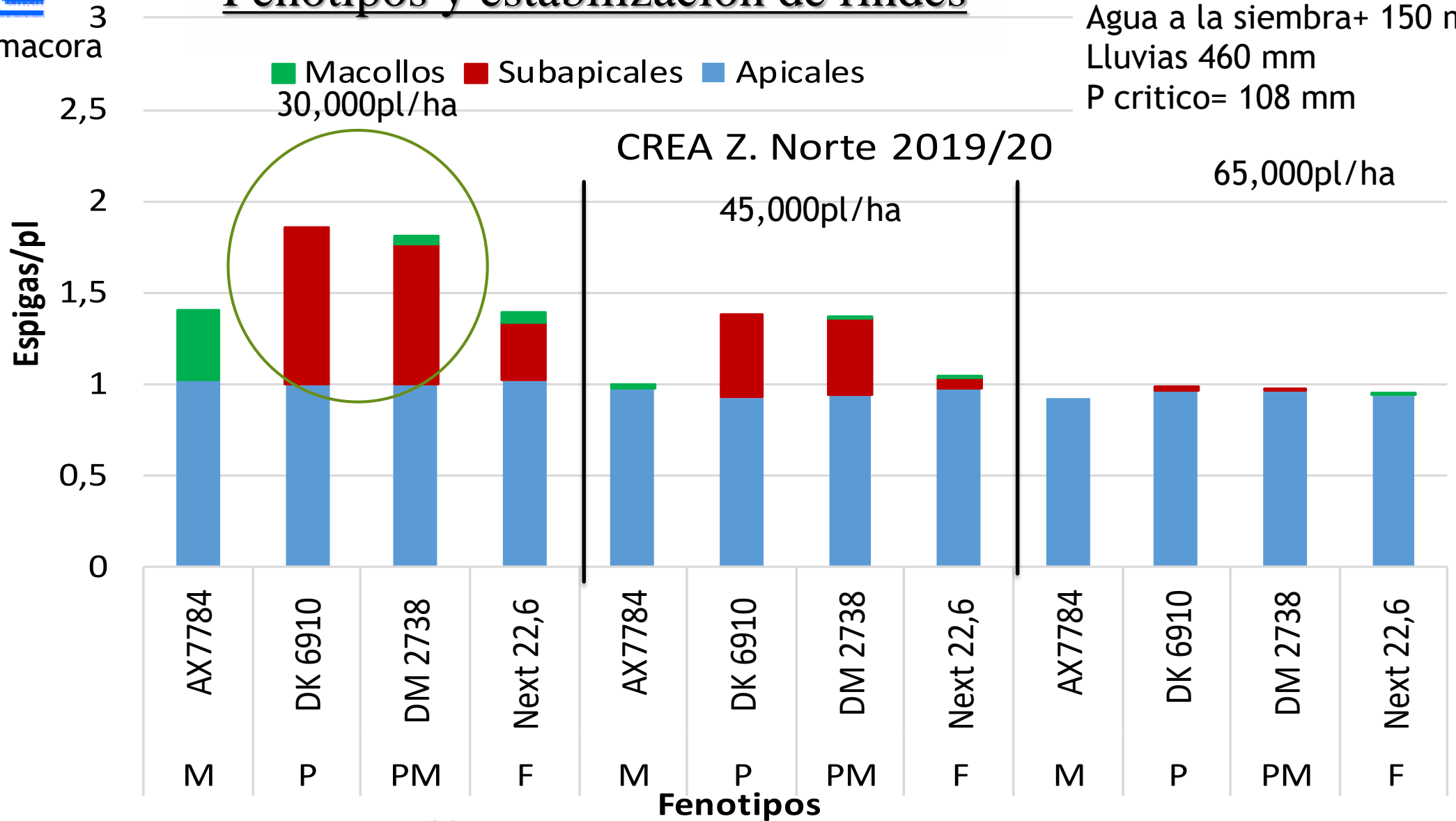
Argiudol vértico

Agua a la siembra+ 150 mm

Lluvias 460 mm

P critico= 108 mm

Gentileza M. Ermacora



Dr. Gustavo Maddoni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET



# Manejos “defensivos vs ofensivos”: Fenotipos y estabilización de rindes

Fsa= 15/09/19

Arigudol vértico

Agua a la siembra= 150 mm

Lluvias totales 460 mm

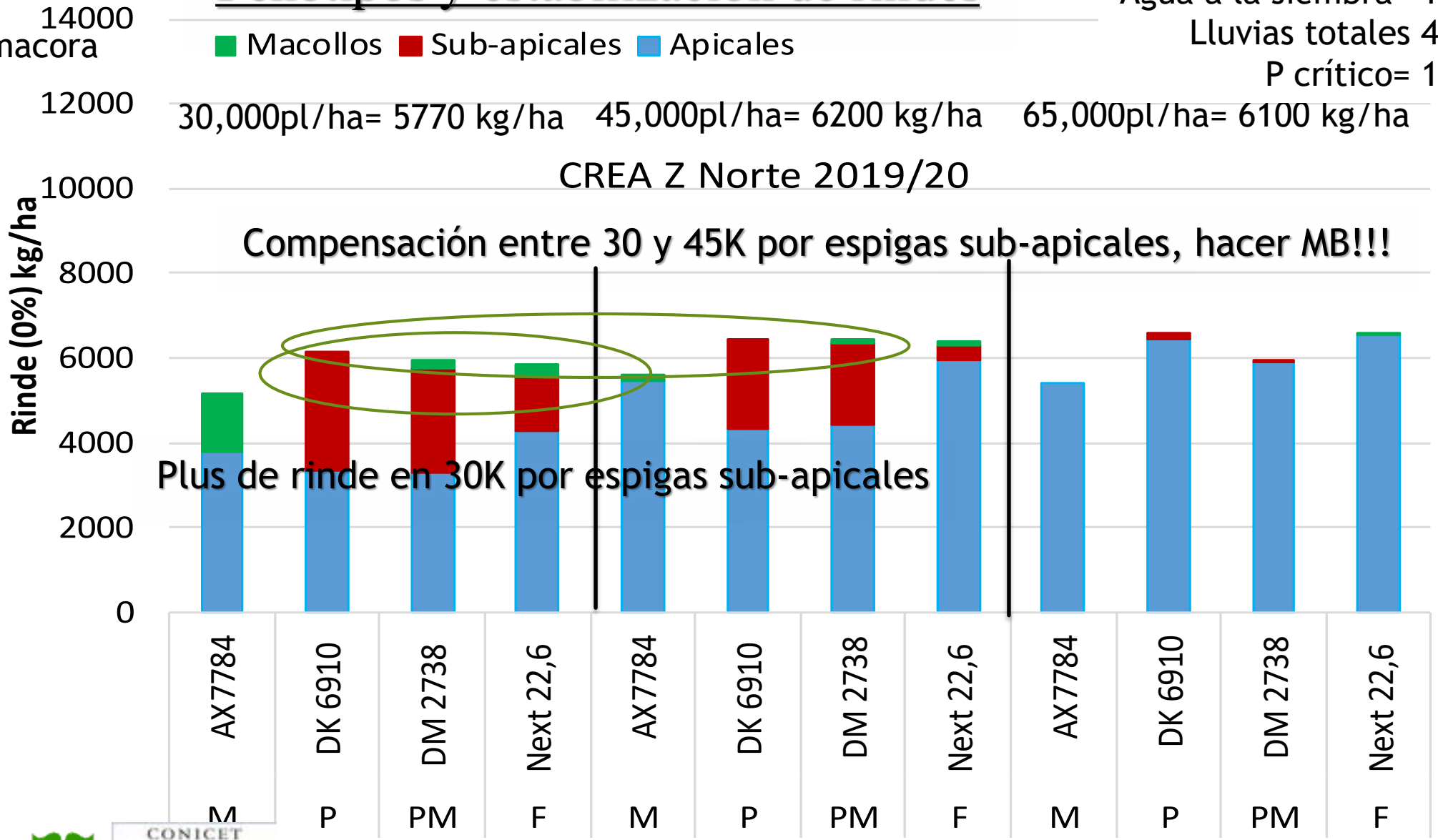
P crítico= 108 mm

Gentileza M. Ermacora

30,000pl/ha= 5770 kg/ha    45,000pl/ha= 6200 kg/ha    65,000pl/ha= 6100 kg/ha

CREA Z Norte 2019/20

Compensación entre 30 y 45K por espigas sub-apicales, hacer MB!!!



Plus de rinde en 30K por espigas sub-apicales



Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET

Fenotipos





# Manejos “defensivos vs ofensivos”: Fenotipos y estabilización de rindes

Fsa: 2/12/19

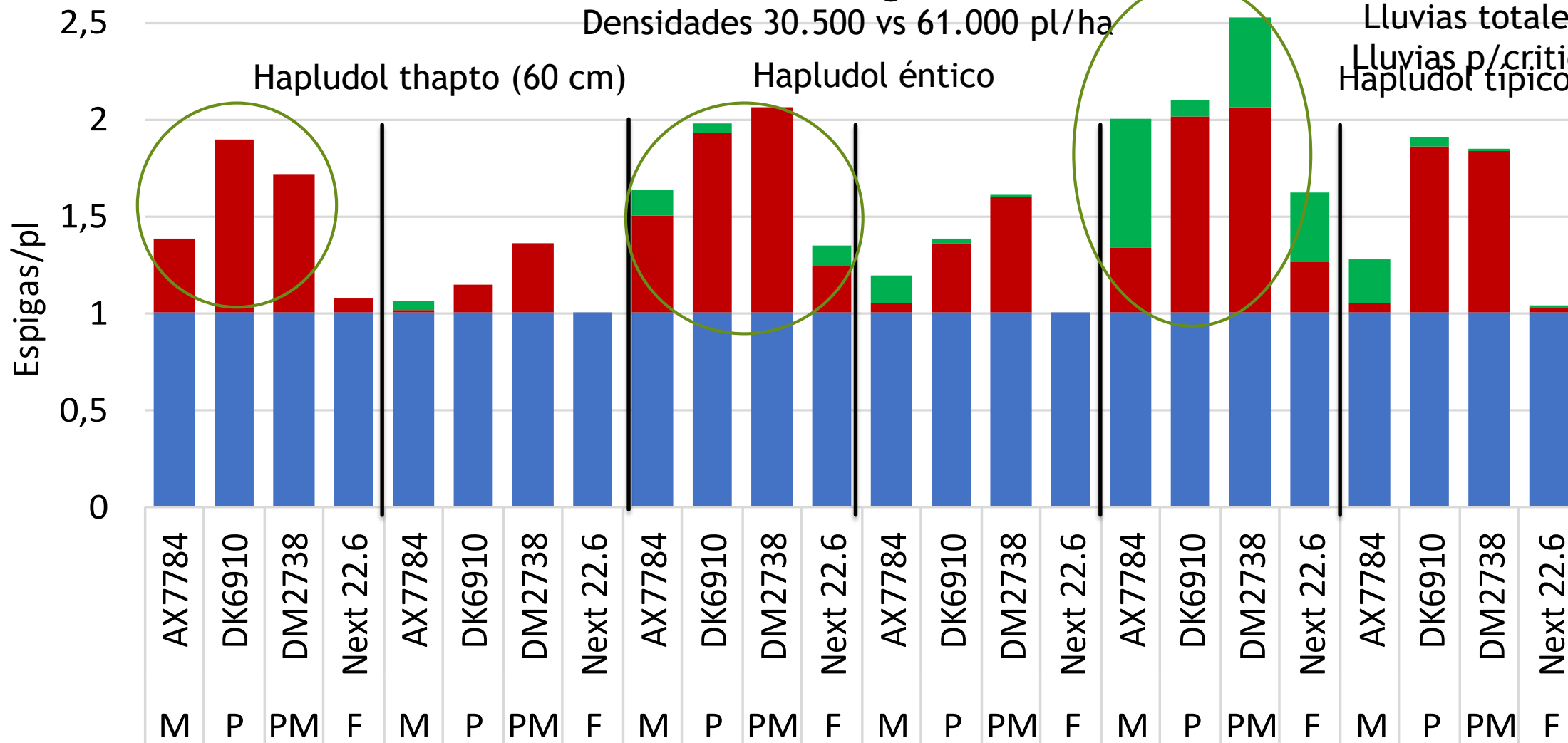
Agua a la siembra Thapto: 402 mm, Entico: 98 mm Típico 353 mm

Gentileza P. Girón

EE INTA Villegas 2019/20

Densidades 30.500 vs 61.000 pl/ha

Lluvias totales: 552 mm  
Lluvias p/critico: 87 mm  
Hapludol típico





# Villegas 2019/20

Fsa: 2/12/19  
Agua a la siembra Thapto: 402 mm, Entico: 98 mm  
Típico 353 mm

Densidades 30.500 vs 61.000 pl/ha

Lluvias totales: 552 mm

Gentileza P. Girón

Hapludol thapto (60 cm)

Hapludol éntico

Hapludol típico

5500 vs 6900 kg/ha

7100 vs 8400 kg/ha

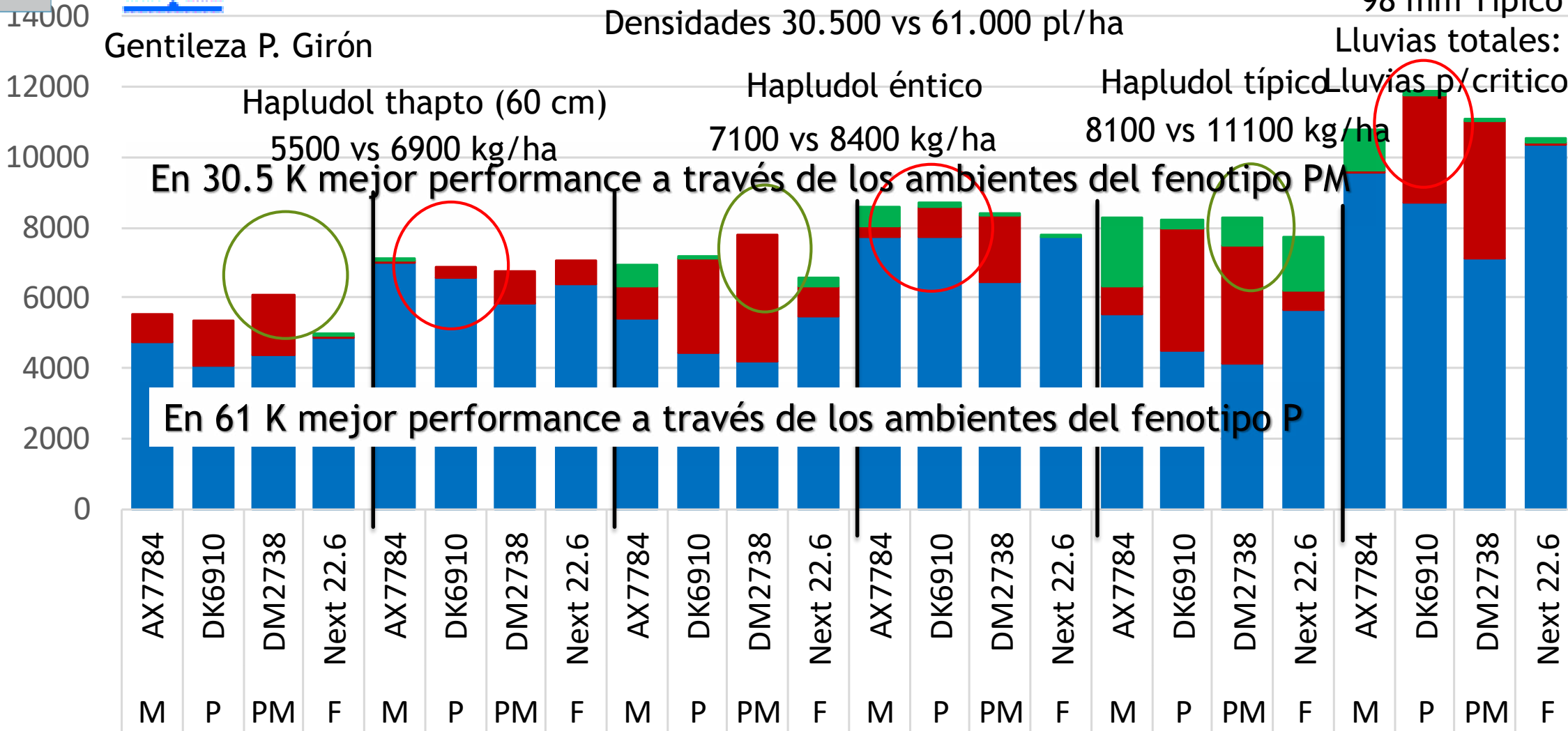
8100 vs 11100 kg/ha

Lluvias p/critico: 87 mm

En 30.5 K mejor performance a través de los ambientes del fenotipo PM

En 61 K mejor performance a través de los ambientes del fenotipo P

Rinde (kg/ha)



Fenotipos x ambiente



Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET

■ apicales ■ subapicales ■ macollos

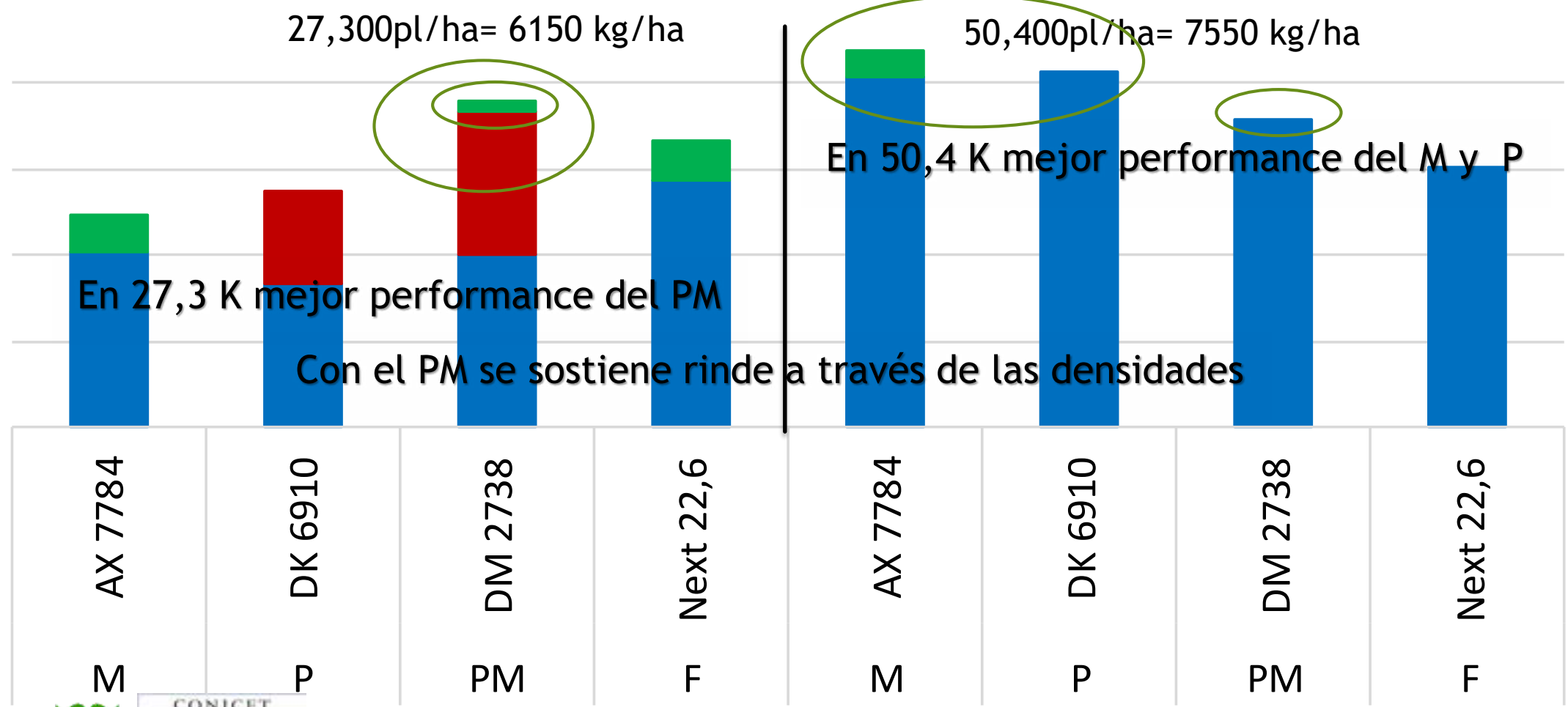
Fsa=13/12  
 Hapludol éntico  
 Agua a la siembra= .... mm  
 Lluvias Dic-Abr 607 mm  
 P Feb-Mar= 259 mm

■ Apicales ■ Subapicales ■ Macollos



### Los Tambos 2019/20

Rinde (0%) kg/ha



En 27,3 K mejor performance del PM

En 50,4 K mejor performance del M y P

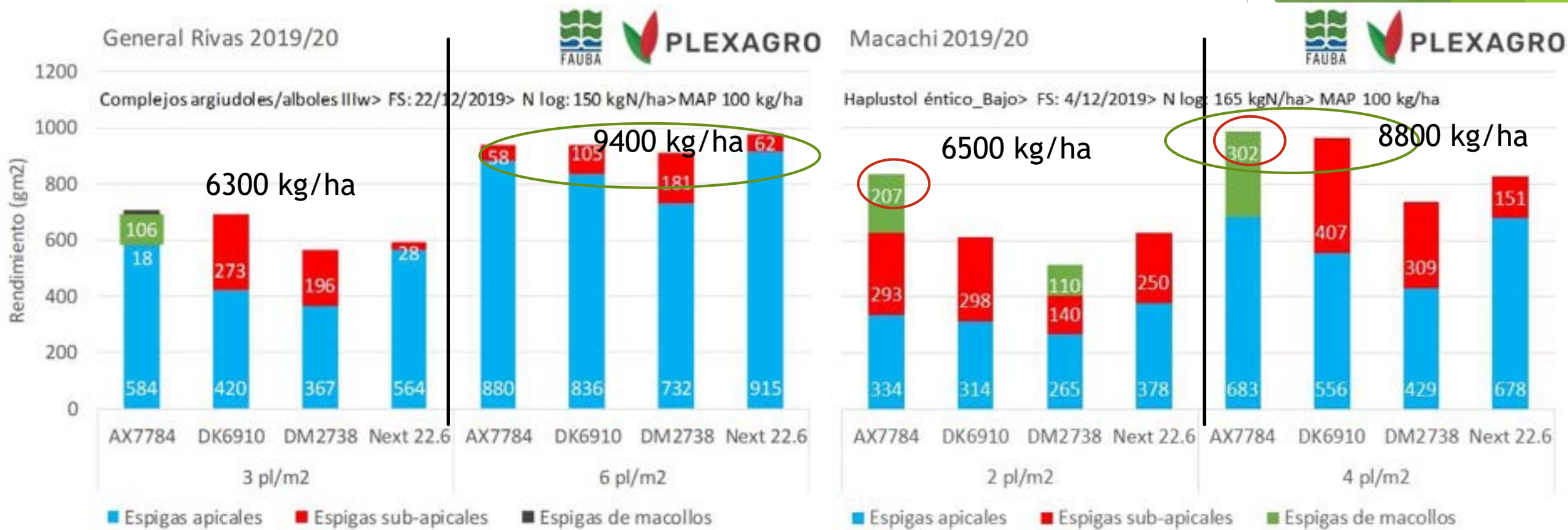
Con el PM se sostiene rinde a través de las densidades



Dr. Gustavo Maddonni  
 FA-UBA-IFEVA-CONICET

Fenotipos

# Manejos “defensivos vs ofensivos”: Fenotipos y estabilización de rindes



En Gral. Rivas poca expresión del M y respuesta a 6k pl/ha, similar entre fenotipos

En Macachin respuesta a 4k pl/ha, con mejor performance a través de los ambientes del M







# Manejos "defensivos vs ofensivos":

## Fenotipos y estabilización de rindes

Fsa= 30/11/19

Arigudol pertocalcico Tosca > 1 m

Agua a la siembra= ... mm

Lluvias Dic-Abr 633 mm

P Feb-Mar= 178 mm

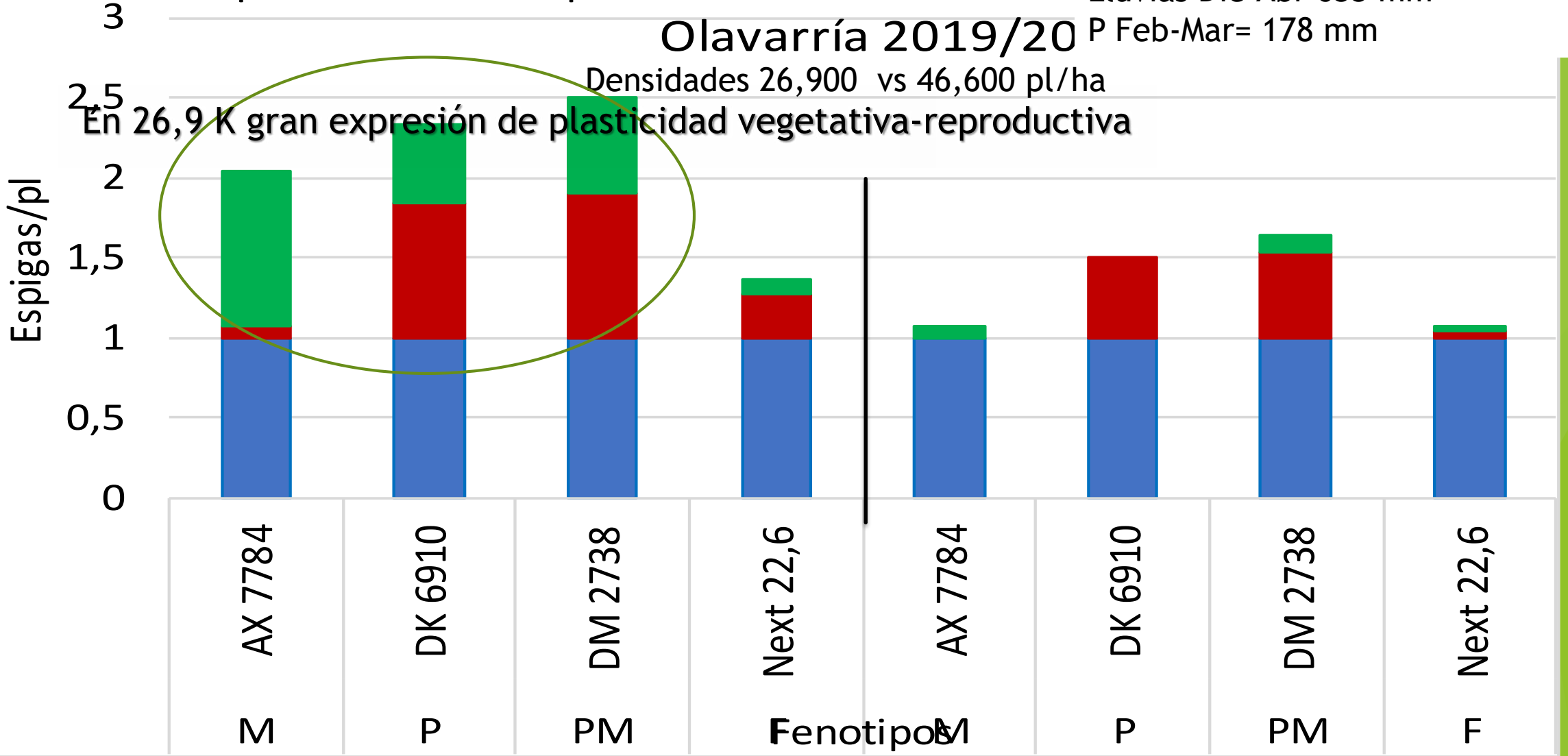
Gentileza G. Duarte

■ Apicales ■ Sub-apicales ■ Macollos

Olavarría 2019/20

Densidades 26,900 vs 46,600 pl/ha

En 26,9 K gran expresión de plasticidad vegetativa-reproductiva

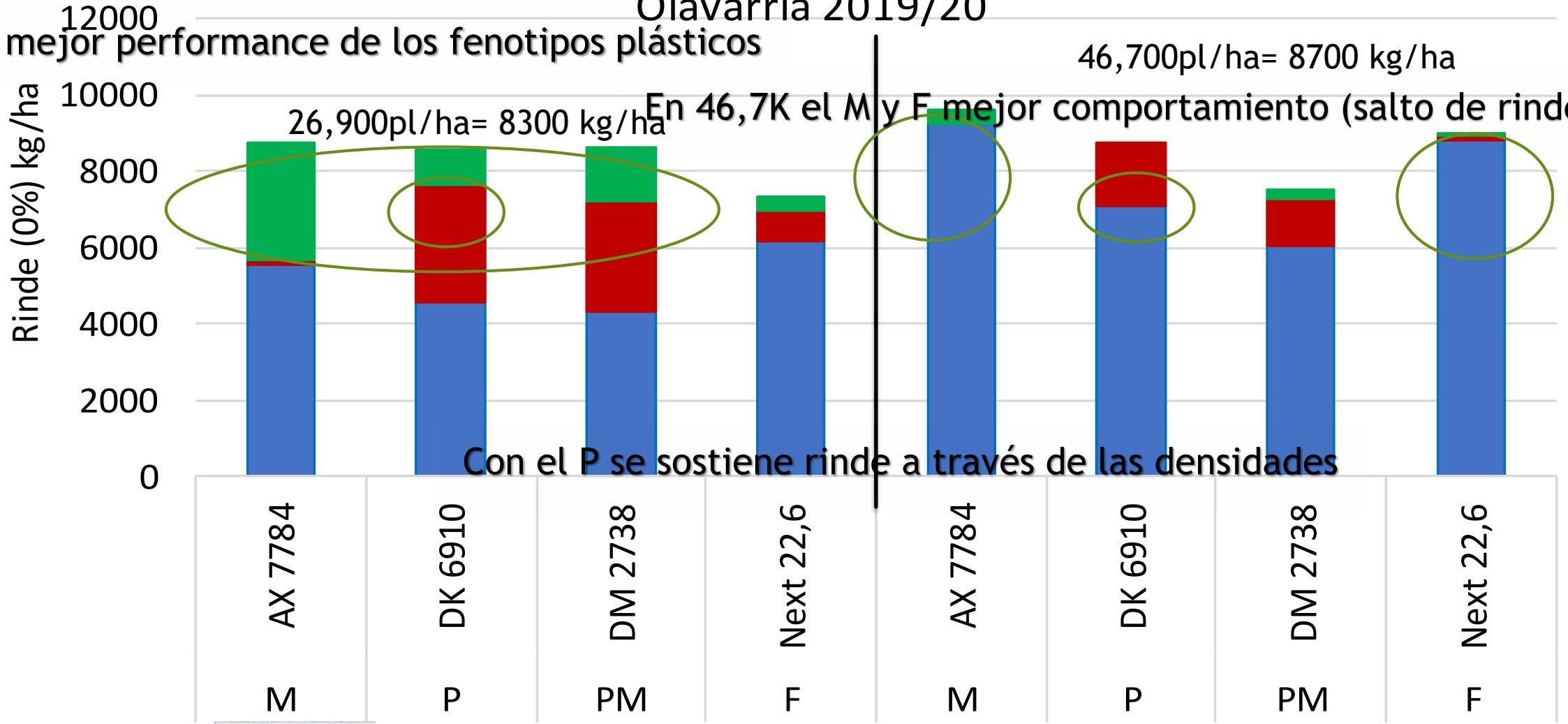


Olavarría 2019/20

En 26,9 K mejor performance de los fenotipos plásticos

46,700pl/ha= 8700 kg/ha

En 46,7K el M y F mejor comportamiento (salto de rinde)



Con el P se sostiene rinde a través de las densidades



Gentileza V. Astíz

# EEA Cesareo Naredo (con y sin napa)

Fsa= 05/12/19

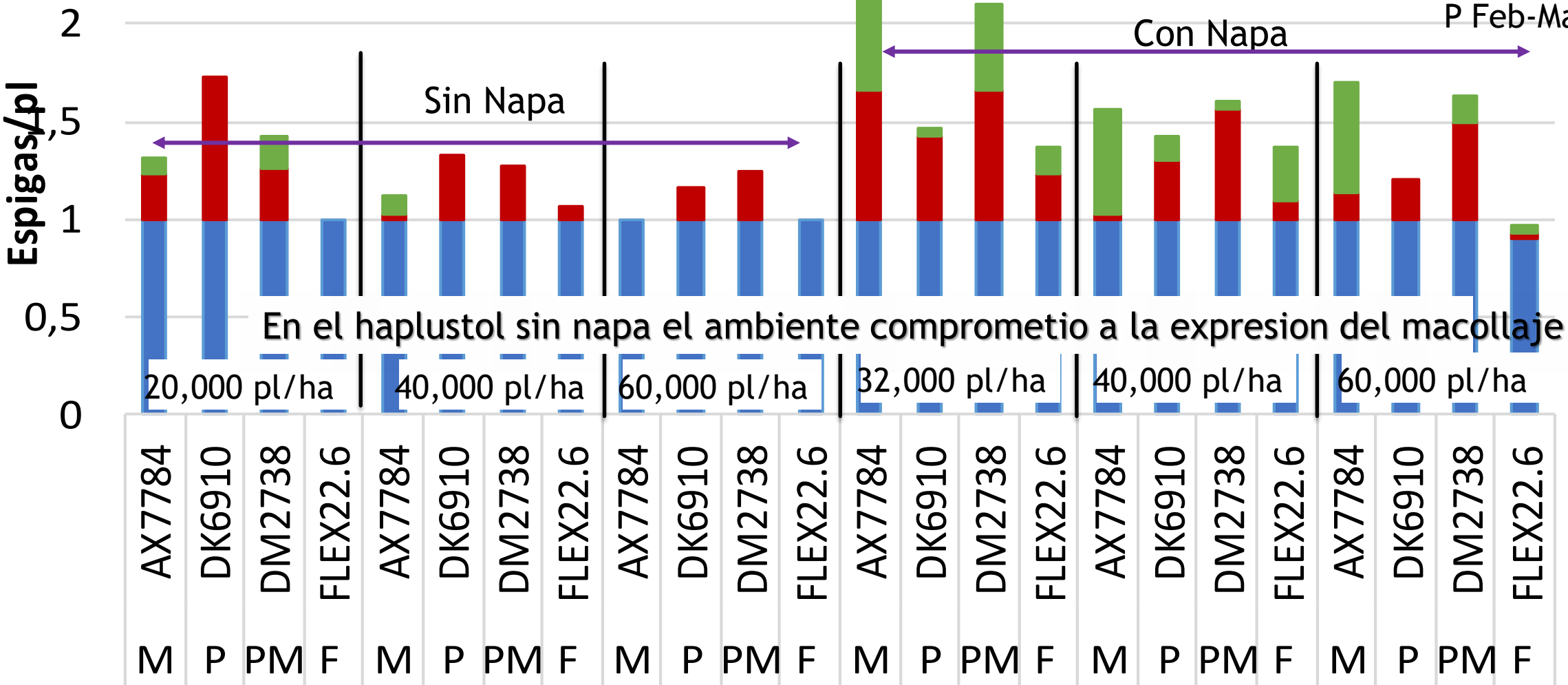
Haplustol

Agua a la siembra= ... mm

Lluvias Dic-Abr 287 mm

P Feb-Mar=167 mm

■ Apical ■ Subapical ■ Macollos



En el haplustol sin napa el ambiente comprometio a la expresion del macollaje

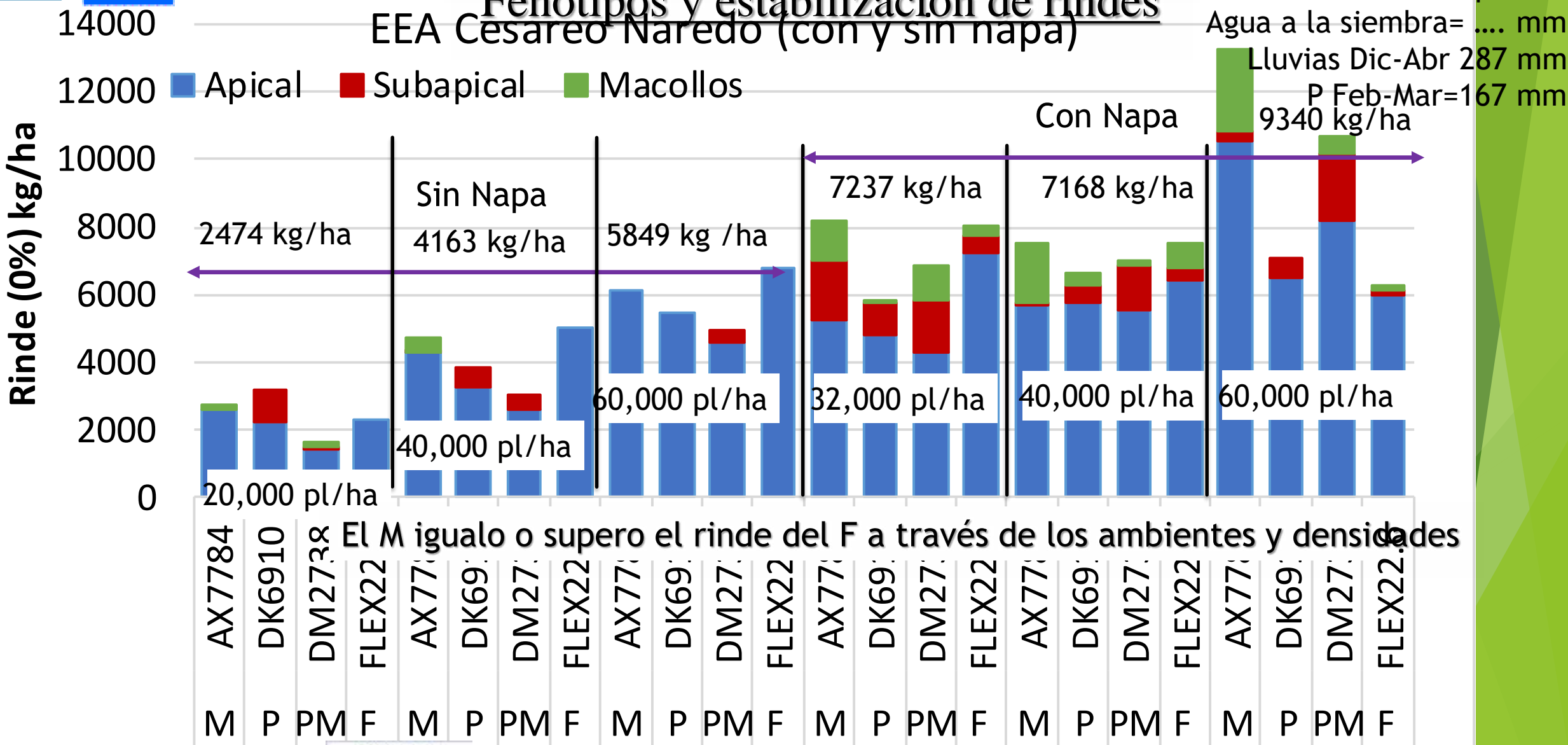
## Fenotipo



Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET

## Fenotipos y estabilización de rindes

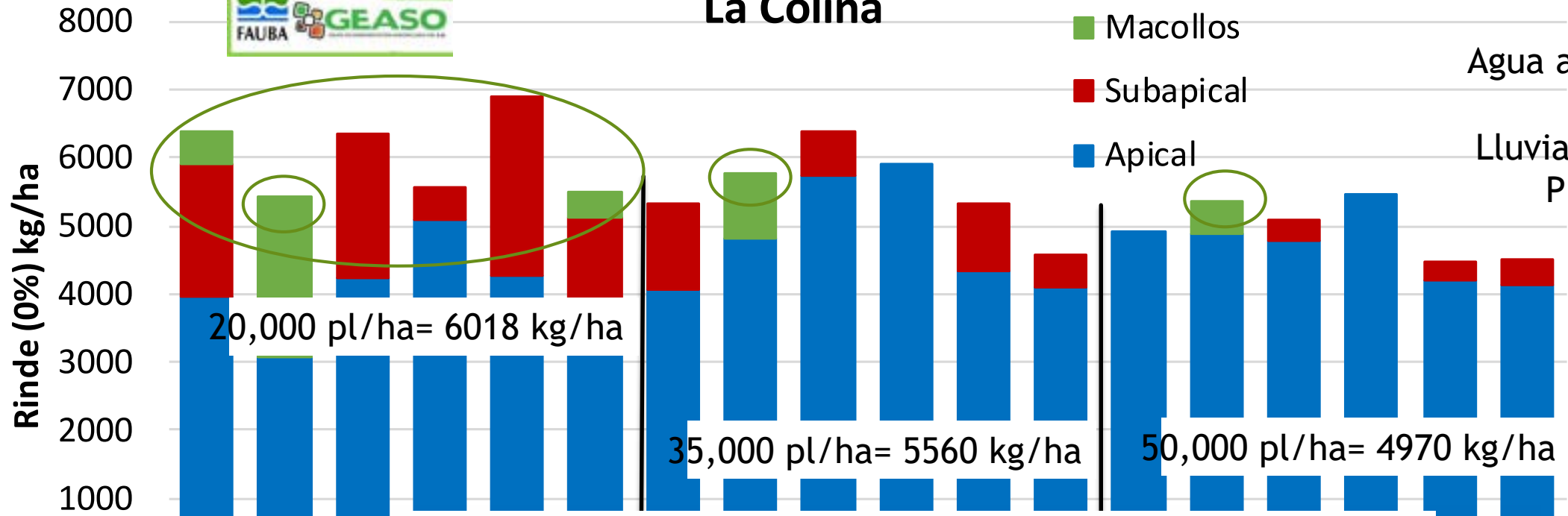
EEA Cesareo Naredo (con y sin napa)



El M igualo o supero el rinde del F a través de los ambientes y densidades



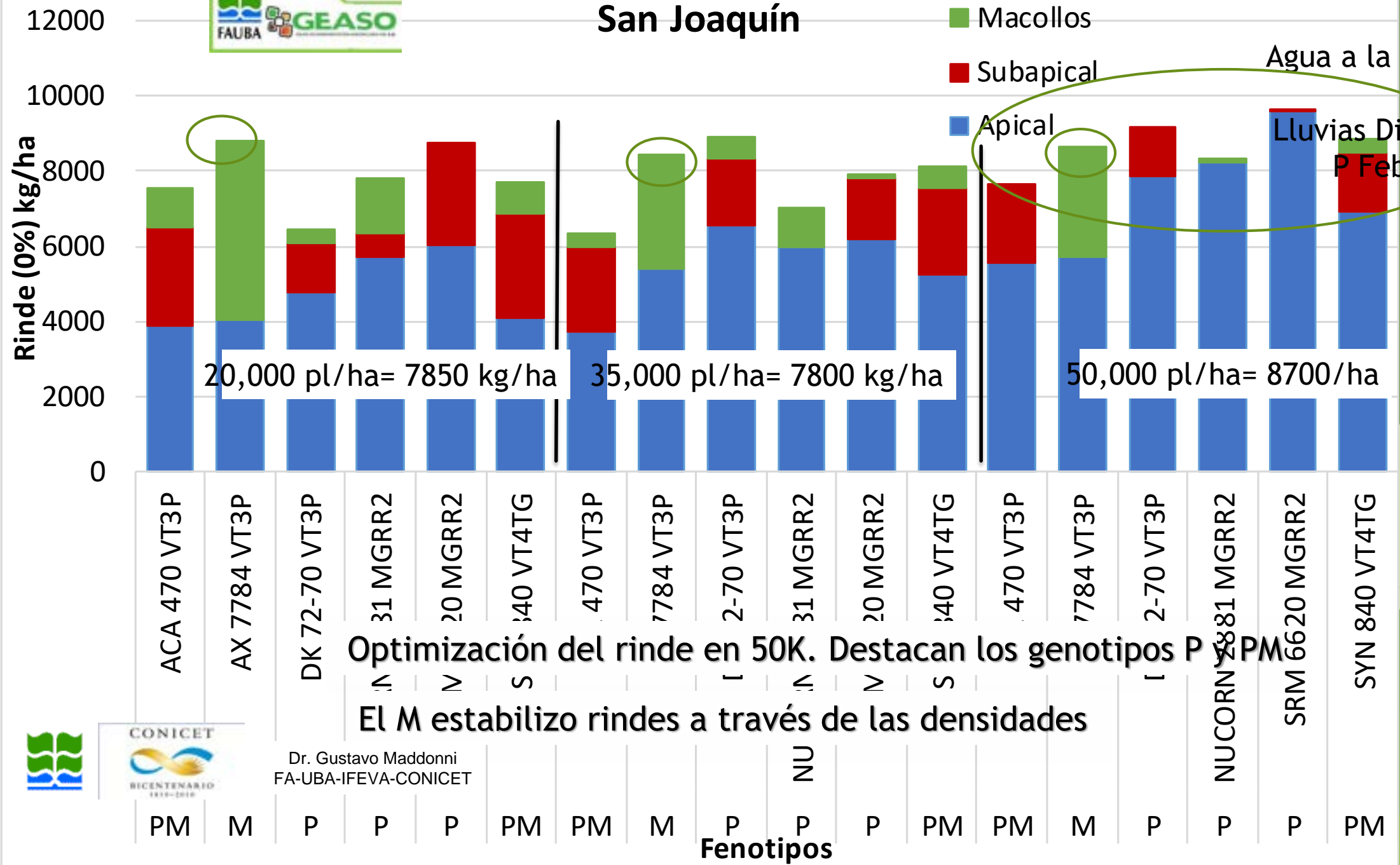




Optimización del rinde en 20K. Destacan los genotipos P y PM

El M estabilizo rindes a través de las densidades

PM	M	P	P	P	PM	PM	M	P	P	P	PM	PM	M	P	P	P	PM
ACA 470 VT3P	AX 7784 VT3P	DK 72-70 VT3P	NUCORN 2881	SRM 6620	SYN 84	ACA 470	AX 7784	DK 72	NUCORN 2881	SRM 6620	SYN 84	ACA 470	AX 7784	DK 72-70 VT3P	NUCORN 2881 MGRR2	SRM 6620 MGRR2	SYN 840 VT4TG



Optimización del rinde en 50K. Destacan los genotipos P y PM

El M estabilizo rindes a través de las densidades

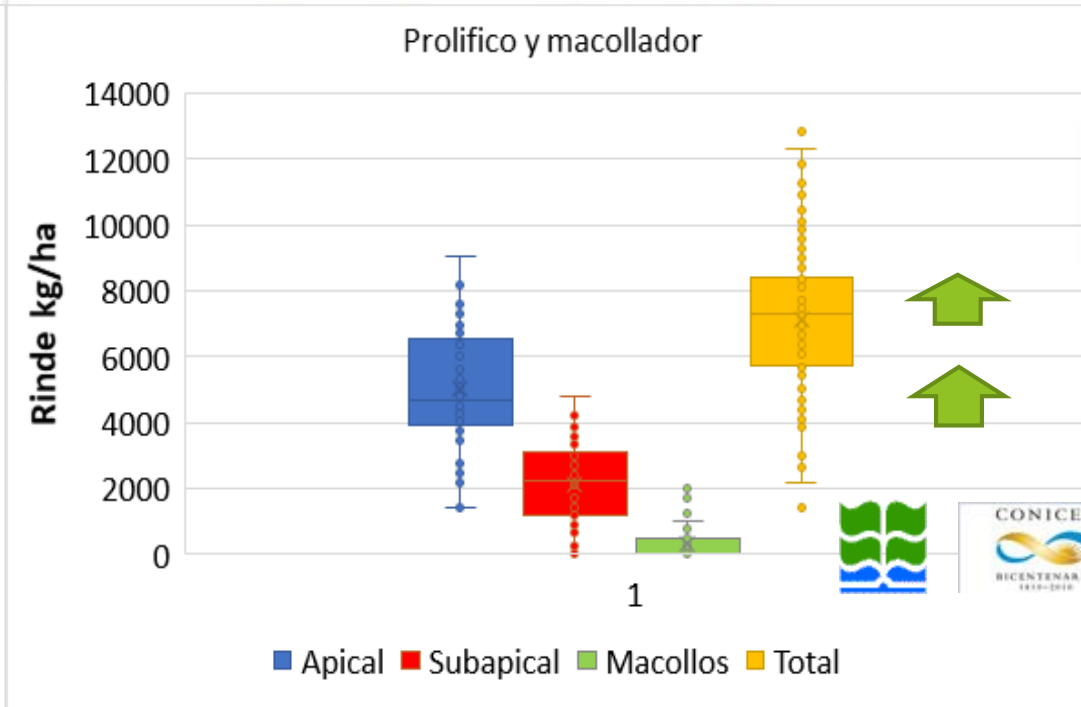
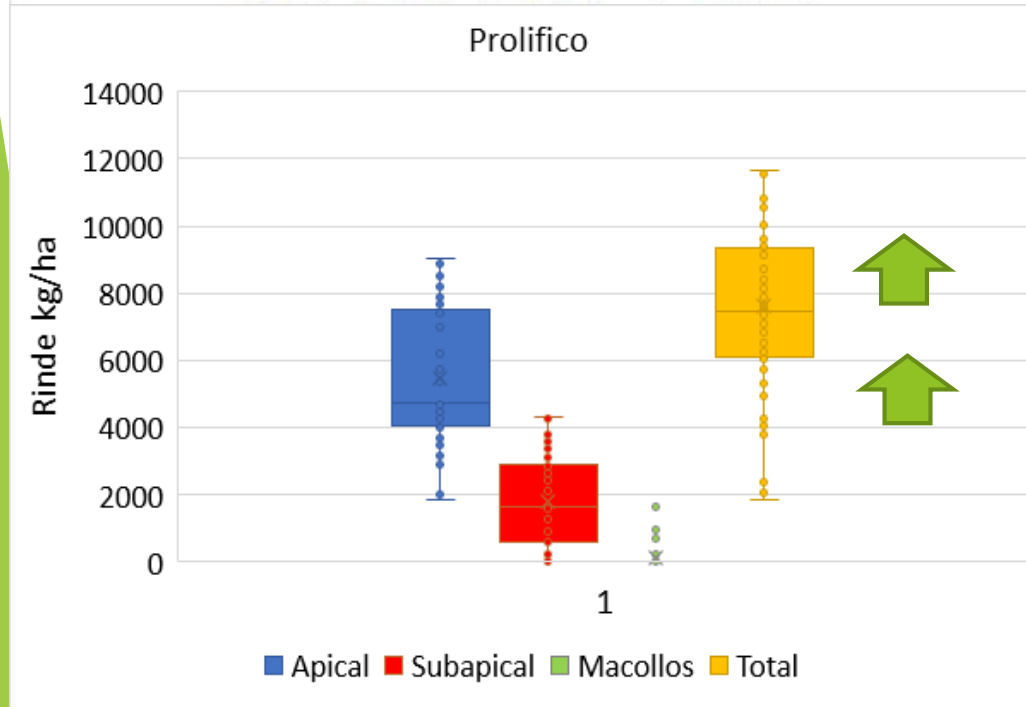
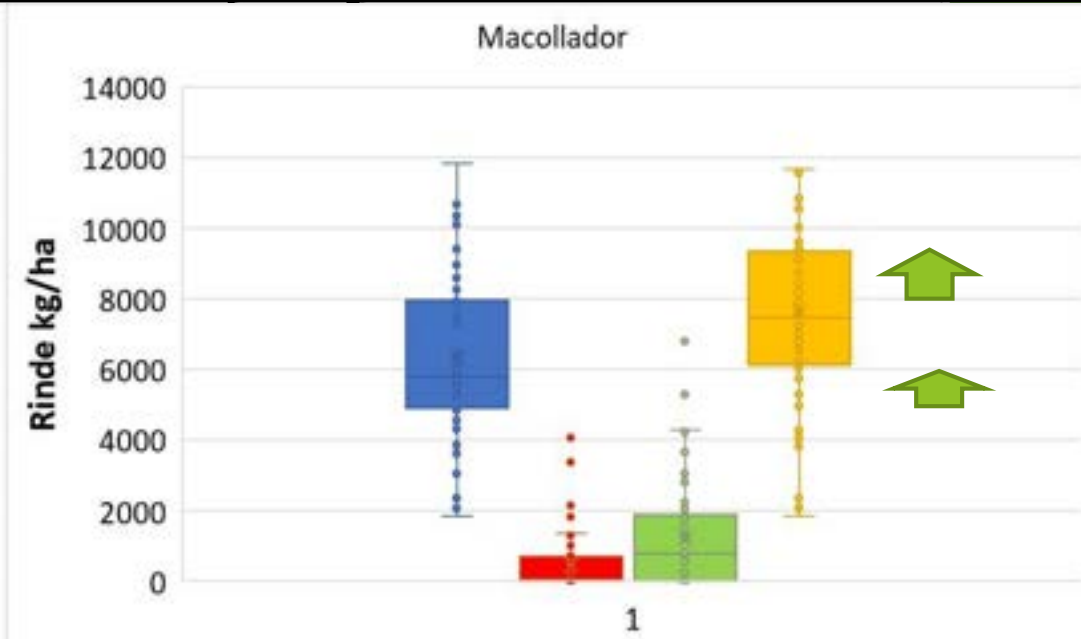
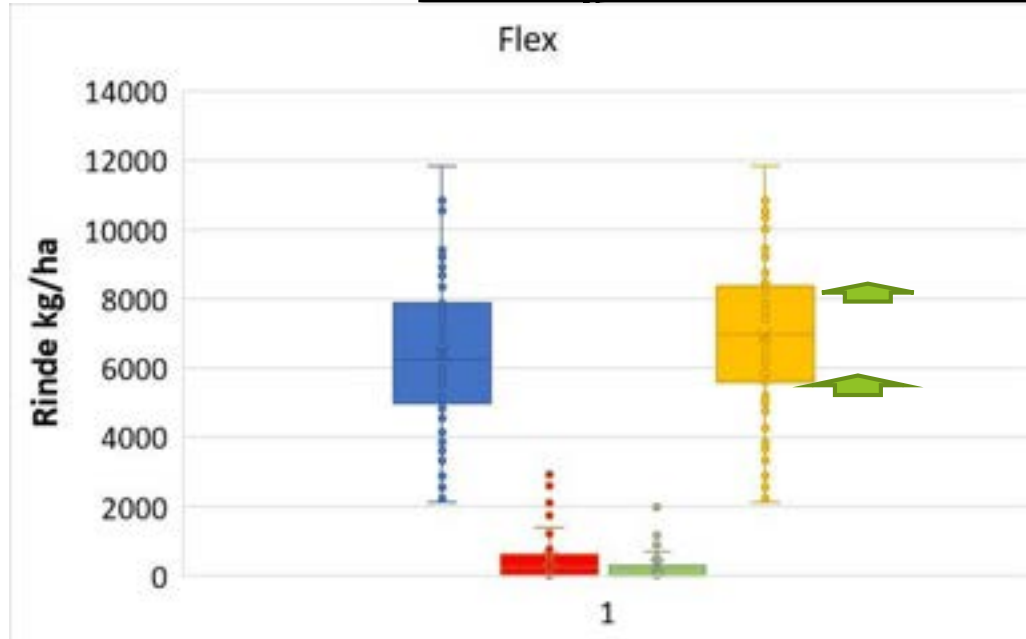
Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET



PM M P P P PM PM M P P P PM PM M P P P PM

Fenotipos

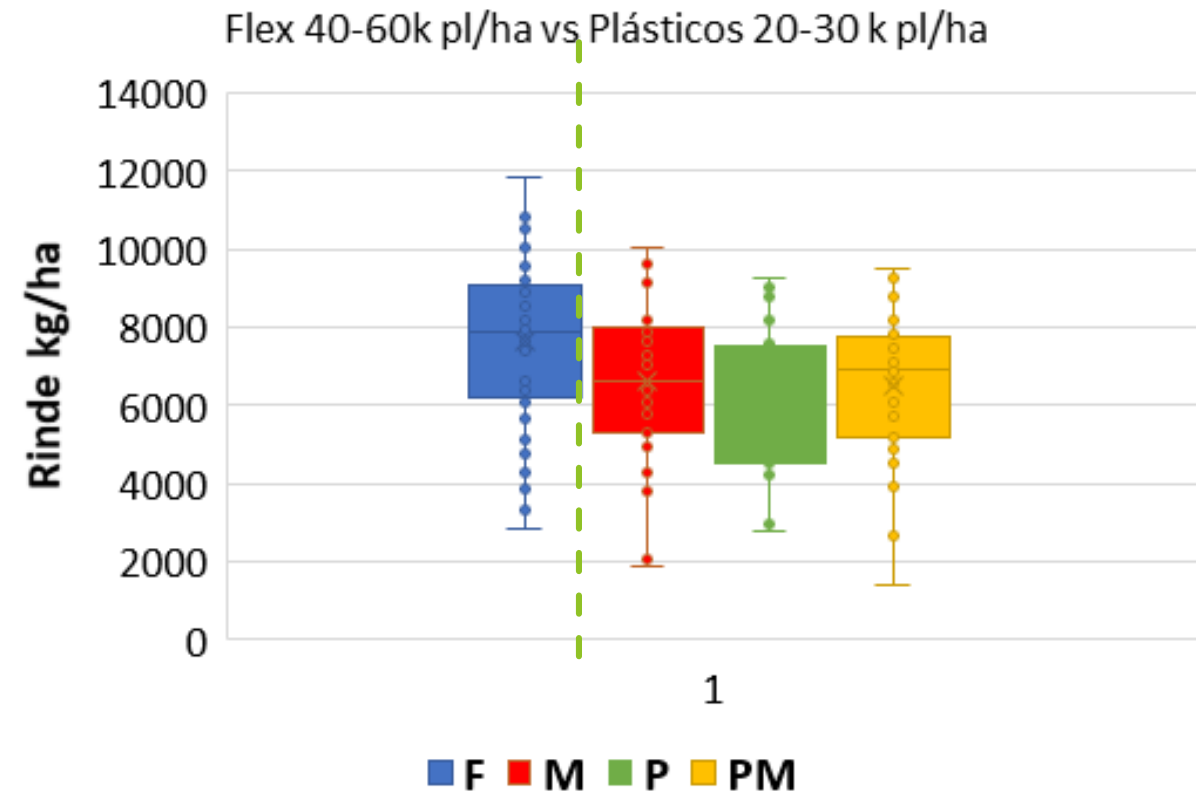
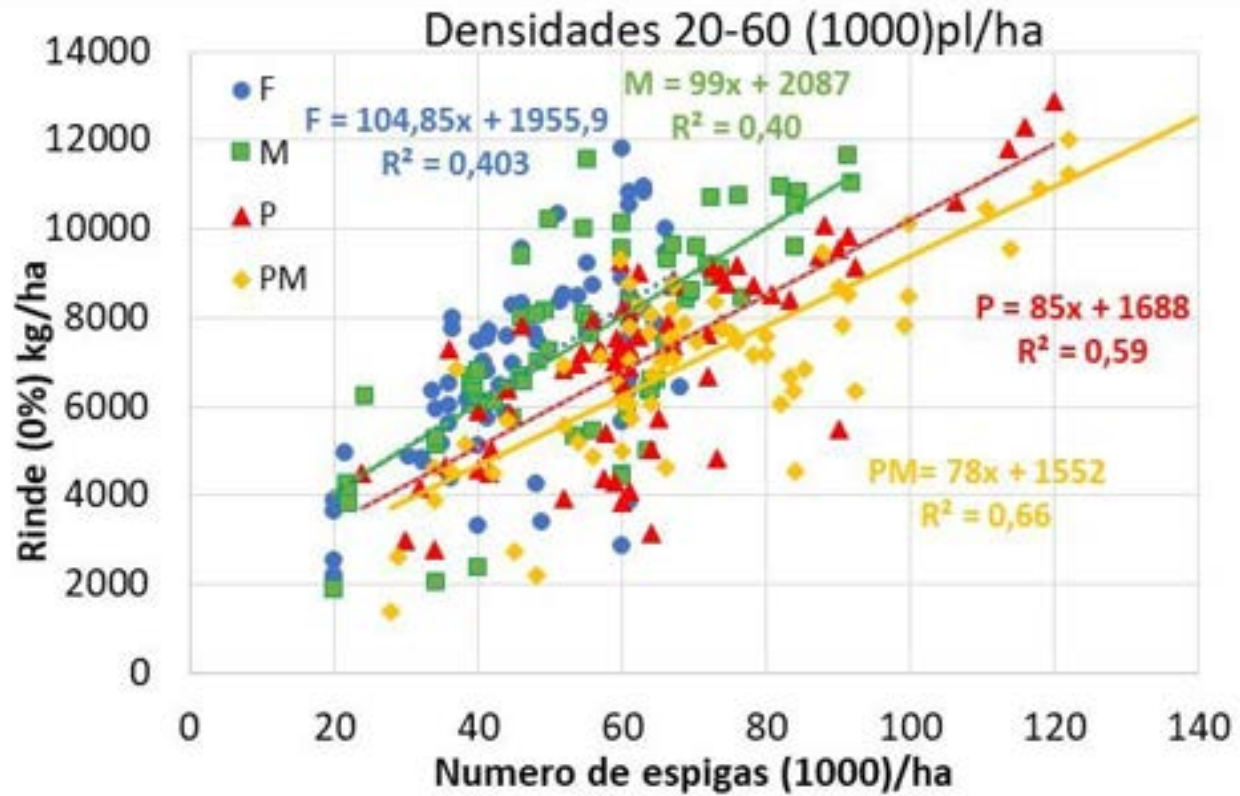
# Manejos defensivos : fenotipos y estabilización de rindes



Los mecanismos de plasticidad capturan las mejoras del ambiente (suben los techos) pero también suben los pisos!!



# Manejos defensivos : fenotipos y estabilización de rindes

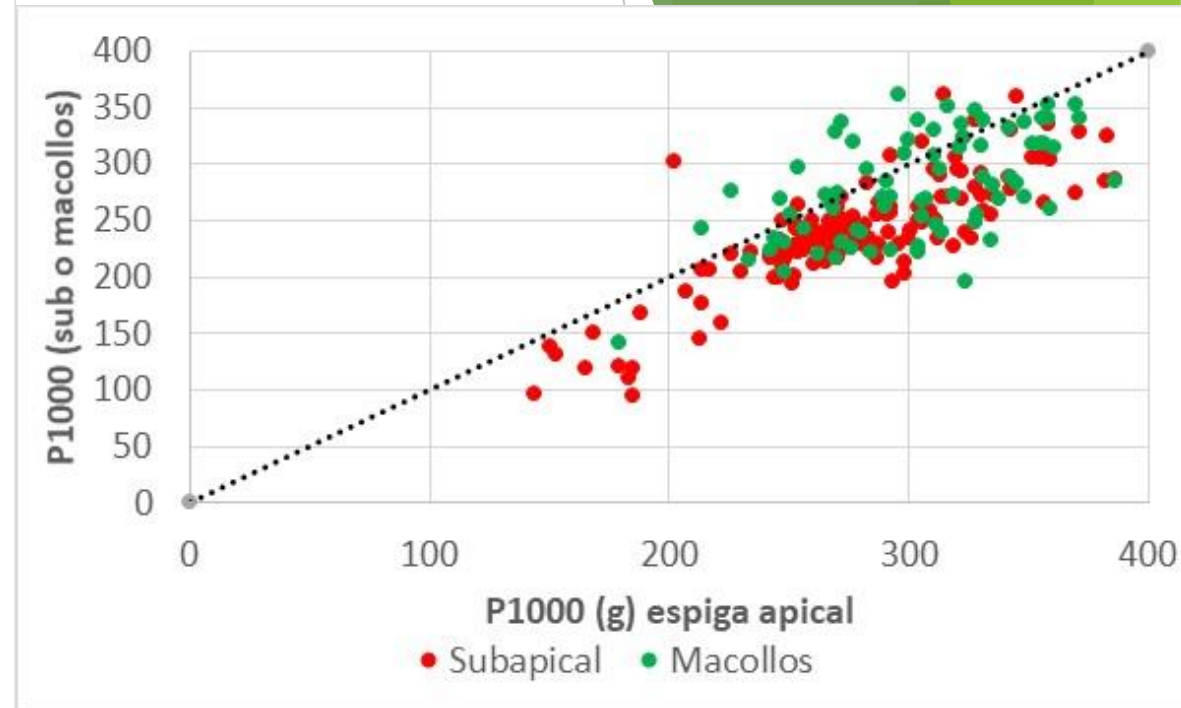
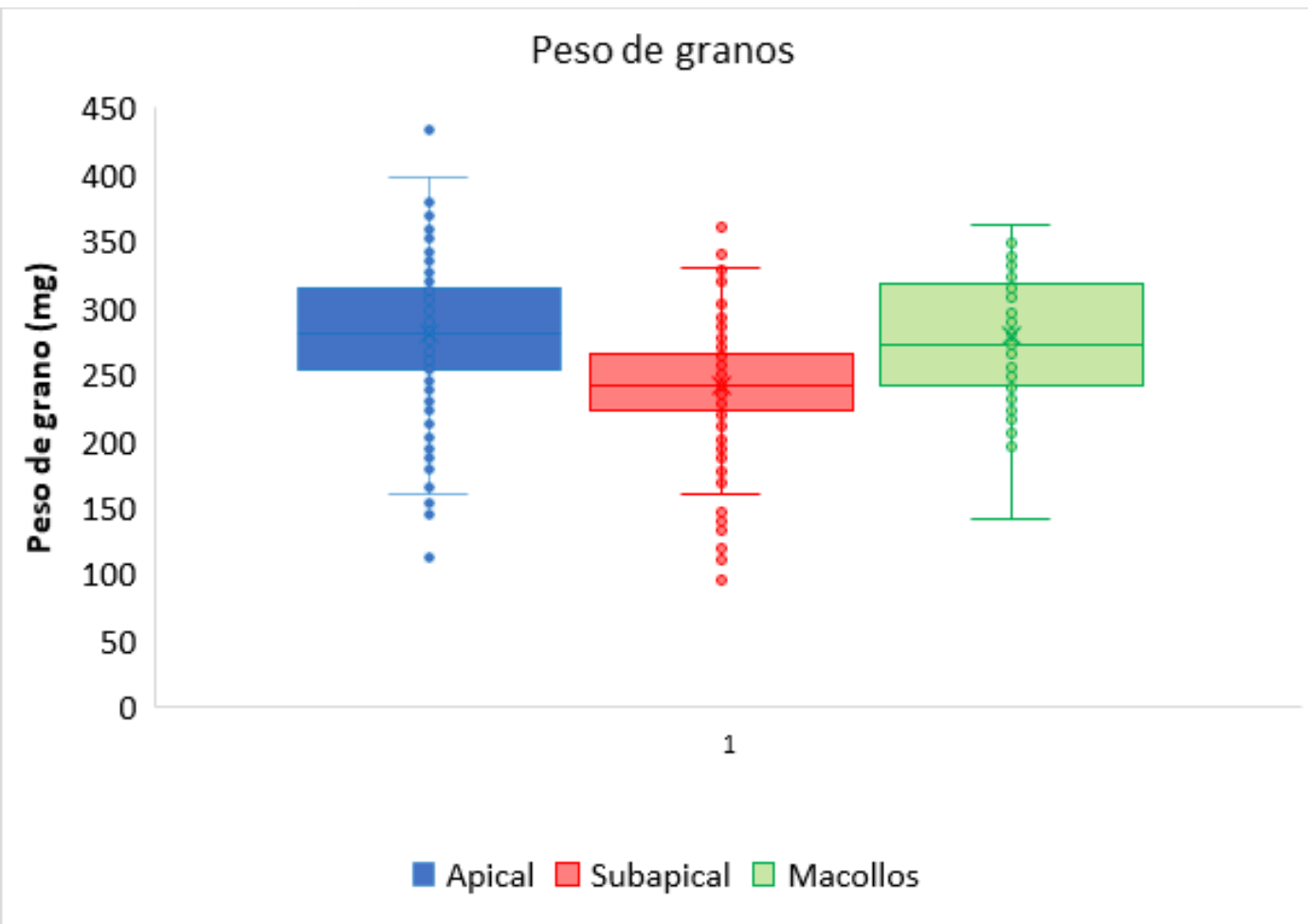


En los manejos defensivos (densidades  $\leq 60$ k pl/ha), la plasticidad reproductiva (P y PM) explica con el número de espigas/ha casi el 60% de la variabilidad de rindes a través de los ambientes (incluye 10 experimentos) y densidades (20 a 60kpl/ha).

En estos ambientes se pueden explorar ultra bajas densidades ( $< 31$ K), para lograr rindes similares o ligeramente inferiores con genotipos que compensan la mitad del menor número de plantas/ha con un mayor número de espigas por planta.



# Manejos defensivos : peso de grano según tipo de espiga

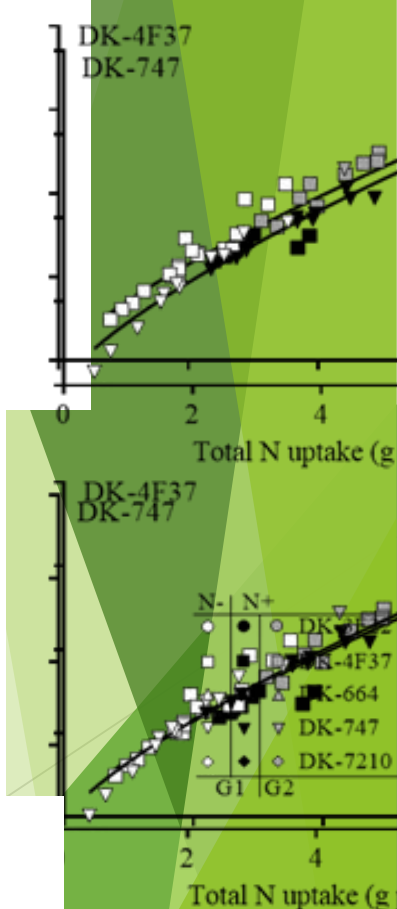
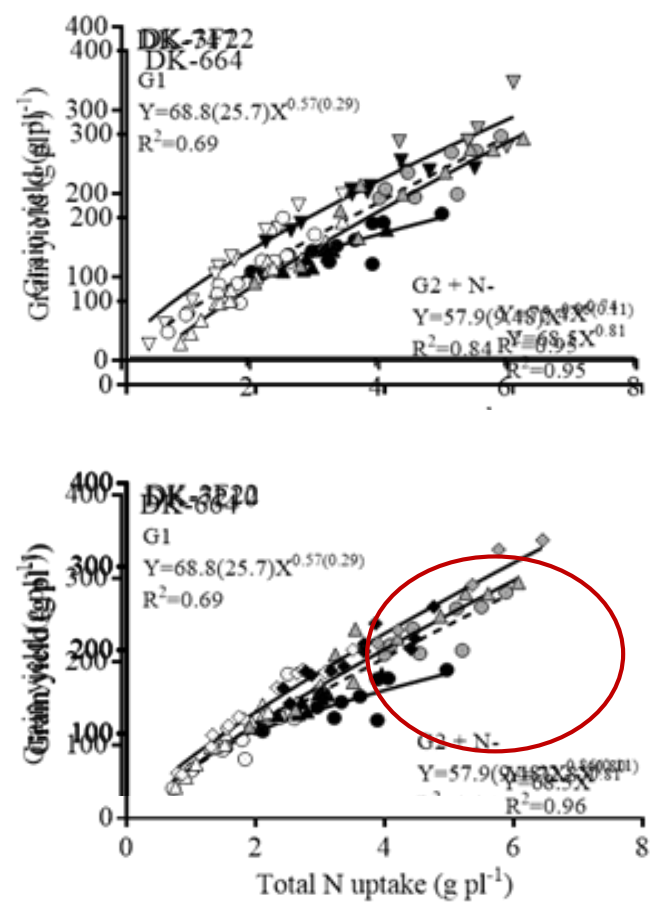
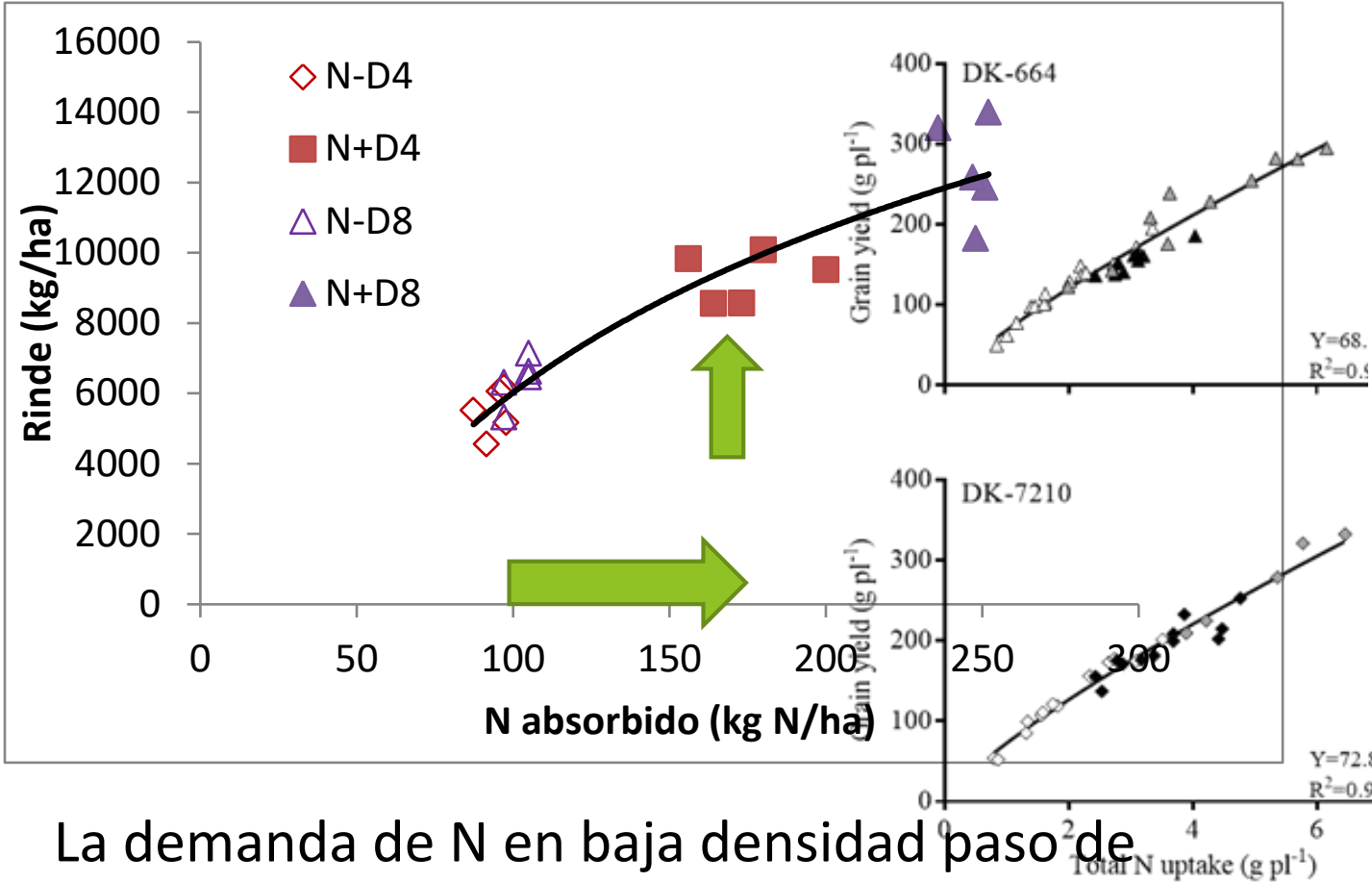


El peso de los granos de espigas sub-apicales resultó inferior al peso de los granos de la espiga apical o espigas de macollos. Los granos de espigas de macollos no penalizarían rinde por peso. Explorar relaciones F/D.



# Manejos defensivos economía del N y prolificidad

Fuente: M. Parco (Tesis doctoral EPG-FAUBA) y Parco et al., 2020 (Field Crops. Res)



La demanda de N en baja densidad paso de 100 a 170 kgN absorbido/ha al variar el rinde con la fertilización de 5000 a 9000 kg/ha

En genotipos prolíficos, las plantas con dos espigas incrementan la absorción de N por su mayor rinde



# Manejos defensivos : arreglo espacial

Coronel Suarez 2018/19 (Tesis Doctoral D. Rotili, EPG FAUBA)



25.000 pl/ha a 1,5m



25.000 pl/ha a 0,52m



50.000 pl/ha a 1,5m



50.000 pl/ha a 0,52m

Rectangularidad=  $150/26,4=5,7$

Rectangularidad=  $77/52=1,5$

Rectangularidad=  $150/13,3=11,3$

Rectangularidad=  $52/38=1,36$

Estamos ajustando modelos tecnológicos en el SO explorando distintos arreglos espaciales en suelos someros y profundos con y sin aplicación de fertilizante N.



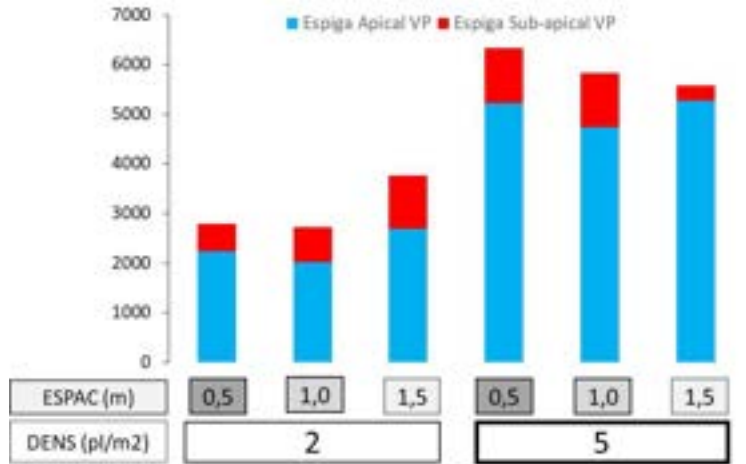
# Manejos defensivos : arreglo espacial



Híbrido DM2738 PM

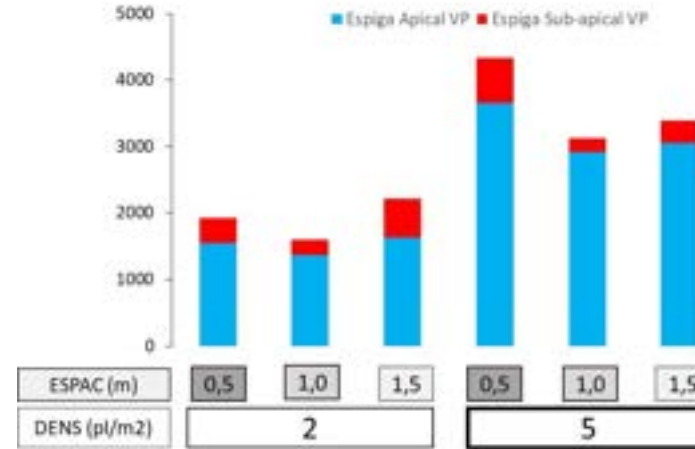
D. Rotili (Tesis Doctoral EPG FAUBA)

HUANGUELEN 2017-2018



SUELO PROFUNDO (120 CM PROFUNDIDAD)

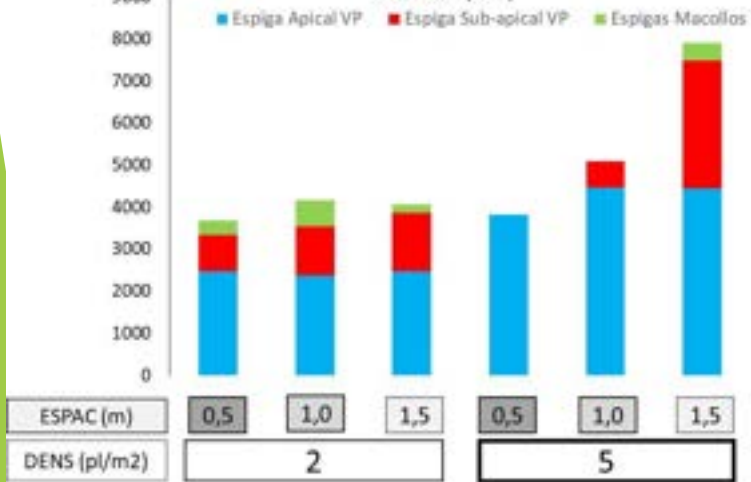
HUANGUELEN 2017-2018



SUELO SOMERO (60 CM PROFUNDIDAD)

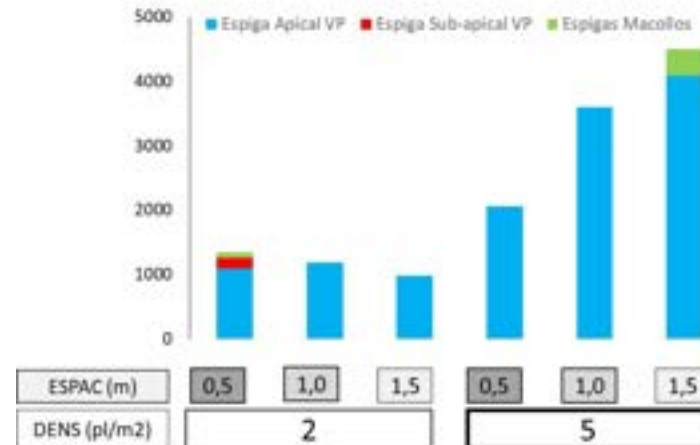
CORONEL SUAREZ 2017-2018

DM2738 (PM)



SUELO PROFUNDO (+150 CM PROFUNDIDAD)

CORONEL SUAREZ 2017-2018



SUELO SOMERO (60 CM PROFUNDIDAD)

► Huanguelen, sólo expresión de P con impacto positivo del distanciamiento a 1,5m en el suelo profundo en UBD. En el somero caida en el rinde en BD a 1 y 1,5m por menor rinde de espiga apical y subapical.

► Cnel Suárez en suelo profundo, expresión de P+M en UBD. En BD respuesta al mayor distanciamiento en 1 (por rinde espiga apical y P) y 1,5m (por P+M). En el somero en BD solo respuesta positiva a 1m (rinde de espiga apical) y 1,5m (rinde apical y de M)





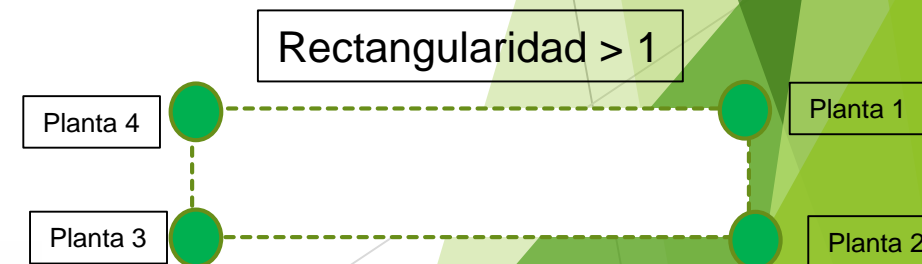
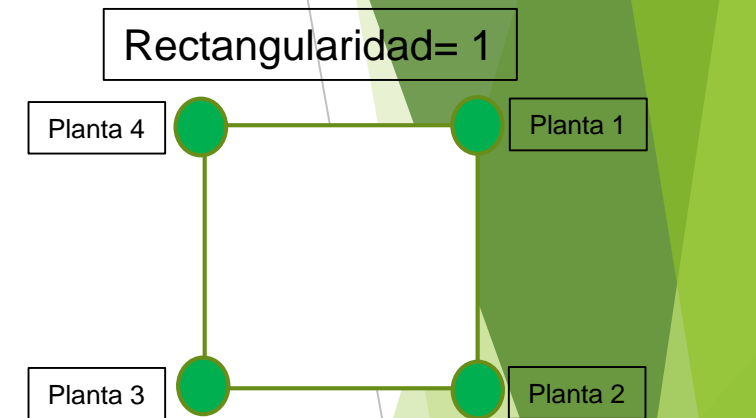
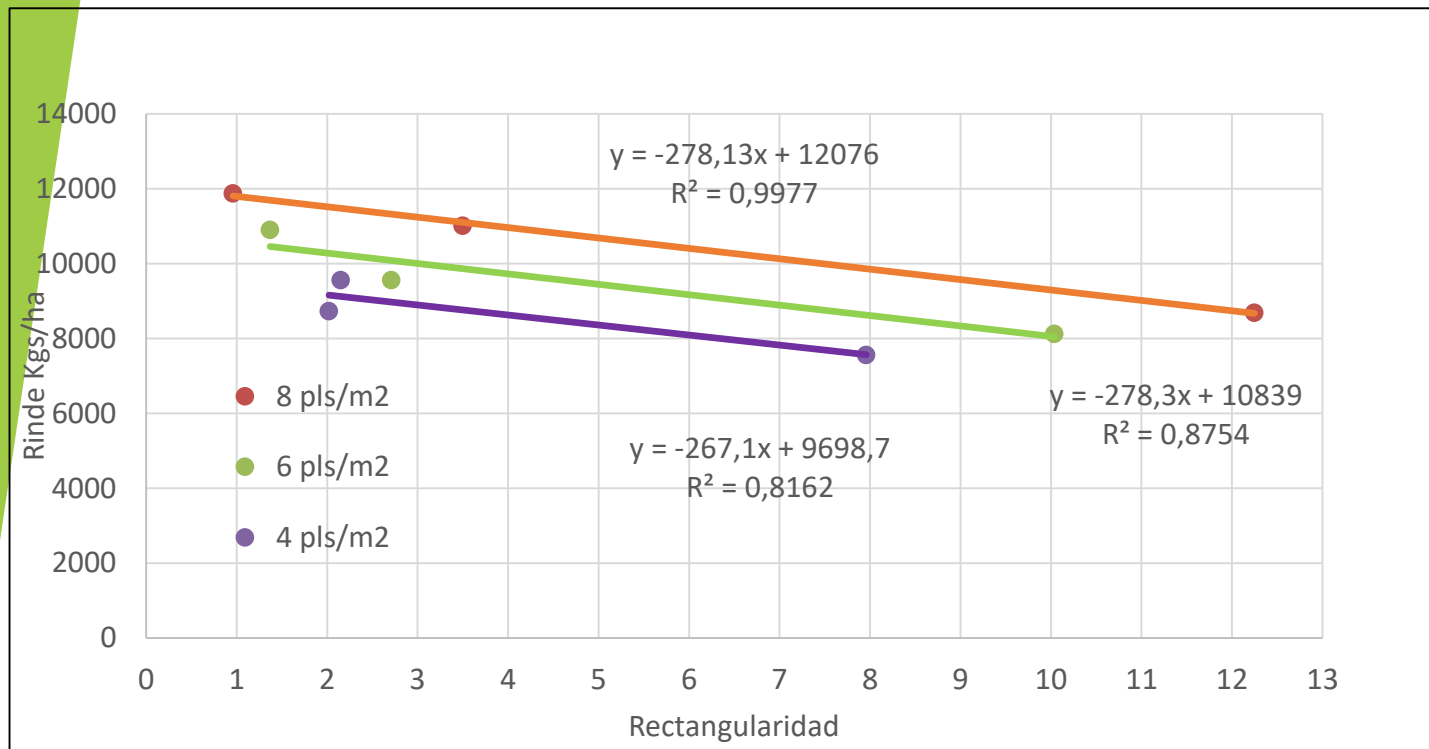
# Manejos defensivos : arreglo espacial



MÓDULOS DE INNOVACIÓN

Estructura del cultivo en ambientes marginales

América (35, 70 y 140 cm) Next 22,6 (F)15/10/19



Discriminando por densidades se pudo observar que las estructuras que se acercaron a la mejor equidistancia entre plantas (valor de rectangularidad = 1) aumentaron el rendimiento (cambios en los componentes de la ETc??)



Dr. Gustavo Maddonni  
FA-UBA-IFEVA-CONICET

# Hacia donde vamos?

## ► Experimentos manipulativos:

- i) Explorar el modelo de C en fenotipos macolladores (captura, uso y partición), incluyendo la redefinición de período crítico (sombros en distintas etapas) y su comparación en cultivos del mismo genotipo sin macollos (raleos dirigidos).
- ii) Economía del agua en sistemas de producción de maíz con fenotipos macolladores vs no macollados con cambios en el arreglo espacial (profundizar los estudios).
- iii) Análisis comparativo de la economía del C y N en fenotipos macolladores vs prolíficos.
- iv) Fenotipificación de líneas y sus híbridos derivados de rasgos de macollaje y prolificidad.
- v) Economía del agua y del C en sistemas de producción de maíz del SO de B As con y sin antecesor CS .

## ► Experimentos de la RED:

- i) Realizar un segundo año del protocolo común de la RED con ampliación de sitios e híbridos.
- ii) Caracterizar los tipos de ambientes para el manejo modal de maíz en los sitios de la red según tipo de estrés hídrico con aproximación probabilística.
- iii) Interpretar la expresión de los fenotipos y su contribución al rendimiento en función de variables de sitio y ambiente con datos de la red e info de la base de datos de BAYER.





EEA INTA Villegas E BsAs



Chacra Barrow



EEA INTA C. Naredo



EEA INTA Balcarce



EEA INTA Paraná



Pehuajó CO BsAs



Trebolares NE La Pampa



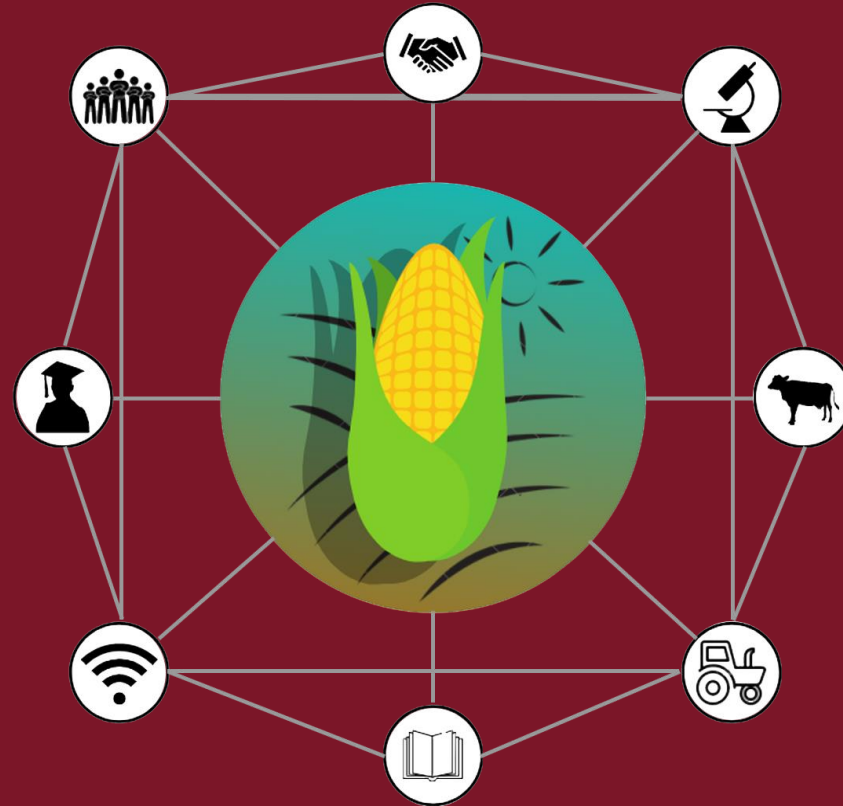
Macachín E La Pampa



La Colina SO BsAs



**Gracias y los esperamos en la web del GET Red ultra  
baja densidad de maíz**



**GET RED UBA DE MAIZ**

<https://www.agro.uba.ar/GET/reduba-demaiz>