



# Estrategias de Fertilización

## Resultados de tres años



*César E. Quintero – María de los A. Zamero*  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Nacional de Entre Ríos



## **Objetivo:** evaluar estrategias o combinaciones de nutrientes.

Se plantearon 4 tratamientos o niveles de fertilización:

**1 - Testigo.** Sin fertilizantes. Solamente con el objetivo de conocer el nivel de base u oferta natural del suelo.

**2 - Mínimo.** Fertilización promedio del productor típico. Es la alternativa de base a superar en términos físicos y económicos.

**3 - Mejorado.** Es un tratamiento con una fertilización óptima desde el punto de vista económico, posible de llevar delante de manera extensiva. Se asemeja a lo utilizado por los mejores productores o productores de punta.

**4 - Potencial.** Este tratamiento busca explorar un potencial productivo sin limitaciones de nutrientes. Puede ser que no reditúe económicamente.



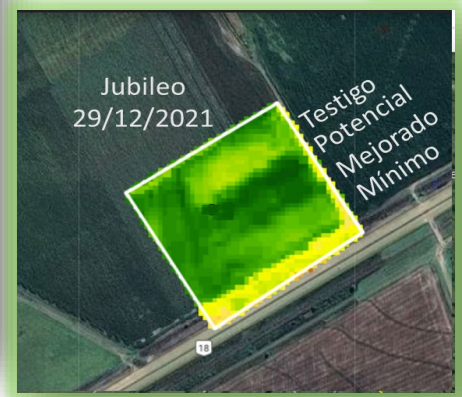
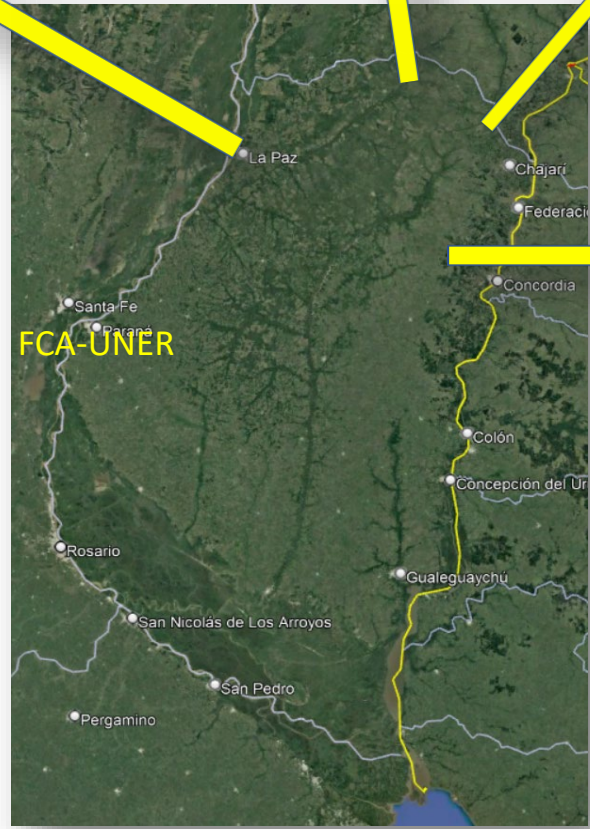
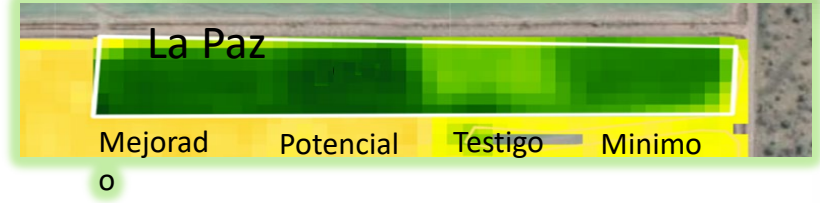
La Paz  
22/12/2021



Feliciano 2020-21



San Jaime 2022-23

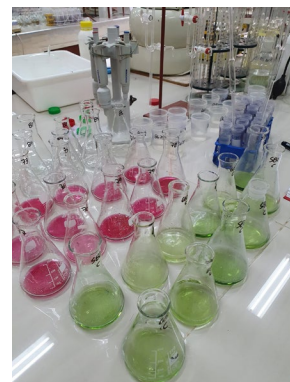


# Ubicación de los Lotes

3 años de ensayos  
9 ensayos en total a campo  
Parcelas de 0,5 a 1 ha

# Análisis de Suelos

Análisis de suelo	2020/21				2021-22			2022-23		
	San Salvador	Jubileo	Feliciano	San Javier	Jubileo	La Paz	San Jaime	La Paz	Jubileo	San Jaime
pH	7,55	7,50	7,20	5,23	7,38	6,07	6,47	6,17	7,81	6,05
<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>2,35</b>	<b>2,85</b>	<b>2,46</b>	<b>1,21</b>	<b>3,03</b>	<b>2,99</b>	<b>2,07</b>	<b>2,54</b>	<b>3,12</b>	<b>2,72</b>
Nitrógeno total (%)	0,108	0,124	0,130	0,064	0,137	0,149	0,109	0,140	0,166	0,133
<b>Fósforo disponible (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>8,7</b>	<b>7,6</b>	<b>15,7</b>	<b>8,6</b>	<b>8,7</b>	<b>4,1</b>	<b>2,6</b>	<b>6,8</b>	<b>10,6</b>	<b>3,6</b>
Cap. Interc. Catiónico (cmol kg <sup>-1</sup> )	25,3	31,8	36,3	12,2	32,5	22,7	25,2	23,5	39,8	30,4
Potasio intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	0,574	0,631	0,542	0,241	0,663	0,733	0,567	0,688	0,765	0,58
<b>Potasio disponible (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>224</b>	<b>247</b>	<b>212</b>	<b>90</b>	<b>259</b>	<b>287</b>	<b>222</b>	<b>269</b>	<b>299</b>	<b>227</b>
Saturación potásica (%)	2,3	2,0	1,5	2,0	2,0	3,2	2,2	2,9	1,9	1,9
Calcio intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	19,2	22,9	29,8	4,0	20,1	12,6	16,0	15,4	29,0	18,0
Calcio disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	3848	4589	5972	802	4028	2525	3206	3086	5811	3607
Saturación cálcica (%)	75,8	72,0	82,2	32,7	61,9	55,5	63,4	65,6	72,8	59,2
Magnesio intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	3,9	5,1	3,8	2,4	4,6	3,6	4,7	4,7	4,3	4,9
Magnesio disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	474	620	462	292	559	438	571	571	523	596
Saturación magnésica (%)	15,4	16,0	10,5	19,6	14,2	15,9	18,6	20	10,8	16,1
Sodio intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	1,15	2,52	0,76	0,42	2,15	0,82	0,64	0,49	1,20	0,49
Saturación sódica (%)	4,6	7,9	2,1	3,4	6,6	3,6	2,5	2,1	3,1	1,6
Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,76	0,79	1,31	0,49	0,55	0,82	0,50	0,58	1,61	0,55
<b>Azufre de sulfato (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>13,9</b>	<b>16,5</b>	<b>14,2</b>	<b>16,5</b>	<b>10,2</b>	<b>28,1</b>	<b>12,6</b>	<b>6,6</b>	<b>4,7</b>	<b>2,8</b>
<b>Zinc (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>0,70</b>	<b>1,01</b>	<b>0,67</b>	<b>1,00</b>	<b>0,72</b>	<b>0,62</b>	<b>0,64</b>	<b>0,74</b>	<b>0,81</b>	<b>0,66</b>

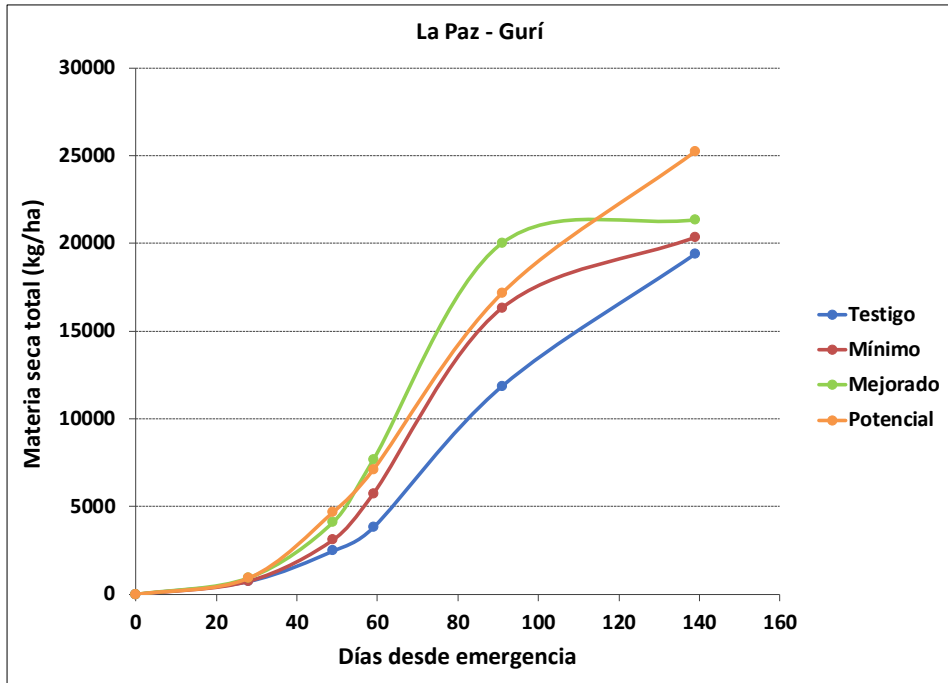
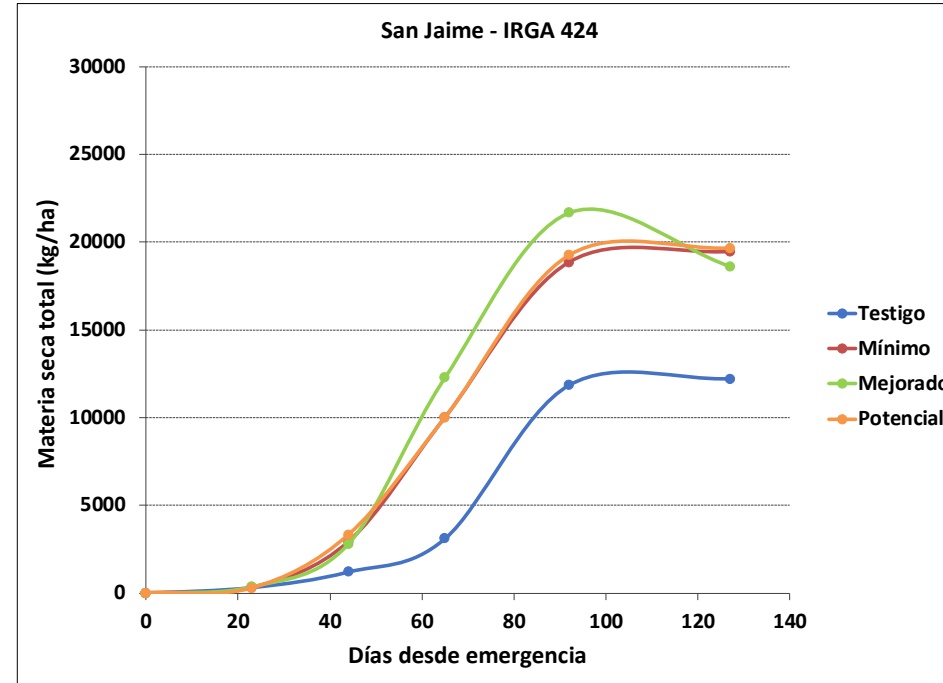
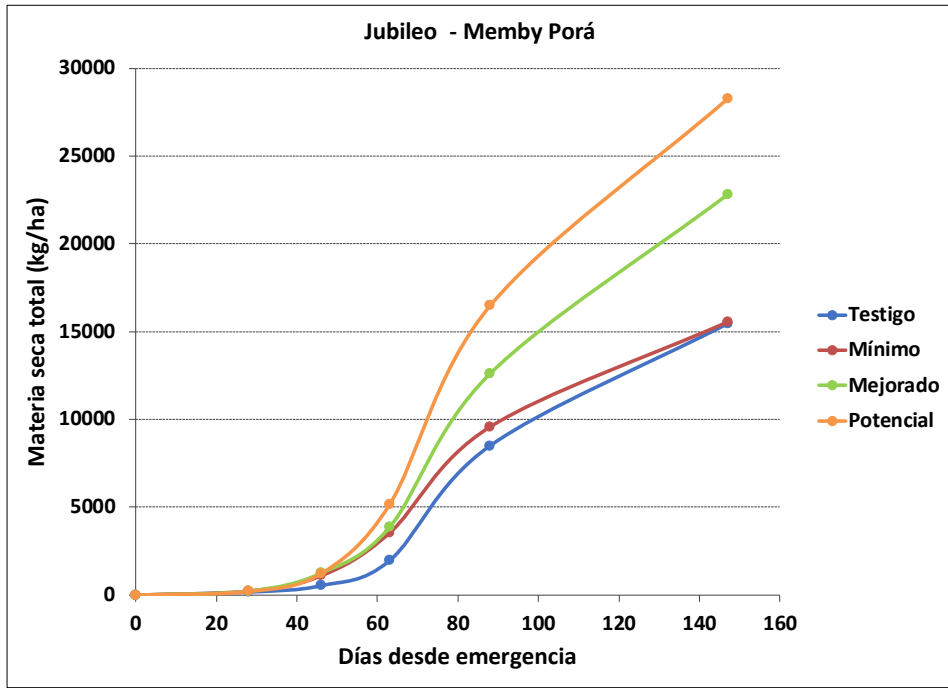


Sitio	Variedad	Fecha de siembra	Fecha de emergencia	Fecha de floración	Fecha de cosecha	Ciclo del cultivo (días)
<b>SAN SALVADOR 2020/21</b>	Gurí	29/9/2020	15/11/2020	9/2/2021	15/3/2021	120
<b>JUBILEO 2020/21</b>	Memby Porá	3/10/2020	12/11/2020	29/2/2021	16/4/2021	132
<b>FELICIANO 2020/21</b>	Gurí	7/10/2020	4/11/2020	8/2/2021	13/4/2021	154
<b>JUBILEO 2021/22</b>	Memby Porá	6/10/2021	25/10/2021	21/1/2022	21/3/2022	147
<b>LA PAZ 2021/22</b>	IRGA 424	22/10/2021	8/11/2021	7/2/2022	27/3/2022	139
<b>SAN JAIME 2021/22</b>	Gurí	26/10/2021	6/11/2021	7/2/2022	14/3/2022	127
<b>LA PAZ 2022/23</b>	IRGA 424	29/9/2022	30/10/2022	31/1/2023	3/3/2023	124
<b>JUBILEO 2022/23</b>	Gurí	18/10/2022	11/11/2022	24/2/2023	17/4/2023	157
<b>SAN JAIME 2022/23</b>	IRGA 424	5/11/2022	20/11/2022	7/3/2023	17/4/2023	143

Tratamientos	N	P	K	S	Zn
<b>1- Testigo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2- Mínimo</b>	<b>66</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>3- Mejorado</b>	<b>120</b>	<b>21</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>
<b>4- Potencial</b>	<b>146</b>	<b>23</b>	<b>71</b>	<b>23</b>	<b>1,8</b>

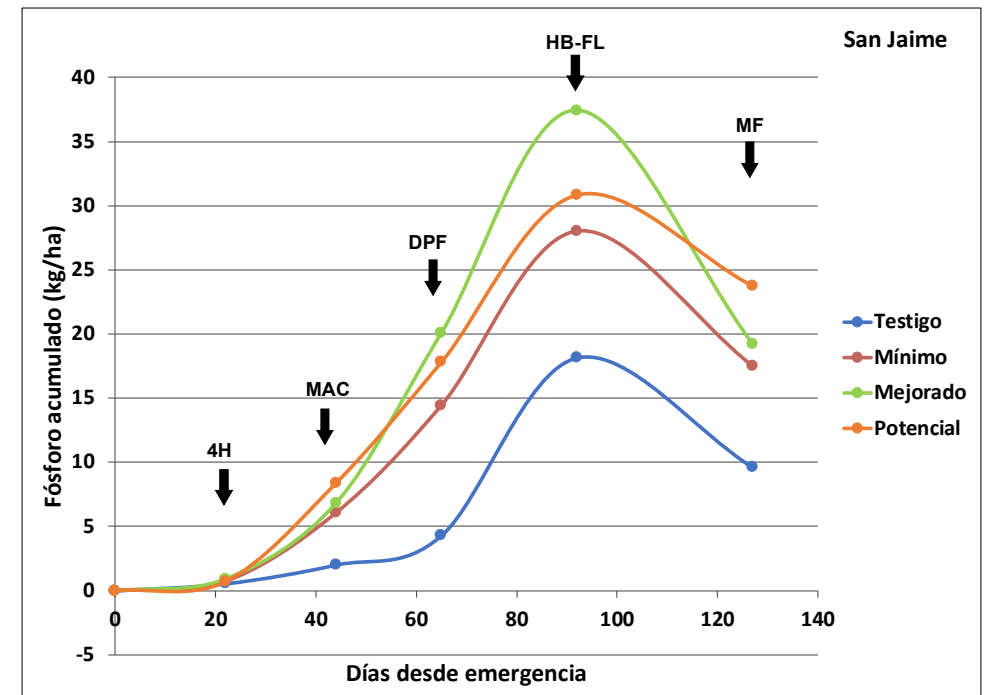
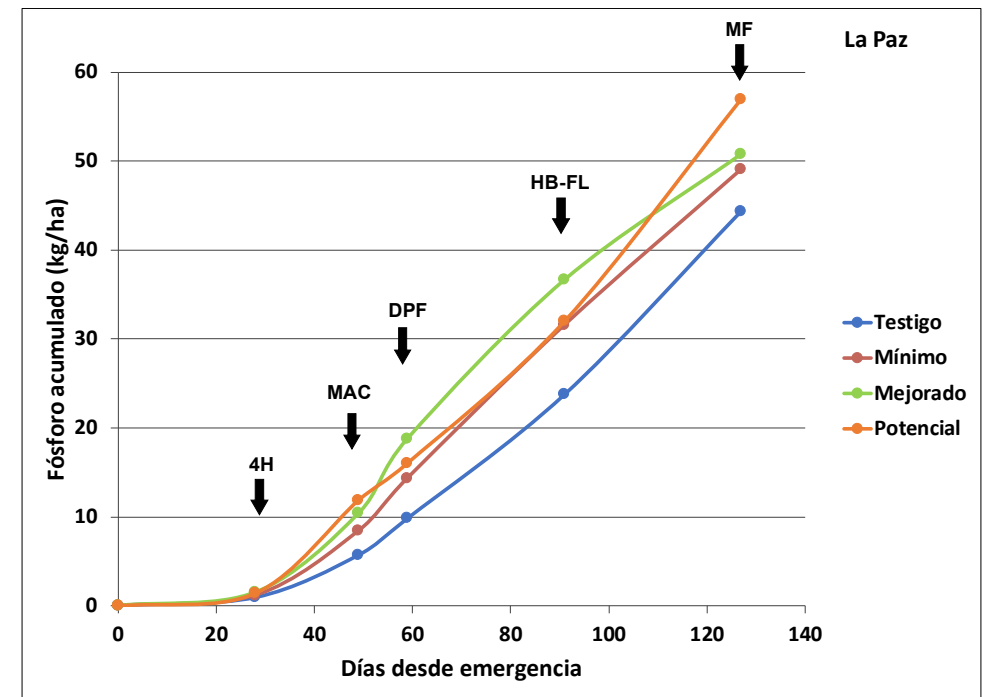
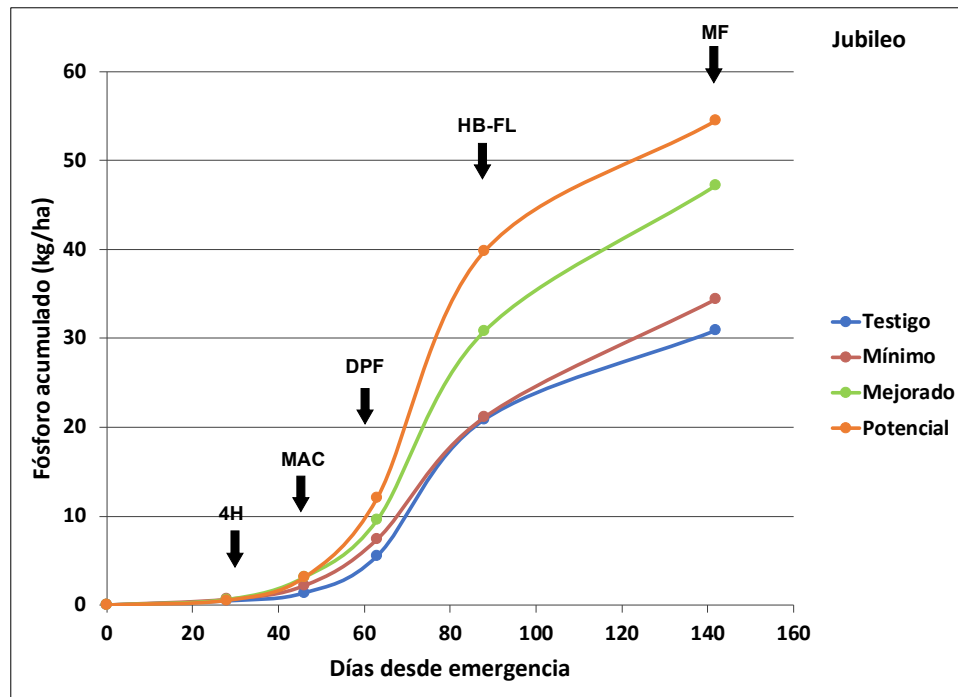


# Materia Seca Total



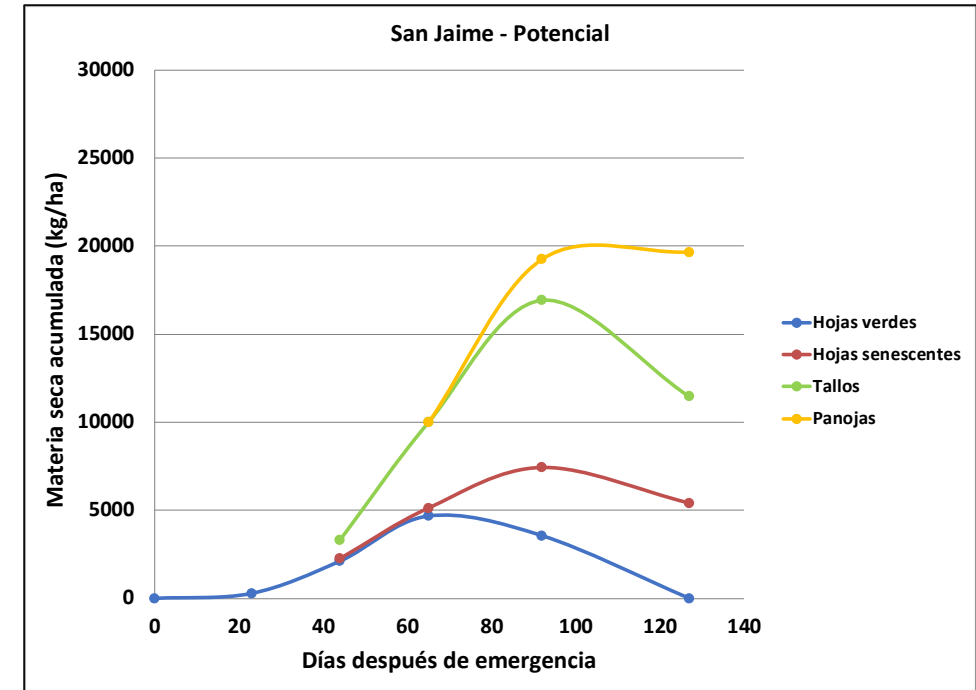
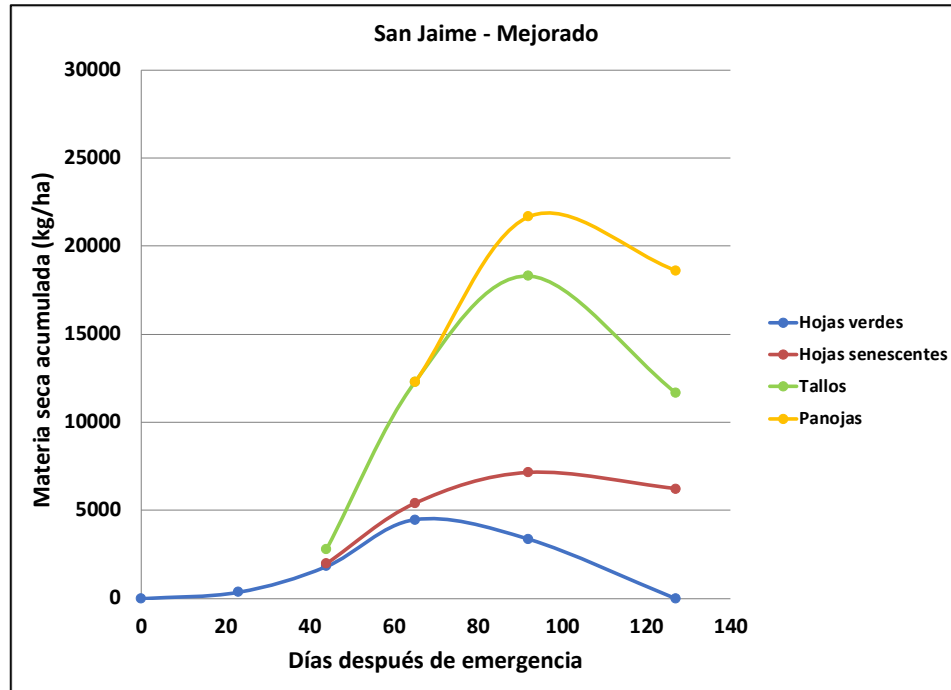
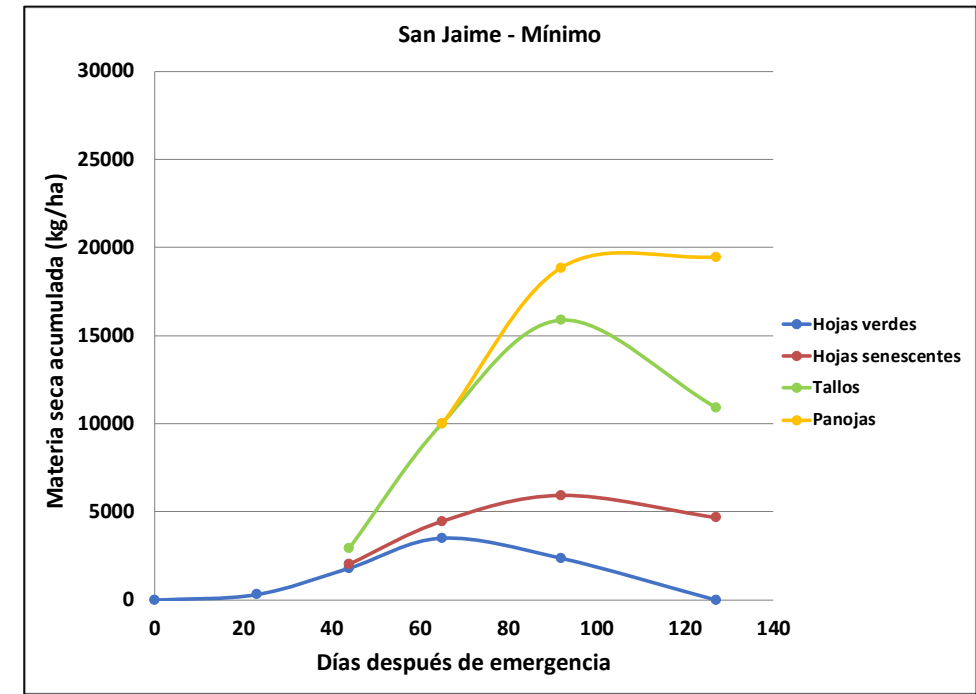
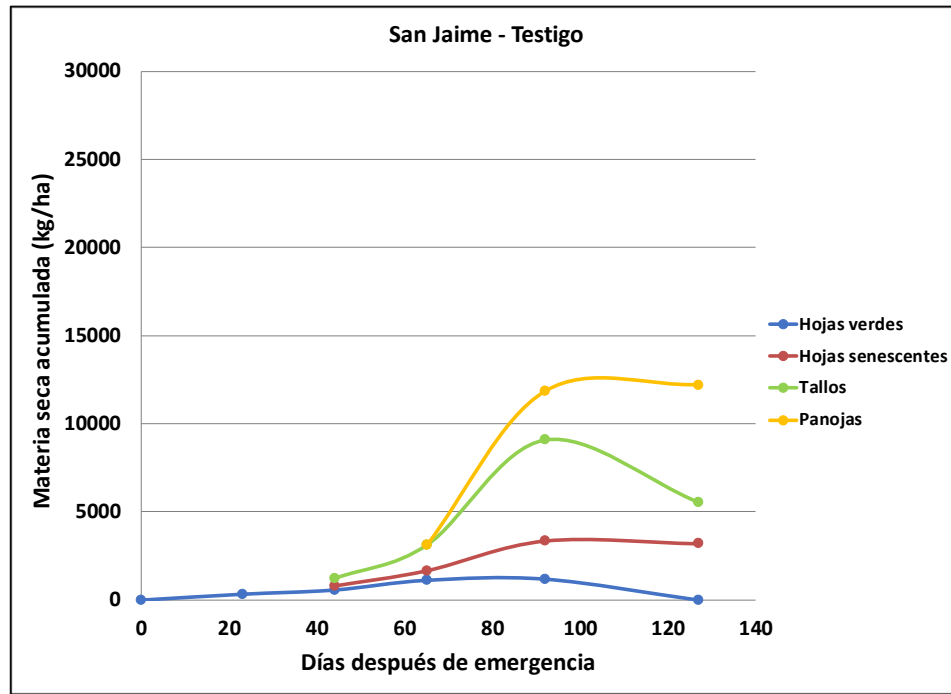
# Total de Nutrientes Acumulados por Tratamiento y Sitio

## Fósforo



# Partición de Materia Seca

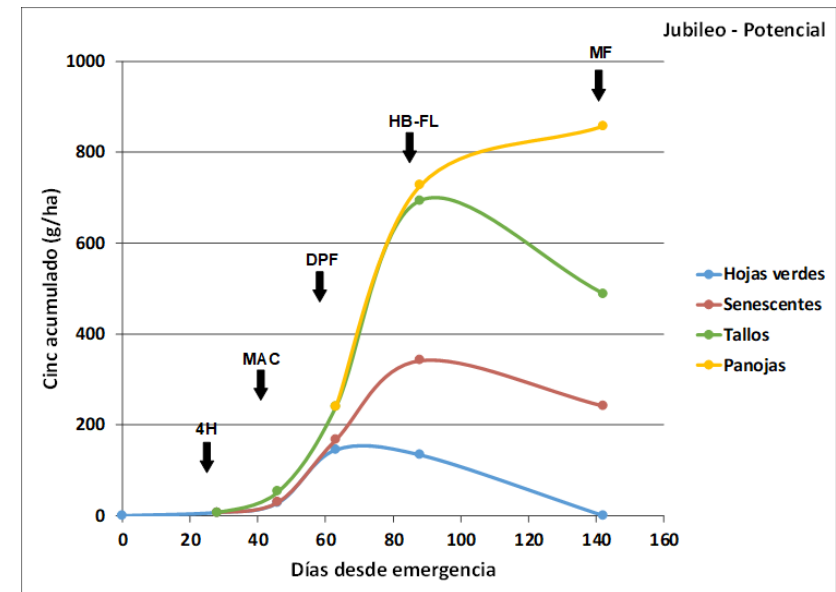
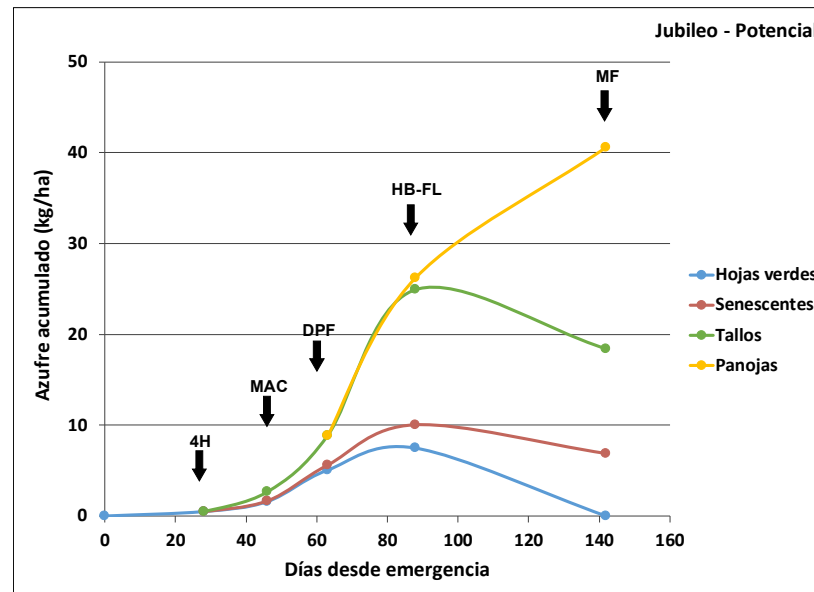
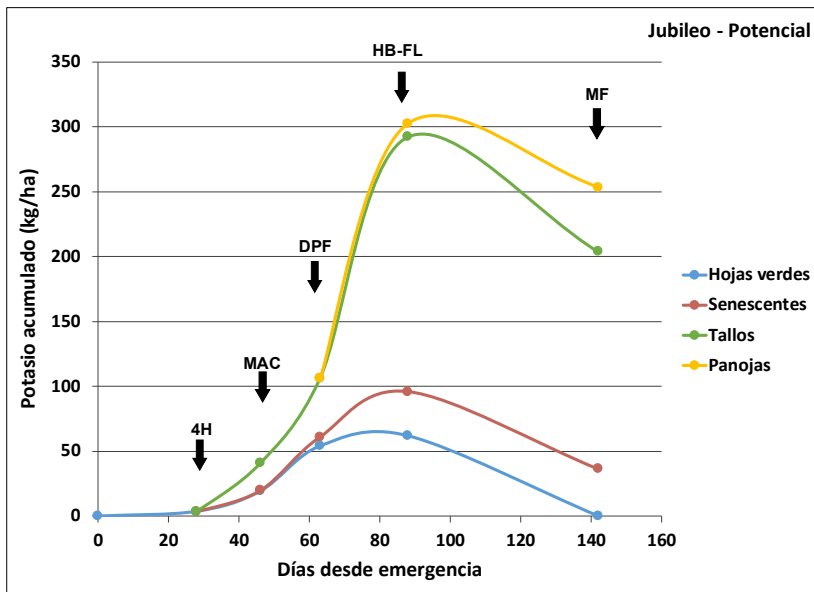
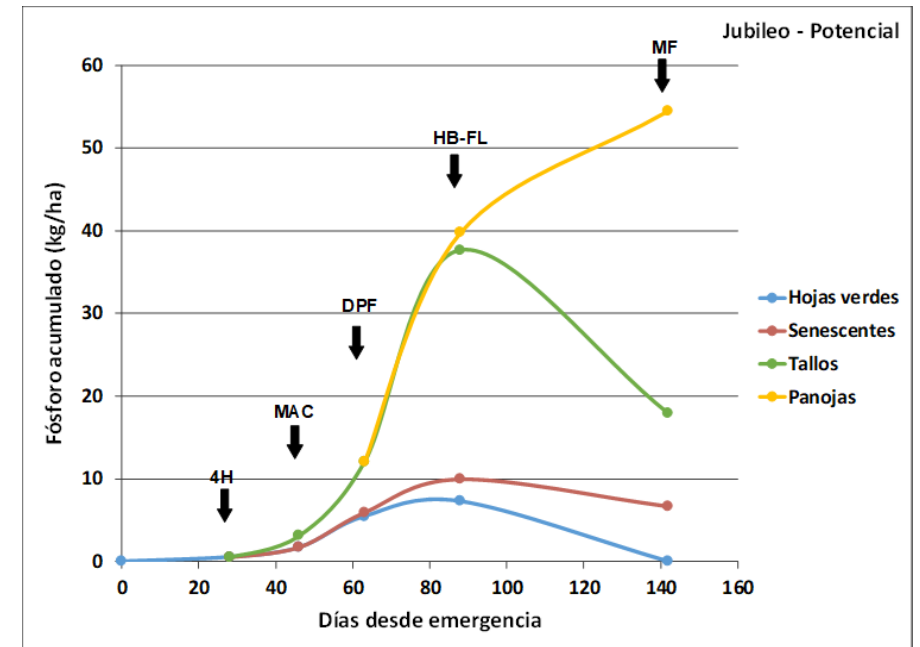
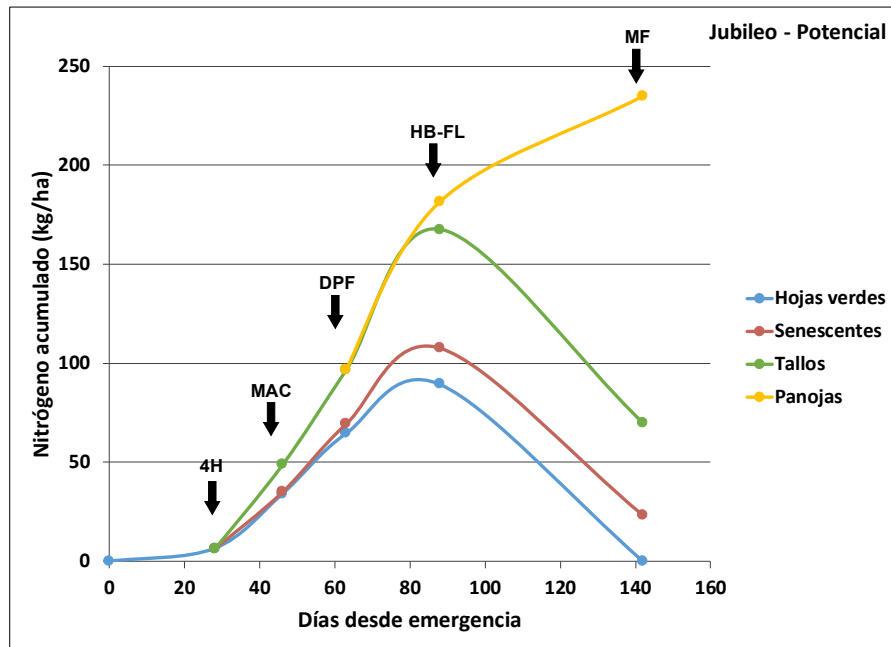
## San Jaime



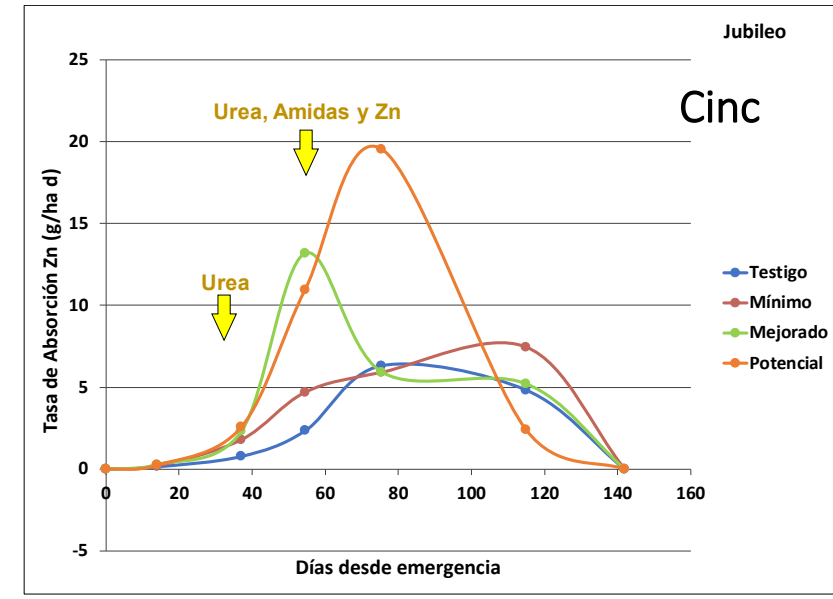
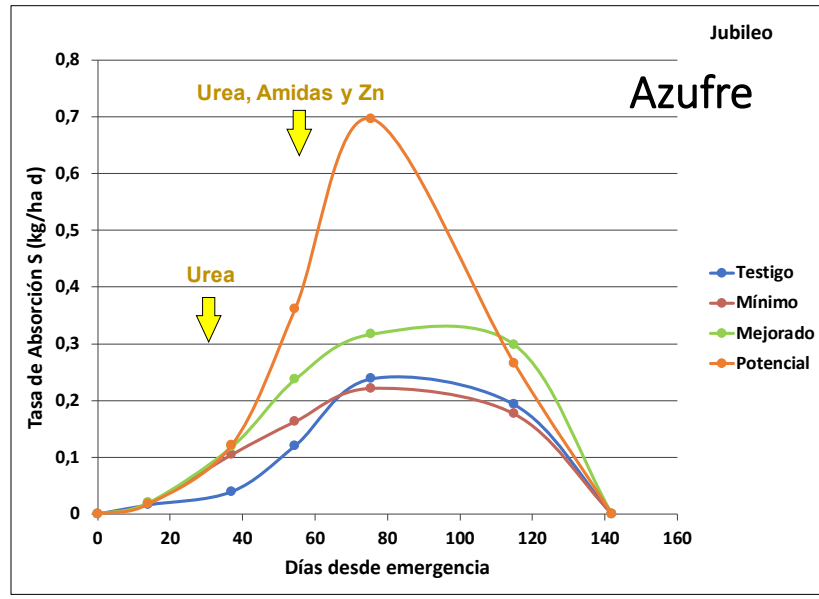
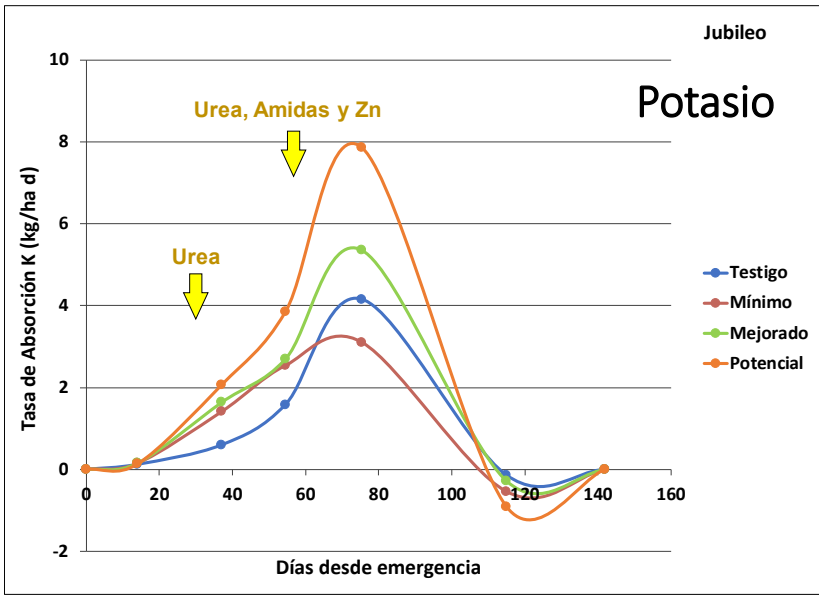
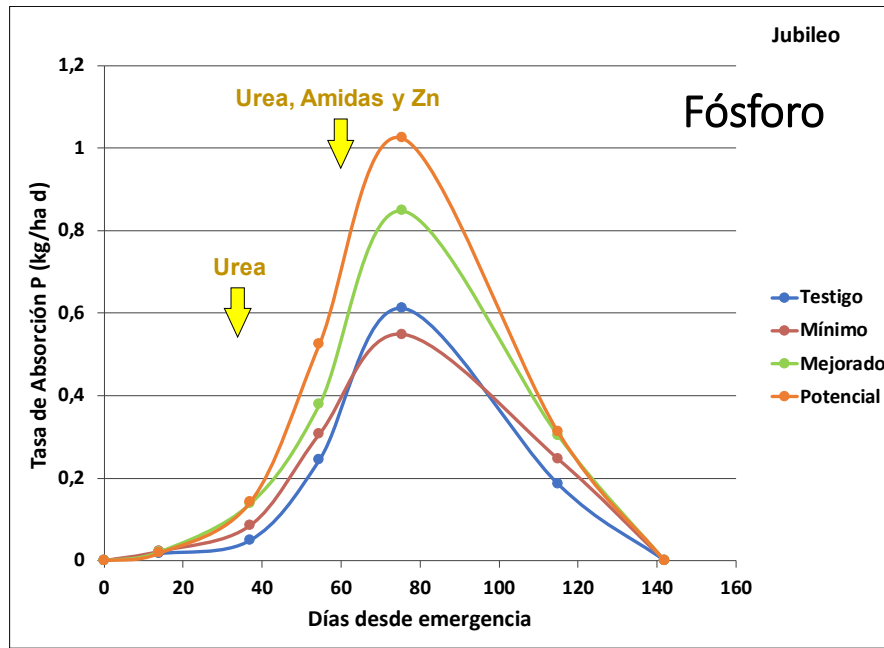
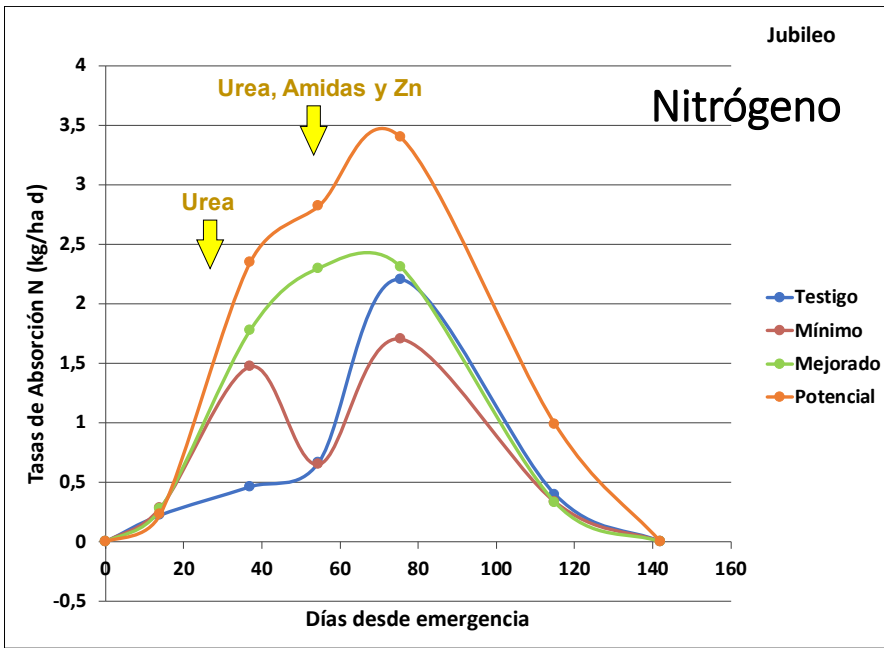


# Partición por Nutriente

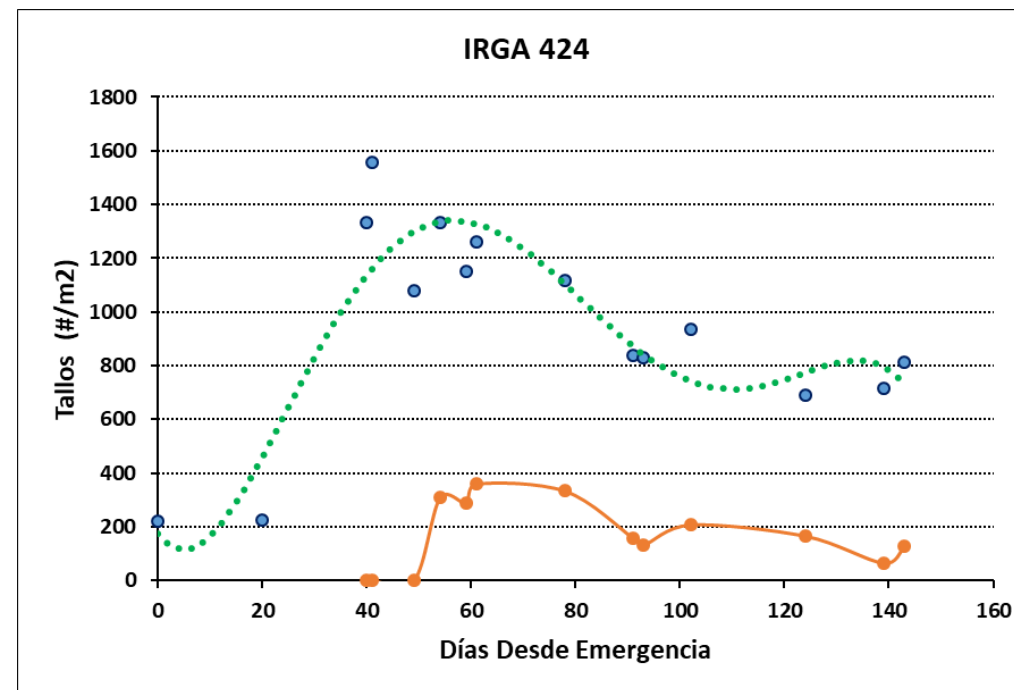
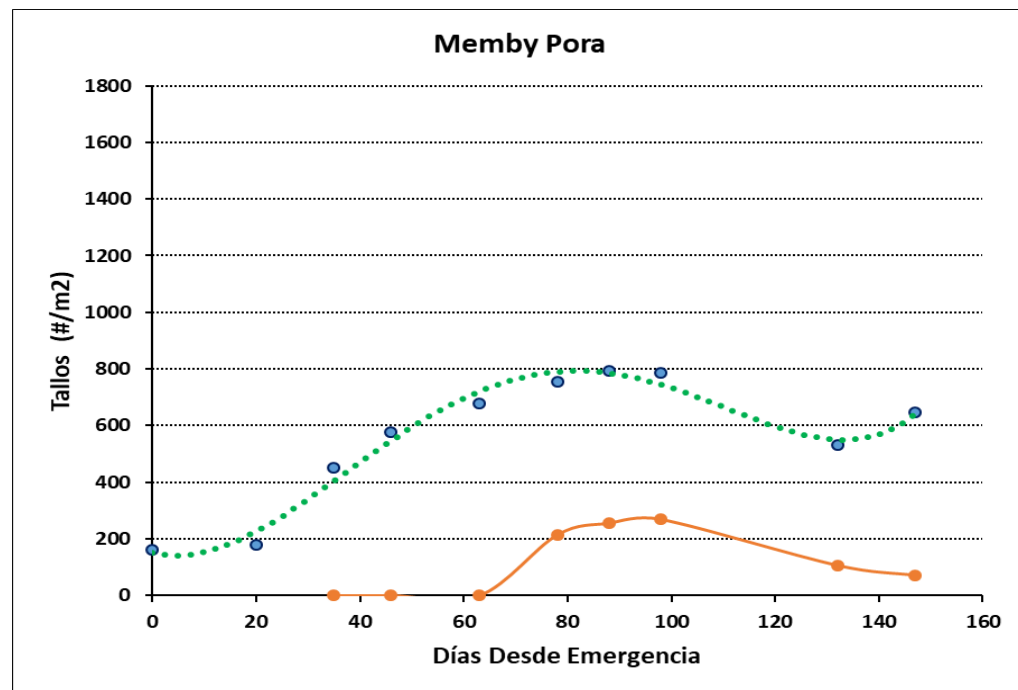
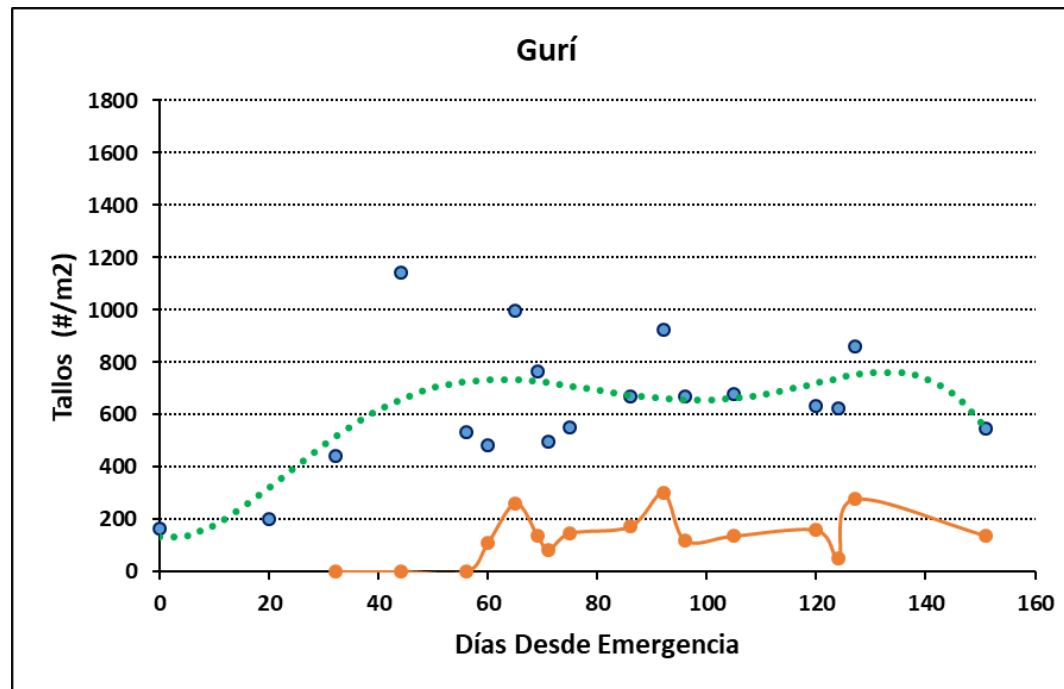
## Jubileo



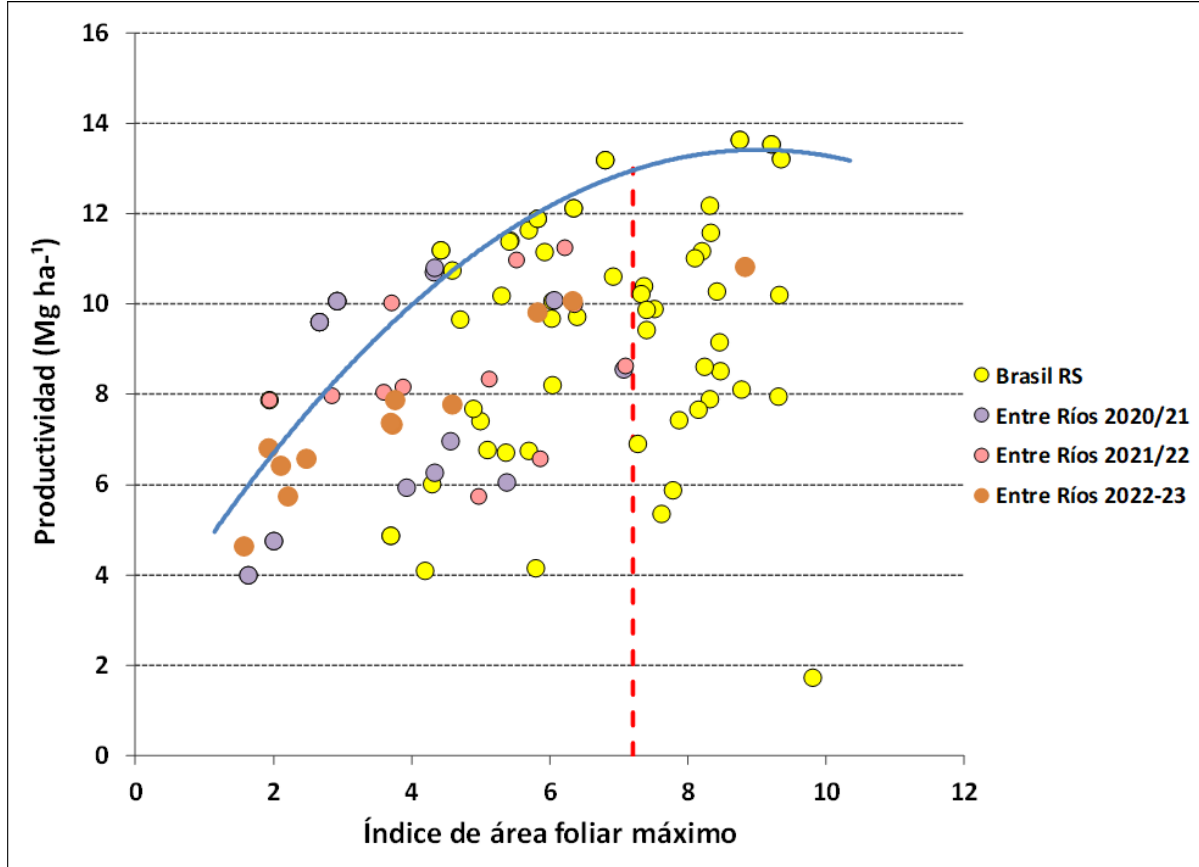
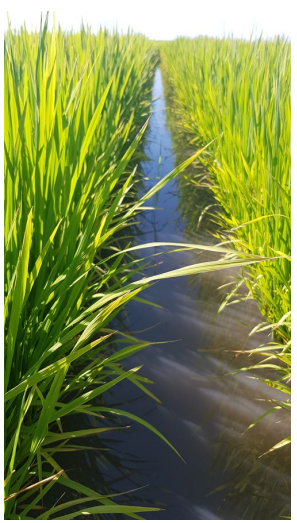
# Tasas de Absorción de Nutrientes Durante el Ciclo



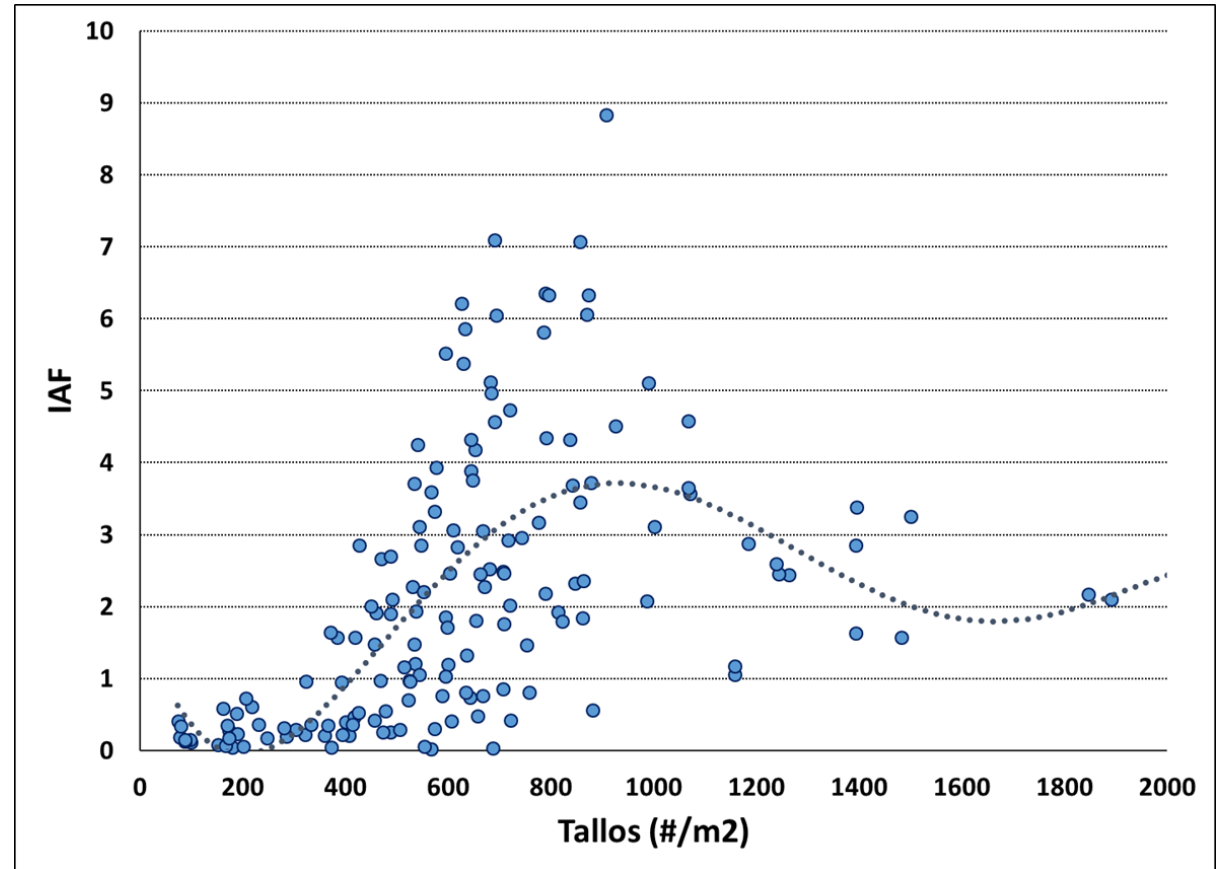
# Plantas Número de Tallos



# Índice de Área Foliar



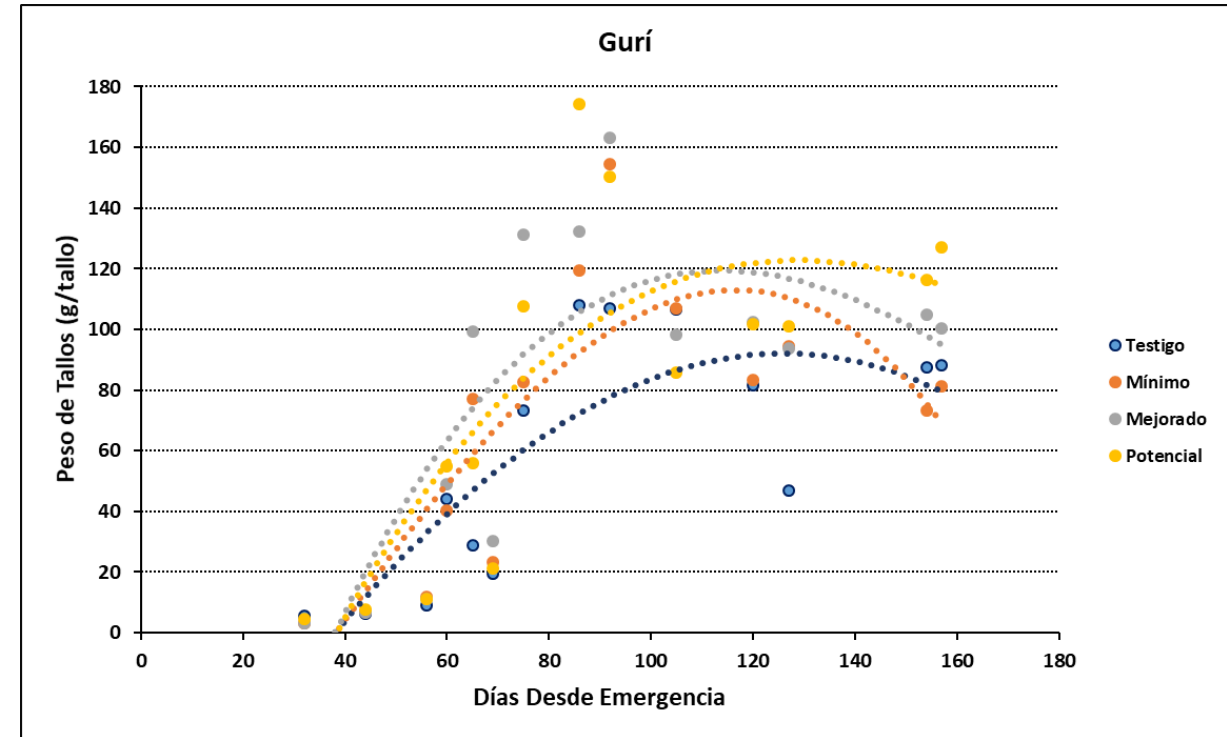
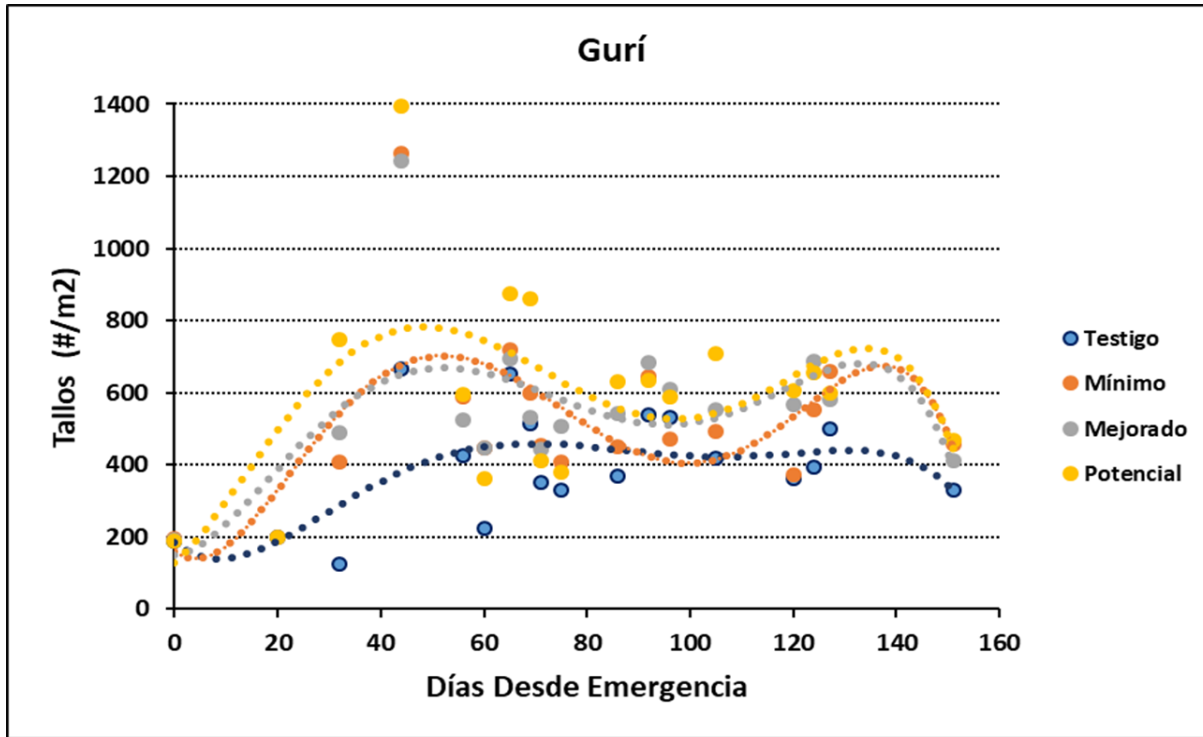
600 a 1000 tallos  
para IAF aceptable



Porque no logramos altos IAF??

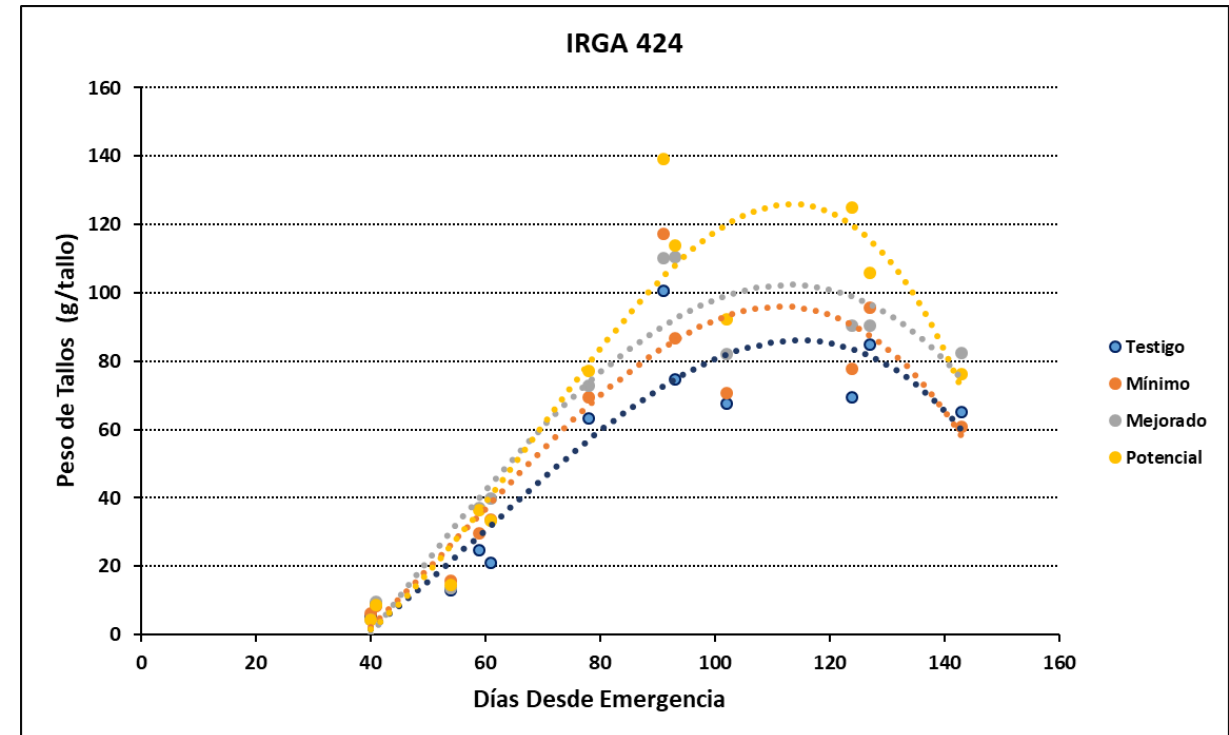
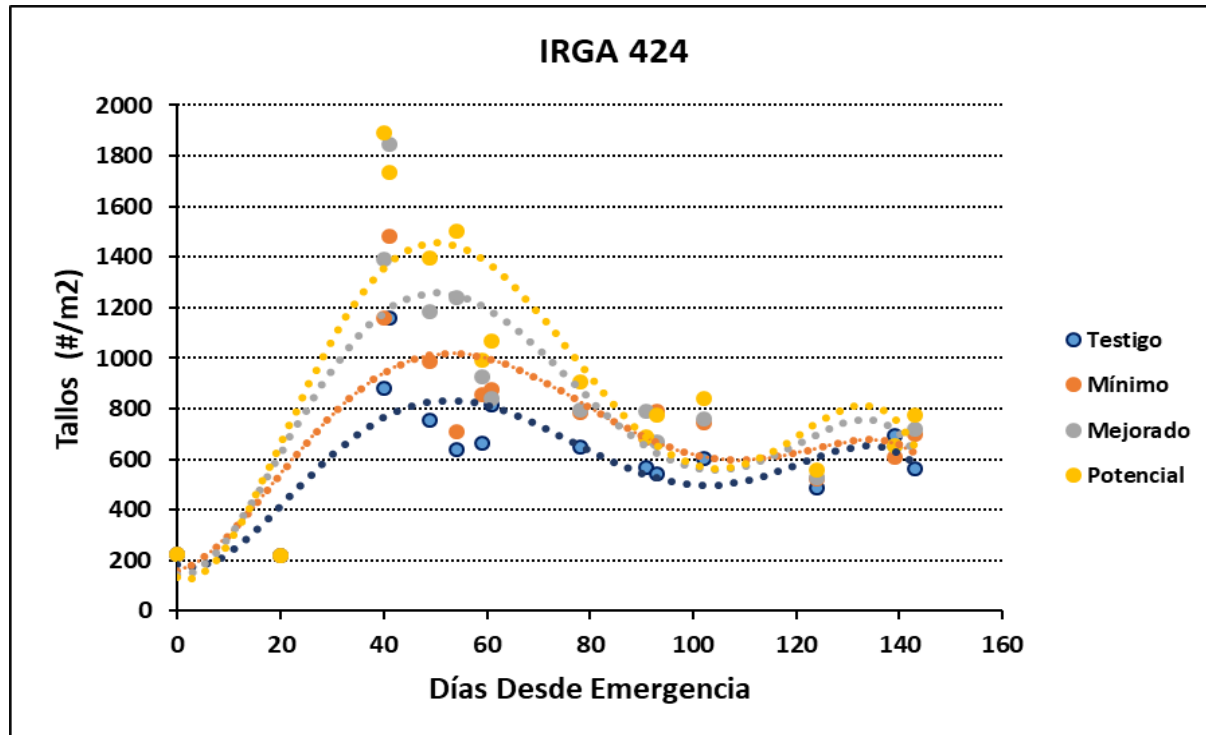
# Número y Peso de Tallos

## Gurí



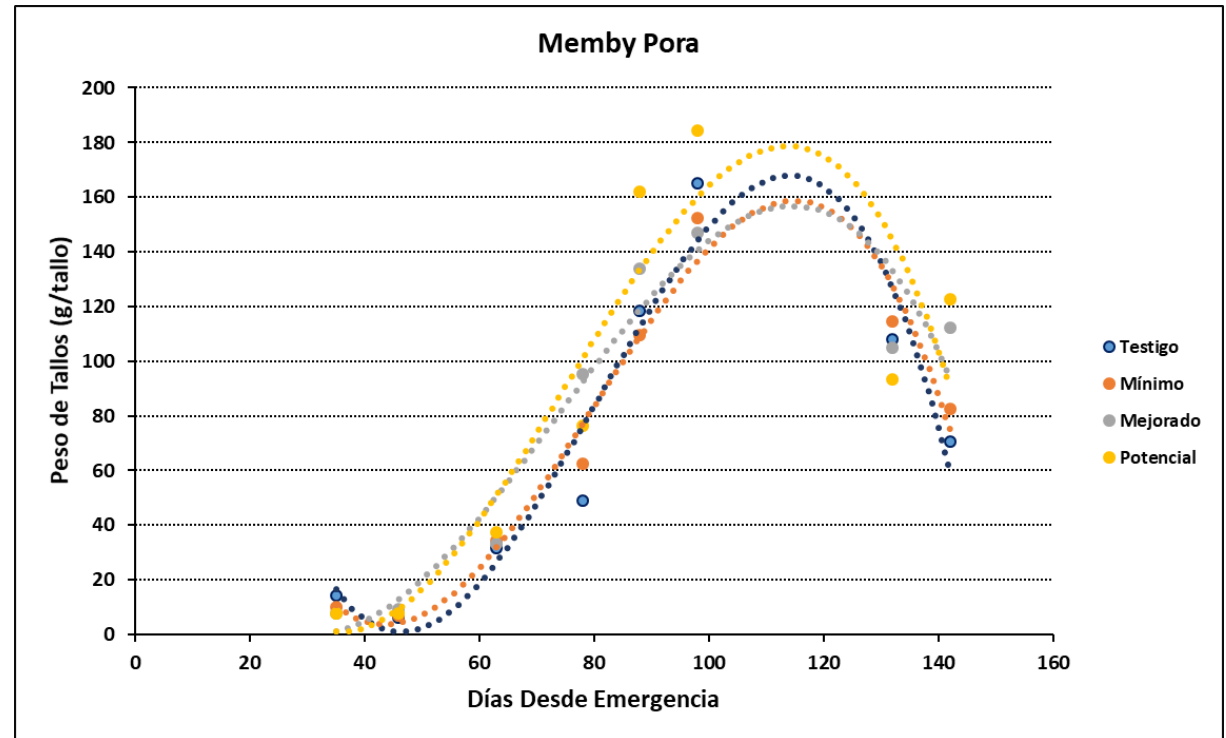
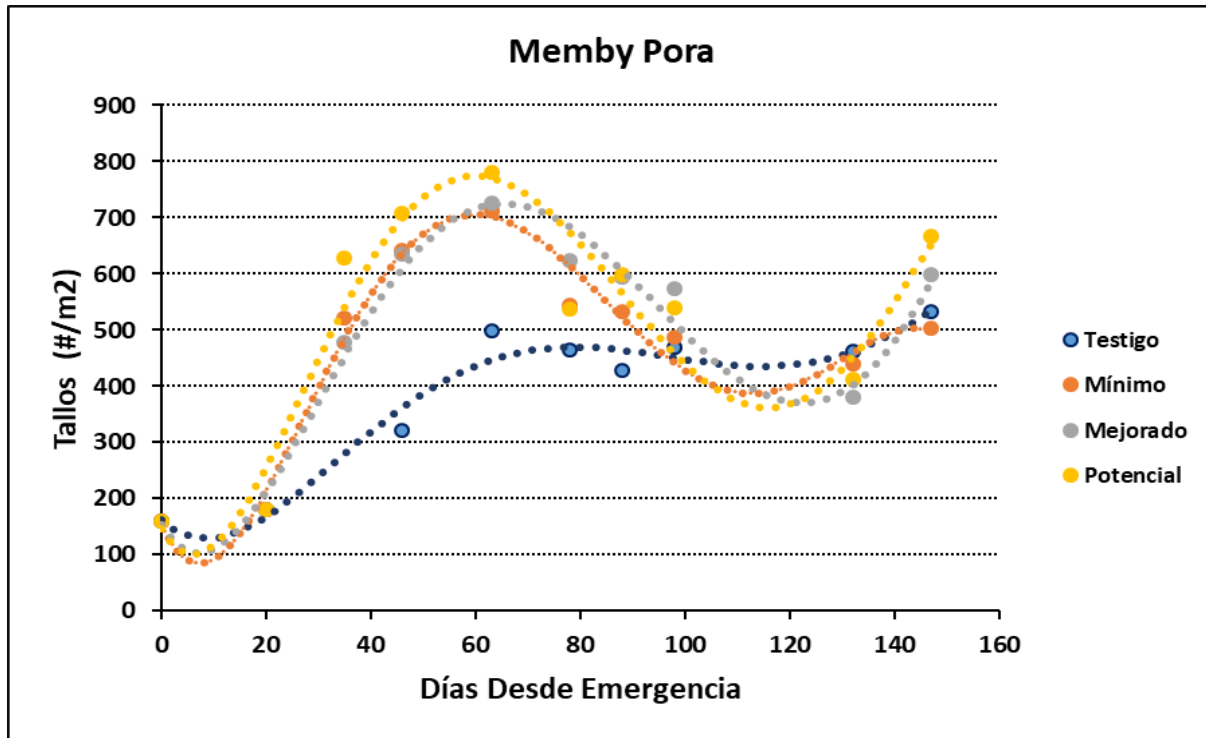
# Número y Peso de Tallos

## IRGA 424



# Número y Peso de Tallos

## Memby Pora

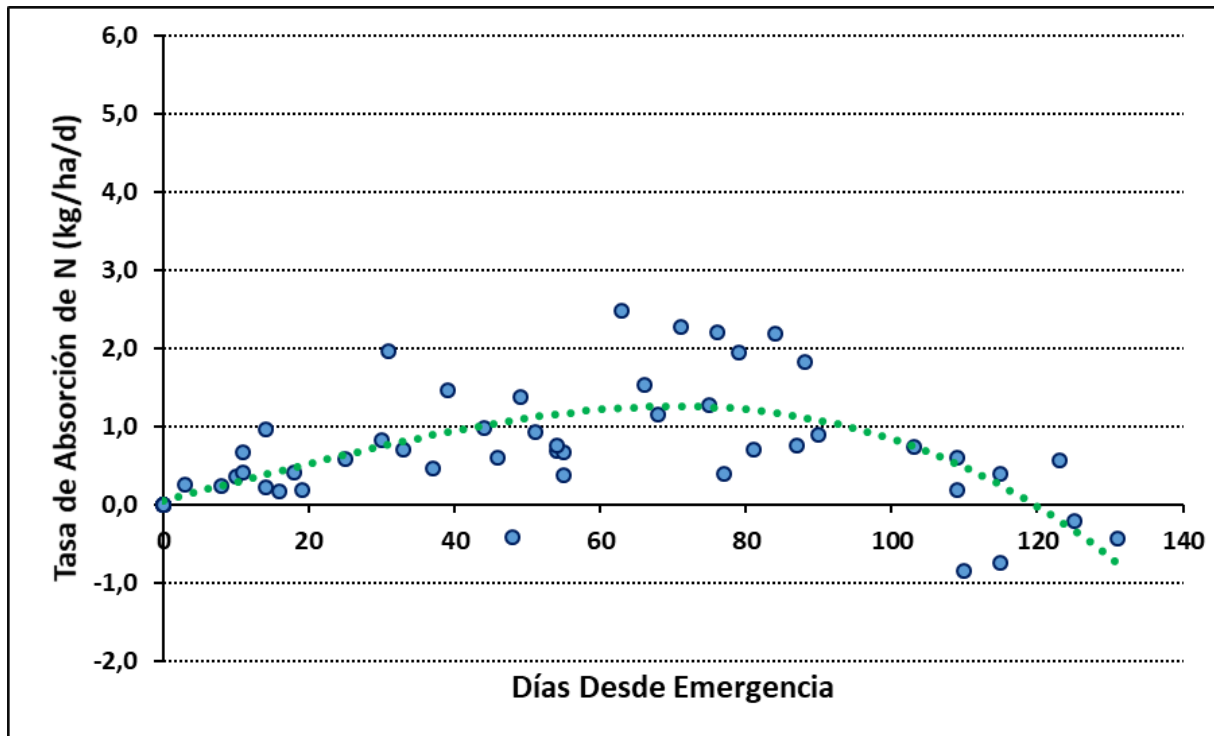


# Tasa de Absorción Nitrógeno

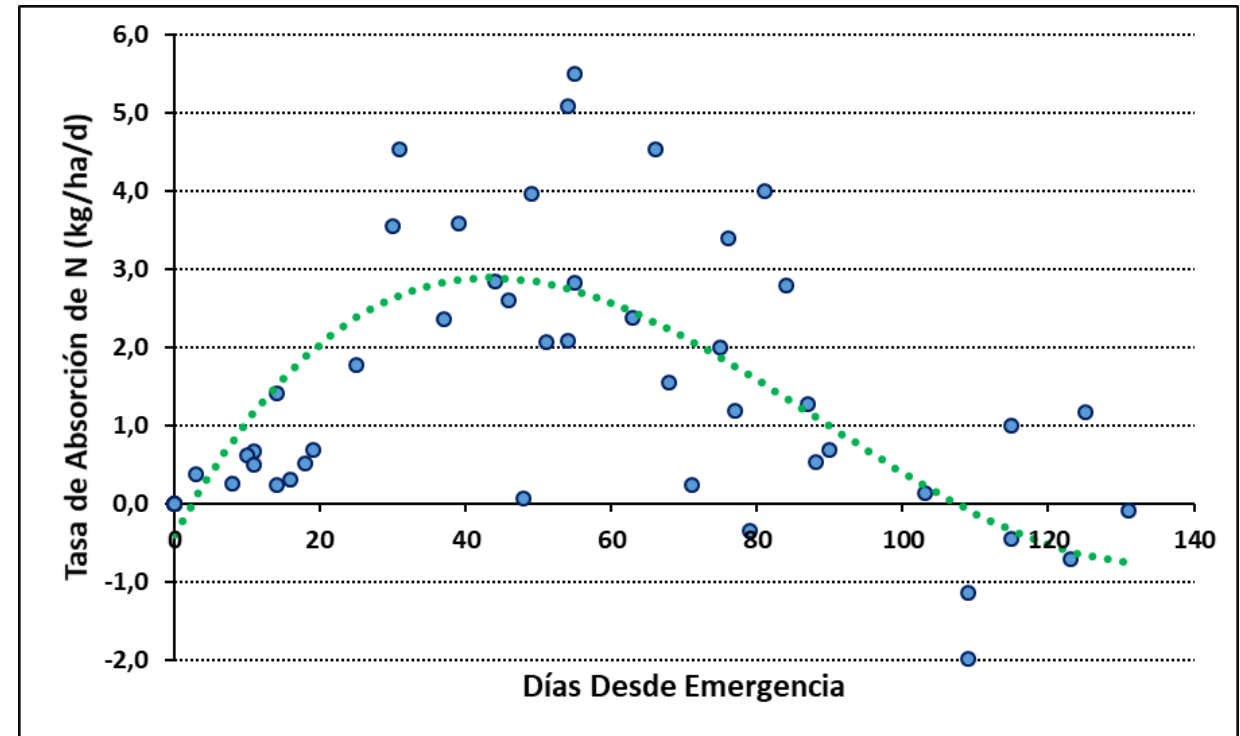
Tratamiento	N total ciclo (kg/ha)	
Testigo	88	a
Mínimo	119	b
Mejorado	150	c
Potencial	171	c



## Testigo



## Potencial

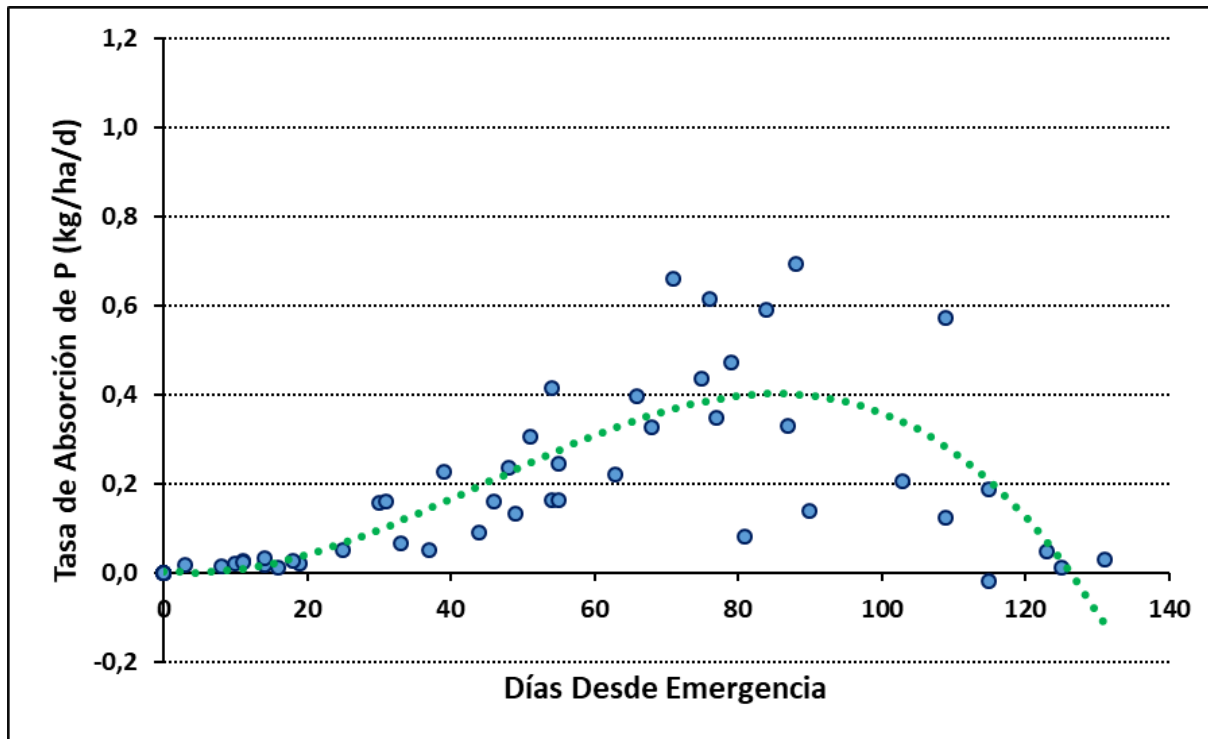




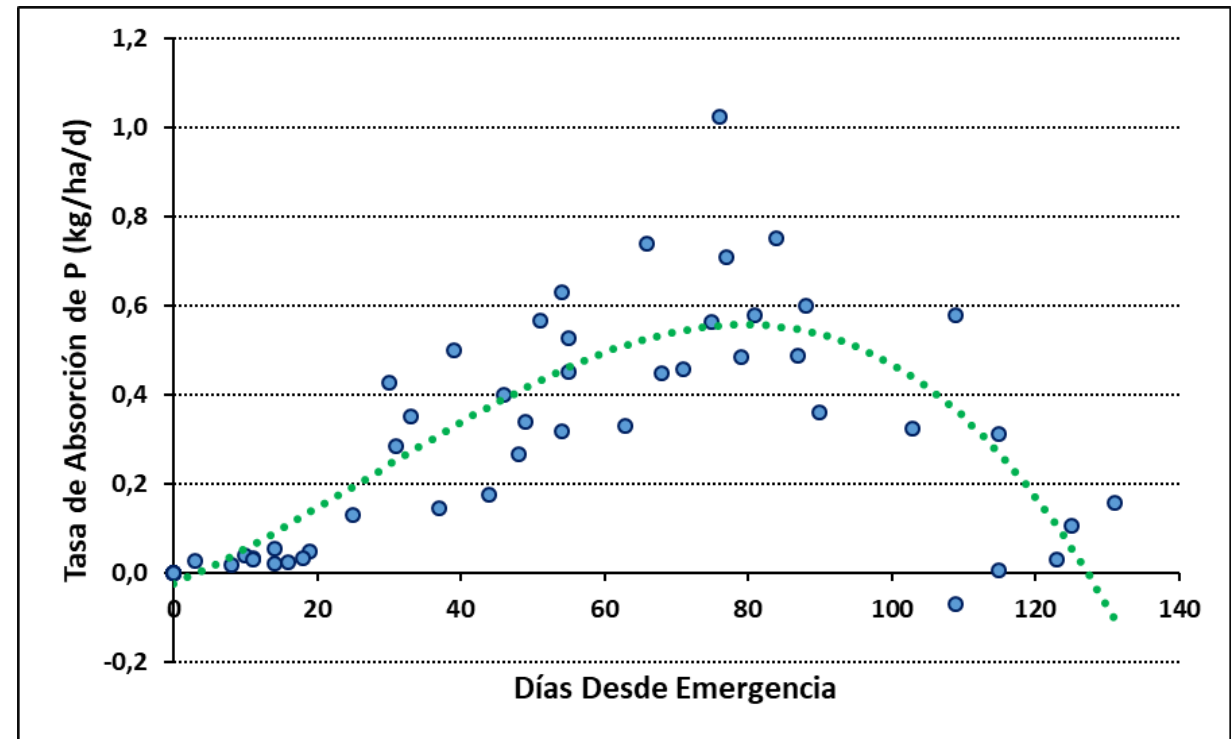
# Tasa de Absorción Fósforo

Tratamiento	P total ciclo (kg/ha)	
Testigo	23,2	a
Mínimo	31,0	b
Mejorado	35,6	c
Potencial	39,3	d

## Testigo



## Potencial

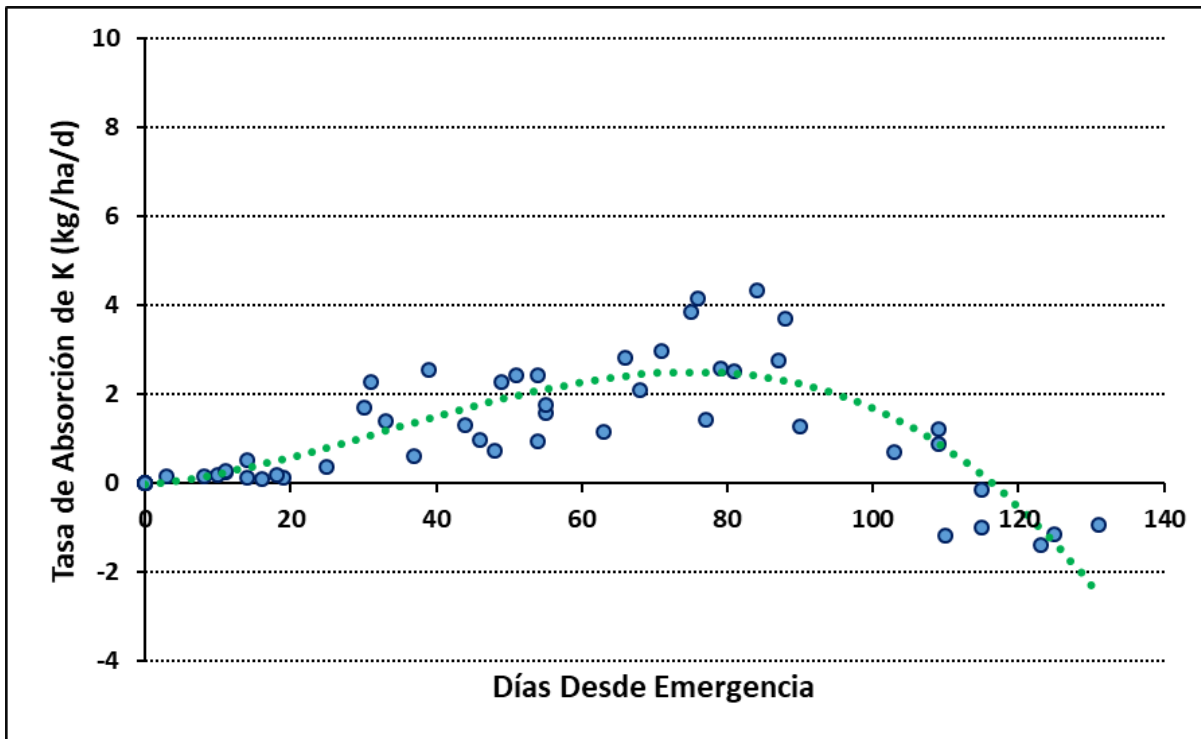


# Tasa de Absorción Potasio

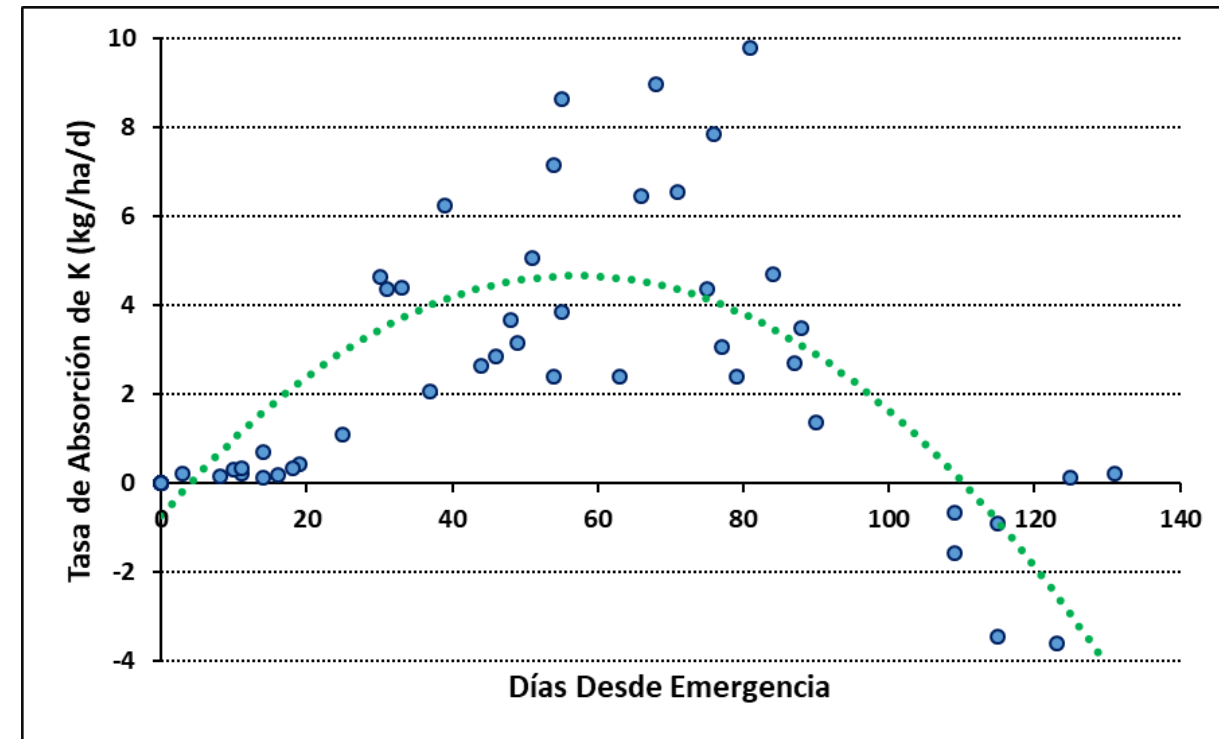
Tratamiento	K total ciclo (kg/ha)	
Testigo	141	a
Mínimo	152	a
Mejorado	193	b
Potencial	223	c



## Testigo



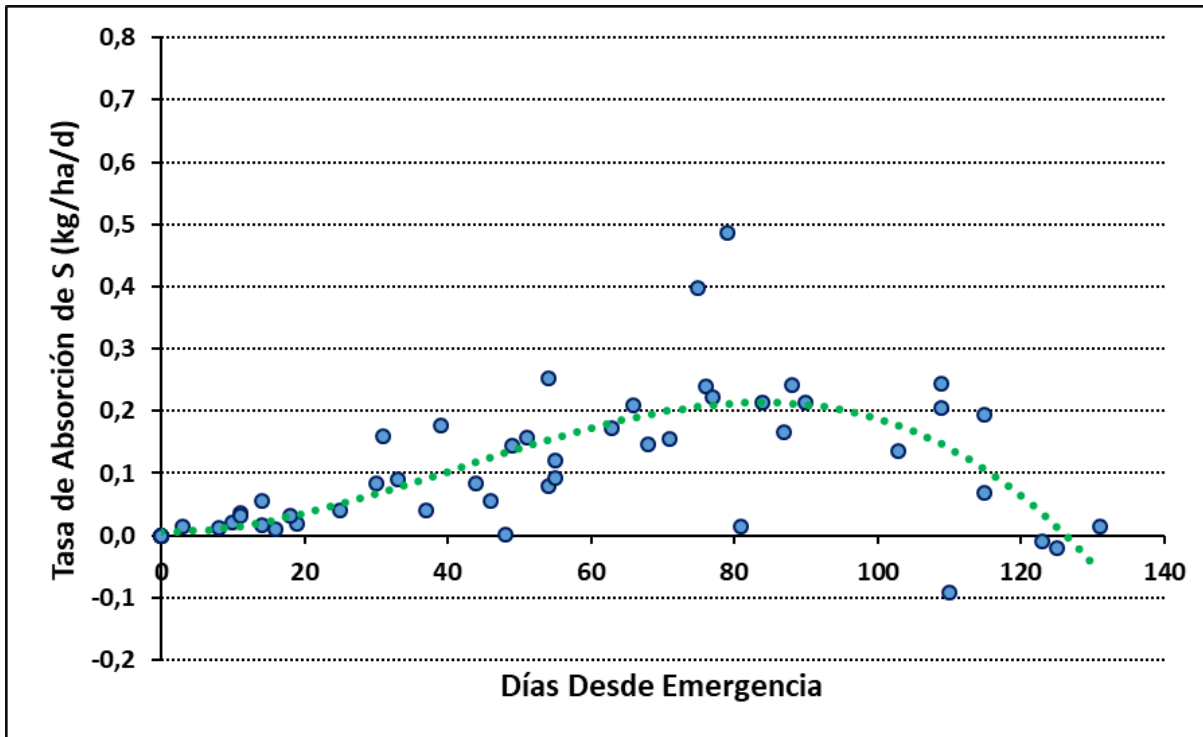
## Potencial



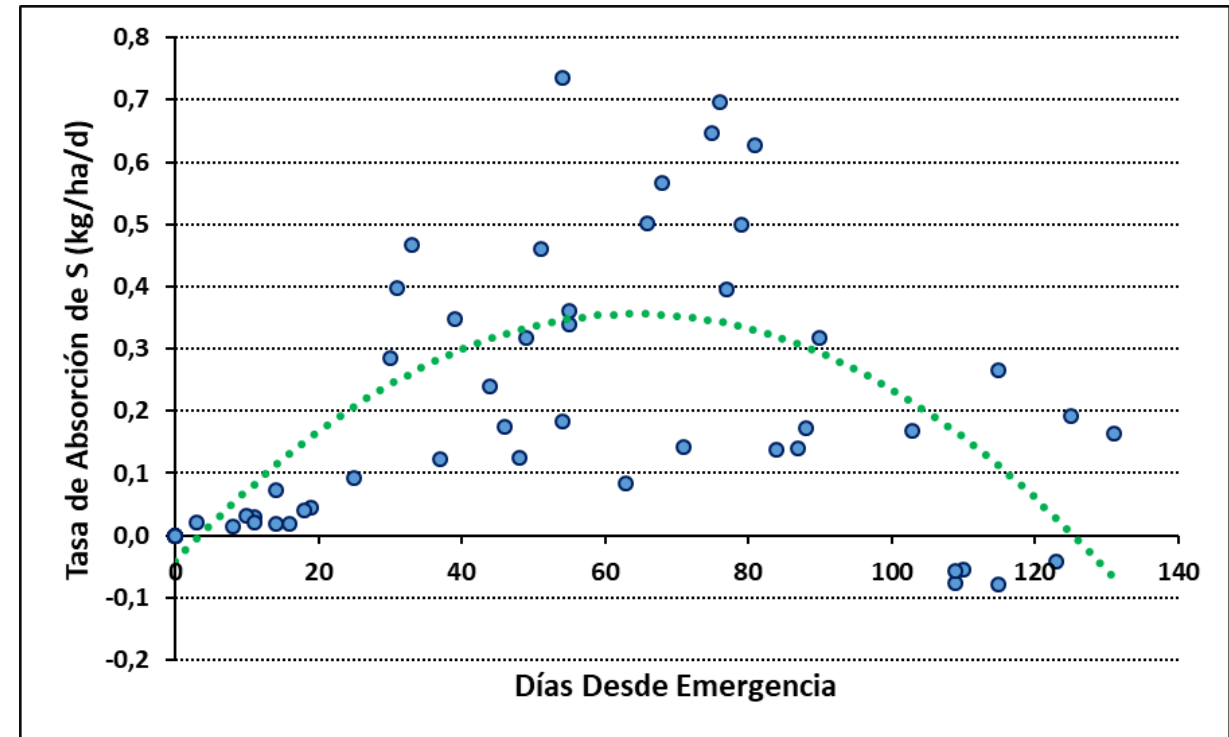
# Tasa de Absorción Azufre

Tratamiento	S total ciclo (kg/ha)
Testigo	15,6 a
Mínimo	18,6 ab
Mejorado	22,1 b
Potencial	25,9 c

## Testigo



## Potencial

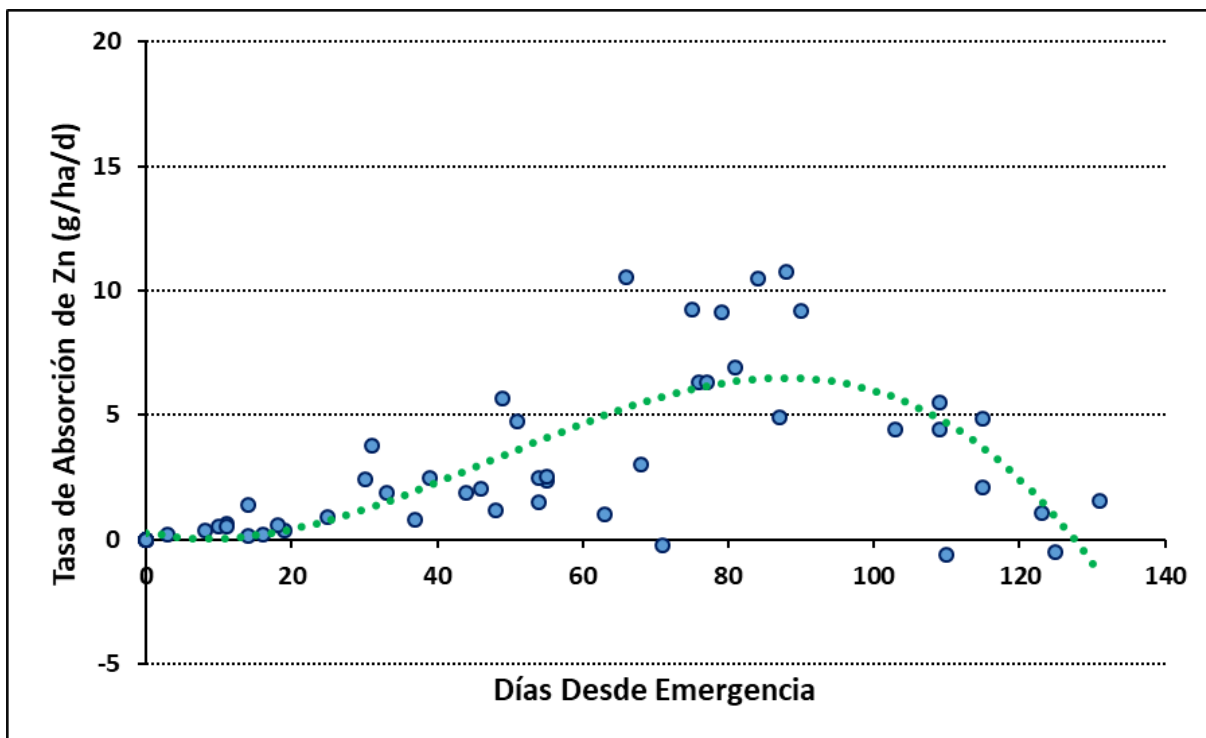


# Tasa de Absorción Cinc

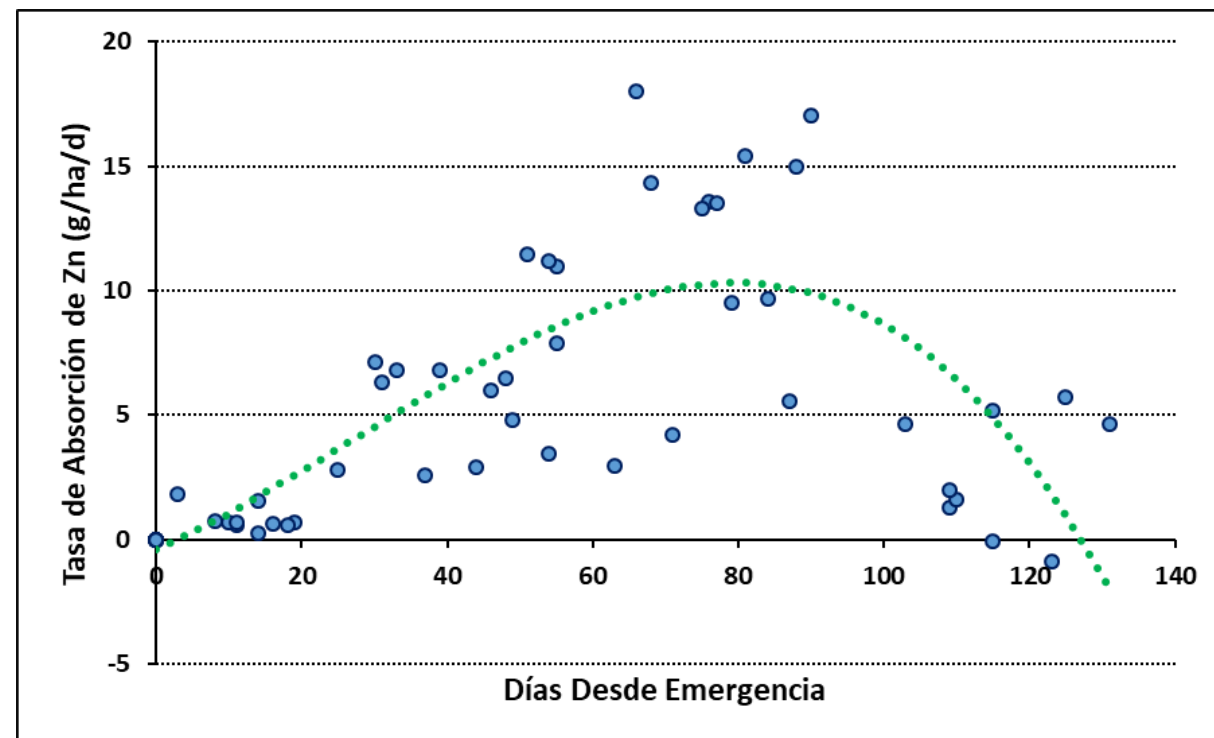
Tratamiento	Zn total ciclo (g/ha)	
Testigo	0,409	a
Mínimo	0,528	b
Mejorado	0,626	c
Potencial	0,713	d



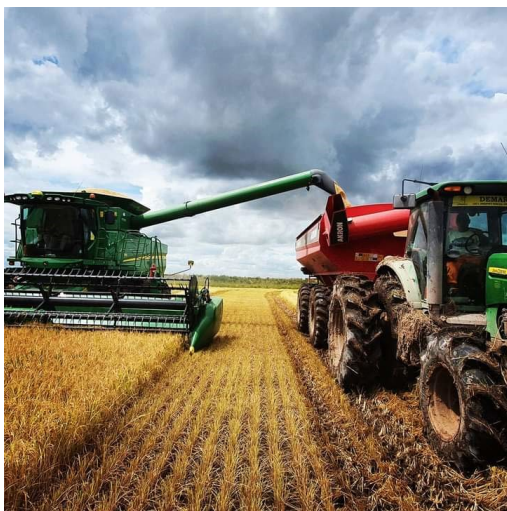
## Testigo



## Potencial



# Rendimientos Ensayos 2020-23



Promedio: 7104

8232

8861

9541

kg/ha

16

25

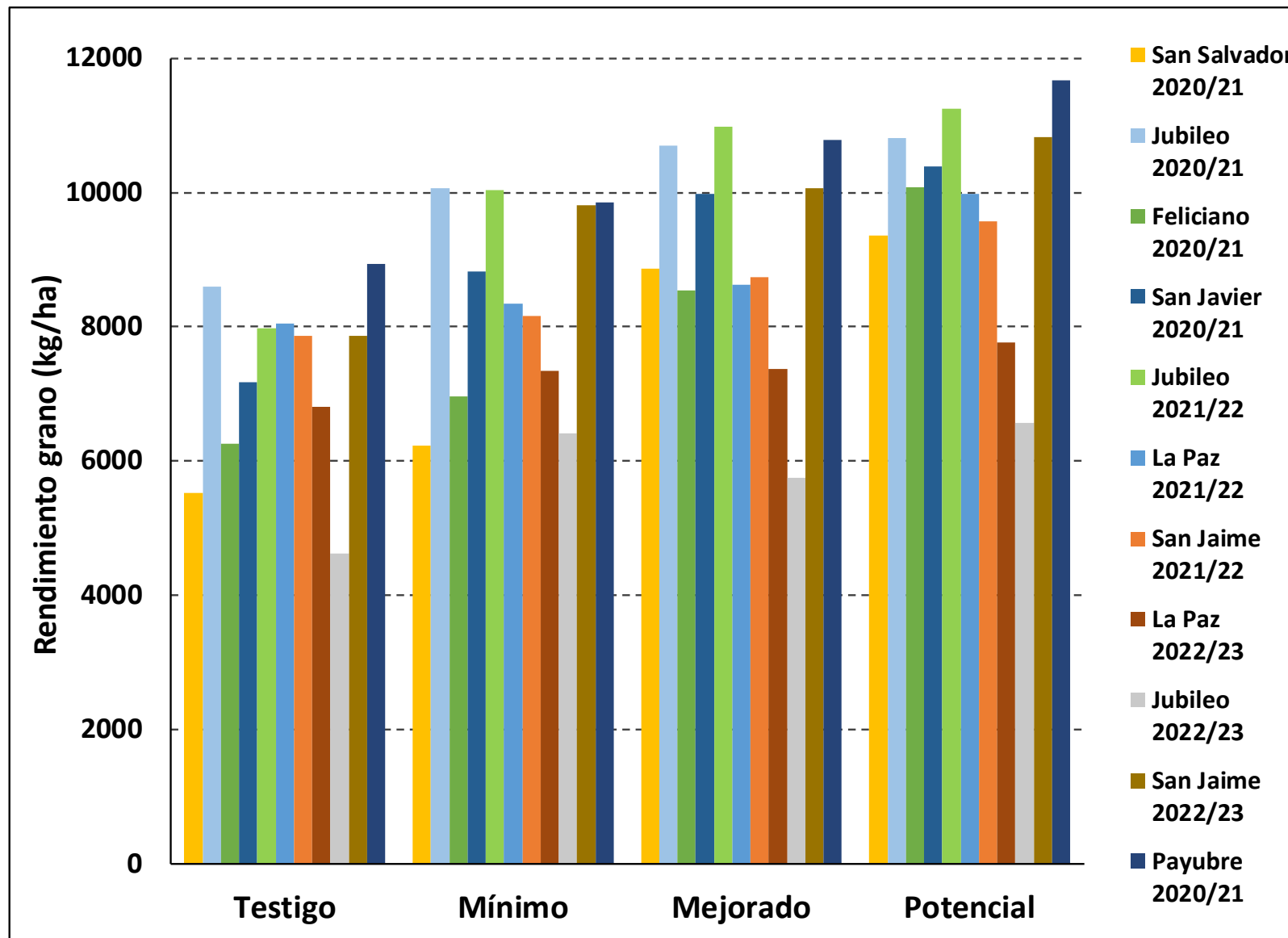
34

%

8

15

%



# Componentes de rendimientos

Tratamientos	Plantas/m <sup>2</sup>	Panojas/m <sup>2</sup>	Granos/Panoja	Vanos (%)	P 1000 (g)	Rendimiento (kg/ha)	Calidad (%)
Testigo	169 a	455 a	97 a	13,5 a	22,8 a	7104 a	104,1 a
Mínimo	187 a	517 b	104 ab	13,9 a	22,8 a	8232 b	105,1 ab
Mejorado	189 a	546 bc	114 bc	13,7 a	23,0 a	8861 c	106,1 ab
Potencial	192 a	577 c	118 c	14,6 a	23,1 a	9541 d	106,7 b

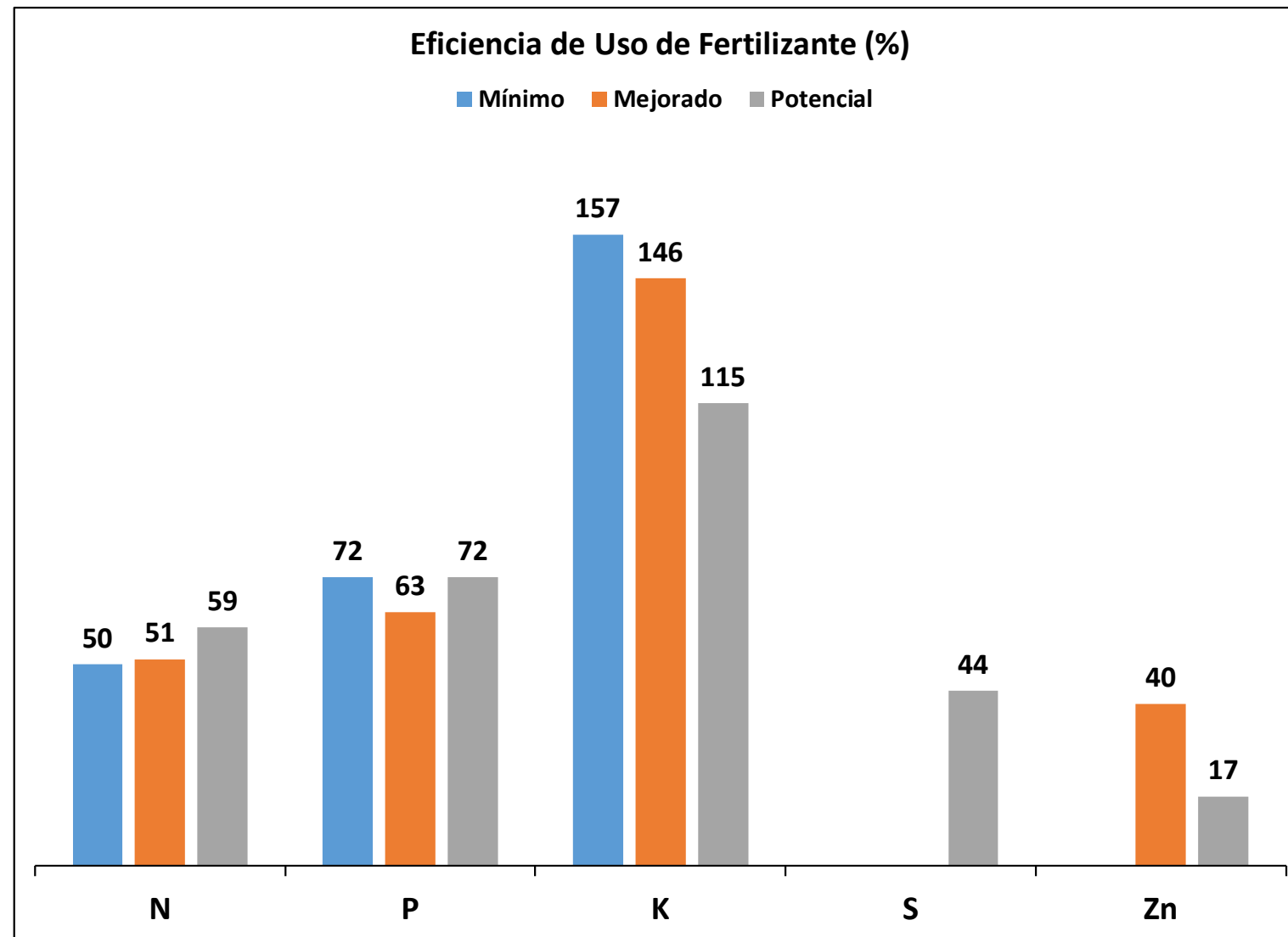
GURÍ					IRGA 424				
Tratamiento	Panojas/m <sup>2</sup>	Nº granos total/panoja	% Vanos	P1000 (g)	Tratamiento	Panojas/m <sup>2</sup>	Nº granos total/panoja	% Vanos	P1000 (g)
Testigo	367 a	99 a	12,0 a	23,6 a	Testigo	568 a	83 a	17,4 a	22,1 a
Mínimo	470 b	104 a	12,7 a	23,8 a	Mínimo	610 ab	94 ab	18,1 a	21,8 a
Mejorado	510 b	115 a	12,1 a	24,0 a	Mejorado	632 ab	96 bc	18,6 a	22,2 a
Potencial	534 b	106 a	12,2 a	24,1 a	Potencial	660 b	104 c	20,3 a	22,1 a

MEMBY PORA				
Tratamiento	Panojas/m <sup>2</sup>	Nº granos total/panoja	% Vanos	P1000 (g)
Testigo	463	115	10,8	22,5
Mínimo	472	122	10,1	22,5
Mejorado	489	155	9,5	22,3
Potencial	540	148	10,7	22,8



**12 ensayos**

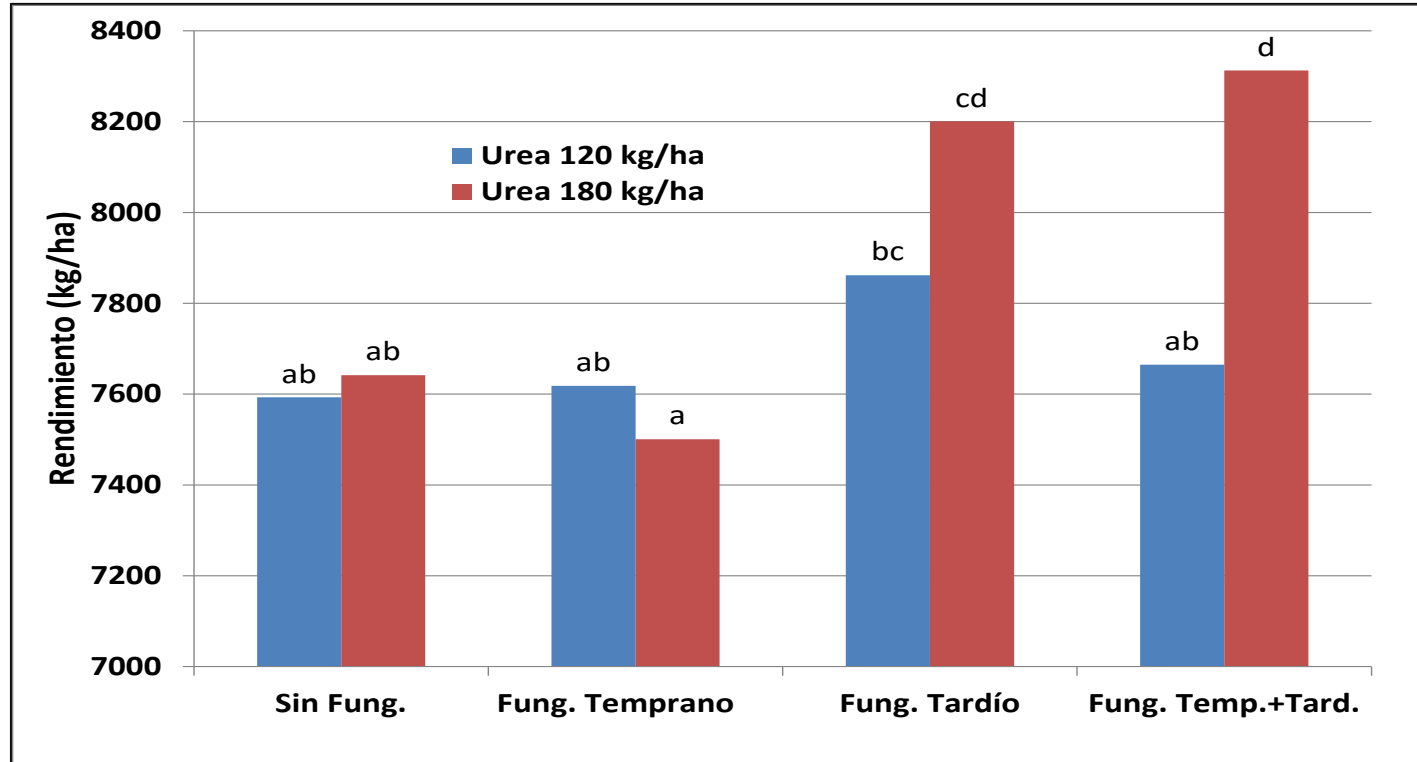
**Mejora en la eficiencia de uso NP del fertilizante por Zn y S**



Tratamientos	N	P	K	S	Zn
1 - Testigo	0	0	0	0	0
2 - Mínimo	66	12	15	0	0
3 - Mejorado	120	21	42	1	0,6
4 - Potencial	146	23	71	23	1,8

# Ensayos de Nitrógeno por Fungicida

Promedio 2 años 6 ensayos (largo fino en Corrientes y Santa Fe)



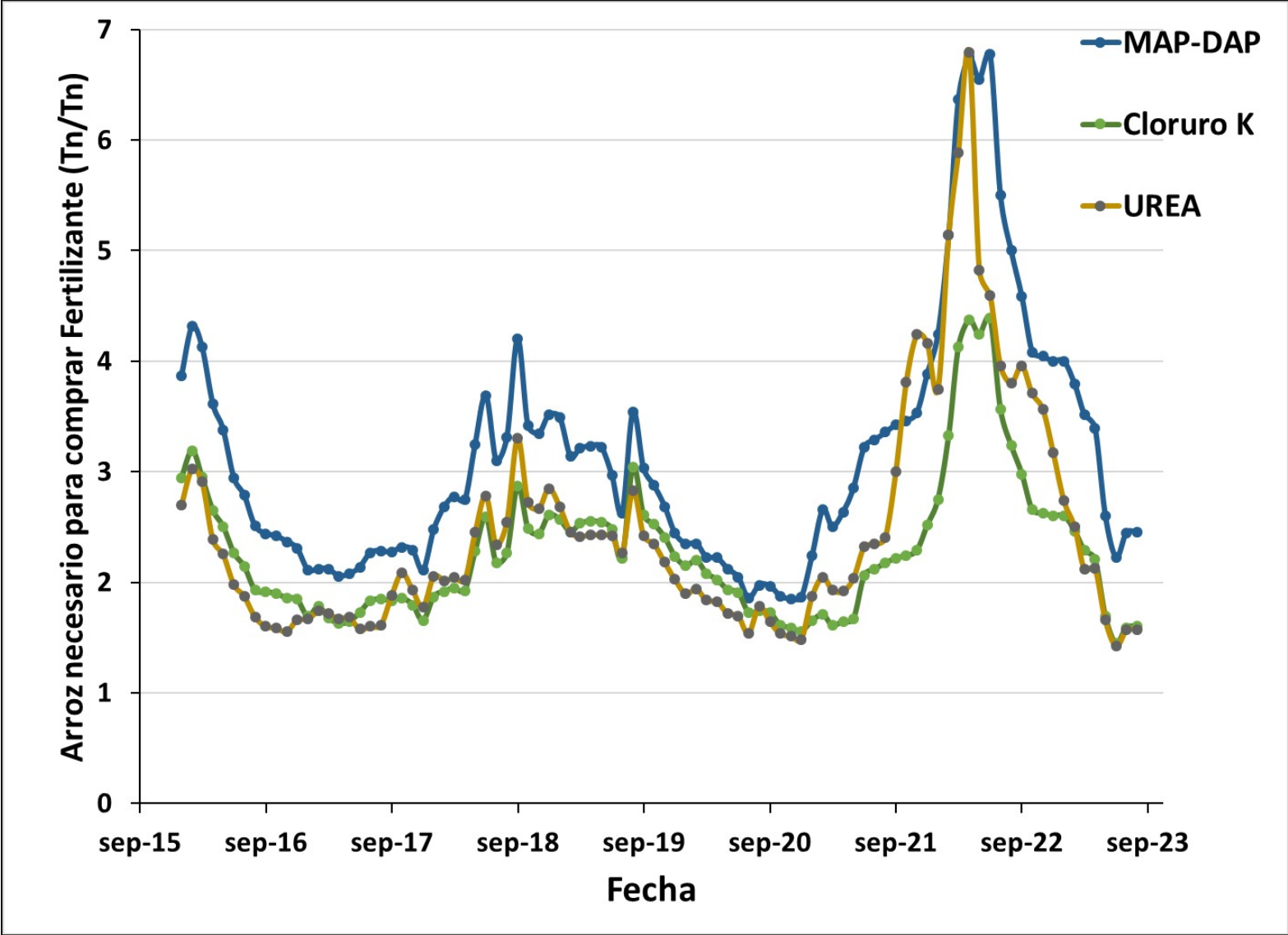
El aumento en la fertilización (pasar de 120 a 180 kg/ha de urea) sin fungicida (o sólo temprano) no tiene repuesta significativa.

La aplicación de fungicida tardío junto con dosis alta de urea (180 kg/ha) mostró una respuesta consistente y significativa, con un promedio de 600 kg/ha.

A dosis más bajas de urea (120 kg/ha) la respuesta a la aplicación de fungicida no fue significativa.



# Muy buena relación de precios para alta fertilización



# Dosis de P recomendada (kg/ha)

Características del suelo	P disponible – Método: Bray 1				
	Muy Bajo < 4	Bajo 4-8	Medio 8-12	Alto 12-20	Muy Alto > 20
Mat. Orgánica <3,5% y/o pH >6,5	> 30	20-30	15-20	10-15	10
Mat. Orgánica >3,5% y/o pH <6,5	20-30	15-20	10-15	10	10

# Dosis Total orientativas de Potasio

## K kg/ha - (K<sub>2</sub>O)

<b>Potasio disponible</b>	<b>Rendimiento Alcanzable o Expectativa</b>	
	<b>Medio Bajo</b> 6.000-8.000 kg/ha	<b>Medio Alto</b> 8.000-10.000 kg/ha
<b>Muy Bajo</b> (< 0,1 cmol/kg) < 40 ppm – (< 1 % K)	<b>50 (60)</b>	<b>75 (90)</b>
<b>Bajo</b> (0,1-0,2 cmol/kg) 40 - 80 ppm (1-2 % K)	<b>35 (42)</b>	<b>50 (60)</b>
<b>Medio</b> (0,2-0,3 cmol/kg) 80 - 120 ppm (2-3 % K)	20 (24)	25 (30)
<b>Alto</b> (>0,3 cmol/kg) >120 ppm (> 3 % K)	0	0

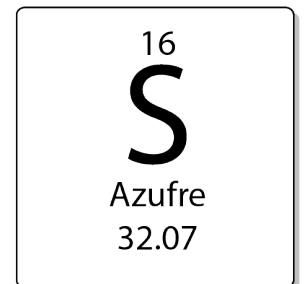
# Dosis Total orientativas de N (kg/ha).

	Rendimiento Alcanzable o Expectativa		
Materia Orgánica	Bajo	Medio	Alto
Aporte N del suelo	< 6.000 kg/ha	6.000 a 8.000 kg/ha	> 8.000 kg/ha
<b>Baja</b> (< 2,5%) < 70 N kg/ha	50-60	80-100	100-150
<b>Media</b> (2,5-5 %) 70-110 N kg/ha	30-40	50-80	80-100
<b>Alta</b> (> 5 %) 110-150 N kg/ha	0	30-40	50-70


+



+

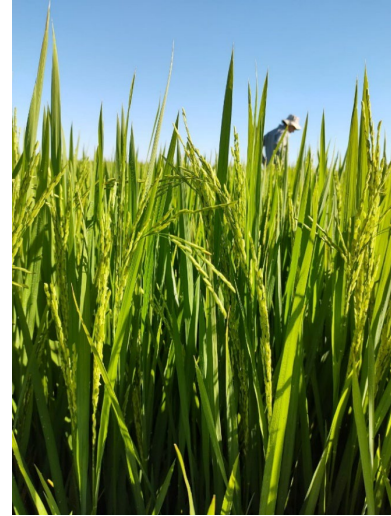


# Síntesis

- Las estrategias de fertilización balanceada permiten achicar la brecha de rendimientos en 20% respecto a la media provincial.
  - La respuesta a los fertilizantes estuvo dada por un significativo aumento del número de tallos, el área foliar verde, con más panojas y más granos por panoja.
  - La eficiencia de uso de los fertilizantes (sobre todo N) se vio favorecida por el aporte de otros nutrientes (Zn+S).
  - El conocimiento de los nutrientes absorbidos en las distintas partes de la planta (partición), su removilización y los momentos de mejor o mayor absorción, nos permitirán hacer mejores recomendaciones de fertilización del arroz.
  - Algunos aspectos de manejo nos están faltando para aumentar los rendimientos, uno de ellos las aplicaciones de fungicidas.
- 

# Conclusiones

- La productividad está limitada por la disponibilidad de nutrientes.
- Es posible alcanzar mayores rendimientos mediante una estrategia de fertilización que incluya los **nutrientes N-P-K-S-Zn** en proporciones y cantidades adecuadas.
- Es fundamental acompañar la estrategia de fertilización con manejo adecuado de los **aspectos definatorios del rendimiento** como fecha y densidad de plantas.
- Proteger al cultivo con **prácticas de manejo integrales** (fungicidas, foliares, bioestimulantes, etc), que potencien las estrategias de fertilización.



# Agradecimientos: Matías Decombard, Lucas Garcia, Julio Ojeda, Martín Sordelli, Joaquín Panozzo. Fundación ProArroz





**Gracias !!!**

*César E. Quintero-María de los A. Zamero*  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Nacional de Entre Ríos

