



FERTILIZAR EL CULTIVO PENSANDO EN EL SISTEMA

Jueves 2 de Junio de 2022

CRONOGRAMA

- Estrategias de fertilización - Ing. Agr. Juan Asuaga;
- Corte;
- Manejo de fósforo y potasio en sistemas agrícolas - Ing. Agr. Agustín Nuñez

OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

Intercambiar, discutir, debatir sobre experiencias con respecto a la fertilización y manejo de nutrientes en nuestros sistemas de producción



ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN

Ing. Agr. Juan Asuaga

OBJETIVOS DE LA PRESENTACIÓN

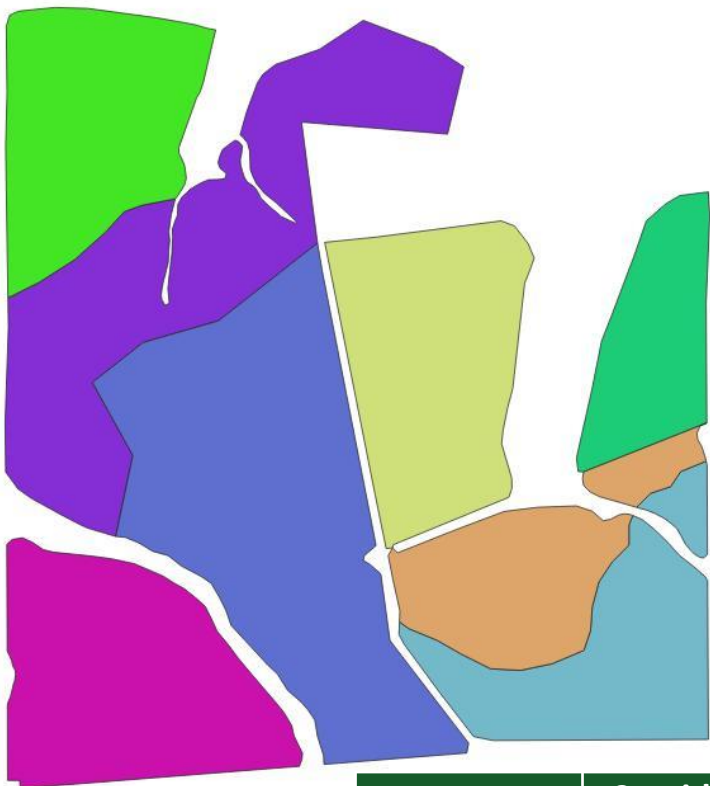
- El objetivo es presentar dos estrategias diferentes de fertilización que permitan discutir teniendo en cuenta la producción y factores económicos.
- Se hara foco en Fósforo y Potasio.

¿Cómo se genera la información?

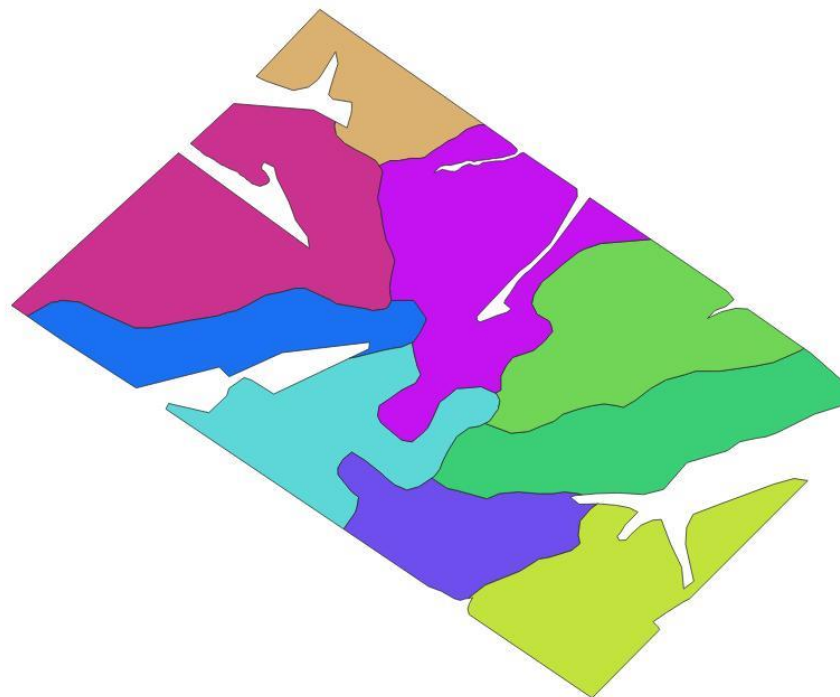
- Muestreo compuesto de las diferentes zonas.
- Las zonas se generan a partir suelos, topografía, NDVI y potreros viejos.

Zona de muestreo

CAMPO SISTEMA



CAMPO CULTIVO



	Cantidad de zonas	Área promedio (ha)	Zona menor (ha)	Zona mayor (ha)
CULTIVO	9	25	13	43
SISTEMA	7	18	10	28

Resultados laboratorio

CAMPO	Zona	Área (ha)	Fósforo (ppm)	K (meq/100g)
CULTIVO	1	43.5	8	0.31
CULTIVO	2	17.6	6.5	0.36
CULTIVO	3	13	13.5	0.26
CULTIVO	4	35.6	10.5	0.33
CULTIVO	5	22.9	11	0.38
CULTIVO	6	28.4	9	0.36
CULTIVO	7	27	7	0.38
CULTIVO	8	17.5	7.5	0.38
CULTIVO	9	25.5	7	0.44
SISTEMA	2	22.8	10	0.54
SISTEMA	3.1	12.1	18.5	0.9
SISTEMA	3.2	10.5	13	0.44
SISTEMA	4.1	22.7	16.5	0.51
SISTEMA	4.2	13.6	16	0.36
SISTEMA	5.1	28.4	13	0.54
SISTEMA	5.2	16.6	33.5	0.54

Criterios de fertilización SISTEMA

FOSFORO	
Zona (ppm de P)	Dosis (kg/ha P ₂ O ₅)
< de 9	60
9 - 12	50
12 - 15	45
15 - 20	35
> de 20	30

POTASIO	
Zona (meq de K/100 g suelo)	Dosis (kg/ha de KCl)
< de 0.40	120
0.40 - 0-45	100
0.45 - 0.50	80
> de 0.50	60

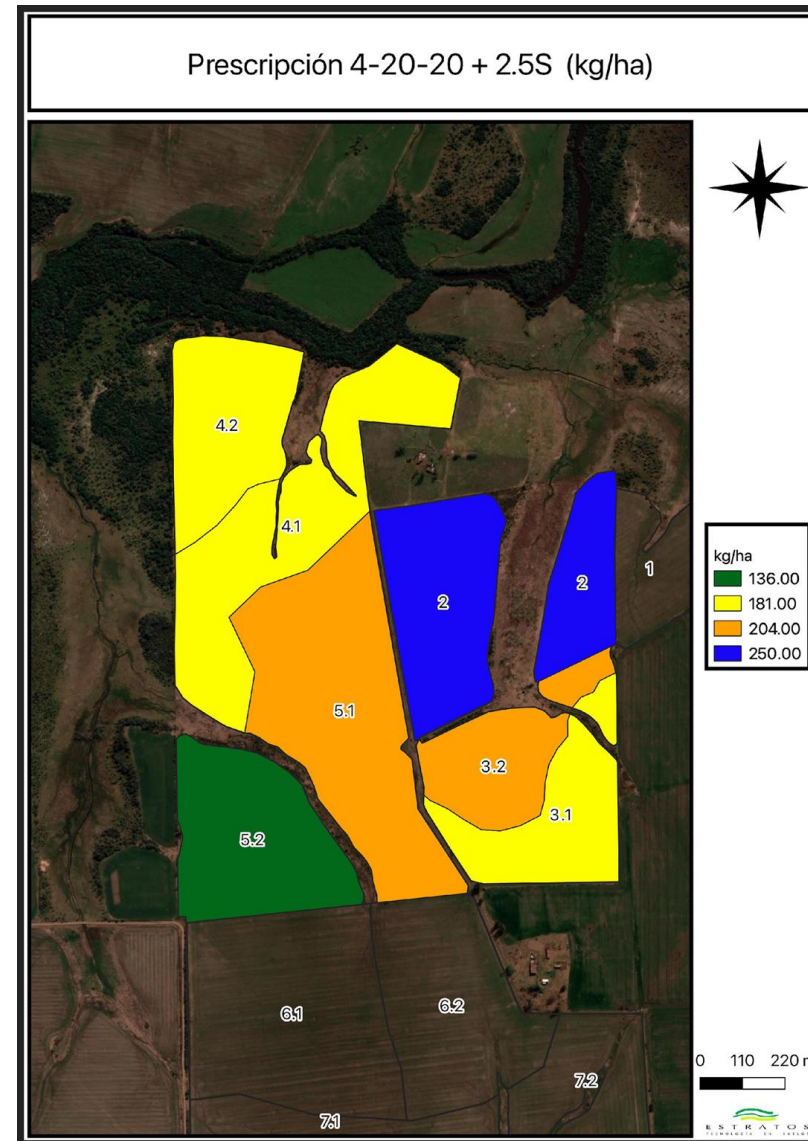
Fertilización

FÓSFORO

Valor análisis promedio	Dosis (kg/ha P ₂ O ₅)
17.2	38

POTASIO

Valor análisis promedio	kg/ha KCl
0.55	65



Criterios de fertilización CULTIVO

FÓSFORO*
Un máximo de 60 kg/ha de P ₂ O ₅
Un mínimo de 20 kg/ha de P ₂ O ₅

*Nivel Crítico de 12 ppm de P;
Equivalente fertilizante = 10 kg/ha de P₂O₅ por cada ppm de P

POTASIO	
Zona (meq de K/100 g suelo)	Dosis (kg/ha de KCl)
< 0.35	100
0.35 - 0.40	80
0.40 - 0.45	60
> de 0.45	0

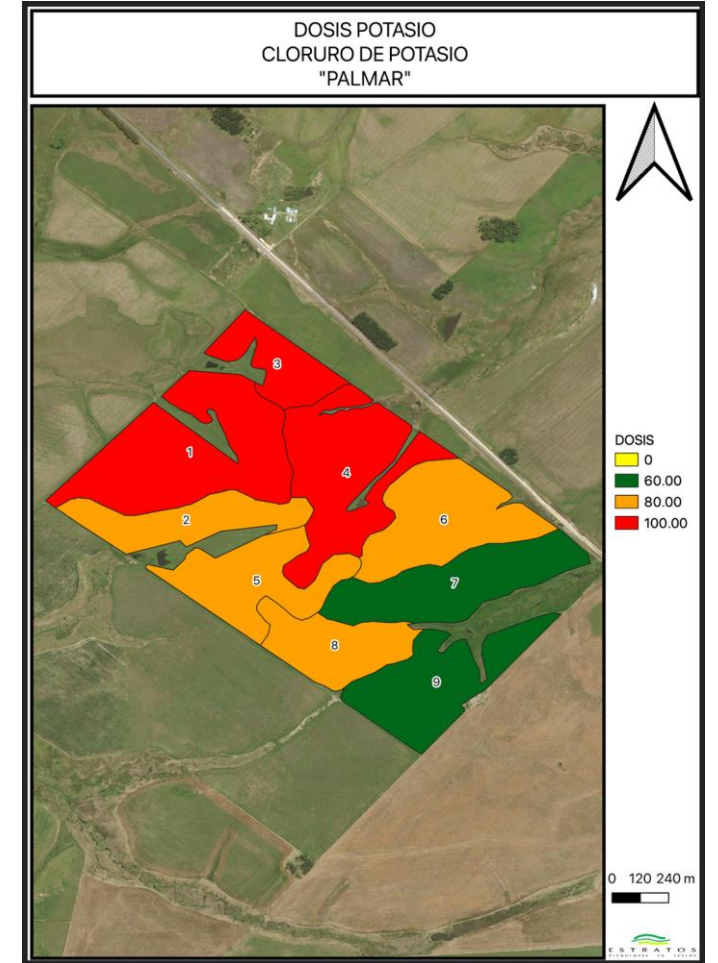
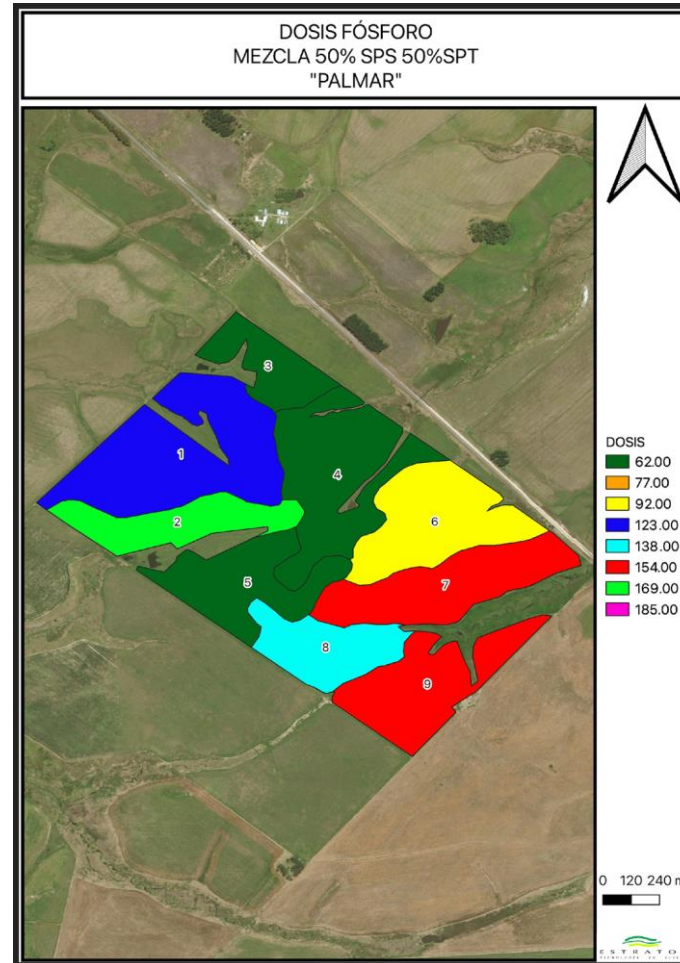
Fertilización

FÓSFORO

Valor análisis promedio	kg/ha P ₂ O ₅
8.9	37

POTASIO

Valor análisis promedio	kg/ha KCl
0.36	84



DISCUSIÓN

POTASIO		
	Valor análisis promedio	kg/ha KCl
CULTIVO	0.36	84
SISTEMA	0.55	65

FÓSFORO		
	Valor análisis promedio	kg/ha P ₂ O ₅
CULTIVO	8.9	36.7
SISTEMA	17	38

DISCUSIÓN

- ¿Alguna de las estrategias es mejor?
- ¿La estrategia “CULTIVO” es mucho más riesgosa?
- ¿La estrategia “SISTEMA” se logra capitalizar en un año bueno?
- ¿Con valores actuales tienen sentido las mezclas?

CORTE

Próxima actividad:

TALLER DE INTERCAMBIO

Control Integrado de Malezas

 Jueves 16 de junio | 14:00 hs.

 Asociación Rural de Soriano



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

Manejo de fósforo y potasio en sistemas agrícolas

Agustín Núñez

AUSID

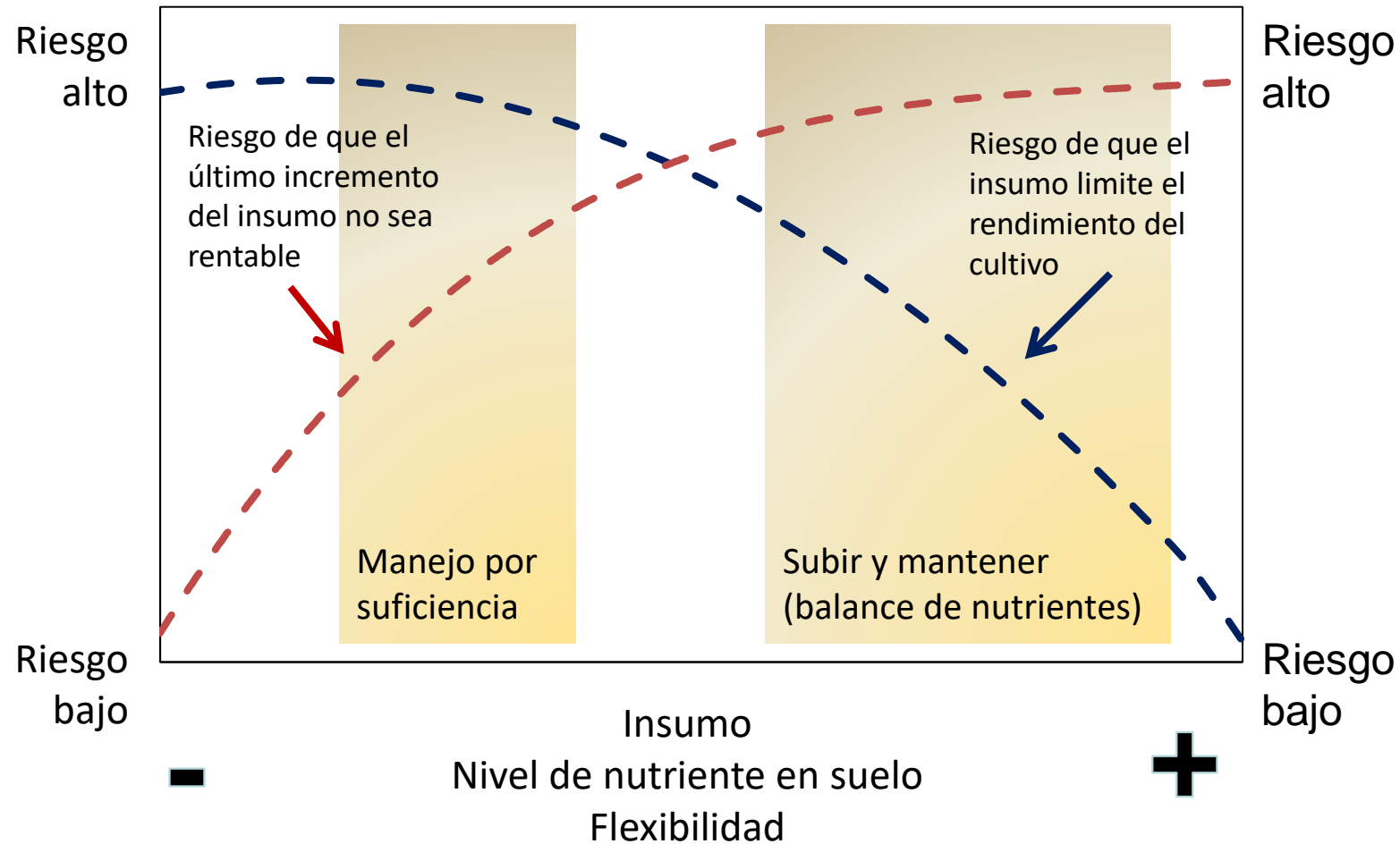
Junio 6, 2022



Introducción

- Conceptos generales sobre criterios de fertilización
- Suficiencia / al cultivo
 - Niveles críticos
- Balance / al sistema
 - Información necesaria
 - Resultados preliminares
 - Extracción de nutrientes
 - Balances
 - Evolución en el suelo

Fertilización: manejo del riesgo



¿Balance o suficiencia?

Fertilizar cada cultivo (criterio de suficiencia)	Subir y mantener los niveles (fertilización del sistema)
Puedo maximizar el rendimiento	Rendimientos máximos y menos variables
Maximiza el retorno de la inversión en fertilizante	Maximiza el retorno del sistema
Requiere muestreos más frecuentes	No es necesario muestrear cada cultivo
Depende del precio anual del fertilizante	Mayor flexibilidad del precio anual del fertilizante
Estrategia de corto plazo	Estrategia de largo plazo

Adaptado de García (2012)

Manejo por suficiencia – fertilización del cultivo

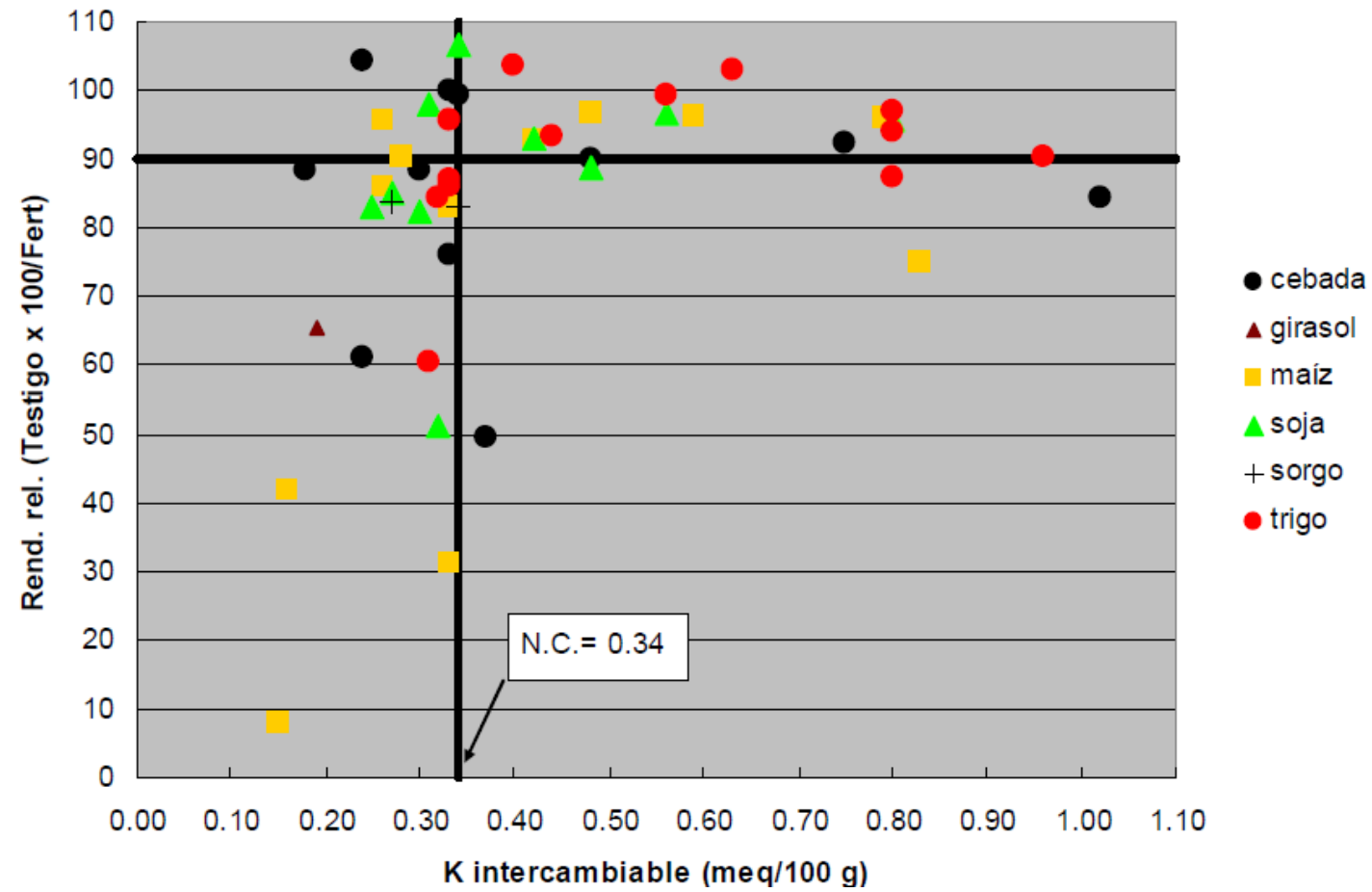
- Información necesaria:
 - Disponibilidad de nutrientes
 - Niveles críticos
 - Dosis a agregar
- Información nacional disponible para cultivos y pasturas.
Foco en cada cultivo

Cultivo	Nivel Crítico (P Bray I)	Fuente
Soja	10-12 ppm	Morón (2004)
Soja 2a	16 ppm	Hoffman (2013)
Trigo	13-14 ppm	Bordoli (2001)
Trigo	17 ppm	Pérez (1981)*
Cebada	11-13 ppm	Capurro et al. (1982)

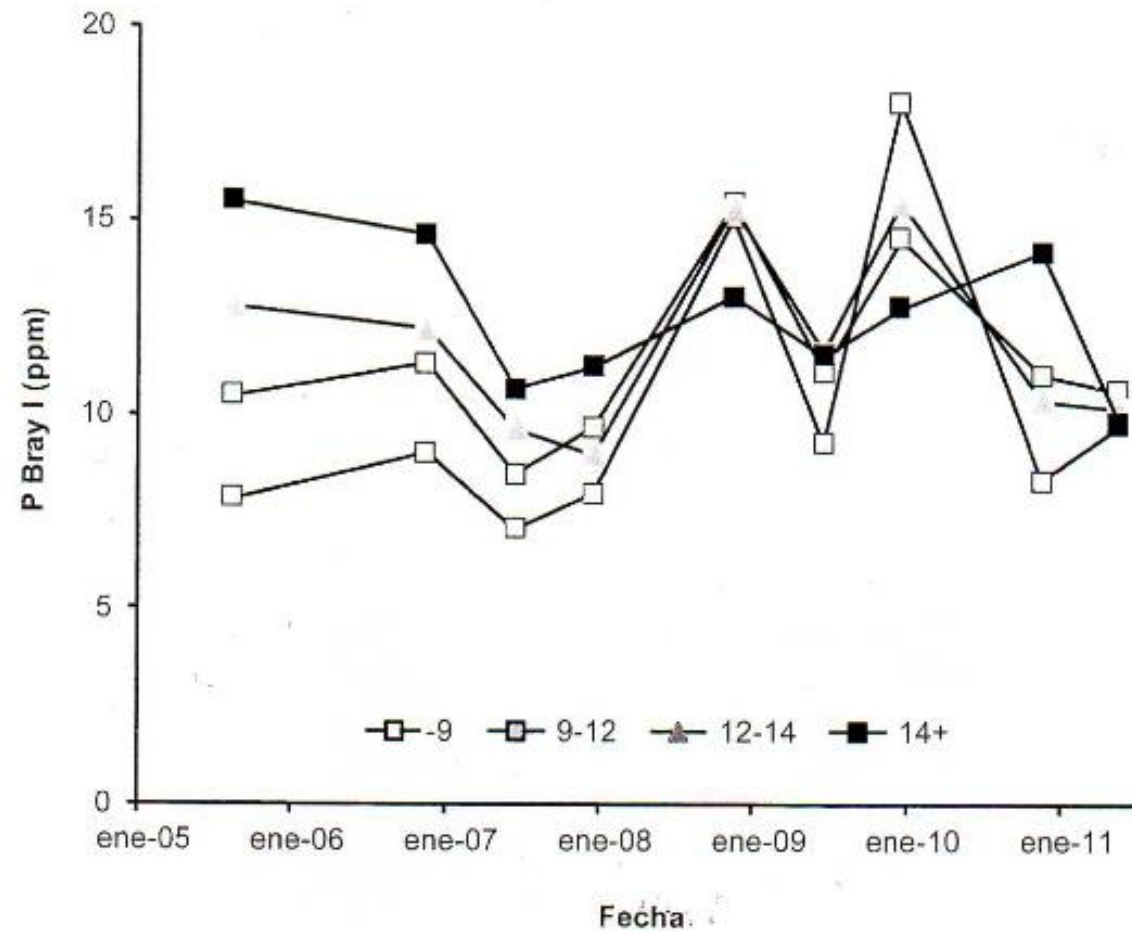


* Rabuffetti (2017)

Potasio



Impacto del manejo por suficiencia en la disponibilidad de P



Siri y Ernst (2011)

Fertilización al Sistema – Balance de nutrientes

- Útil para nutrientes poco móviles como P y K
- Busca mantener la disponibilidad de nutrientes / evitar la degradación por pérdida de fertilidad
- Información necesaria:
 - Rango objetivo: en función del nivel crítico, levemente superior
 - Extracción de los cultivos: balance aparente
 - Evolución en suelo
 - Relaciones balances – disponibilidad
- *Implica una estrategia de manejo (y de investigación) de mediano-largo plazo. Foco en el suelo*

Experimentos de fertilización de mediano plazo



➤ Cuantificar balances y evolución de nutrientes en el suelo

● Fertilización por balance

- Objetivo de subir y mantener
- Comparación con parcela de omisión
- Cuatro sitios, 4-7+ años
- Convenio INIA-Nutrien

▲ Respuesta a dosis de fertilización

- Dosis y momentos de aplicación
- Un sitio, 3,5 años
- INIA-AUSID-Fagro-IPNI

Algunos conceptos y equivalencias

- Balance aparente: Fertilización – Extracción
- No considera:
 - Otras salidas/pérdidas:
 - Erosión
 - Escurrimiento
 - (Lixiviación)
 - Cambios asociados a la dinámica de cada nutriente:
 - Retención de P: adsorción y precipitación
 - Inmovilización / mineralización
 - Fijación / liberación
- Equivalencias nutriente-fertilizante y unidades:
 - $P_2O_5 = P * 2,294$
 - P Bray I: ppm = mg kg⁻¹ = µg g⁻¹
 - $K_2O = K * 1,2$
 - $KCl = K * 2$
 - K int: meq 100g⁻¹ = cmol_c kg⁻¹

Sitios INIA-Nutrien

Criterios de fertilización

➤ Fósforo

- > 20 ppm: dosis *starter* de 25 kg P₂O₅/ha
- 16-20 ppm: reposición de lo extraído
- < 16 ppm subir y reponer (20% +)

➤ Potasio

- > 0,6 meq/100g dosis *starter* de 20 kg K₂O/ha
- 0,4-0,6 meq/100g reposición
- < 0,4 meq/100g subir y reponer (20% +)

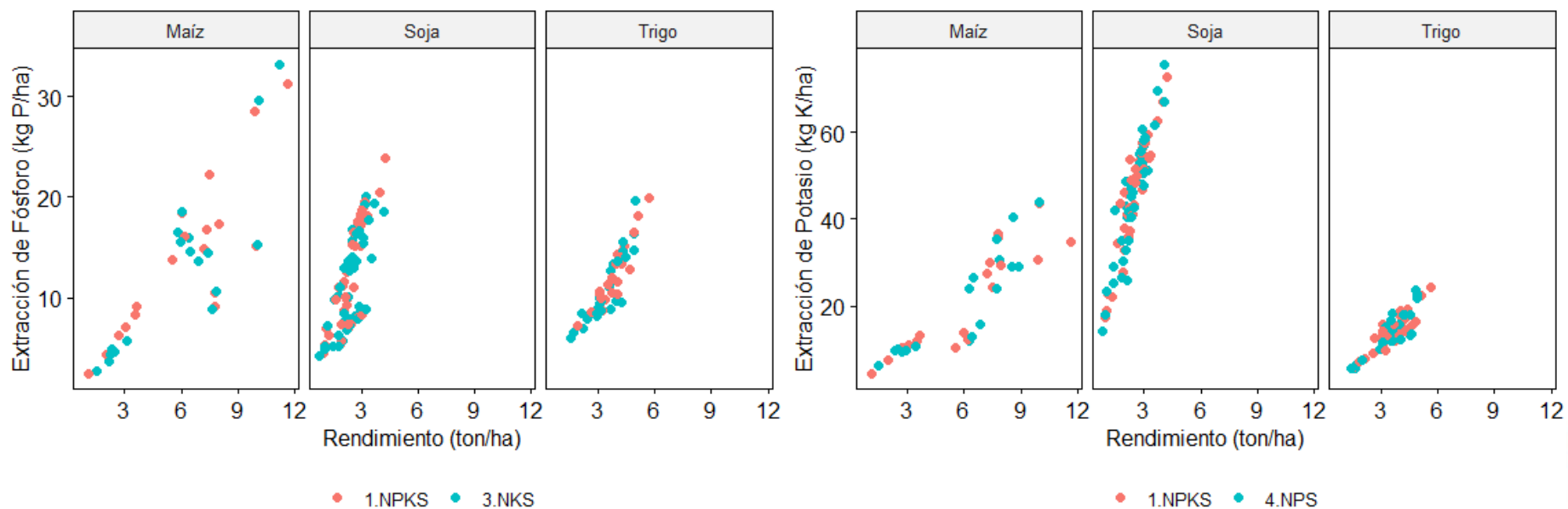


Sitio	UM	CONEAT	%Ar	%Ac	P Bray	K int
Bichadero	Yg	11.5	49	31	18,5 →	0,45 →
Esperanza	CnN	11.7	40	34	12,4 ↑	0,38 ↑
Matadero	CnN	11.7	61	25	20,5 →	0,67 →
Chacra 30	EP-LB		21	31	41,6 ↓	0,63 →

Extracción de nutrientes por cultivo

Cultivo	N° cultivos	Extracción P (kg/ton)	Extracción K (kg/ton)
Soja	15	4.99 ± 1.24 (6.20)	18.71 ± 2.31 (19.11)
Maíz	6	2.21 ± 0.55 (3.04)	3.52 ± 0.81 (3.99)
Trigo	9	3.23 ± 0.40 (4.00)	3.91 ± 0.56 (3.99)

Rendimiento en base seca (0% humedad), media ± sd en sitios INIA-Nutrien. (IPNI)



Extracción anual

Sitio	Período	Cultivos/año	Extracción P	Extracción K
Bichadero	2014-2017	1.5	18.9 (43)	50 (100)
Esperanza	2014-2018	1.4	12.4 (28)	33 (66)
Matadero	2014-2021	1.5	16.4 (38)	39 (78)
Chacra 30	2014-2021	1.6	20.2 (46)	48 (96)

Extracción promedio de nutrientes en kg ha⁻¹ año⁻¹, entre paréntesis unidades de P₂O₅ o KCl

Criterios de fertilización SISTEMA

FOSFORO	
Zona (ppm de P)	Dosis (kg/ha P ₂ O ₅)
< de 9	60
9 - 12	50
12 - 15	45
15 - 20	35
> de 20	30

POTASIO	
Zona (meq de K/100 g suelo)	Dosis (kg/ha de KCl)
< de 0.40	120
0.40 - 0.45	100
0.45 - 0.50	80
> de 0.50	60

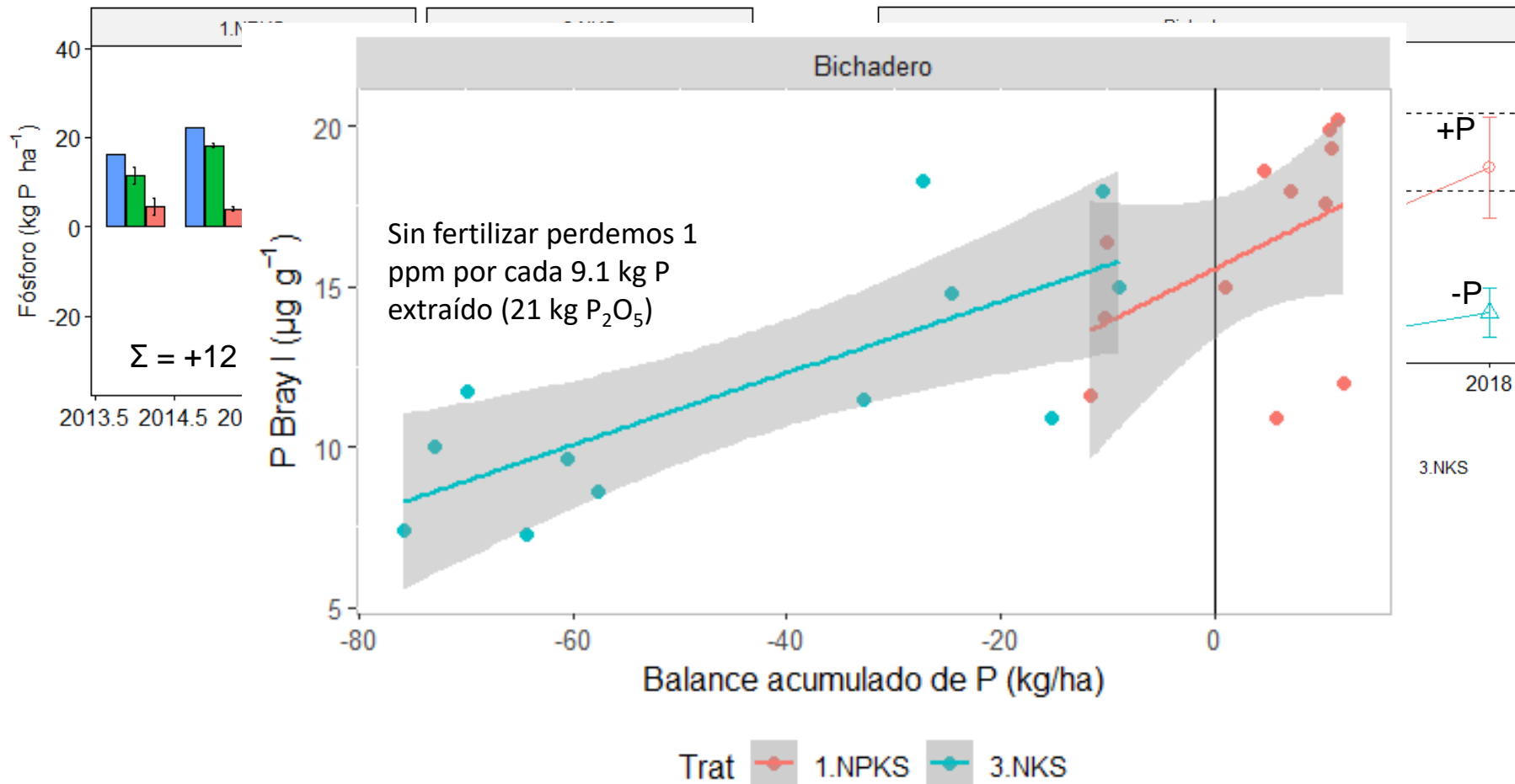
CULTIVO: 20-60 kg P₂O₅/ha; 0-100 kg KCl/ha

Balances y evolución de Fósforo

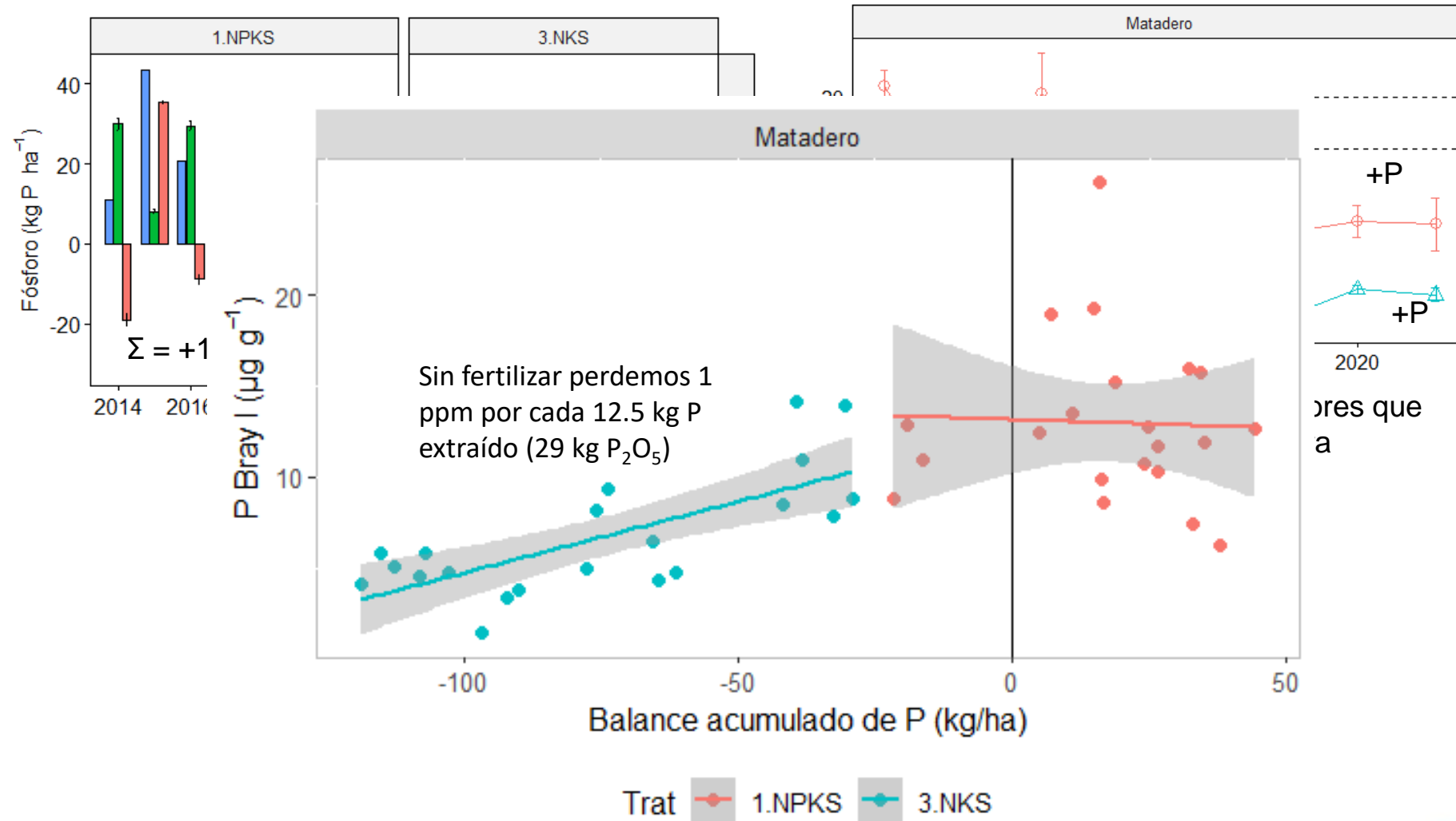
Por sitio:

1. Balances según tratamiento
2. Evolución P en suelo
3. Relación entre los balances y la disponibilidad

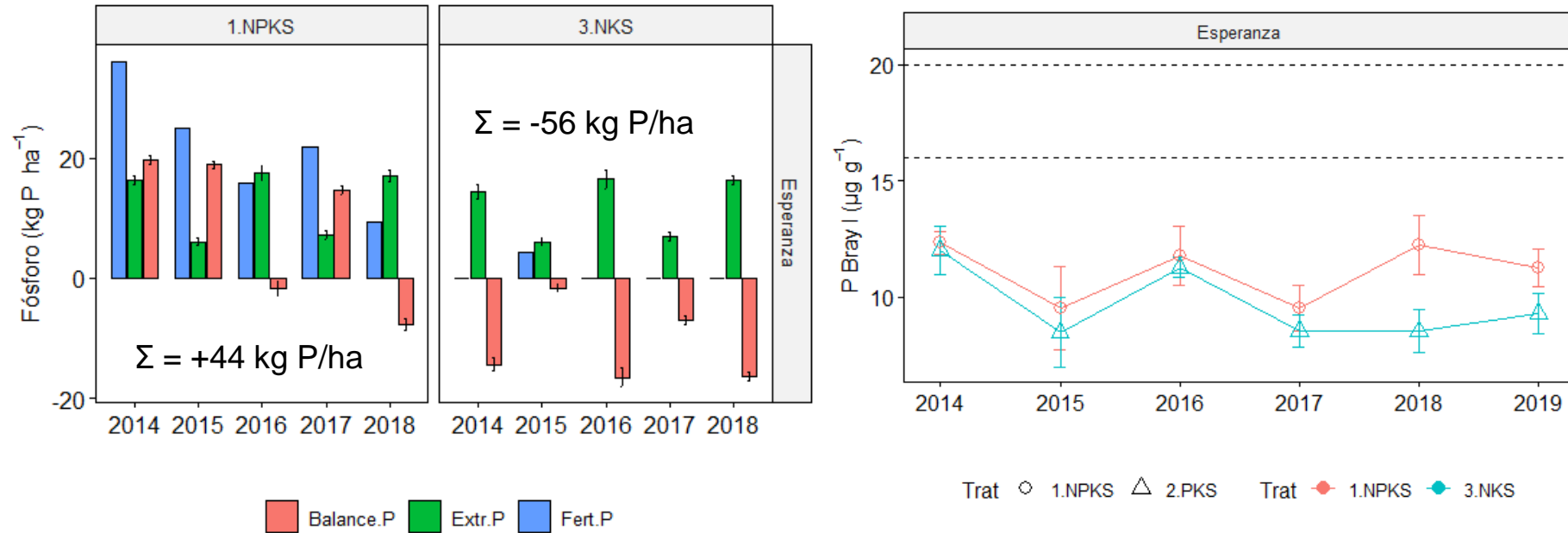
Bichadero



Matadero

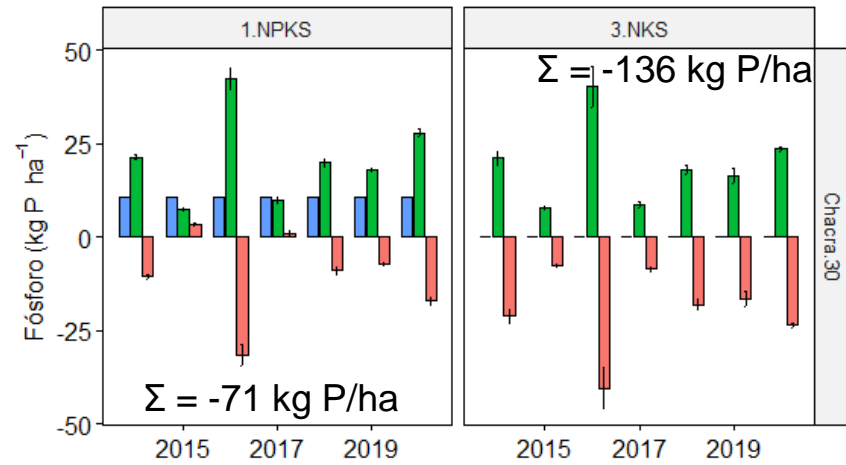


Esperanza

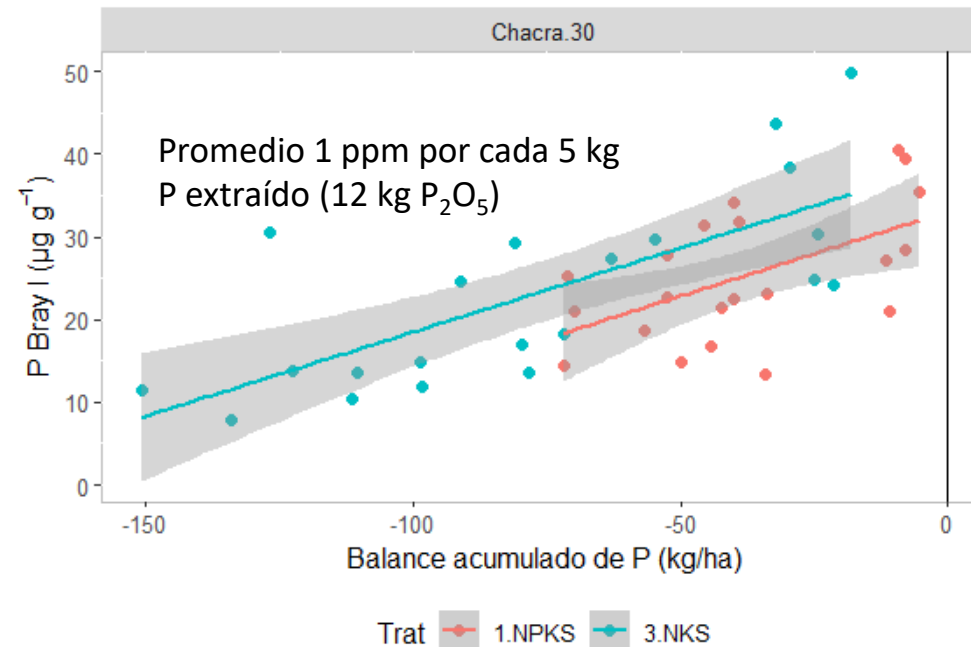
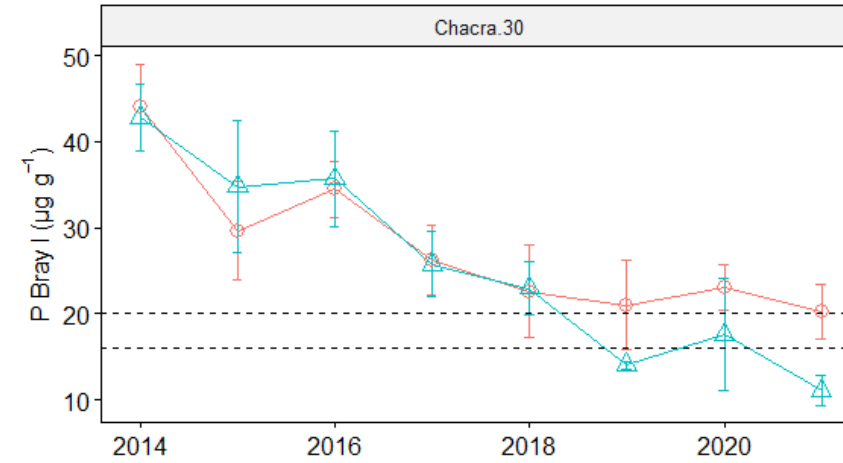


- Valores levemente superiores al testigo pero no logramos subir el P Bray (11.2 vs 9.3 ppm)
- Sin relación entre balances y P Bray

Chacra 30

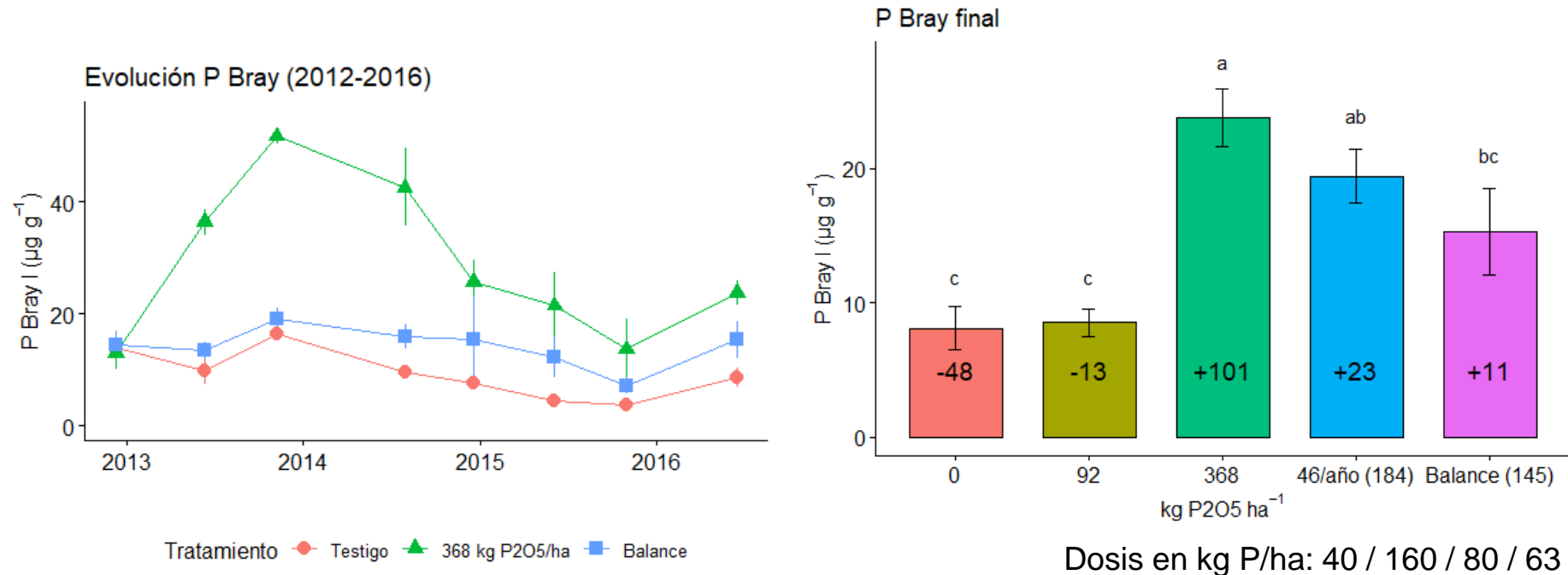


Balance.P Extr.P Fert.P



Santa Francisca

- Residualidad de distintas dosis

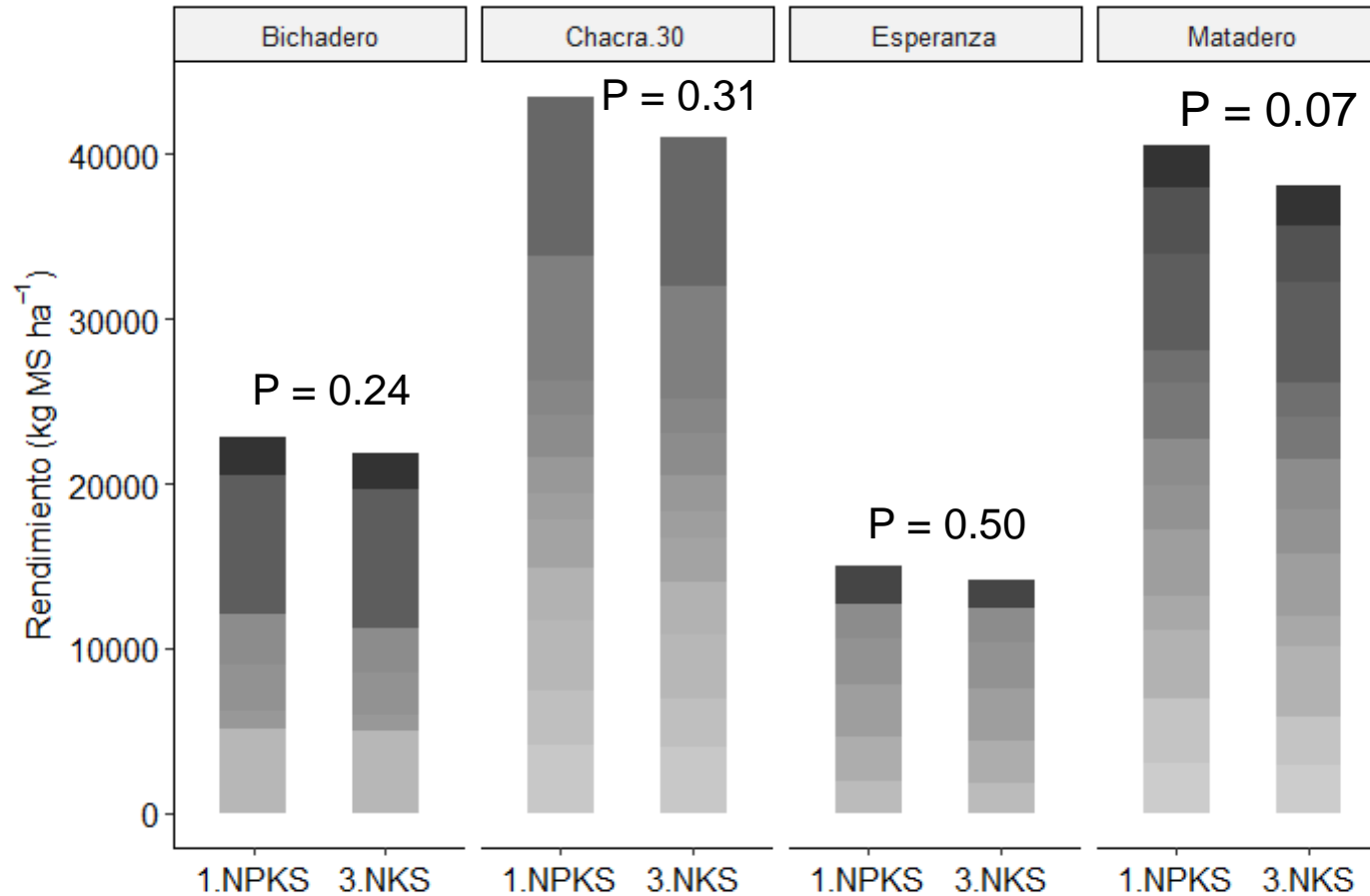


- Con altas dosis iniciales:
 - ¿Pérdidas?
 - ¿Fijación?
- Dosis anuales fueron más efectivas para aumentar la disponibilidad

Fósforo: algunas consideraciones

- Balances neutros no siempre implican estabilidad:
 - Diferencias en dinámica (retención)
 - Pérdidas
- Balances negativos:
 - Disminución disponibilidad
 - Dependiente del suelo:
 - 1 ppm por cada 12 a 30 kg P_2O_5
- Altas dosis infrecuentes no parecen ser buena estrategia
- Necesidad de monitorear evolución

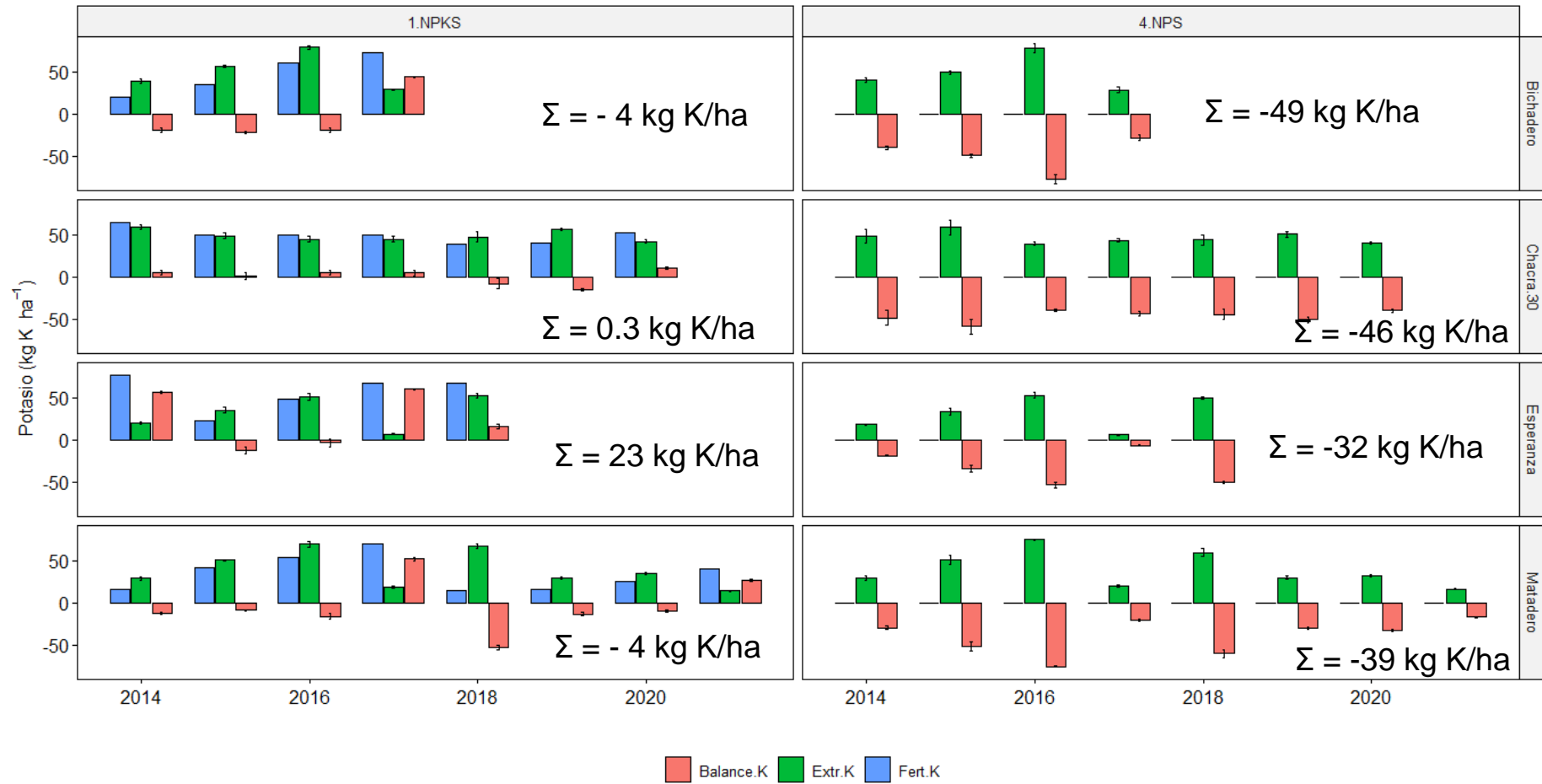
Rendimientos acumulados



- Sitios con disponibilidad adecuada de P (≥ 12 ppm al inicio)
- Niveles adecuados darían mayor flexibilidad
- ¿Podríamos saltar una fertilización? Probablemente, pero tener en cuenta caídas de disponibilidad en el mediano plazo

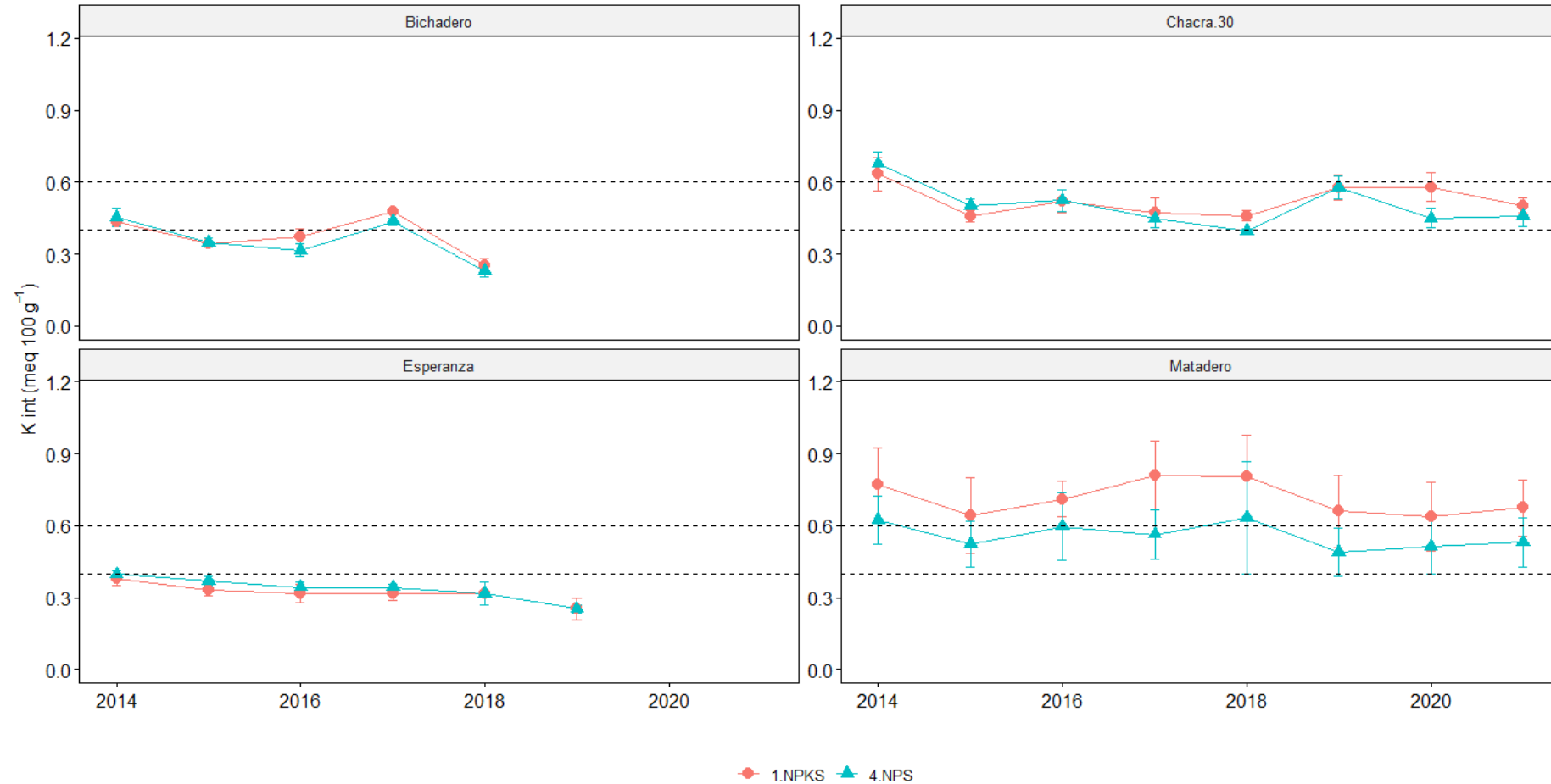
Balances y evolución de Potasio

Fertilización y balances K



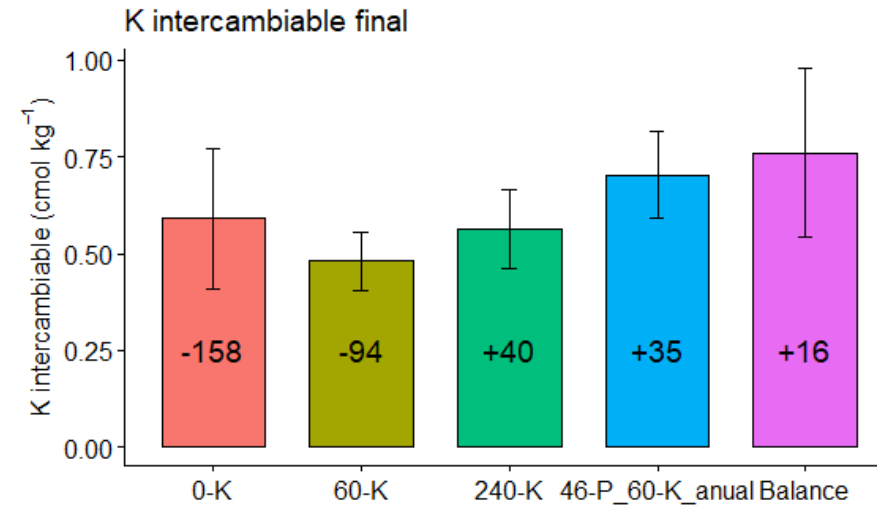
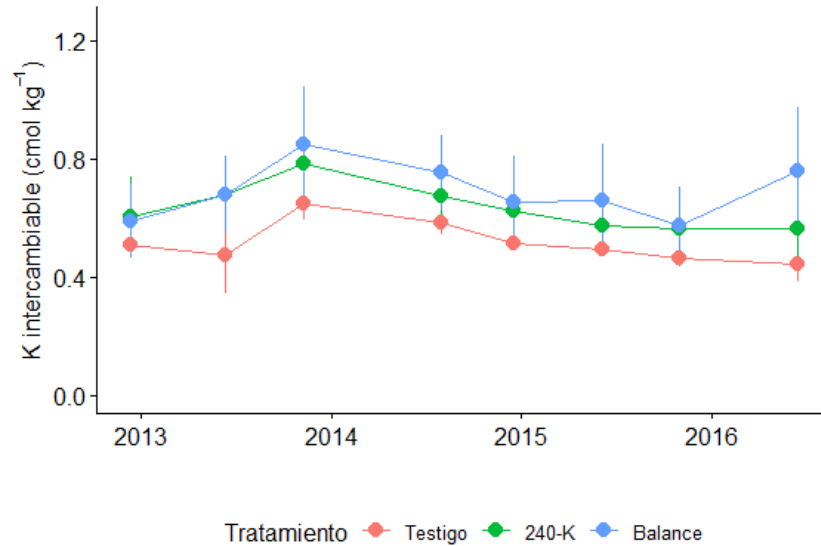
En la mayoría de los sitios balances neutros vs medianamente negativos

Evolución K intercambiable



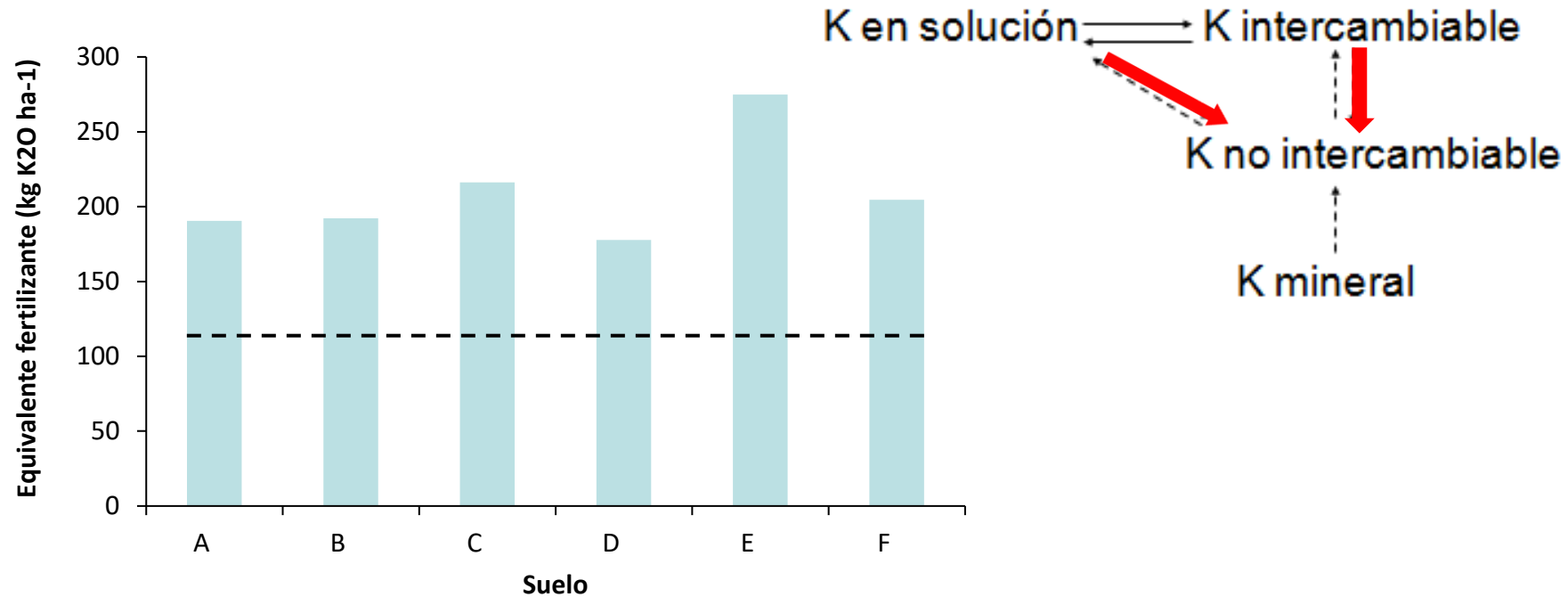
Sin cambios en K int por tratamiento de fertilización: fijación vs liberación

Santa Francisca



Fijación del fertilizante vs liberación en el testigo
Fundamental calcular los balances para inferir sobre las reservas de K

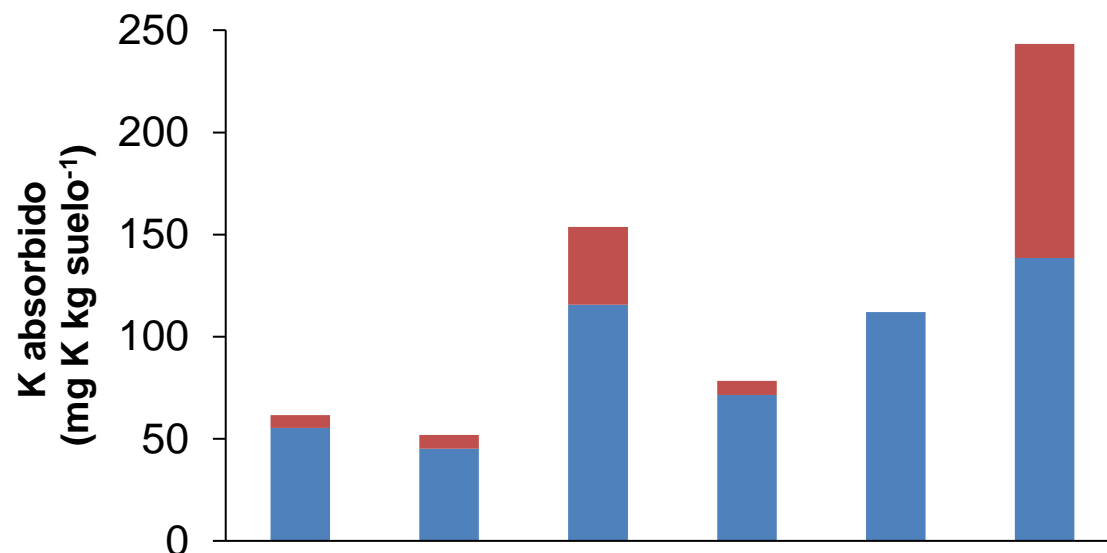
Fijación del K agregado



Las necesidades de equivalente fertilizante para K intercambiable estuvieron en el rango de 178 a 275 kg K₂O ha⁻¹, coincidiendo con lo reportado por Barbazán *et al.* (2011) para 36 suelos de Uruguay (184 a 221 kg K₂O ha⁻¹).

Aporte K no intercambiable

Aporte K no int = extracción acumulada de K – (K int inicial – K int final)



Unidad	CC	CC	Bq	CC	LC/Ri	FB
Arcilla	14	8	24	16	36	26
K int	0,18	0,20	0,48	0,28	0,54	0,59
illita	-	t	15	5	t	15

Potasio: algunas consideraciones

- Importancia de las reservas:
 - No consideradas en el análisis de suelo
 - Influyen en la evolución del K int
 - Sin fertilización:
 - Balances negativos
 - En general se mantuvo el K int/leves disminuciones
 - Con fertilización:
 - Balances neutros o positivo
 - Mantuvieron valores de K int.
- Necesidad de interpretar resultados de análisis considerando balances previos y dinámica

Muchas gracias

anunez@inia.org.uy

Te esperamos en la próxima...

TALLER DE INTERCAMBIO

Control Integrado de Malezas

 Jueves 16 de junio | 14:00 hs.

 Asociación Rural de Soriano