

# Seminario Forrajes 2004

MEJORPASTO.COM.AR

Buenos Aires, 24 y 25 de Febrero de 2004

## El Rol del Fósforo en la Producción de Pasturas de la Región Pampeana

Fernando O. García  
INPOFOS Cono Sur



[WWW.INPOFOS.ORG](http://WWW.INPOFOS.ORG)

# ¿Por qué fertilizar pasturas?

- En las condiciones agroecológicas de la región pampeana, el pasto es el forraje más económico.
- La fertilización de pasturas y verdeos es una de las mejores herramientas para incrementar la oferta forrajera por unidad de superficie y tiempo, y consecuentemente, la producción animal.
- Es necesario, además de aumentar la producción de forraje, utilizarlo eficientemente reduciendo de esta forma los costos fijos por kg de materia seca.
- El adecuado suministro de nutrientes asegura la persistencia de las pasturas.
- Las reservas de nutrientes en el suelo dependen del balance entre la extracción y la reposición.

# ¿Por qué fertilizar pasturas?

*Las deficiencias nutritivas resultan en:*

- Baja productividad
- Baja eficiencia de uso del agua, la radiación, el recurso suelo
- Pérdida de especies, Desbalance Leguminosas - Gramíneas
- Pérdida de calidad forrajera
- Menor efecto restaurador de la fertilidad del suelo y sobre cultivos agrícolas

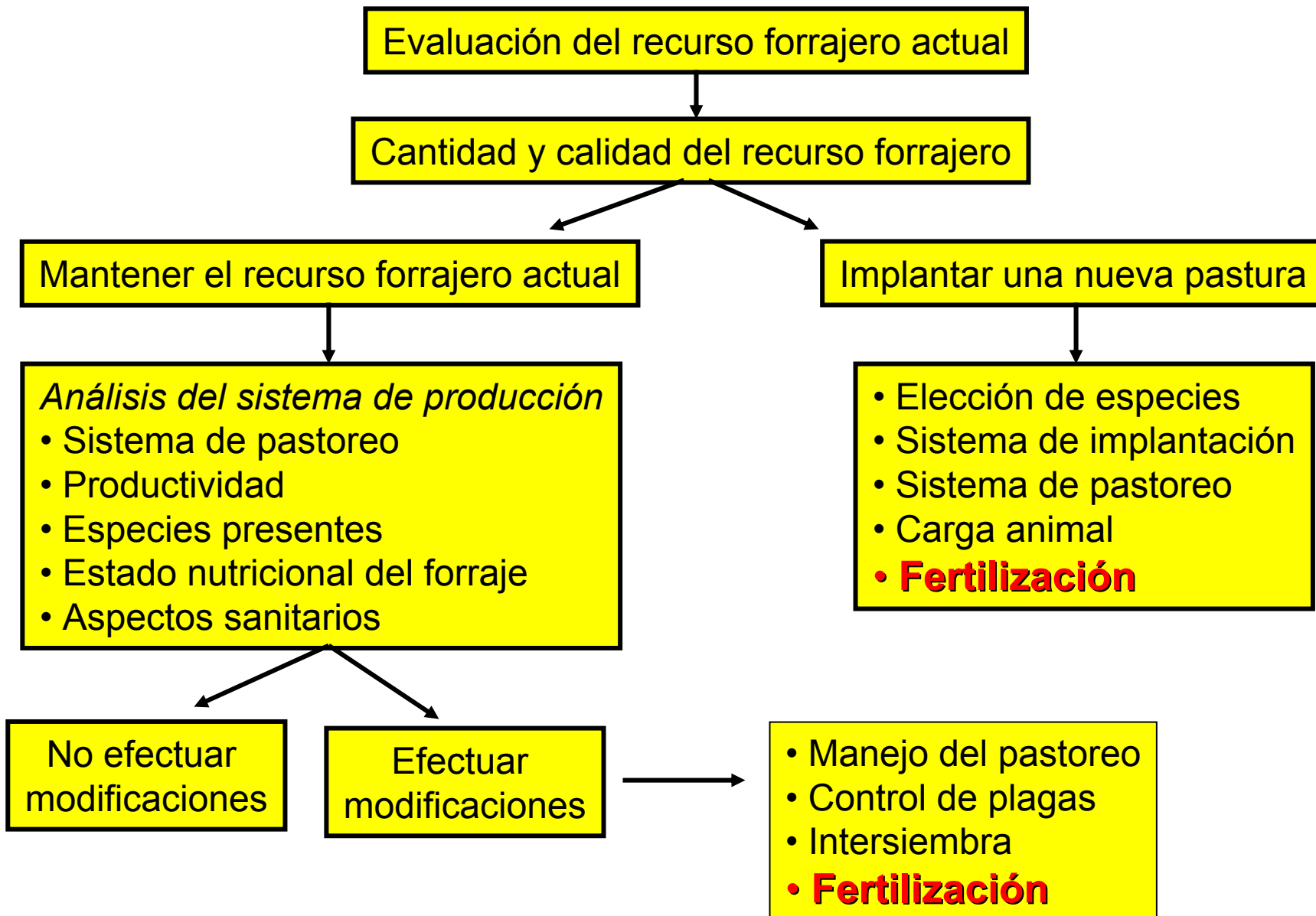
*La mayor disponibilidad de nutrientes (P, N, S, K, Ca, Mg y micronutrientes) para la pastura mejora:*

- Productividad de la pastura
- Persistencia y proporción de leguminosas
- Duración del periodo de utilización
- Calidad forrajera
- Aporte de N al suelo
- Producción agrícola al finalizar el periodo bajo pastura
- Propiedades físicas y biológicas

*Los manchones de fertilidad son  
característicos en pasturas o verdeos con  
deficiencias nutricionales*



# La fertilización en el manejo del recurso forrajero



# Requerimientos nutritivos de especies forrajeras

Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio

Espece	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre	Calcio	Magnesio
			kg / ton materia seca			
Alfalfa	25-30	2.2-3.3	18-25	2.5-5	11-12.5	2-3.7
Trébol Rojo	22	2.7-3.2	27	5-6		
Trébol Blanco	35	3.4	19			
Pasto Ovillo	25	3.6	25	2.2		2.2
Festuca	19	3.5-4	22-25	2	4.6	2
Raigras	20-35	2.4-3.7	22-24	2-3		2

# Alfalfa: Extracción de nutrientes

*(Adaptado de Fontanetto y Gambaudo, 1993)*

**10 toneladas de materia seca acumulan**



**Granos de Soja**

**300 kg de Nitrógeno**



**5 ton**

**35 kg de Fósforo**



**5 ton**

**300 kg de Potasio**



**15 ton**

**110 kg de Calcio**



**35 ton**

**25 kg de Magnesio**



**9 ton**

**35 kg de Azufre**



**7 ton**

29 8 01

# Remoción de nutrientes en productos animales

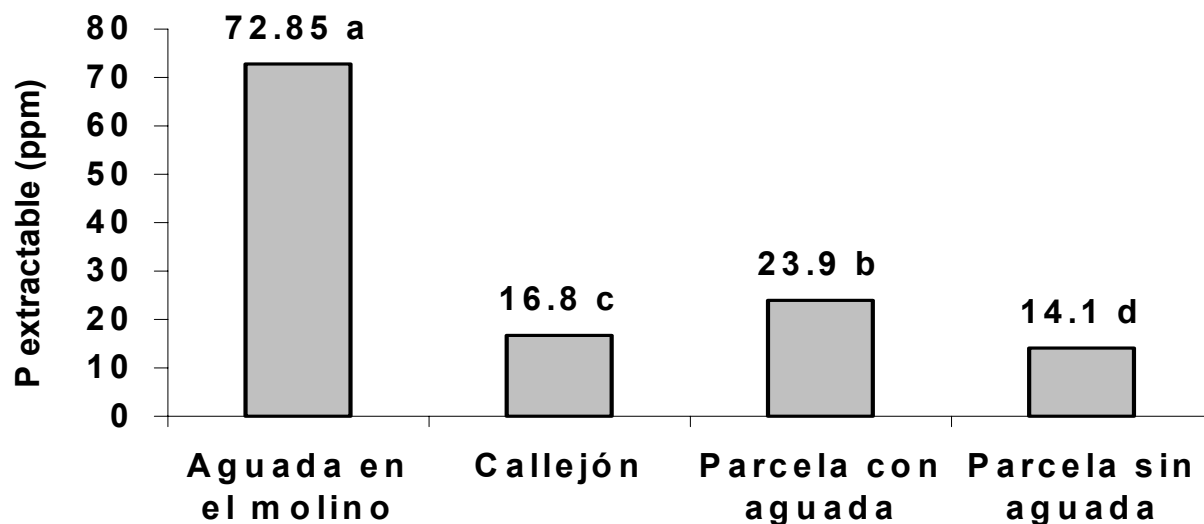
(Mathews et al., 1996)

Nutriente	Carne	Leche
	<i>g nutriente/kg carne</i>	<i>g nutriente/kg leche</i>
Nitrógeno	27.2	0.6
<b>Fósforo</b>	<b>6.8</b>	<b>1.0</b>
Potasio	1.5	1.2
Azufre	1.5	0.4
Calcio	12.8	1.1
Magnesio	0.4	0.01

*Producciones de carne de 600 kg/ha remueven 4 kg de P por ha, equivalentes a 20 kg/ha de fosfato diamónico*

# Traslados de fertilidad en sistemas ganaderos

(Díaz Zorita y Barraco, 2002)



	Sistema de producción			
	Tambo	Guachera	Carne intensivo	Carne extensivo
Duración del pastoreo (días)	0.5	1	6	15
Ubicación	P (ppm)			
Lote	36	54	41	26
Callejón	64 <sup>†</sup>	73	71	74
Corral encierre	58 <sup>†</sup>	72	73	74
Aguada	64 <sup>†</sup>	73	71	74

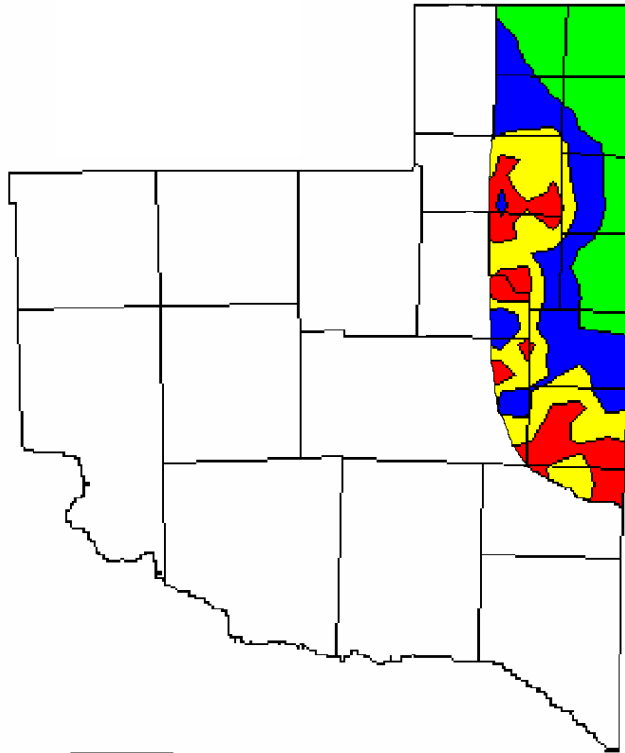
<sup>†</sup> Se realizan remociones superficiales y rellenados frecuentes

# Balances de P

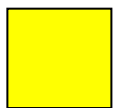
Cultivo	Maíz	Soja I	Trigo	Soja II	Pastura	Suma
Rendimiento (kg/ha)	10000	3500	4000	2000	36000	
<b><i>Extracción de Nutrientes (kg/ha)</i></b>						
<b><i>N</i></b>	145	105	79	60	180	<b>389</b>
<b><i>P</i></b>	30	24	15	13	36	<b>82</b>
<b><i>S</i></b>	18	16	5	9	36	<b>48</b>
<b><i>Aplicación de fertilizantes (kg/ha)</i></b>						
<b><i>Urea</i></b>	250		150			<b>400</b>
<b><i>FDA</i></b>	100	80	120		150	<b>450</b>
<b><i>SA</i></b>	50	50	70		50	<b>220</b>
<b><i>Aplicación de nutrientes (kg/ha)</i></b>						
<b><i>N</i></b>	144	25	105		38	<b>311</b>
<b><i>P</i></b>	21	16	25		31	<b>92</b>
<b><i>S</i></b>	12	12	17		12	<b>53</b>
<b><i>Balance de nutrientes (kg/ha)</i></b>						
<b><i>N</i></b>	-2	-80	-34		-143	<b>-258</b>
<b><i>P</i></b>	-10	-7	-4		-5	<b>-26</b>
<b><i>S</i></b>	-6	-4	3		-24	<b>-31</b>
<b><i>Costo del desbalance (U\$/ha)</i></b>						
<b><i>Urea</i></b>	-6	38	18		64	<b>113</b>
<b><i>FDA</i></b>	15	11	6		8	<b>41</b>
<b><i>SA</i></b>	6	4	-3		24	<b>31</b>

# Cambios en los contenidos de P asimilable en suelos del este de la provincia de La Pampa

1980

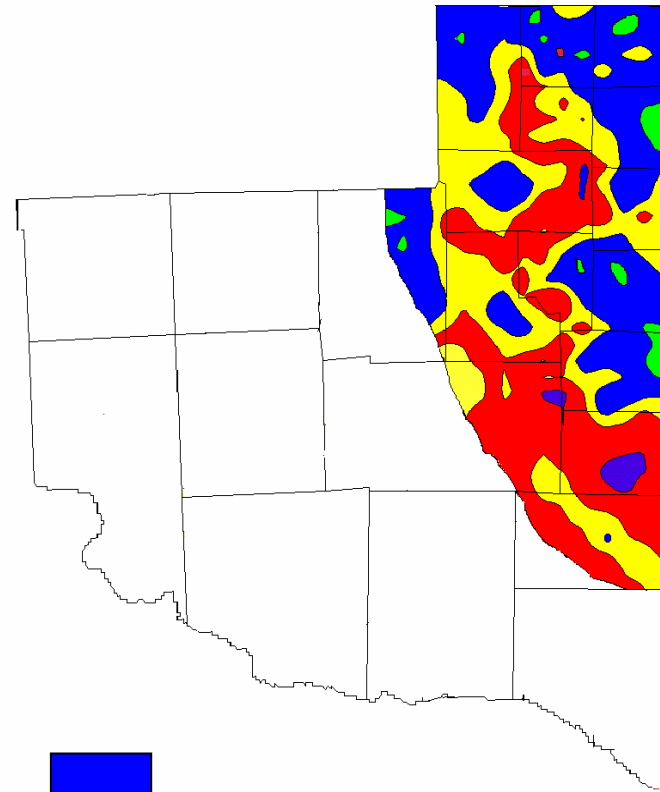


Menor a 10 ppm



11 a 15 ppm

1996



16 a 20 ppm



Mayor a 20 ppm

*Montoya et al., 1997*

# Fósforo en Pasturas

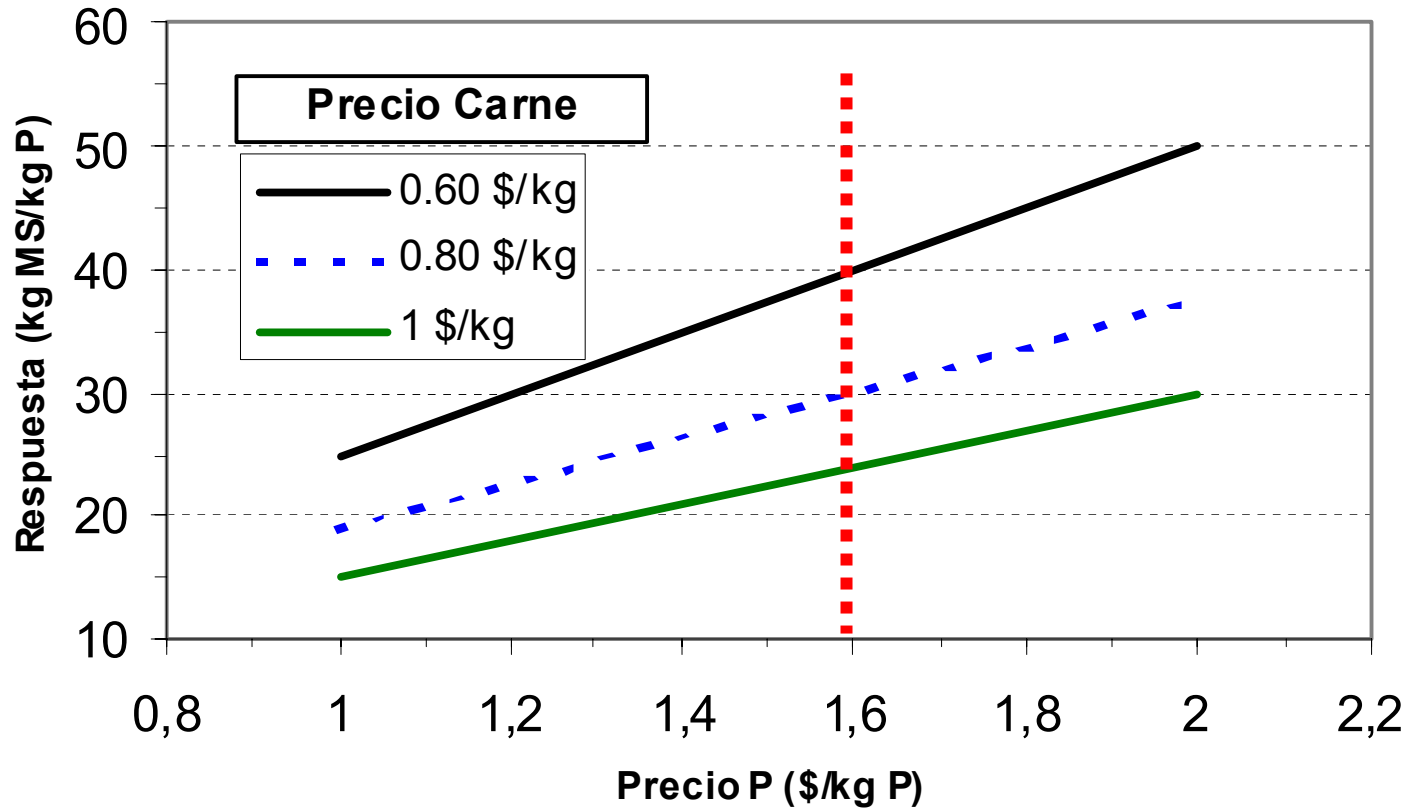
*El fósforo (P) es un nutriente esencial:*

- Participa en el almacenamiento y transferencia de energía en la planta por ser integrante del ADP y del ATP.
- Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, ayudando a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejorando su resistencia a las bajas temperaturas.
- Las leguminosas presentan, en general, una mayor demanda de P y respuesta a la fertilización fosfatada que las gramíneas.
- La producción y calidad de las pasturas está fuertemente asociada a la presencia de leguminosas.
- Entre las leguminosas, la alfalfa, la especie forrajera de mayor área de implantación en la región pampeana, es altamente demandante en P.

# Eficiencia de uso de fósforo en fertilización de recursos forrajeros

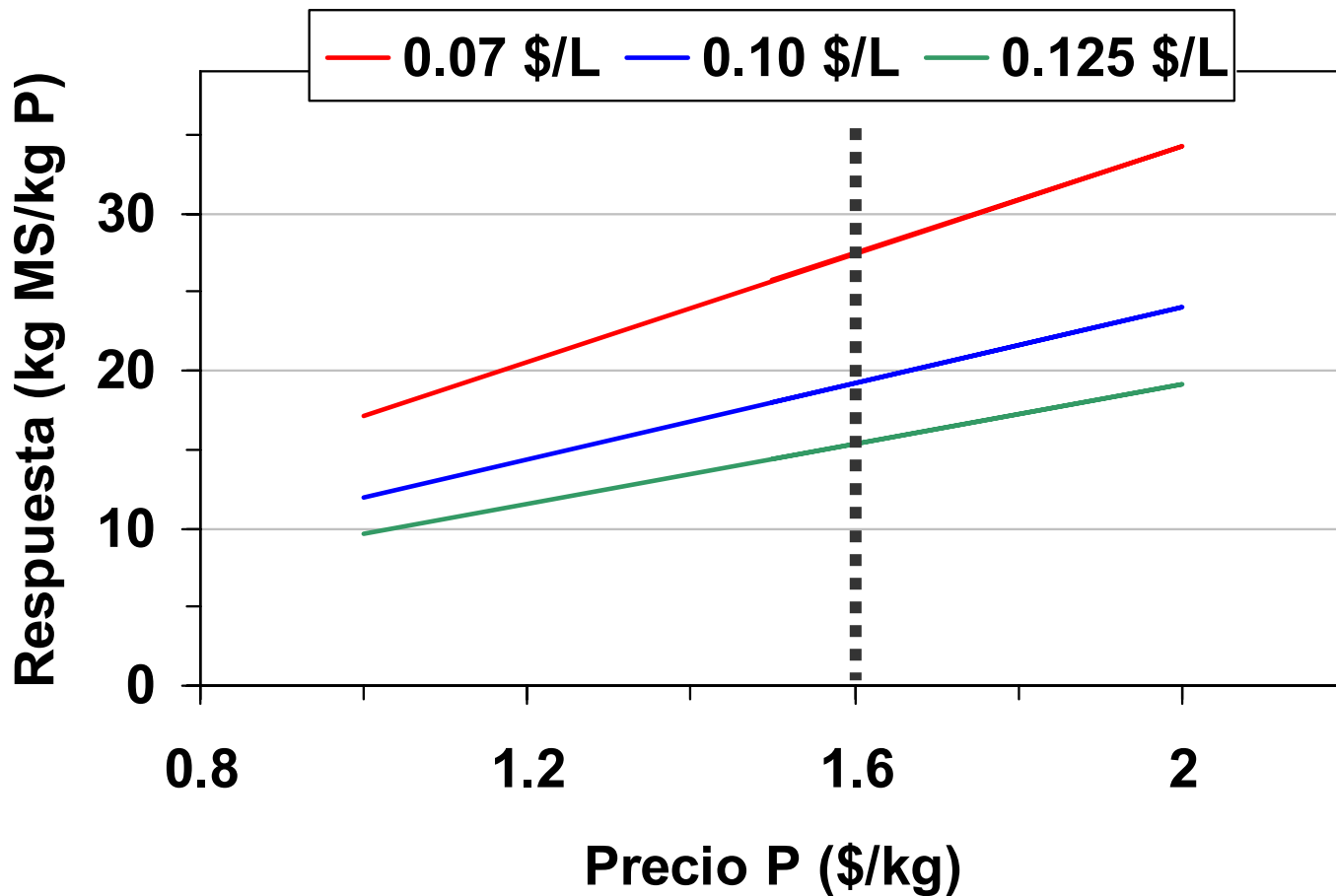
Recurso Forrajero	Zona	Comentarios	Dosis de Respuesta (kg P/ha)	Eficiencia de Uso (kg MS/kg P)	Referencia
<b>Pradera</b>	Oeste Entre Ríos	Base alfalfa L.corniculatus y festuca	32	<b>100</b>	Quintero et al., 1995
<b>Refertilización</b>	Entre Ríos	2º año	8	<b>113</b>	Quintero et a., 1997
<b>Pradera</b>	Balcarce (Bs.As.)	3 años	22 44	<b>173</b> <b>179</b>	Berardo, 1996
<b>Pradera</b>	Balcarce (Bs. As.)	Sin N con 100N (3 años)	50 50	<b>133</b> <b>274</b>	Berardo, 1998
<b>Alfalfa</b>	Balcarce (Bs. As.)	Implantación Residual Año 2 Año 3 Total 3 años	100	<b>102</b> <b>65</b> <b>39</b> <b>206</b>	Berardo, 1998
<b>Trébol rojo</b>	Este Entre Ríos	20 meses	30 60	<b>238</b> <b>144</b>	De Battista y Costa, 1998
<b>Pradera Festuca y T. rojo</b>	Azul (Bs. As.)	Implantación	16	<b>294</b>	Marchegiani y Satorre, 1981

# Respuestas de indiferencia según precio de Fósforo



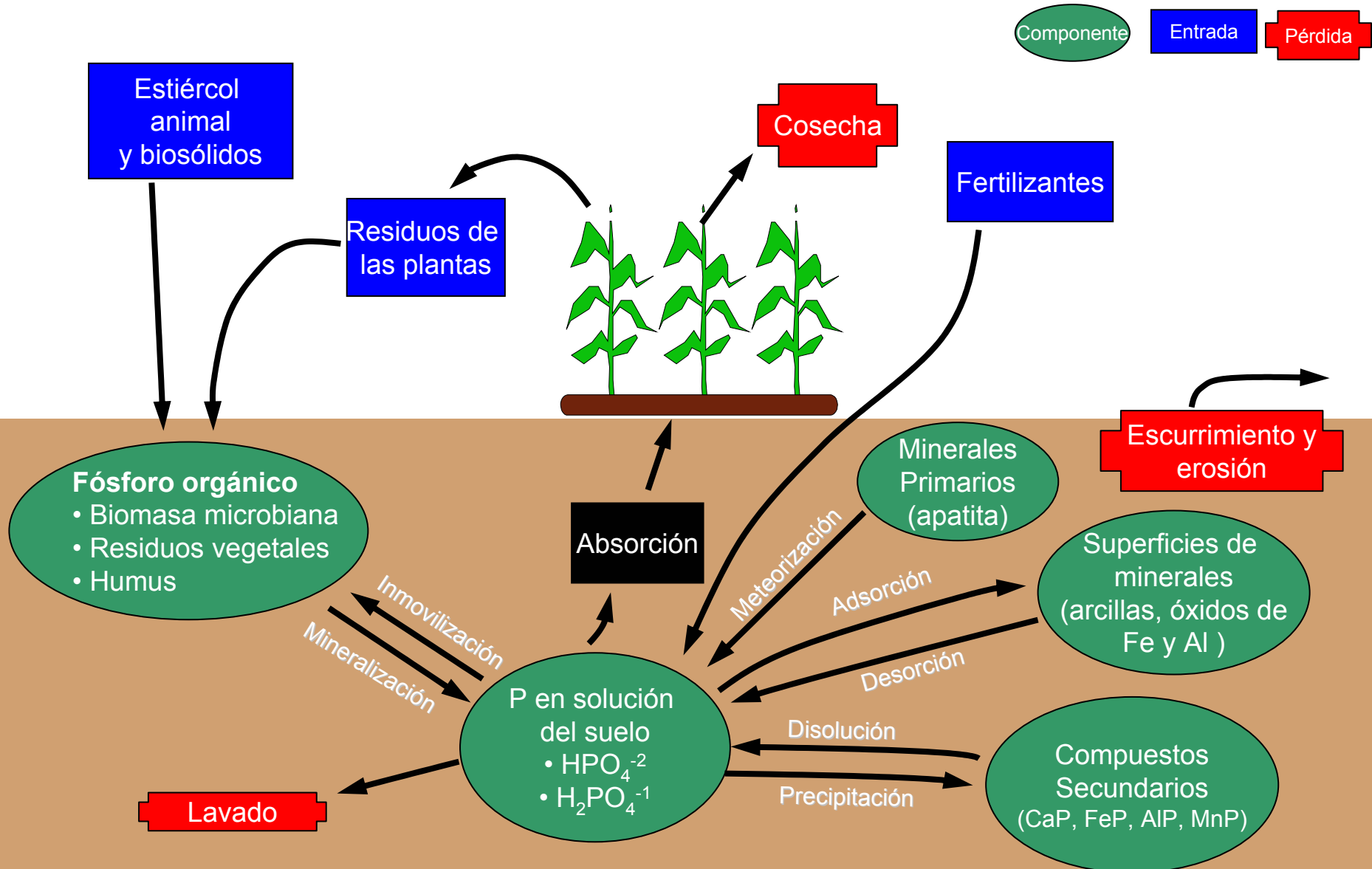
*Nota: Se considera una eficiencia de 15 kg materia seca por kg de carne*

# Respuestas de indiferencia según precio de Fósforo



*Nota: 1.2 kg materia seca por L de leche*

# El Ciclo del Fósforo



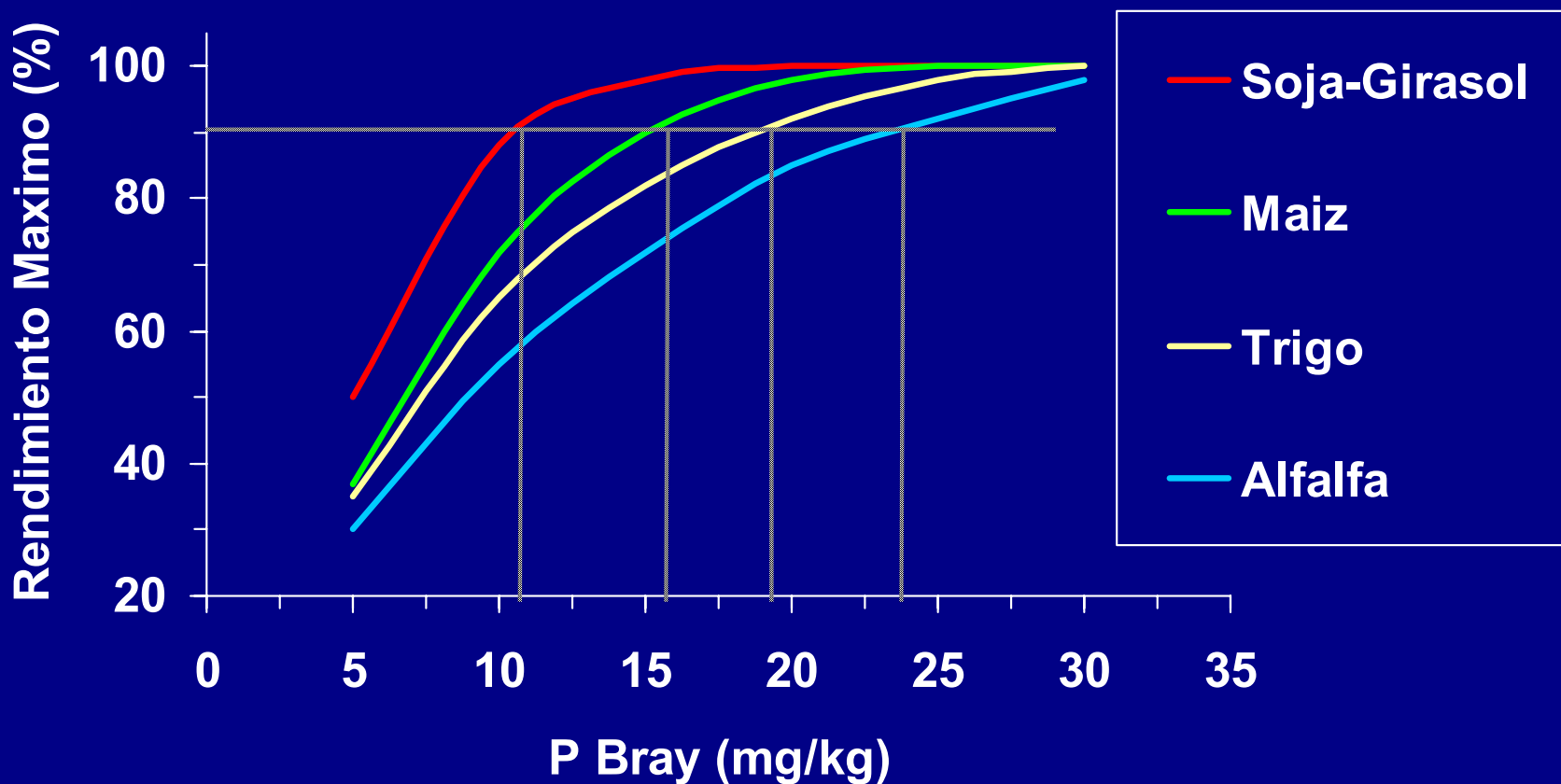
# Fósforo en Alfalfa



***Niveles críticos en suelo***  
***25 a 35 ppm de P extractable (Bray 1)***  
***según nivel de rendimiento***

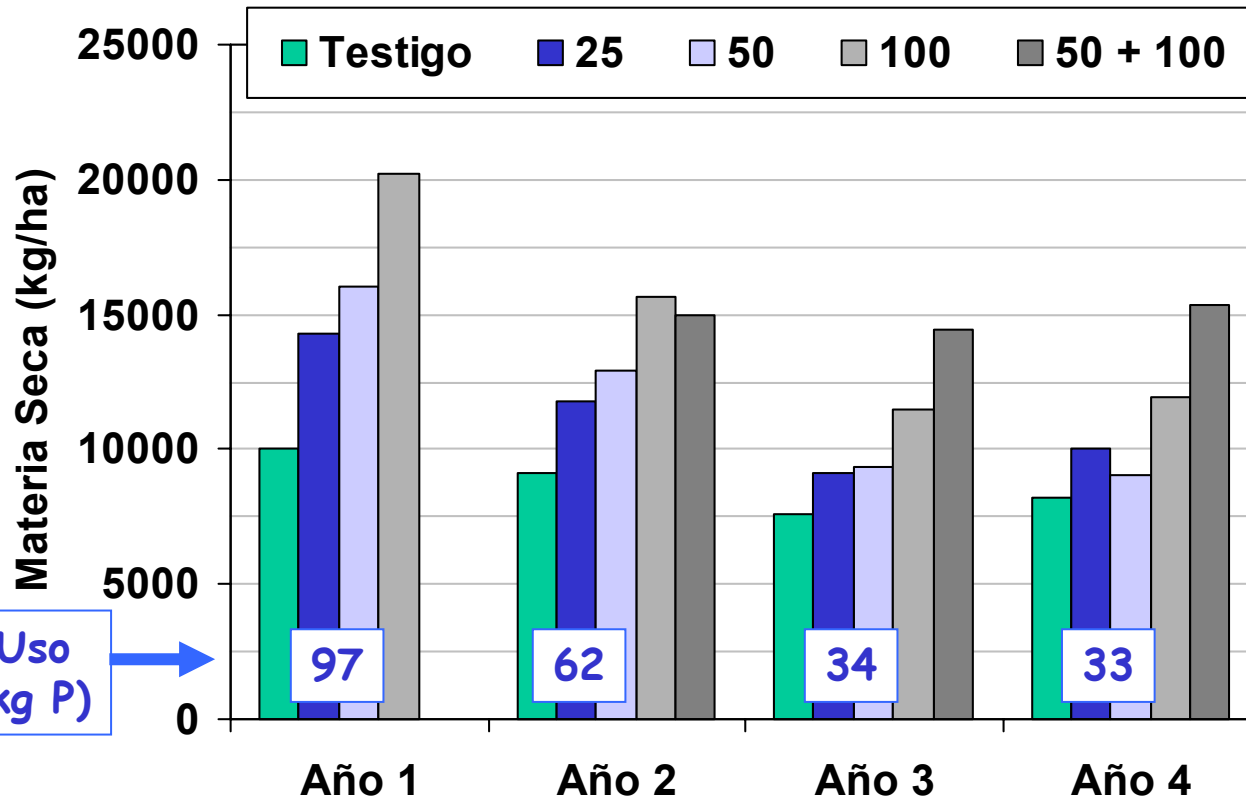
***Niveles críticos en planta***  
***0.20 - 0.30% de P***  
***en el tercio superior a floración***

# Relación entre el contenido de P disponible del suelo (Bray 1) y los rendimientos relativos de los cultivos



# Alfalfa: Respuesta a P durante 4 años

Berardo y Marino (2000) - EEA INTA-FCA Balcarce



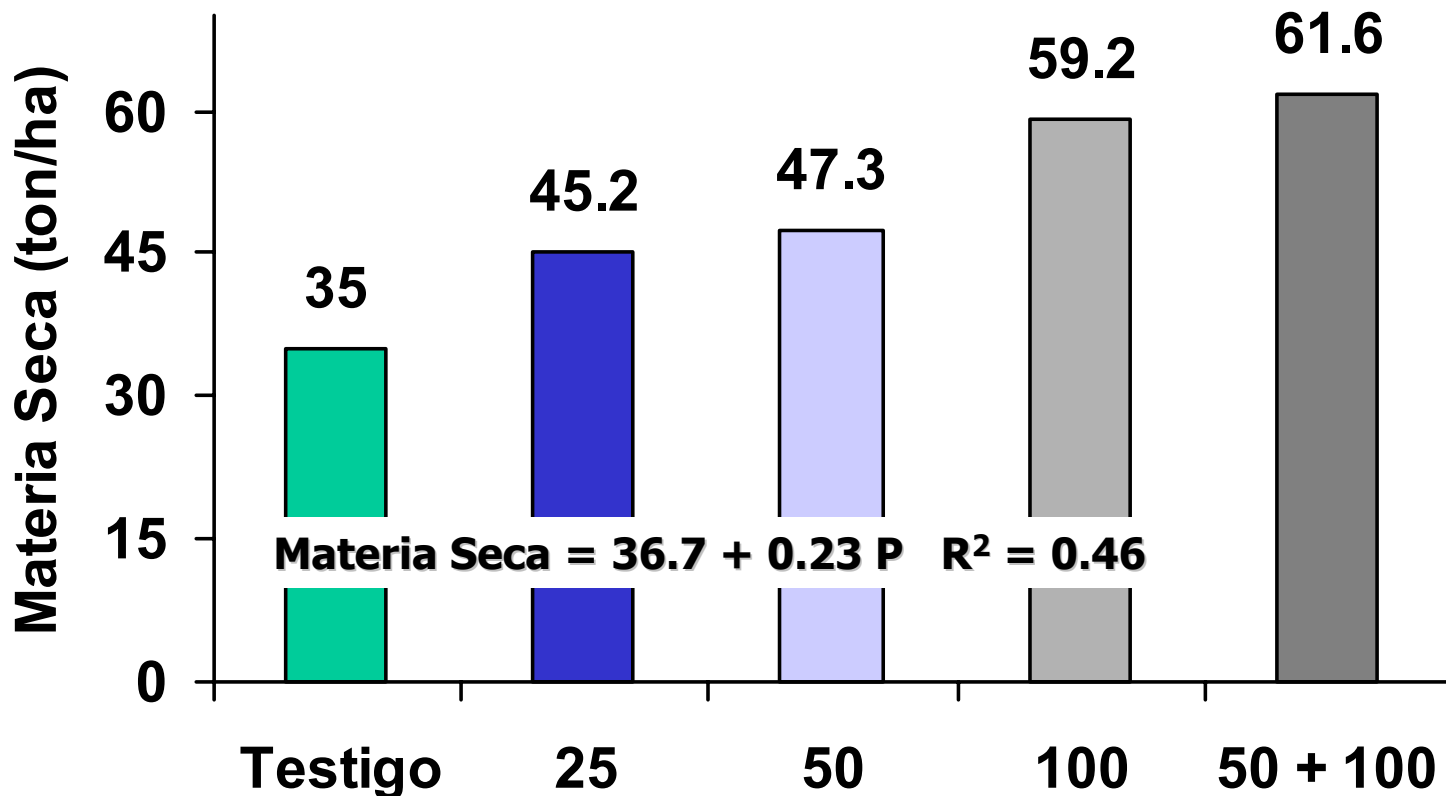
Eficiencia de Uso de P (kg MS/kg P)

Suelo Argiudol típico 10.3 ppm P Bray pH 6.2 MO 6.4%

Fuente de P Superfosfato triple

# Fósforo en Alfalfa: Producción acumulada en 4 años

*Berardo y Marino (2000) - EEA INTA-FCA Balcarce*



**Materia Seca = 36.7 + 0.23 P R<sup>2</sup> = 0.46**

**Recuperación  
aparente de P (%)**

**- 107 69 65 30**

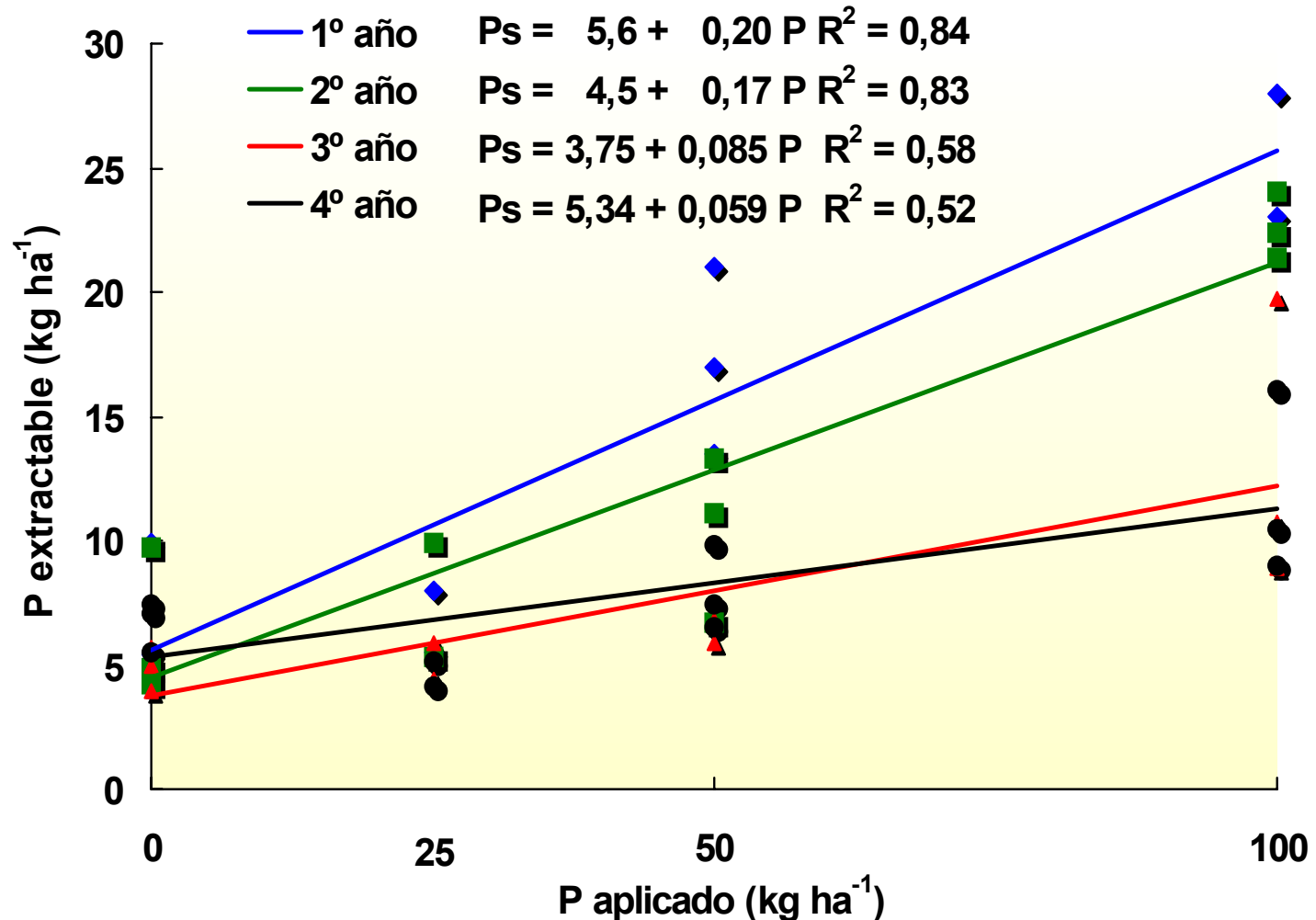
*Suelo Argiudol típico 10.3 ppm P Bray pH 6.2 MO 6.4%*

*Fuente de P Superfosfato triple*

# Fósforo en Alfalfa en el Sudeste de Buenos Aires

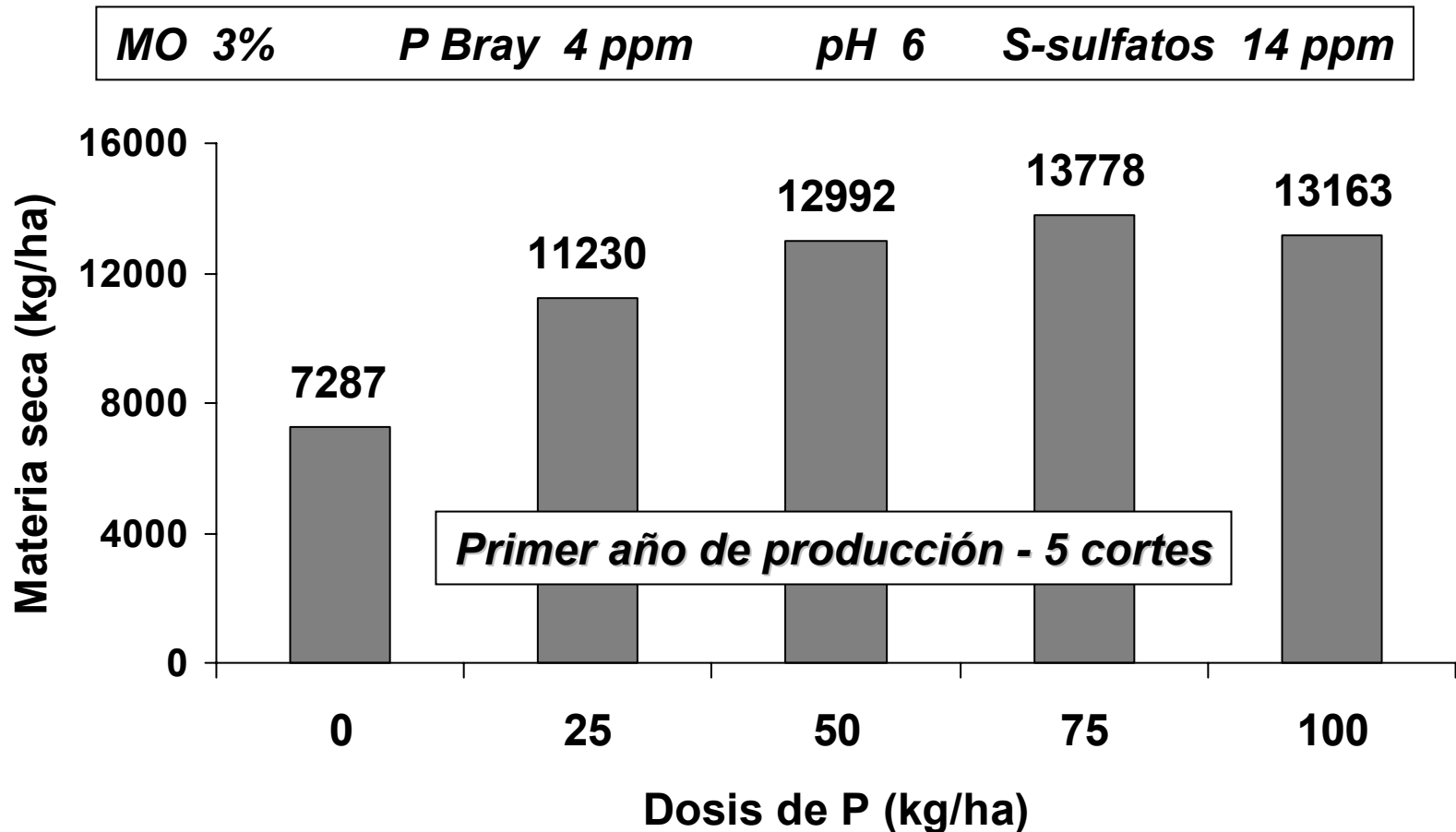
## Niveles de P del suelo según dosis de aplicación en los cuatro años de ensayo

*Berardo y Marino (2000) - EEA INTA-FCA Balcarce*



# Fósforo en Alfalfa en 9 de Julio (Buenos Aires)

UEEA INTA 9 de Julio (Bs. As.) - Carta et al., 2001

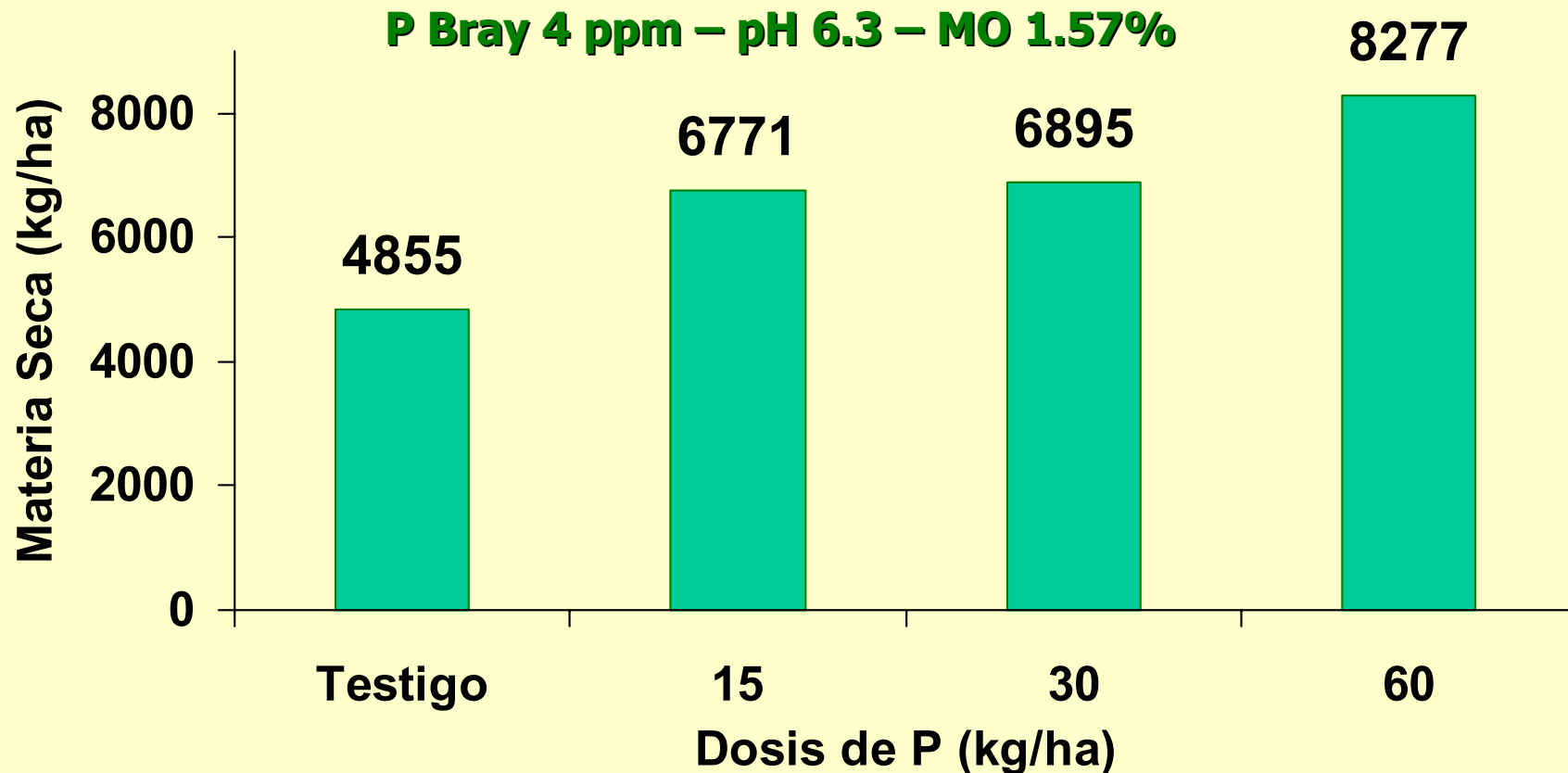


# Fertilización Fosfatada de Alfalfa

Est. San Miguel, Rodeo Viejo (Córdoba) - 4 cortes, Campaña 2000/01

*Ing. Agr. A. Montesano - UEE INTA Río Cuarto*

**P Bray 4 ppm – pH 6.3 – MO 1.57%**



***Dosis fertilizante (kg SFT)***

***75***

***150***

***300***

***Eficiencia (kg MS/kg P)***

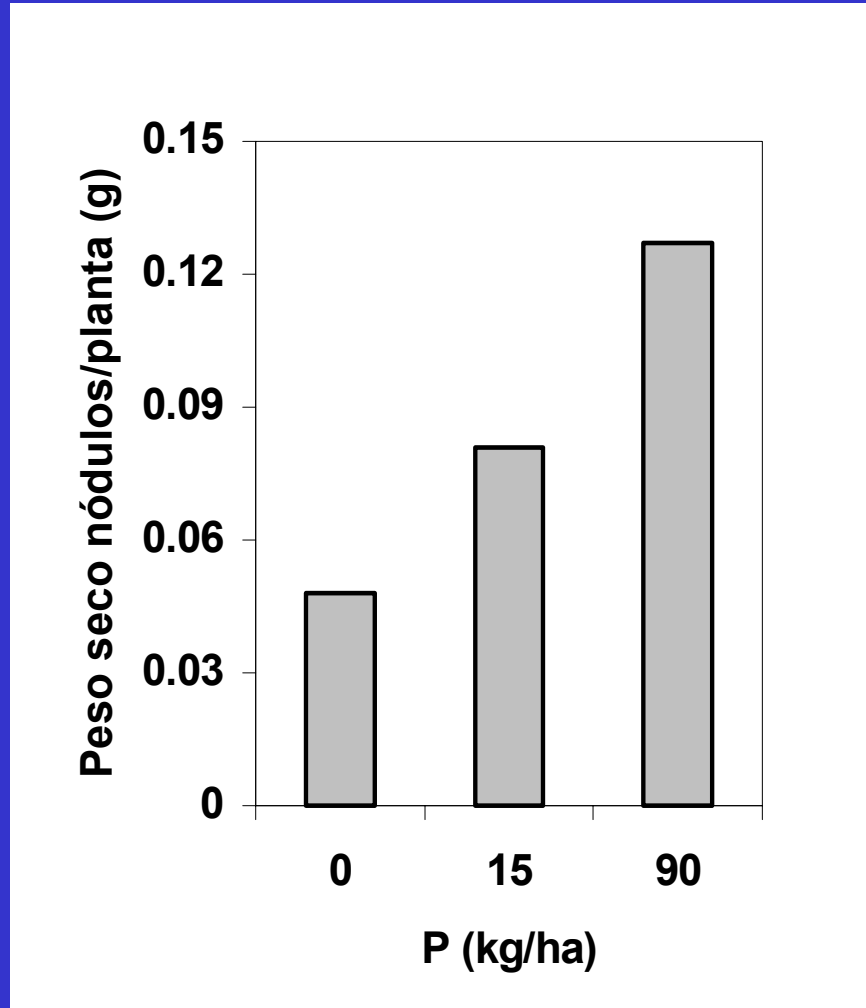
***128***

***68***

***57***

# Alfalfa

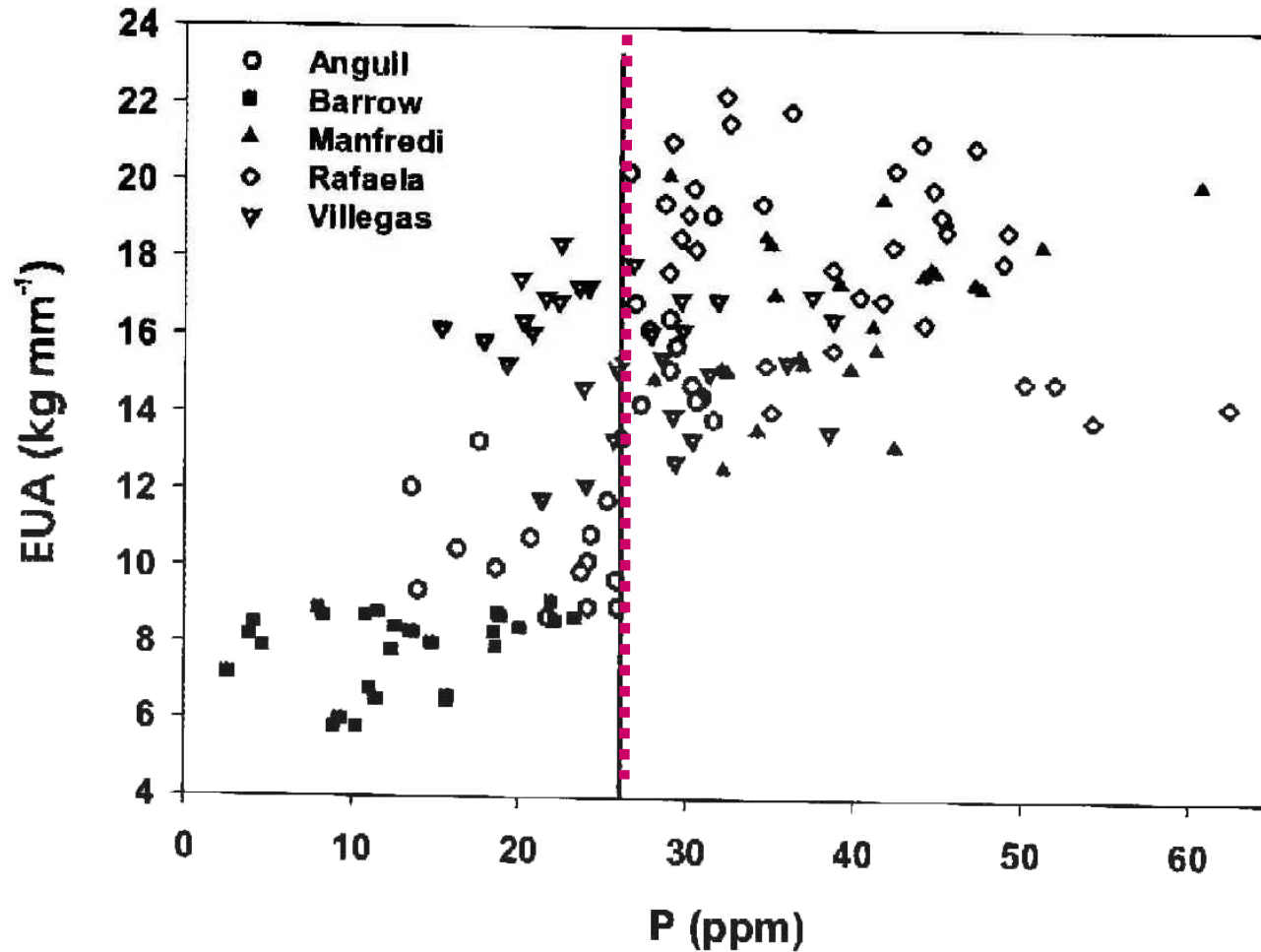
## Fertilización con P y nodulación



*Duarte y col. 2001*

# Alfalfa

## Nivel de P del suelo y eficiencia de uso del agua

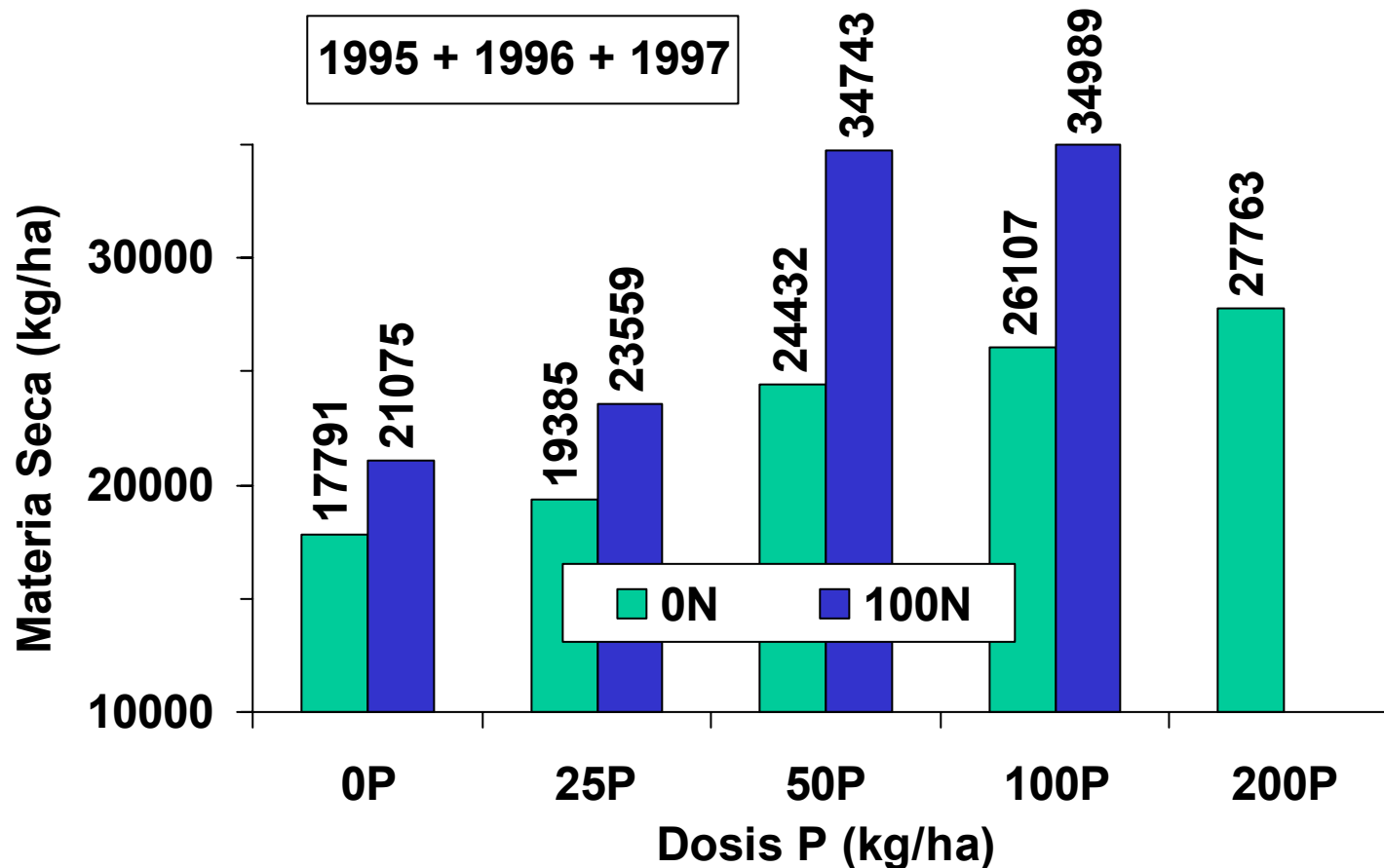




**Respuesta a la fertilización fosfatada  
en pastura consociada  
EEA INTA-FCA Balcarce - Berardo y col. (1998)**

# Respuesta a la fertilización fosfatada y nitrogenada en pastura consociada

*EEA INTA-FCA Balcarce - Berardo y col. (1998)*

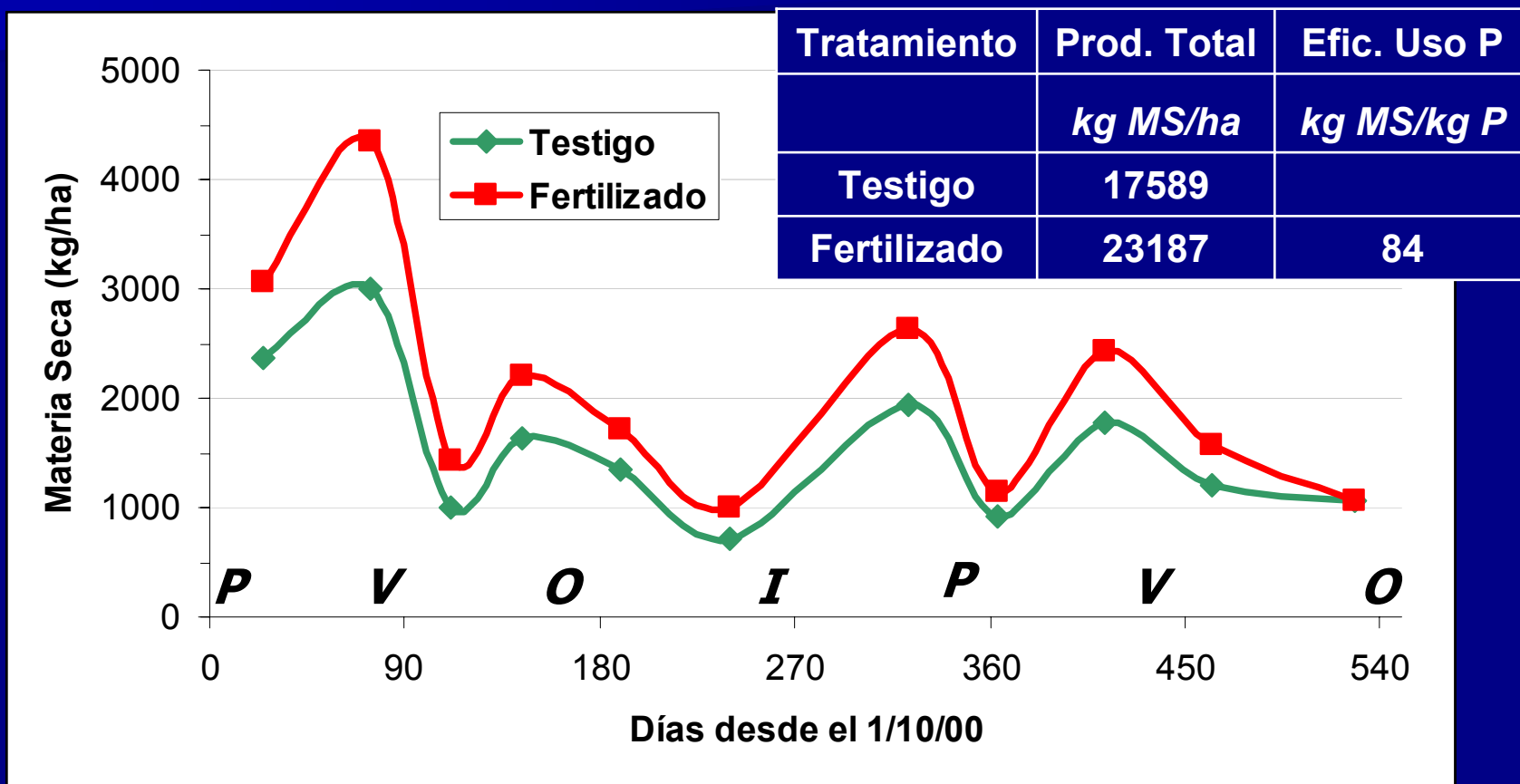


- **Suelo Argiudol típico - P 10.3 mg/kg - MO 6.4% - pH 6.2**
- **Pastura de pasto ovillo, cebadilla, festuca, trébol rojo y trébol blanco**
- **P como Superfosfato triple a la siembra**
- **N como urea anualmente en Agosto**

# P en Pasturas del Este de La Pampa

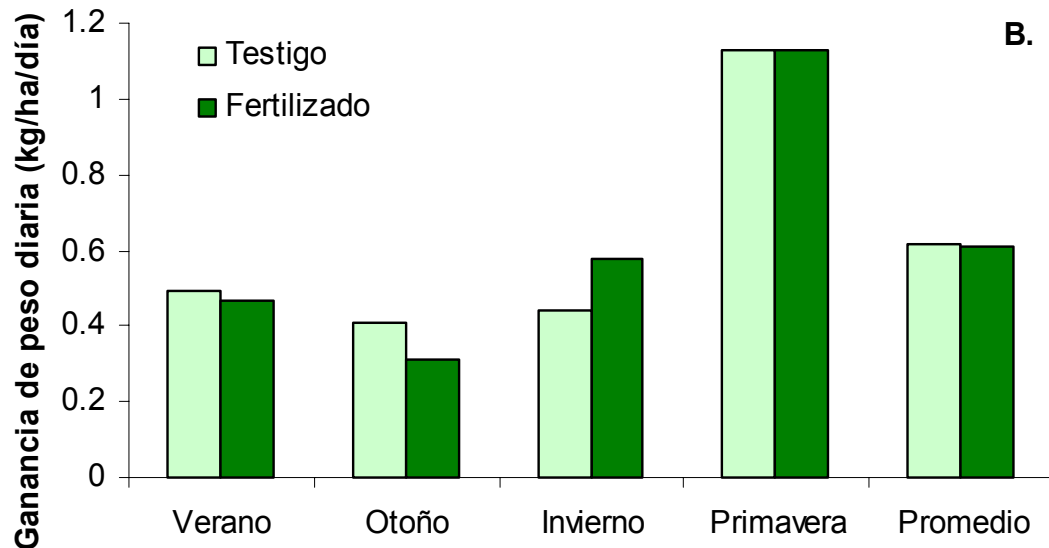
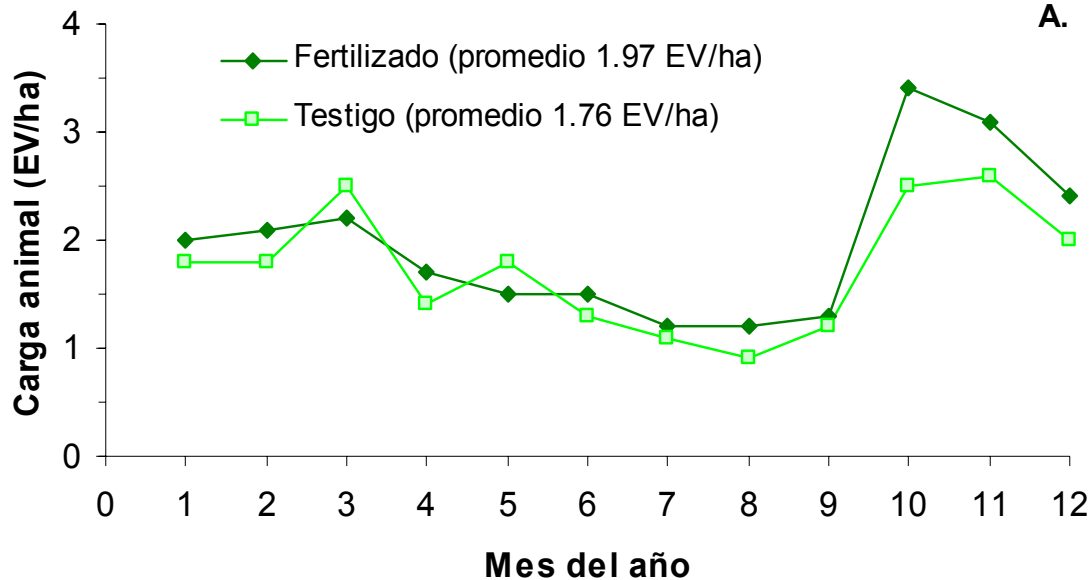
*Duarte y Díaz Zorita (2003) – Est. IncaPampa (Colonia Barón)*

*Fertilizado: 330 kg/ha de SFT, equivalentes a 67 kg/ha de P*



- *Pastura consociada de alfalfa, festuca, cebadilla y pasto ovido*
- *Siembra en Abril 2000*
- *Análisis de suelo: P Bray 7.8 ppm - MO 1.87%*

# Fertilización Fosfatada de Festuca



- *El Tejar, 9 de Julio*
- *Promedios de tres años*
- *Suelo Argiudol acuico*
- *P Bray 8 ppm*
- *Dosis de 100 kg/ha SFT en otoño del primer y segundo año*
- *Producción de carne: Testigo 337 kg/ha/año Fertilizado 397 kg/ha/año*
- *Nivel P Bray final: Testigo 6 ppm Fertilizado 18 ppm*

Fuente: Josifovich (1989)

# Recomendaciones orientativas de fertilización fosfatada para forrajeras

Nivel P Bray	Valoración agronómica	Alfalfa	Pasturas consociadas	Gramíneas
- mg/kg -		----- kg P/ha -----		
< 5	Muy bajo	100 – 125	75 – 100	50 – 75
6 – 10	Bajo	75 – 100	50 – 75	25 – 50
11 – 15	Medio bajo	50 – 75	25 – 50	10 - 25
16 – 20	Medio alto	25 – 50	10 - 25	-
21 – 30	Alto	10 - 25	-	-
> 30	Muy alto	-	-	-

- *Pasturas consociadas incluye leguminosas + gramíneas*
- *Se considera el precio de P en 1.6-1.7 \$/kg*

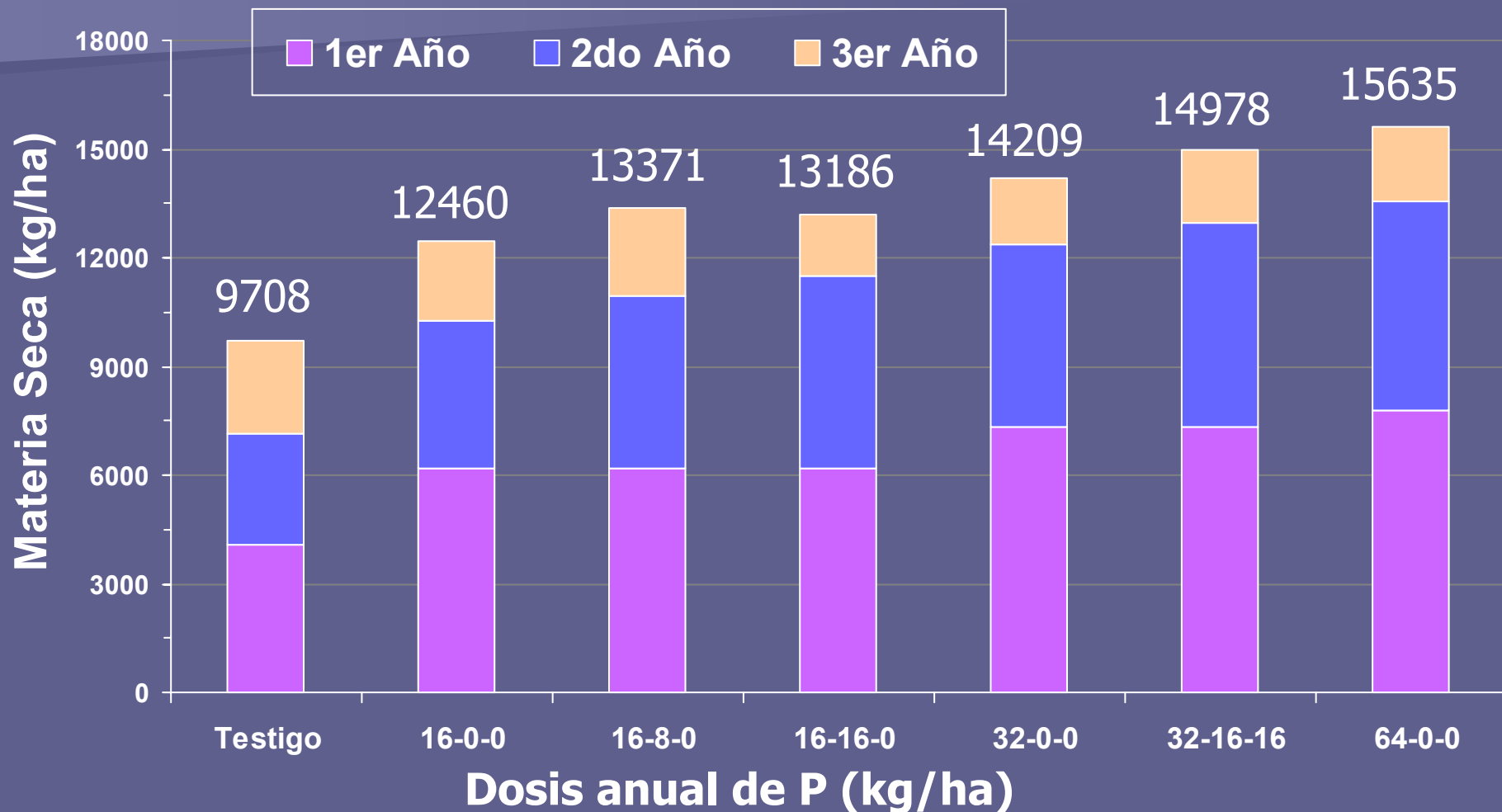
# ¿Cuándo aplicar el P?

- Asegurar una buena disponibilidad de P a la implantación de la pastura
- Refertilizar en el otoño según el análisis de suelo y la historia previa de fertilización y remoción de P en el forraje

# Pasturas Consociadas en Entre Ríos

## Respuesta a la fertilización y refertilización fosfatada

*Pasturas consociadas, base de alfalfa o lotus + festuca*



• *Dosis P \* 5 = Dosis SFT*

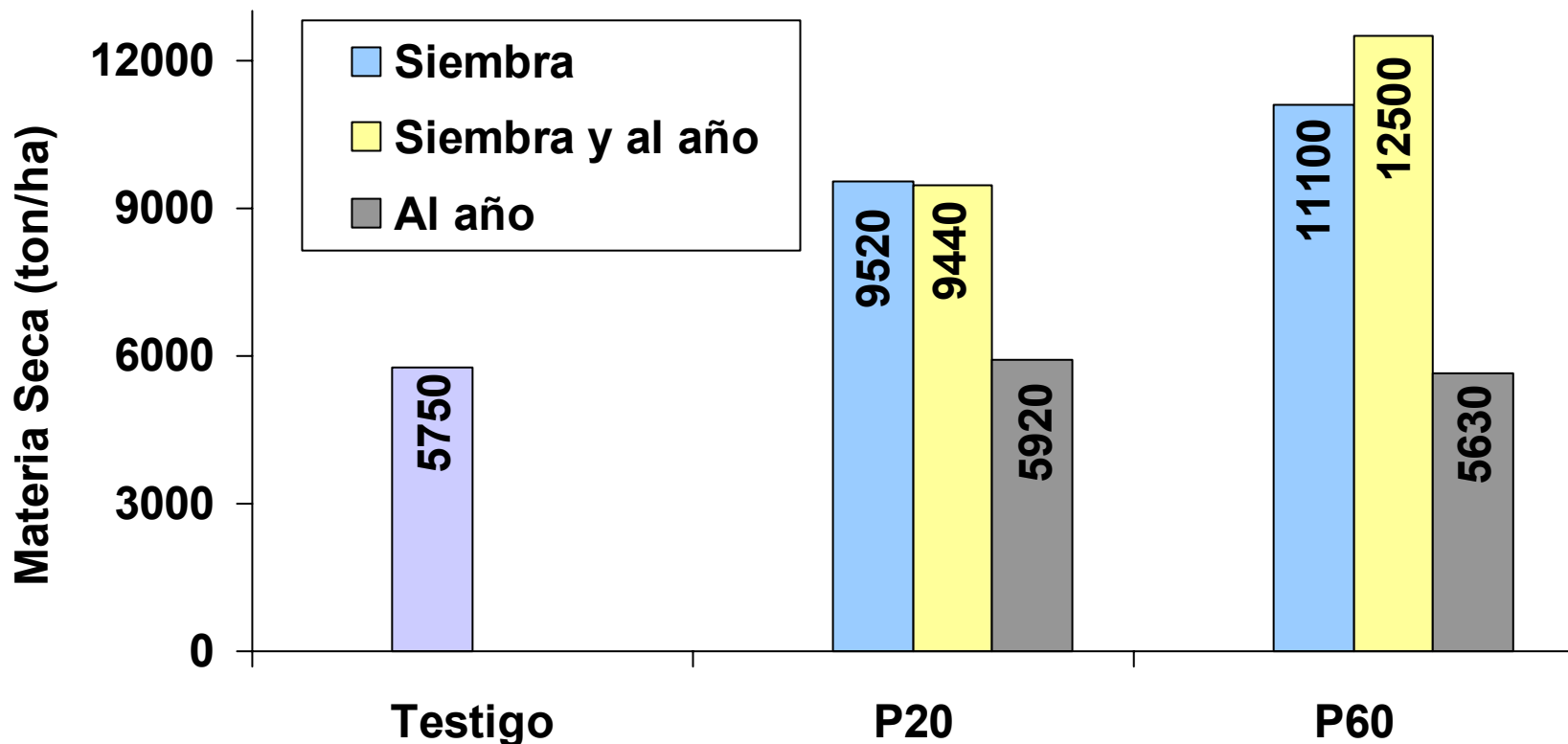
*Quintero, Boschetti y Benavidez, 1995 y 1997*

# Fósforo en pasturas consociadas

## *Dosis y momento de aplicación*

Producción acumulada de seis cortes (26 meses) - Este de La Pampa

*Bono y col. (1997) - EEA INTA Anguil*



- *P aplicado como Superfosfato Triple*
- *Pastura consociada de alfalfa, cebadilla y festuca*
- *MO 1.47%      P Bray 4.8 ppm      pH 6.2*

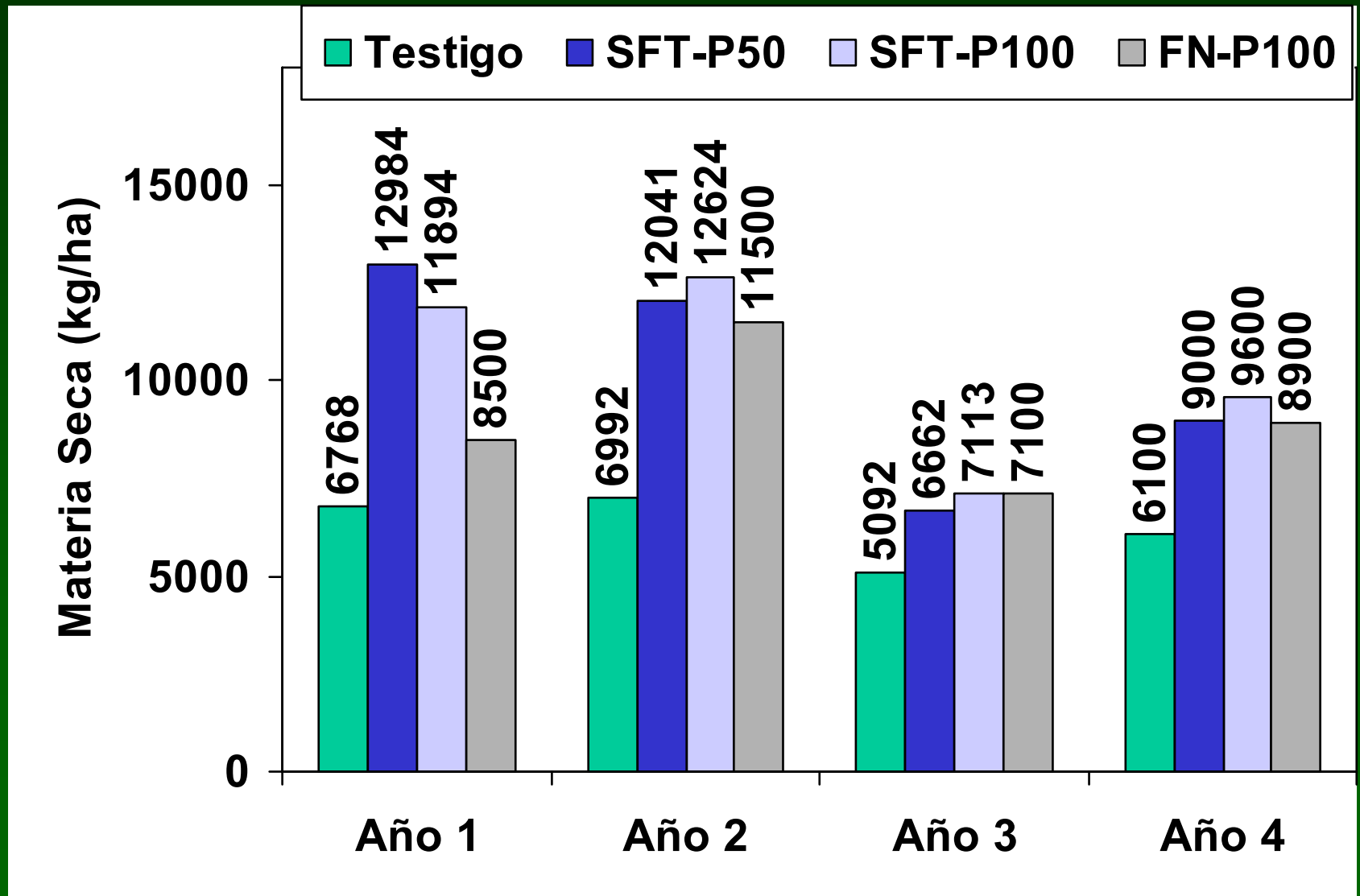
# Fuentes de Fósforo

- El P aplicado en fuentes de P solubles como los superfosfatos y los fosfatos mono y diamónico, esta disponible para la pastura inmediatamente y presenta efecto residual en años posteriores
- Fuentes de menor solubilidad como las rocas fosfatadas deben utilizarse en suelos de pH menor de 6. Presentan menor solubilidad a la implantación pero tienen un efecto residual prolongado.

## PASTURA CONSOCIADA

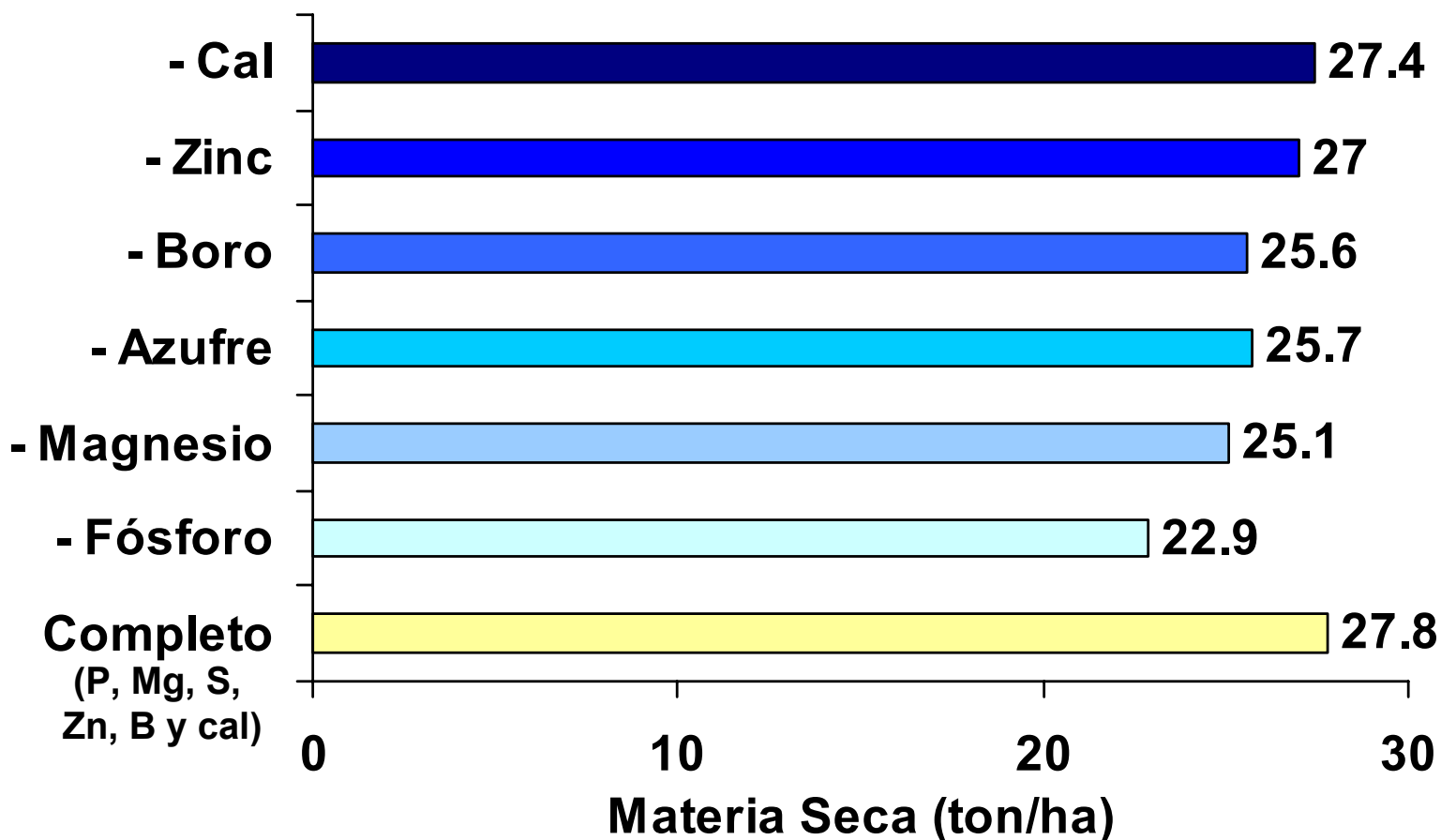
**PRODUCCION ANUAL FERTILIZADA A LA SIEMBRA CON  
SUPERFOSFATO TRIPLE (SFT) Y FOSFATO NATURAL (FN) 1995-1998.**

*UI Balcarce. Berardo y Marino, 2000.*



# Fertilización de alfalfa

*Est. El Sauce - La Niña - 9 de Julio - 10 cortes en 2 años  
Carta, Ventimiglia y Rillo - UEEA INTA 9 de Julio*



*Suelo Hapludol éntico*

*MO 2.3%*

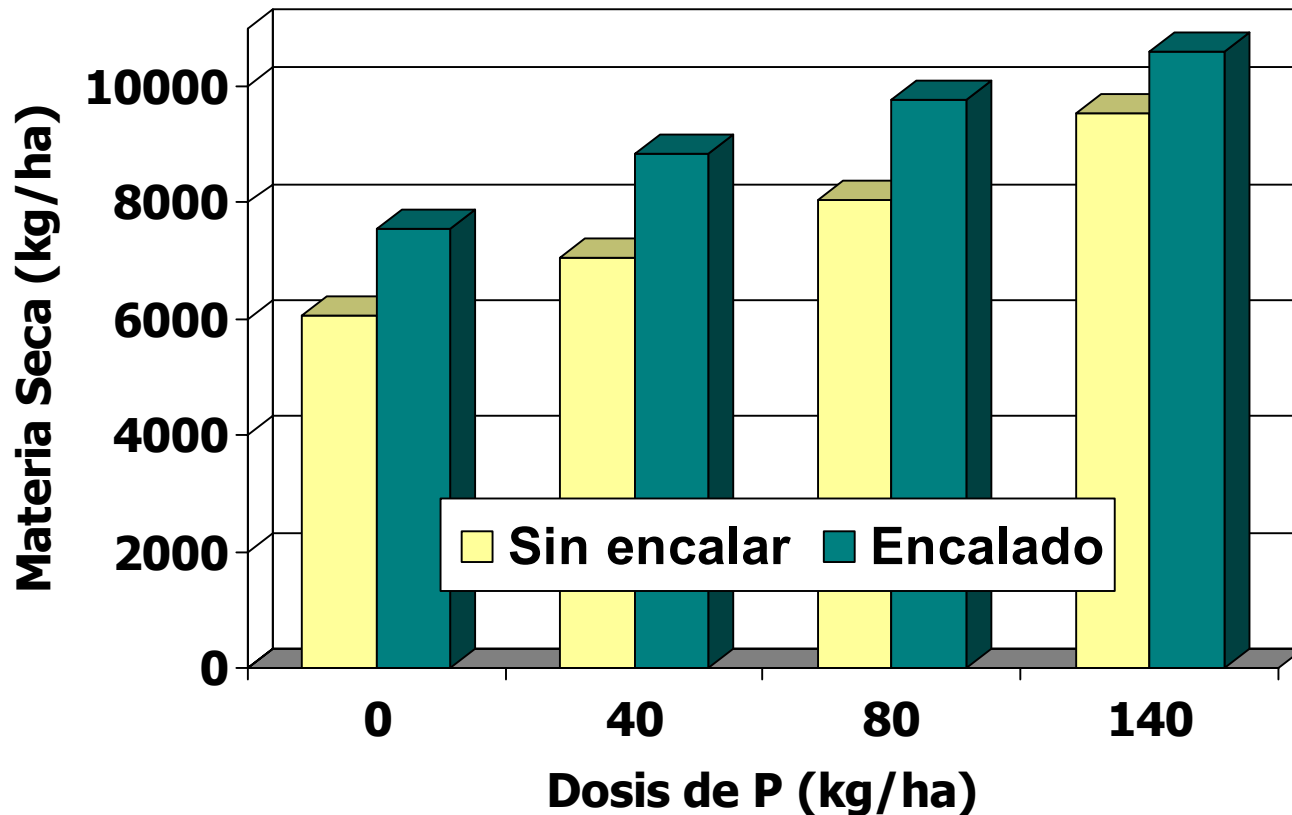
*P Bray 7.2 ppm*

*pH 6.1*

# Fósforo y Encalado en Alfalfa

*Vivas y Quaino (1999) - EEA INTA Rafaela*

*Promedios de dos sitios (8 y 9 cortes) - Período Mayo 1998-Mayo 1999*



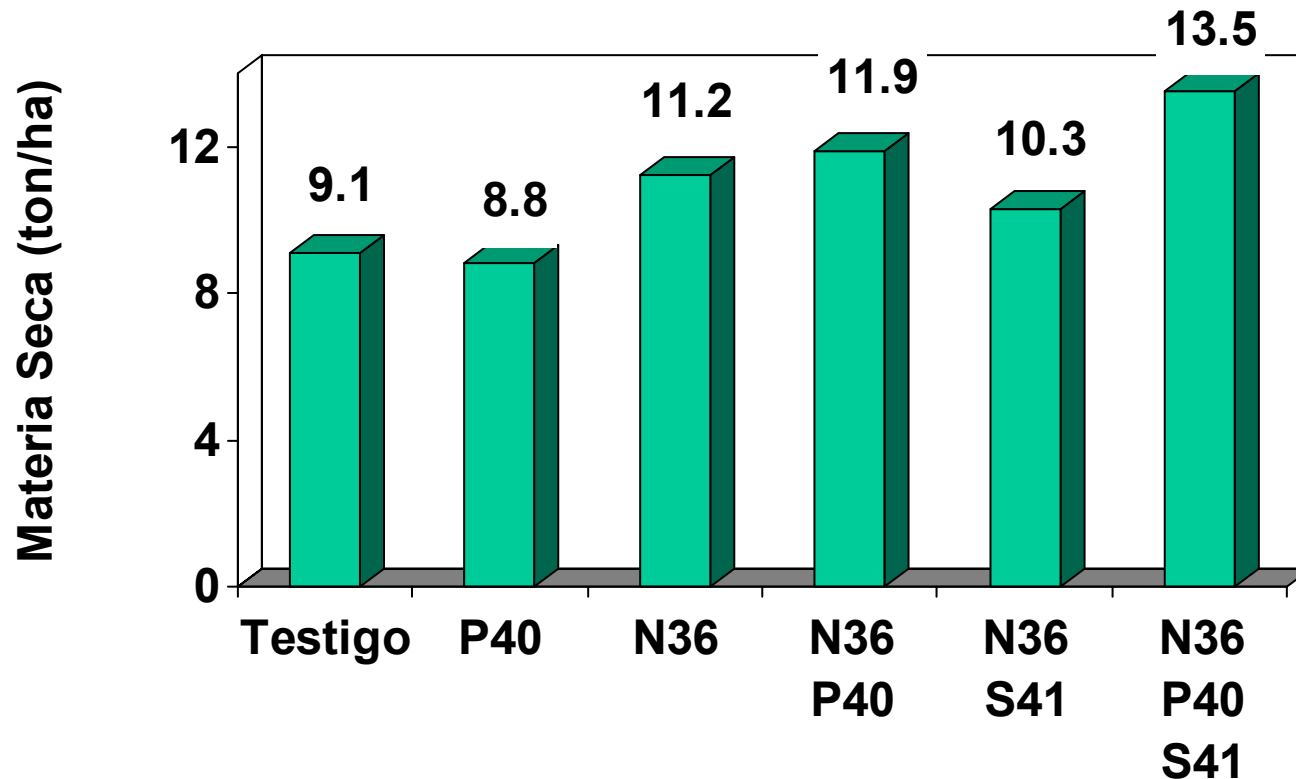
*Sitios: Emilia (9 cortes) y Esperanza (8 cortes) - Provincia de Santa Fe  
MO 2.1-2.4% - pH 5.9 - P 6 ppm - Precipitaciones 822 y 1226 mm*

# Fertilización de pasturas consociadas

Producción de dos años en 30 de Agosto (Buenos Aires)

Promedios de dos ensayos (12 cortes)

*Bono y col. (1997) - EEA INTA Anguil*



*Pasturas consociadas de alfalfa, trébol rojo, trébol blanco, pasto ovillo y cebadilla*

*MO 2.2-4.2%*

*P Bray 12.8-15 ppm*

*pH 5.25-6.23*

# Azufre en Alfalfa

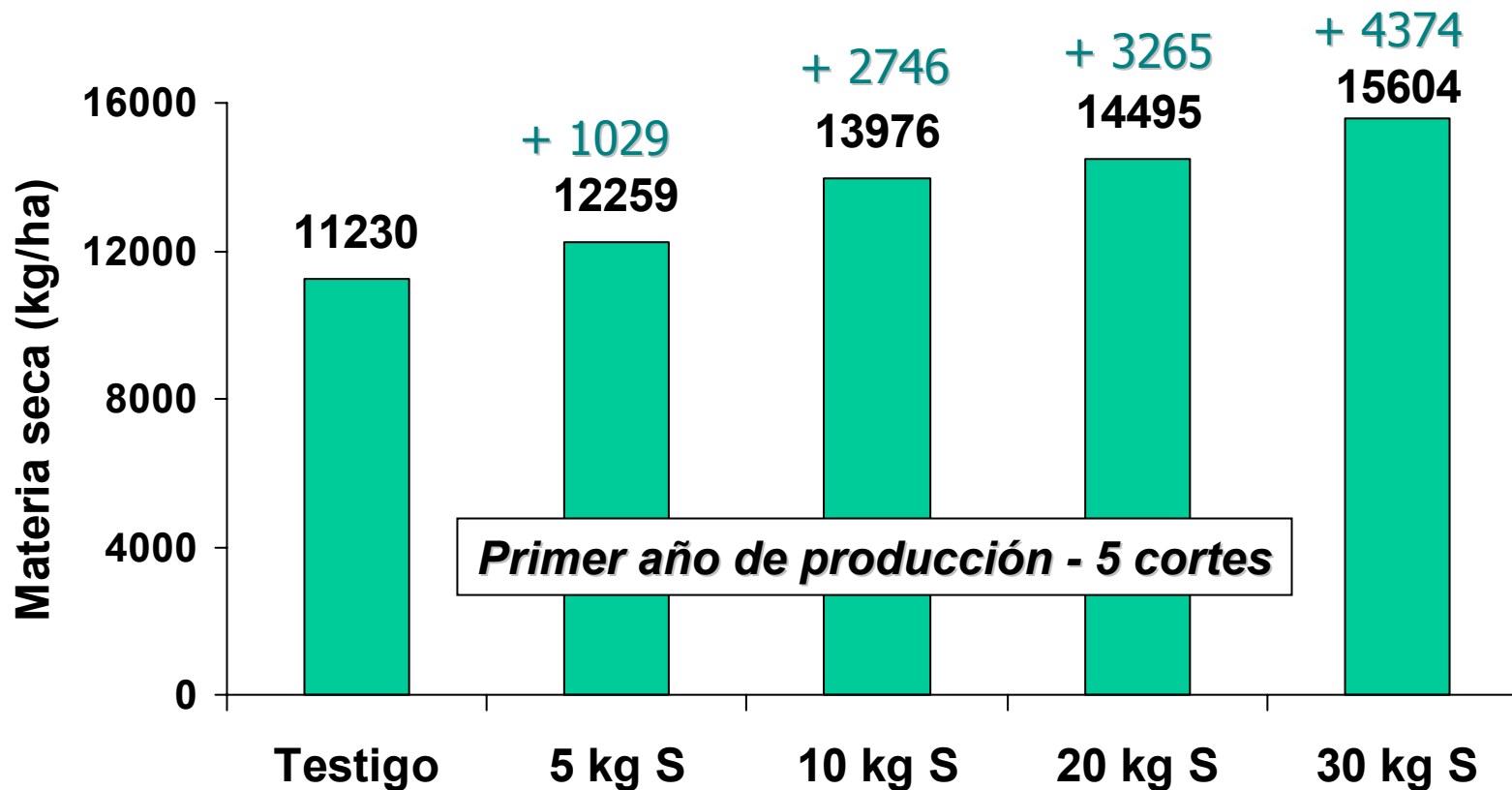
UEEA INTA 9 de Julio (Bs. As.) - Carta et al., 2001

MO 3%

P Bray 4 ppm

pH 6

S-sulfatos 14 ppm

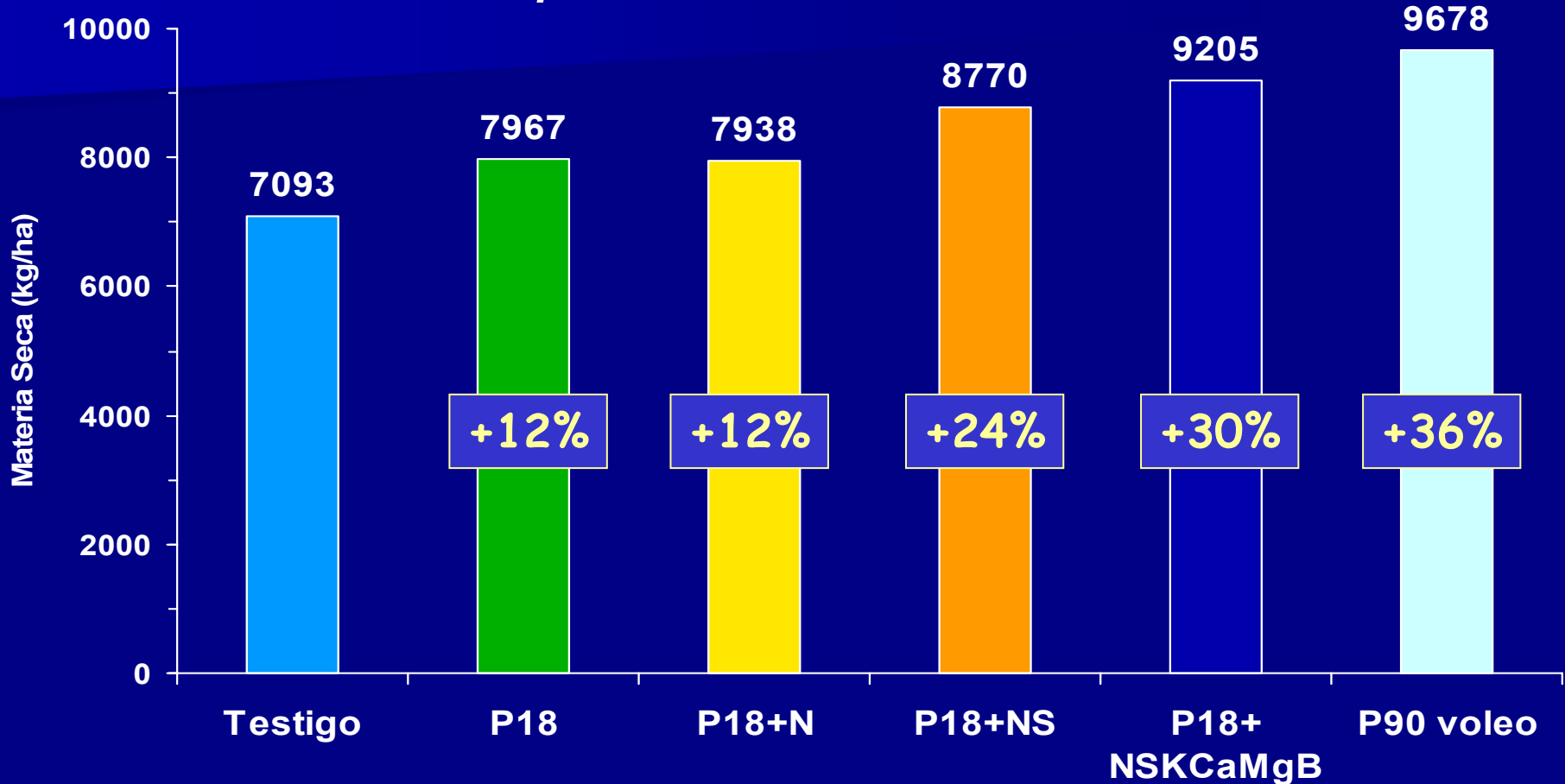


Fertilización de base de 25 kg/ha de P como superfosfato triple

# P y otros nutrientes en el Oeste

*Duarte y Díaz Zorita (2003)*

*Producción del primer año – Promedios de tres sitios*



- *Pasturas consociadas de alfalfa, festuca, cebadilla y pasto ovillo*
- *Siembras de Otoño de 2001*
- *Análisis de suelo: P Bray 6.0-12.5 ppm - MO 1.0-2.7% - pH 6.1-6.5*

# Conclusiones

- La fertilización debe considerarse dentro del manejo global de los recursos forrajeros del establecimiento
- El fósforo es un nutriente fundamental para la producción de forraje. Entre las especies forrajeras, la alfalfa es altamente demandante en P.
- Numerosos ensayos realizados en los últimos años han demostrado que en suelos deficientes en P, las respuestas a la fertilización son elevadas y altamente rentables con eficiencias de uso de P de 100 a 300 kg MS/kg P aplicado.
- La recomendación de fertilización se decide en función del nivel de P disponible en el suelo y de las especies forrajeras a implantar.
- Las fertilizaciones fosfatadas presentan un importante efecto residual en la producción de pasturas, manifestándose el mismo por un período mínimo de dos a tres años.
- La refertilización de pasturas en años siguientes a la implantación debe decidirse teniendo en cuenta los efectos residuales de fertilizaciones anteriores, el nivel de P disponible en el suelo y la composición botánica y número de plantas de la pastura.
- El plan de fertilización debe considerar todos los nutrientes, a fin de lograr una nutrición balanceada. Investigaciones recientes han mostrado respuestas significativas a azufre y, en menor medida, a boro, magnesio y otros nutrientes.



# Fertilización de Forrajes en la Región Pampeana

Fertilización de forrajes  
en la región pampeana



avances en el manejo  
de la fertilización de  
pasturas, pastizales  
y verdeos



Una revisión de los avances en  
el manejo de la fertilización de  
pasturas, pastizales y verdeos

Editado por

*¡Muchas gracias!*

Más información en  
[www.inpofos.org](http://www.inpofos.org)

o en el

**(011) 4798-9939**

