

Jornada Técnica Alfalfa
Trenque Lauquen, 17 de Febrero 2009

**Fertilización de alfalfa y
otros recursos forrajeros
en la region pampeana**

Fernando O. García
IPNI Cono Sur



WWW.IPNI.NET/LASC

¿Por qué fertilizar pasturas?

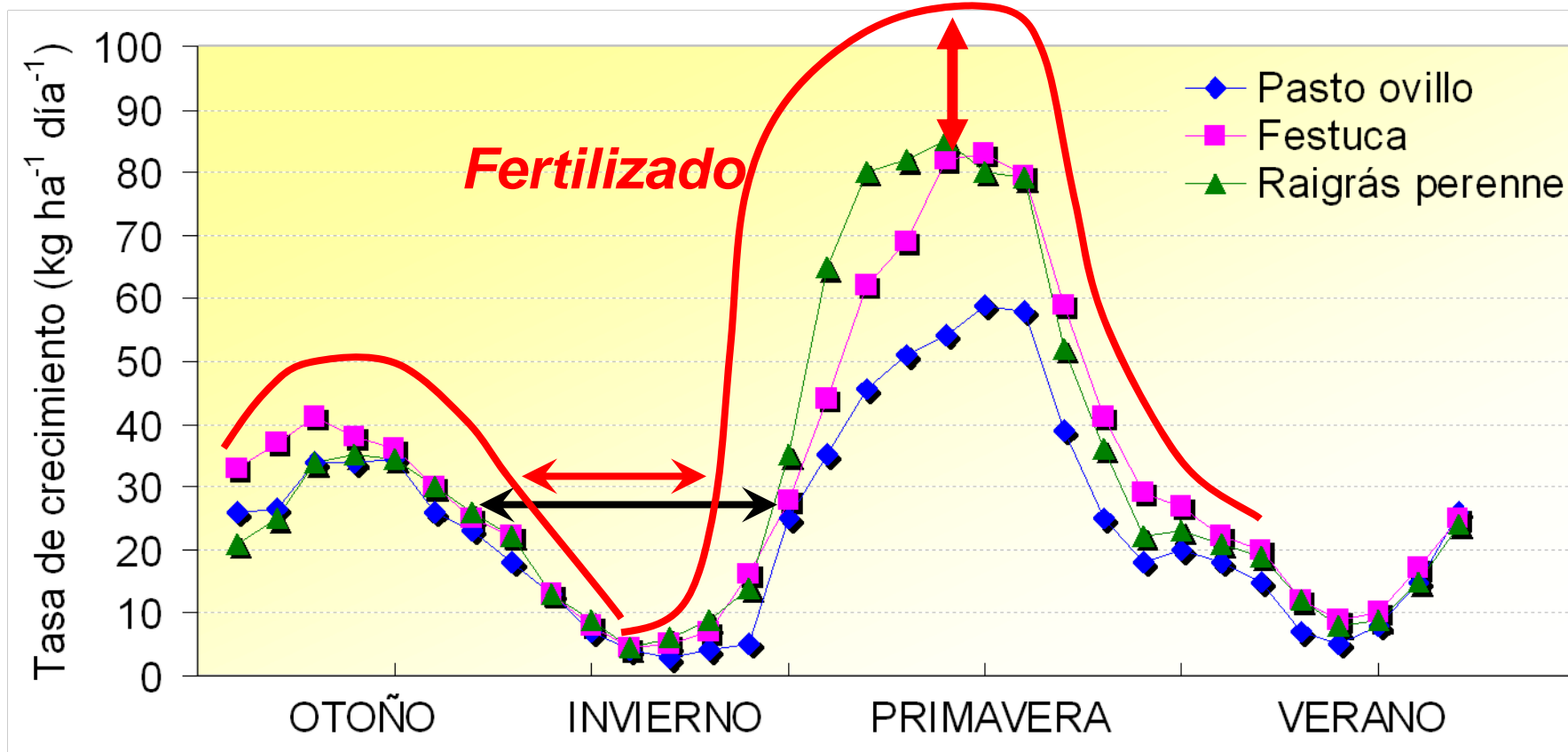
- La fertilización de pasturas y verdeos es una de las mejores herramientas para incrementar la oferta forrajera por unidad de superficie y tiempo y, consecuentemente, la producción animal y el resultado económico de la empresa
- El adecuado suministro de nutrientes asegura la persistencia de las pasturas y mejora la calidad del forraje
- Las reservas de nutrientes en el suelo dependen del balance entre la extracción y la reposición
- La mayor producción de pasturas provee mejores condiciones químicas, físicas y biológicas al suelo contribuyendo a una mayor productividad de los cultivos implantados luego del período bajo pastura
- La nutrición correcta mejora la eficiencia de uso de otros recursos e insumos: tierra, agua, semilla, labores, etc.

Eficiencia de uso de agua con N y P en pastura consociada

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

P	N	Eficiencia de uso de Agua			
		Año 1	Año 2	Año 3	Promedio
<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	----- <i>kg MS/mm</i> -----			
0	0	8.6	6.5	9.3	8.1
100	0	11.4	13.3	10.1	11.6
0	100	8.0	8.9	8.7	8.5
100	100	14.1	16.1	12.2	14.1

PRINCIPALES EFECTOS DE LA FERTILIZACION Y EL MANEJO DE LA PASTURA



“El impacto sobre la productividad del sistema será altamente dependiente del aprovechamiento que se haga del forraje producido”

- ❖ **Priorizar las pasturas o los suelos de mayor capacidad productiva**

- ❖ **Optimizar el aprovechamiento del forraje:**
 - **Carga adecuada**
 - **Utilización oportuna (pastoreo o corte)**
 - **Confección de reservas de forraje (excedentes)**

- ❖ **Ajustar carga:**
 - **Mejora el aprovechamiento del forraje**
 - **Favorece la redistribución de nutrientes**

- ❖ **Mejorar la producción para los períodos críticos (permite mantener alta carga animal a lo largo del ciclo productivo)**

- ❖ **Otros aspectos de manejo.....**

Menor eficiencia



Mayor eficiencia



Marino, 2005

Las Mejores Prácticas de Manejo de Fertilizantes (MPMF)



Toma de decisiones en el manejo de nutrientes



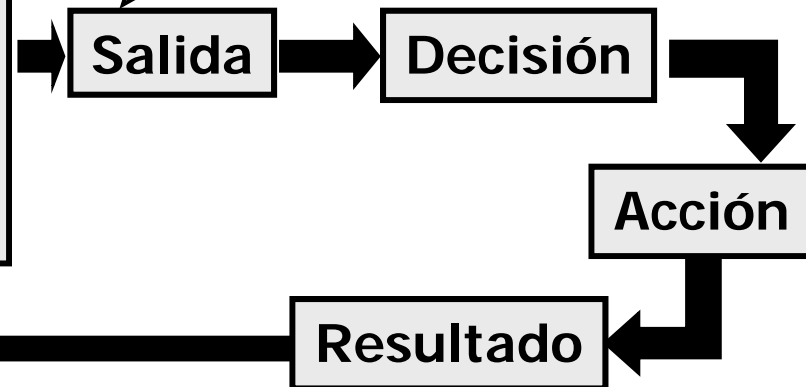
POSIBLES FACTORES DE SITIO

- Cultivo
- Suelo
- Productor
- Aplic. Nutrientes
- Calidad de agua
- Clima
- Tecnología

APOYOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN

- Demanda cultivo
- Abastecimiento suelo
- Eficiencia aplicación
- Aspectos económicos
- Ambiente
- Productor/Propietario

*Dosis recomendadas
Probabilidad de ocurrencia
Retorno económico
Impacto ambiental
Momento de aplicación
Etc.*



RETROALIMENTACIÓN

Fixen, 2005

MPM para la fertilización: Dosis

- REQUERIMIENTOS DEL RODEO:

kg MS /ha ???

- REQUERIMIENTO DE LA PASTURA:

kg MS x % NUTRIENTE (2 - 3 % N, 0.2 - 0.3 % P, etc.).

- APORTES DE NUTRIENTES:

suelo, fijación simbiótica de N, restos vegetales, deyecciones de animales, etc.

- DIFERENCIA ENTRE REQUERIMIENTOS Y APORTES:

DOSIS DE FERTILIZACION

Requerimientos nutricionales de forrajeras

Recopilación de Ciampitti y Garcia (2008)

Cultivos	Nombre Científico	Extracción (kg/ton)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	27	2.8	21	12	2.8	4
Trébol Rojo	<i>Trifolium pratense</i>	21	3	24	-	3.2	5
Trébol Blanco	<i>Trifolium repens</i>	30	3.3	20	-	-	3
Trébol de cuernos	<i>Lotus corniculatus</i>	21	2.2	16	-	-	-
Vicia	<i>Vicia sativa</i>	26	3	19	-	-	-
Pasto Ovillo	<i>Dactylis glomerata</i>	26	2.7	22	-	2.3	2
Raigrás	<i>Lolium sp.</i>	25	2.7	19	5	3.6	3
Cebadilla	<i>Bromus unioloides</i>	15	2	17	-	-	2
Poa	<i>Poa annua</i>	14	2.4	17	-	1.6	2
Alpiste	<i>Phalaris arundinacea</i>	13	1.9	17	-	-	-
Sorgo Forrajero	<i>Sorghum bicolor</i>	11	2.8	13	-	2.1	3
Gramilla	-	9	2	10	-	1	2
Festuca	<i>Festuca pratensis</i>	17	2.4	20	-	1.7	3
Festuca Alta	<i>Festuca arundinacea</i>	25	3	26	6	2.5	3

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

¿Se pueden lograr incrementos rentables en producción de pasto a través de la fertilización?

Fertilización de pasturas en el Oeste

CREA Trenque Lauquen II - M. Buero (2006)

B. PRIMER INVIERNO

	<i>Establ.</i>	<i>Lote</i>	<i>Cultivo</i>	<i>Fecha Fertilización</i>	<i>Fertilizantes</i>	<i>Testigo (kg MS / ha)</i>	<i>Fertilizada (kg MS / ha)</i>	<i>Dif. en %</i>	<i>Cortes</i>	<i>Período considerado</i>		
	LP	7 LP	Pastura 98	15-abr-98	Mezcla	3 669	4 971	35%	3	24-jul-98	14-oct-98	82 días
	LRM	5 LRM	Pastura 97	24-nov-98	DAP x 200 Urea x 300	4 531	6 050	34%	5	5-jun-99	24-sep-99	111 días
	LRM	5 LRM	Pastura 97	24-nov-98	Mezcla	4 531	5 945	31%	5	5-jun-99	24-sep-99	111 días
	LE	5 LE	Pastura 98	15-abr-99	Urea x 100	4 475	6 136	37%	4	10-may-99	14-sep-99	127 días
	LB	5 LB	Pastura 96	15-abr-99	Urea x 120	4 573	5 565	22%	4	10-may-99	22-sep-99	135 días
	LF	3b LF	Pastura 96	15-abr-99	Urea x 200	1 355	2 275	68%	2	8-jun-99	14-ago-99	67 días
	LF	5 LJ	Pastura 96	15-abr-99	Urea x 200	2 919	4 080	40%	3	8-jun-99	14-ago-99	67 días
	LF	22 LF	Pastura 99	15-abr-99	Urea x 200	1 913	4 061	112%	1	9-oct-99	9-oct-99	0 días
								PROMEDIO	47%			

C. SEGUNDO INVIERNO (Efecto residual)

	<i>Establ.</i>	<i>Lote</i>	<i>Cultivo</i>	<i>Fecha Fertilización</i>	<i>Fertilizantes</i>	<i>Testigo (kg MS / ha)</i>	<i>Fertilizada (kg MS / ha)</i>	<i>Dif. en %</i>	<i>Cortes</i>	<i>Período considerado</i>		
	LP	7 LP	Pastura 98	15-abr-98	Mezcla	2 922	3 383	16%	2	17-may-99	27-sep-99	133 días
	LMG	7	Pastura 98	15-oct-98	Urea x 200	1 418	2 189	54%	1	15-jul-99	16-sep-99	63 días
								PROMEDIO	35%			

Fósforo: Eficiencia de uso en recursos forrajeros

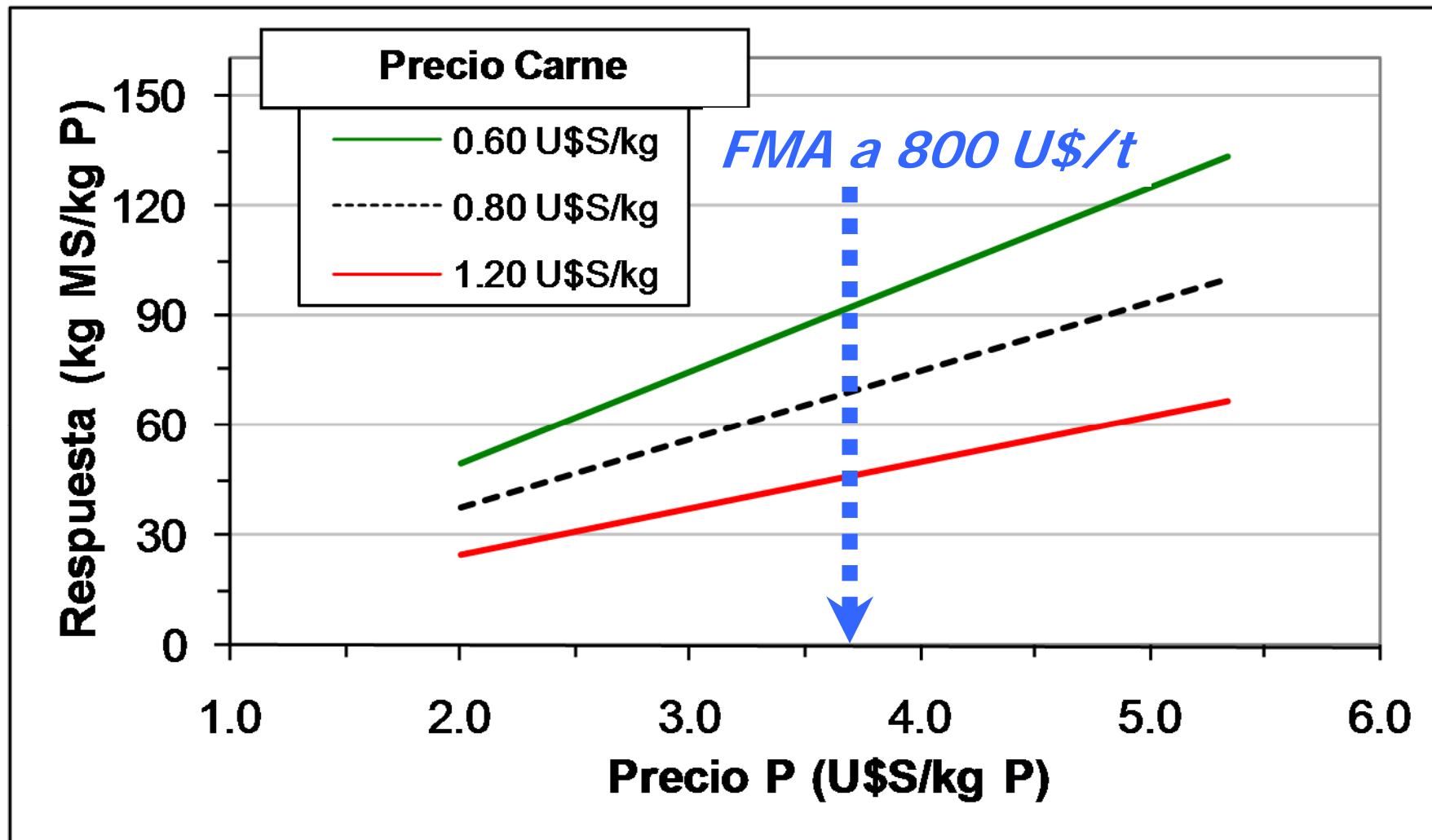
Recurso Forrajero	Zona	Eficiencia de Uso (kg MS/kg nutriente)	Referencia
Pastura consociada	Este La Pampa	84	Duarte y Díaz Zorita, 2003
Pastizal natural	Pampa Deprimida (PA)	70	Costa y García, 1997

Eficiencias de uso de P

superiores a 53 kg materia seca por kg P son rentables para precios de carne de 1 U\$ por kg y de fosfato monoamónico de 800 U\$ por tonelada

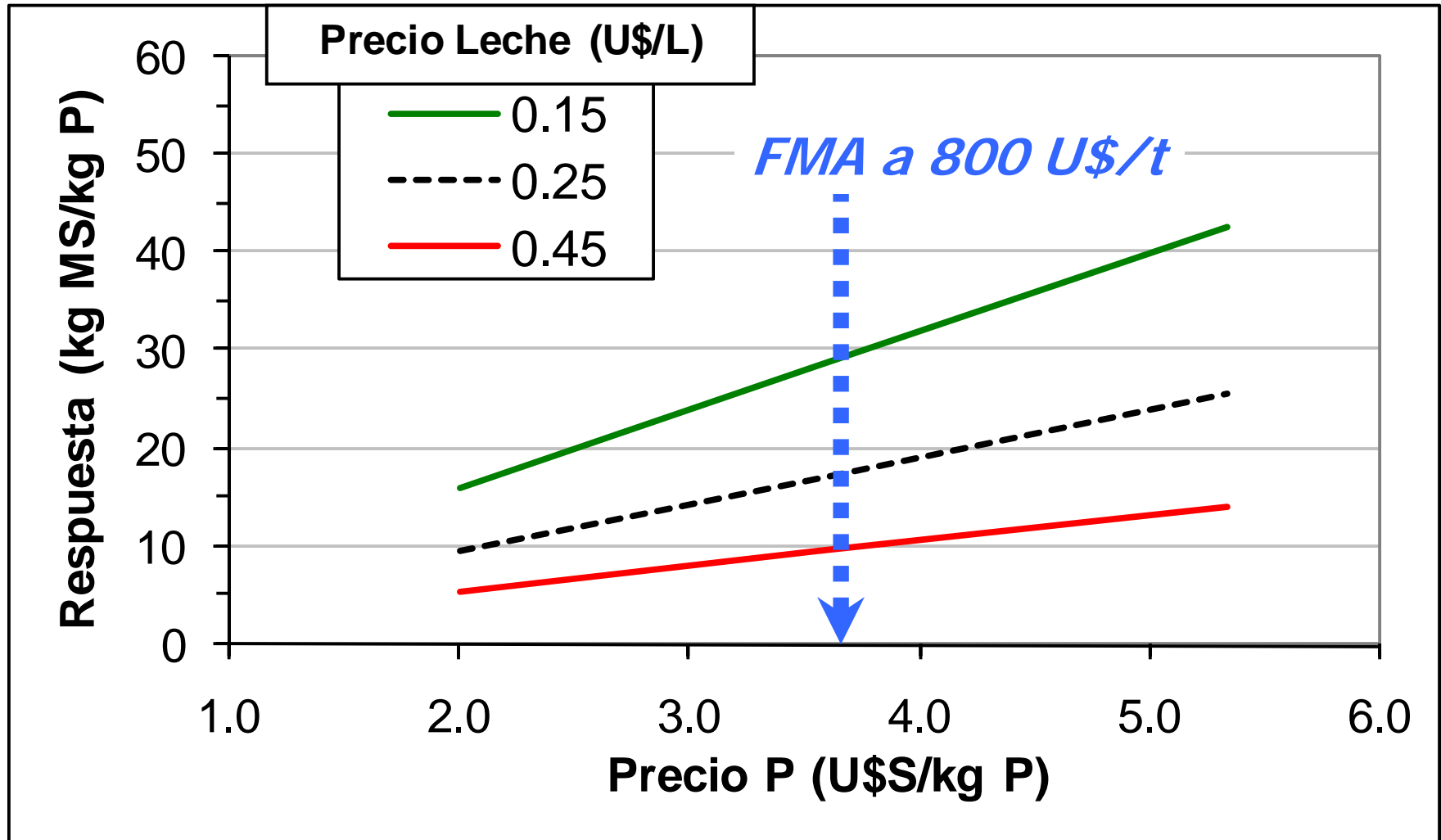
	Aires		
Trébol rojo	Este Entre Ríos	144-238	De Battista y Costa, 1998
Alfalfa	Sur de Córdoba	68-128	Montesano, 2001
Pastura Festuca y T. Rojo	Sudeste Buenos Aires	294	Marchegiani y Satorre, 1981

Respuestas de indiferencia según precio de Fósforo en producción de carne



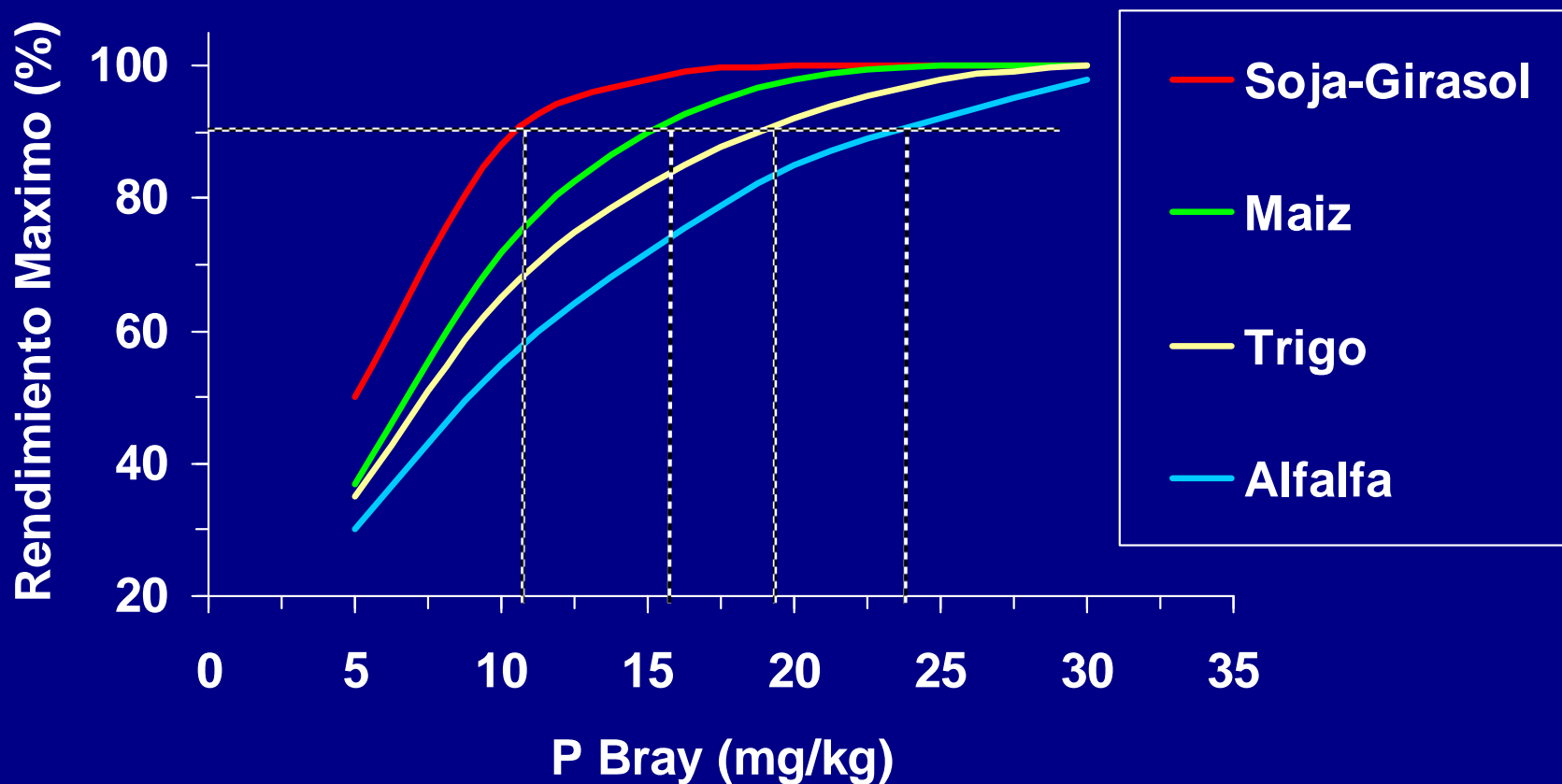
Nota: 15 kg materia seca por kg de carne

Respuestas de indiferencia según precio de Fósforo en producción de leche



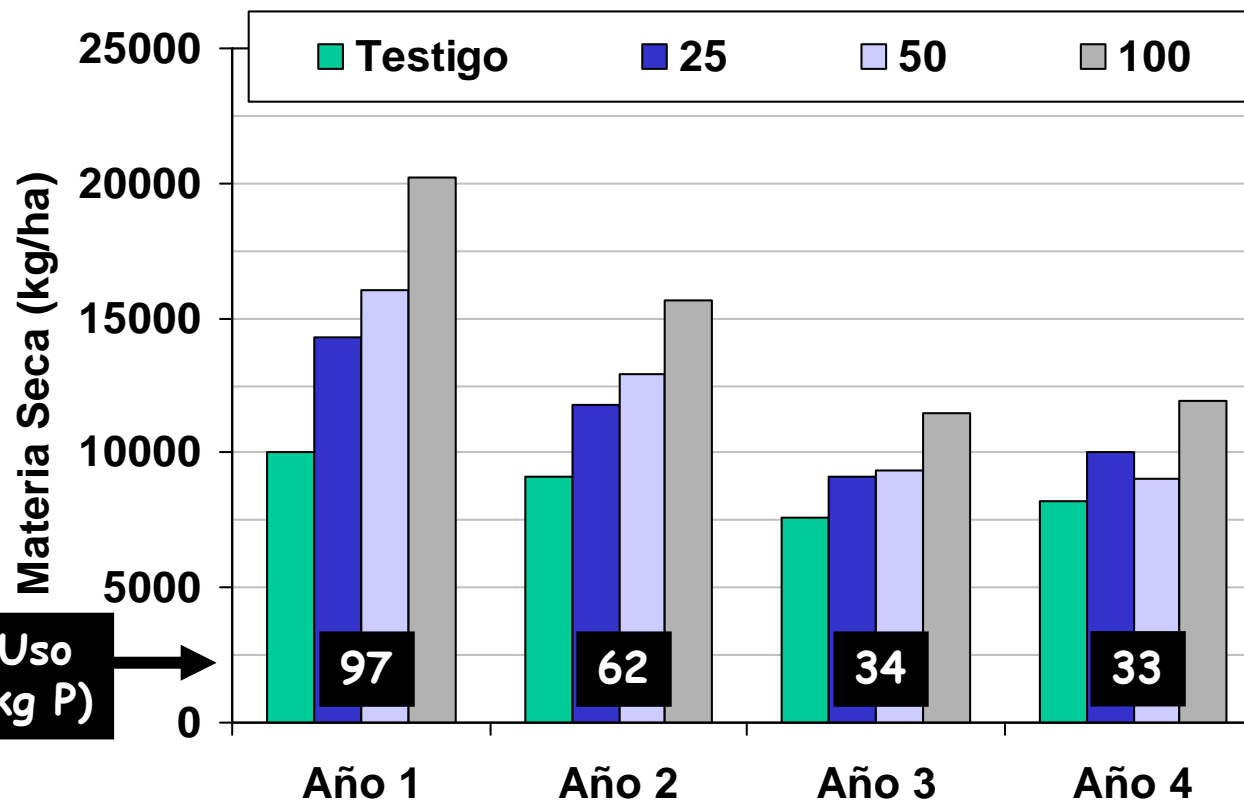
Nota: 1.2 kg materia seca por L de leche

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)

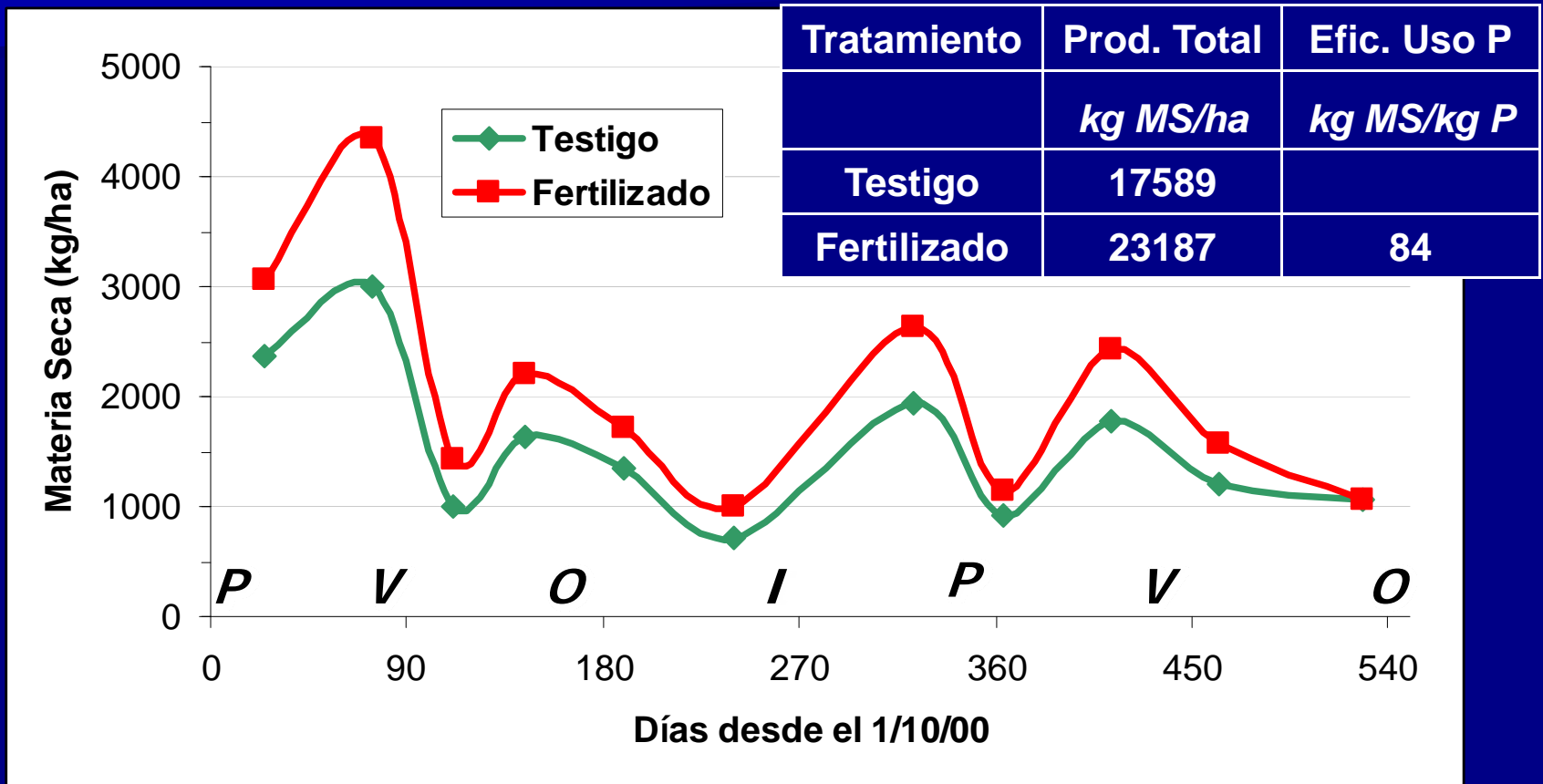
Suelo Argiudol típico 10.3 ppm P Bray pH 6.2 MO 6.4%

Fuente de P Superfosfato triple

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

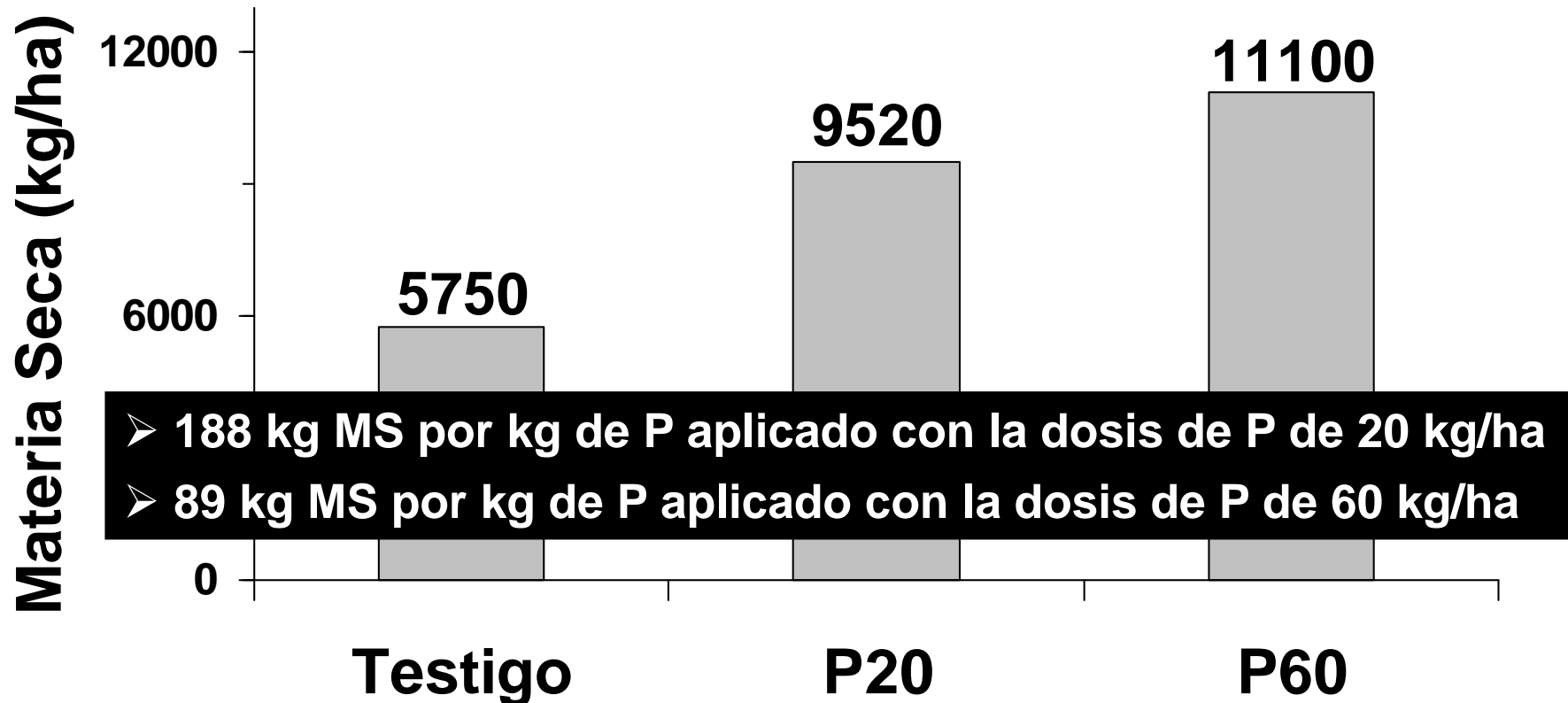


- *Pastura consociada de alfalfa, festuca, cebadilla y pasto ovido*
- *Siembra en Abril 2000*
- *Análisis de suelo: P Bray 7.8 ppm - MO 1.87%*

Fósforo en pasturas consociadas

Fertilización a la siembra

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*

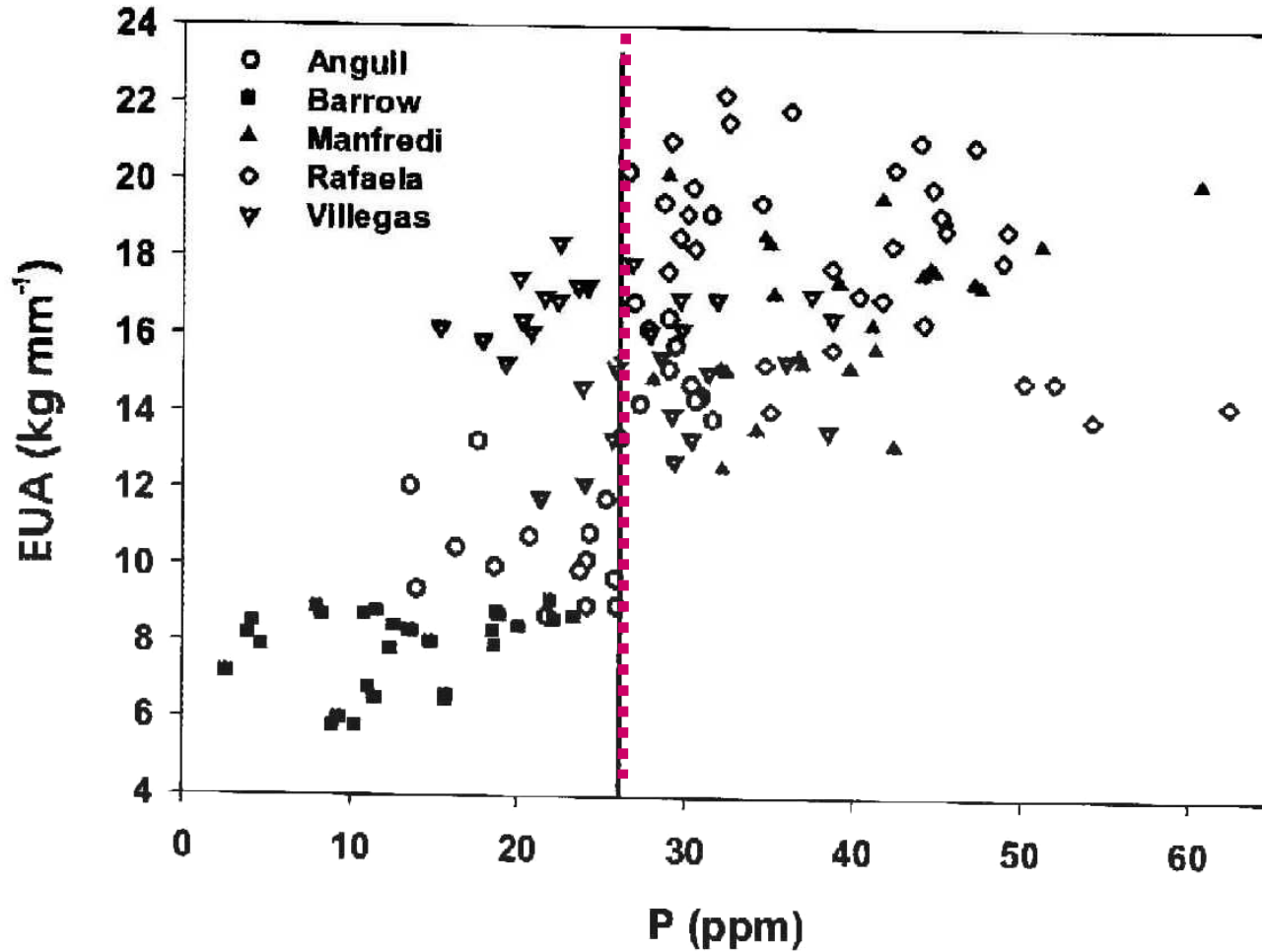
Recomendaciones orientativas de fertilización fosfatada para forrajeras

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*

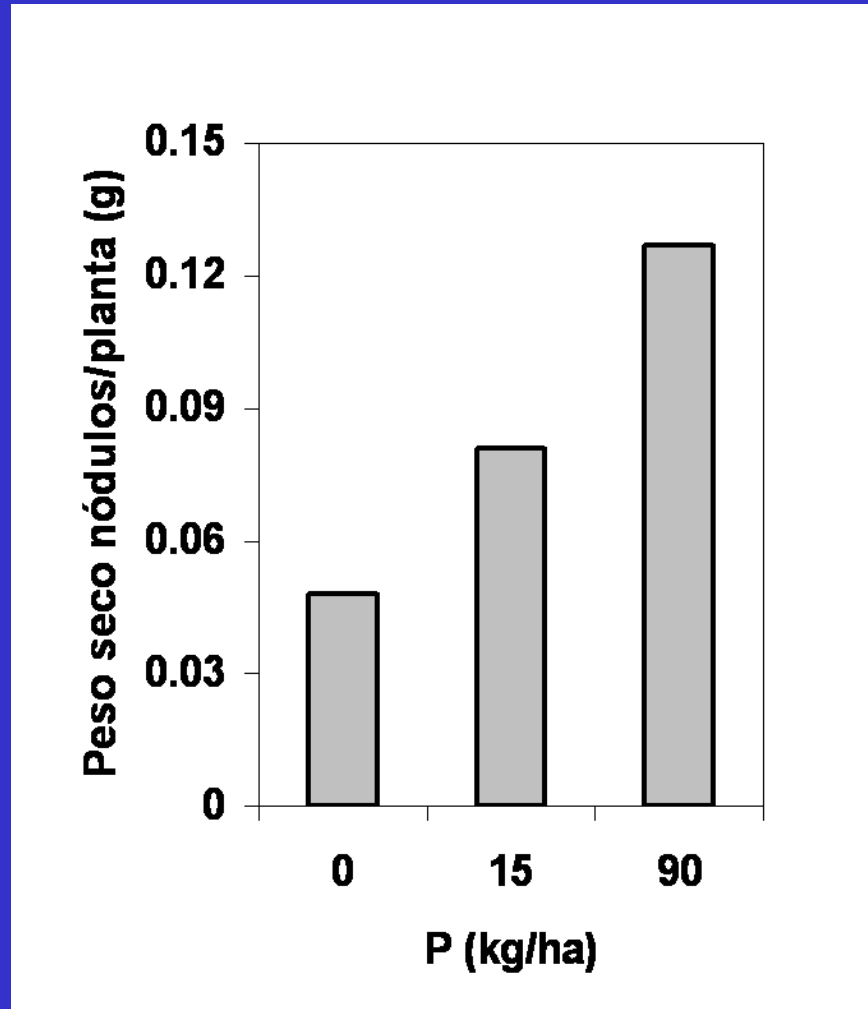
Alfalfa

Nivel de P del suelo y eficiencia de uso del agua



Alfalfa

Fertilización con P y nodulación



Duarte y col. 2001

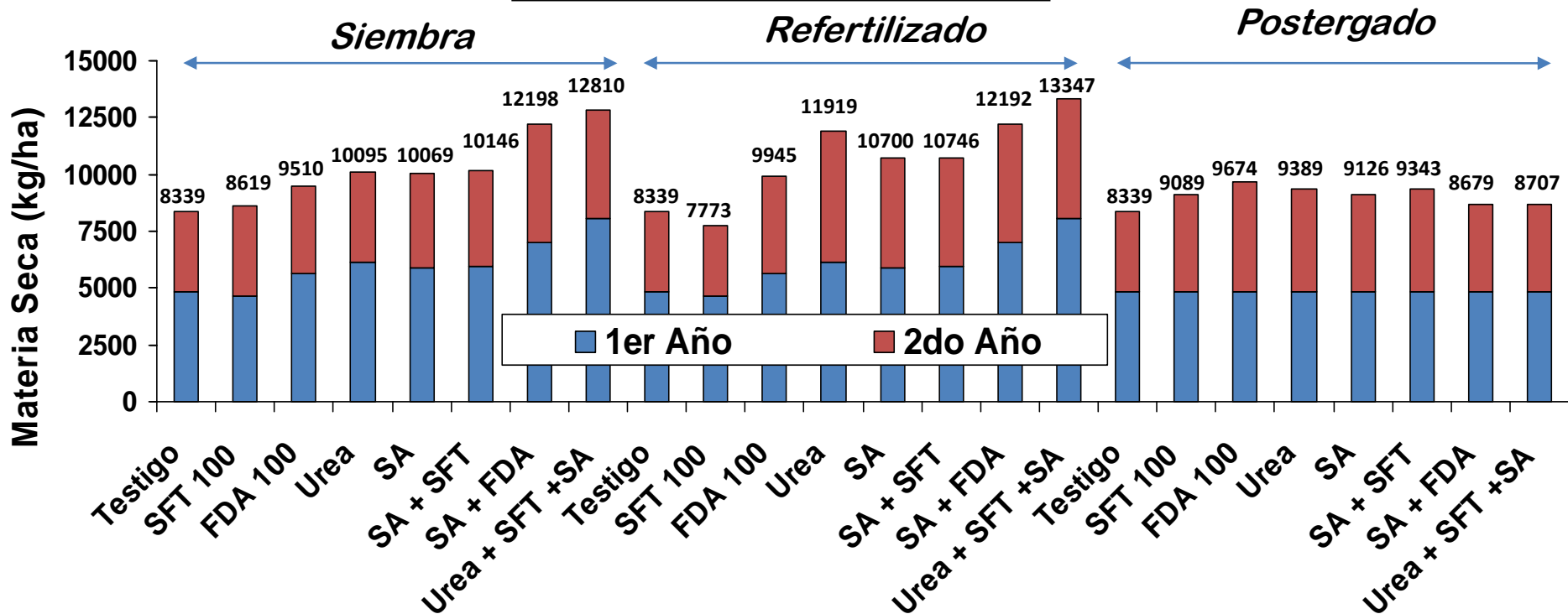
¿Cuándo aplicar el P?

- 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

Momentos de fertilización

CREA Trenque Lauquen II - M. Buero (2006)

FERTILIZACIÓN DE PASTURAS CON N, P, y S.				
A. Bono y F.J. Babinec (EEA Anguil INTA), P. Lescano (F. Agr. UNLPam.), L. Peluffo y C. Bianchi (Est. Ma. Teresa Sur)				
Tratamiento	Primer año	Segundo año		
		Siembra	Refertilizado	Postergada
Testigo	4 825	3 514	3 514	3 514
SFT	4 628	3 991	3 145	4 264
FDA	5 639	3 871	4 306	4 849
Urea	6 153	3 942	5 766	4 564
SA	5 904	4 165	4 796	4 301
SA + SFT	5 971	4 175	4 775	4 518
SA + FDA	6 983	5 215	5 209	3 854
Urea + SA + SFT	8 043	4 767	5 304	3 882

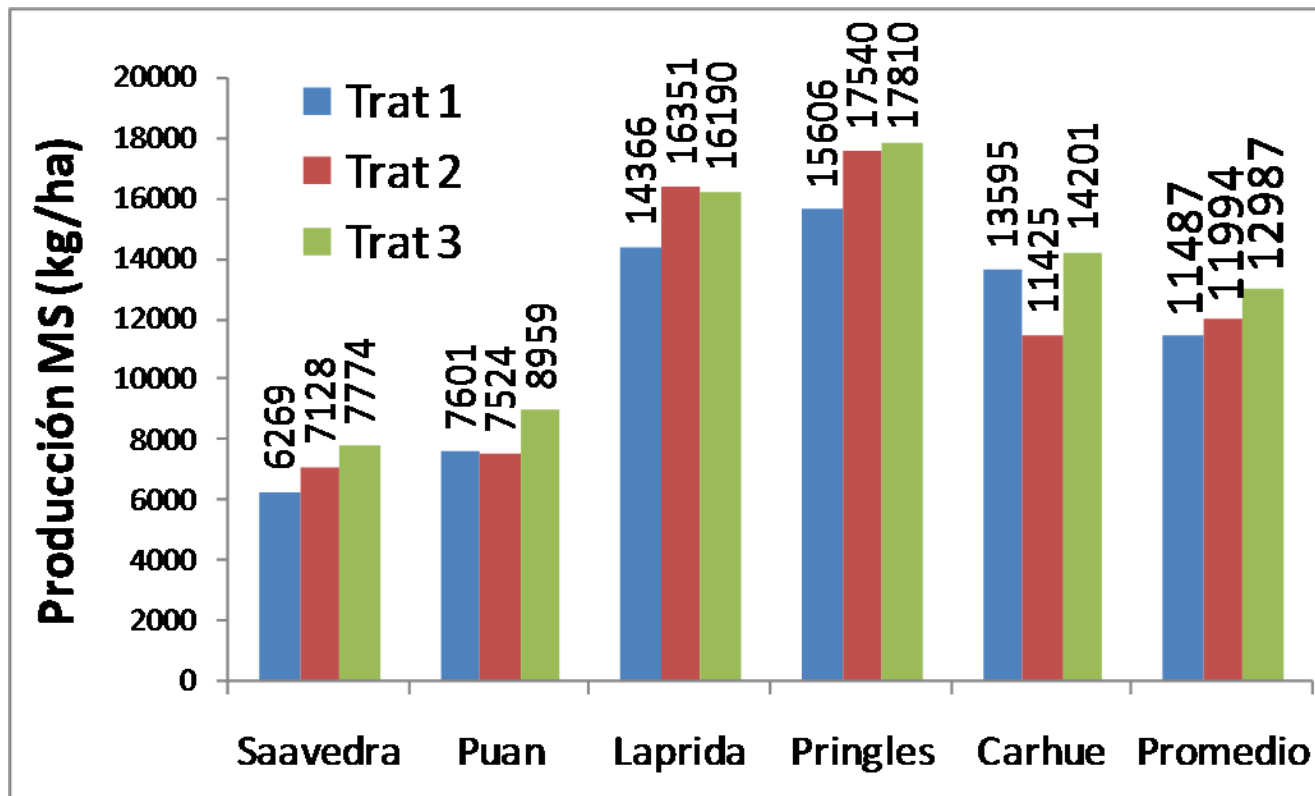


P en Pasturas del Sudoeste de Buenos Aires

Momento de aplicación

Clavijo y Melin (2008) - CREA Región Sudoeste

Pastura base alfalfa - Producción 2004-2005-2006



Trat 1: 50 kg FDA

Trat 2: 50 kg FDA + 200 kg FDA al año

Trat 3: 50 kg FDA + 200 kg FDA pre-siembra incorporado

Dosis y forma de aplicación de fósforo

Pasturas Implantación 2005 – Nueva Castilla

Fuente: P. Trabucco (2006) CREA 30 de Agosto-Marilauquen

Tratamientos:

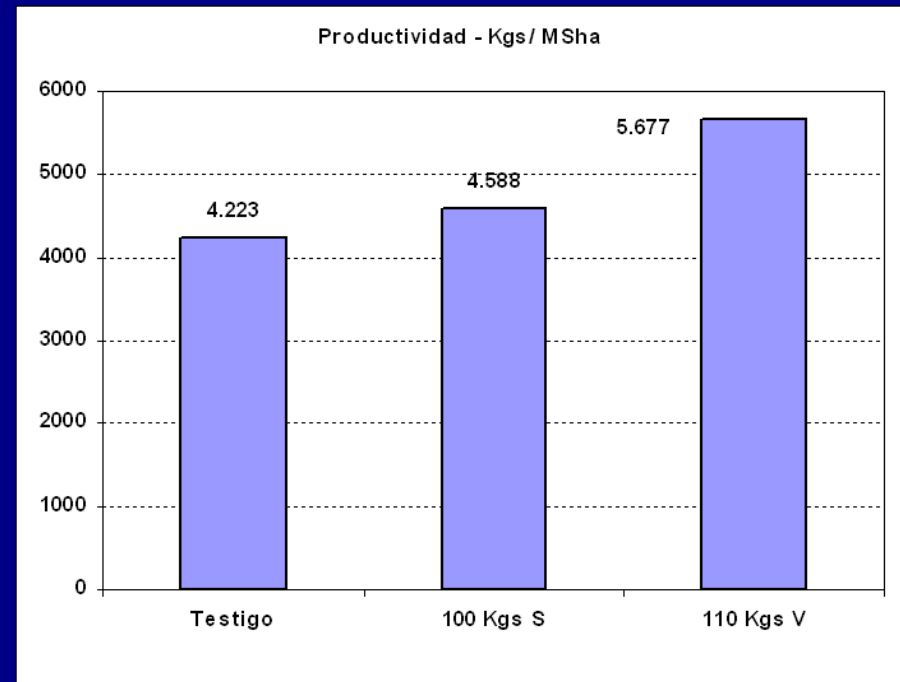
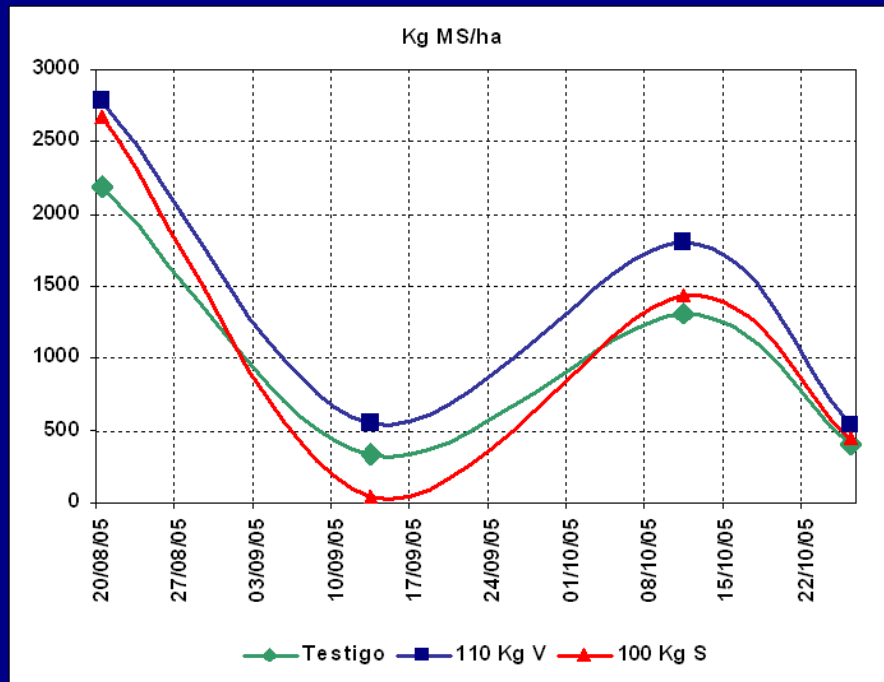
T0: Testigo 50 Kgs PDA

T1: 50 kg a la siembra + 100 Kg PDA Sembrados pre Siembra

T2: 50 Kg a la siembra+ 110 Kg PDA al voleo post Siembra inmediata

Nº Cortes: 4

Corte de Remanente: A cargo del campo



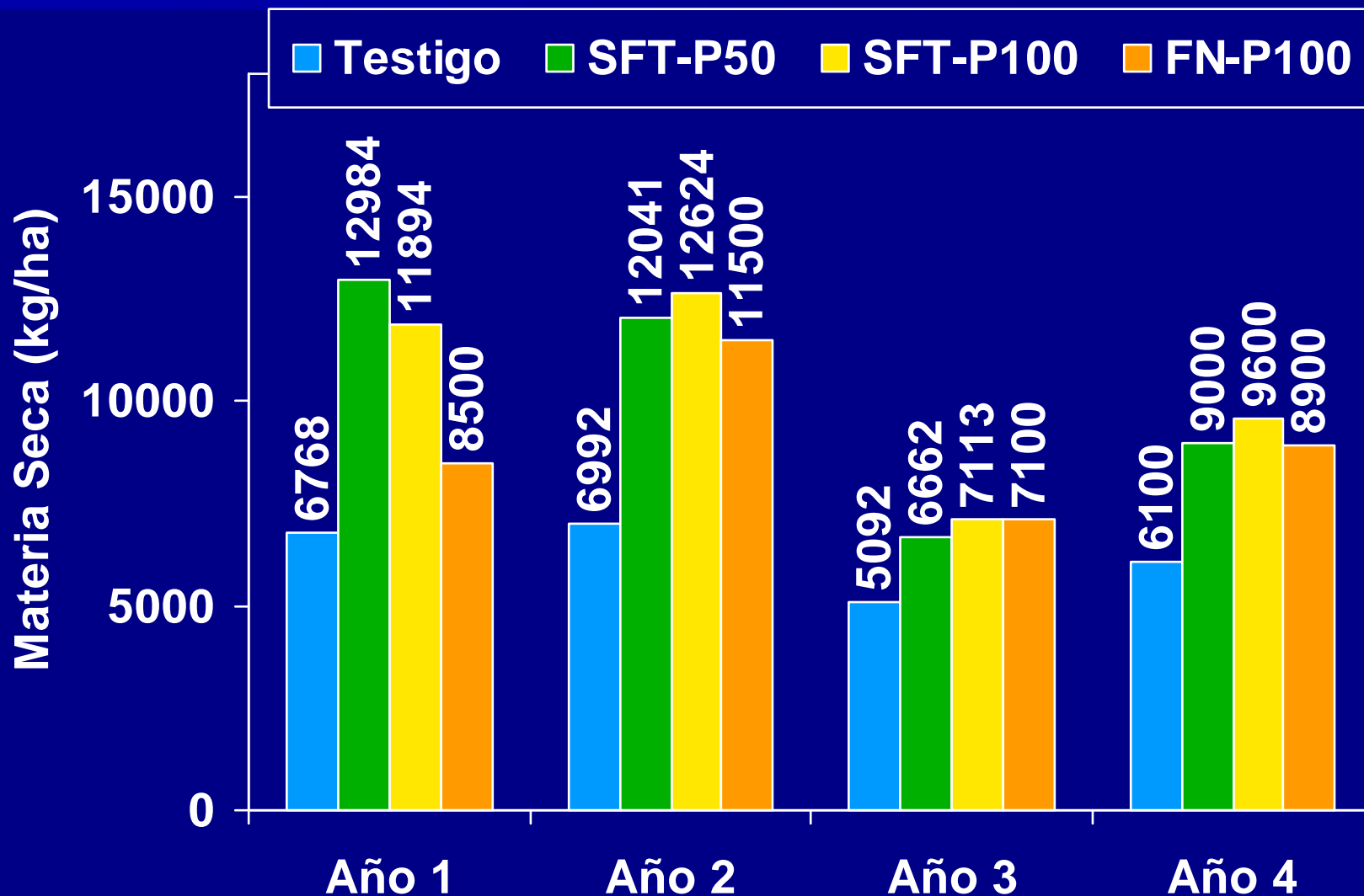
Fuentes de Fósforo

- 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

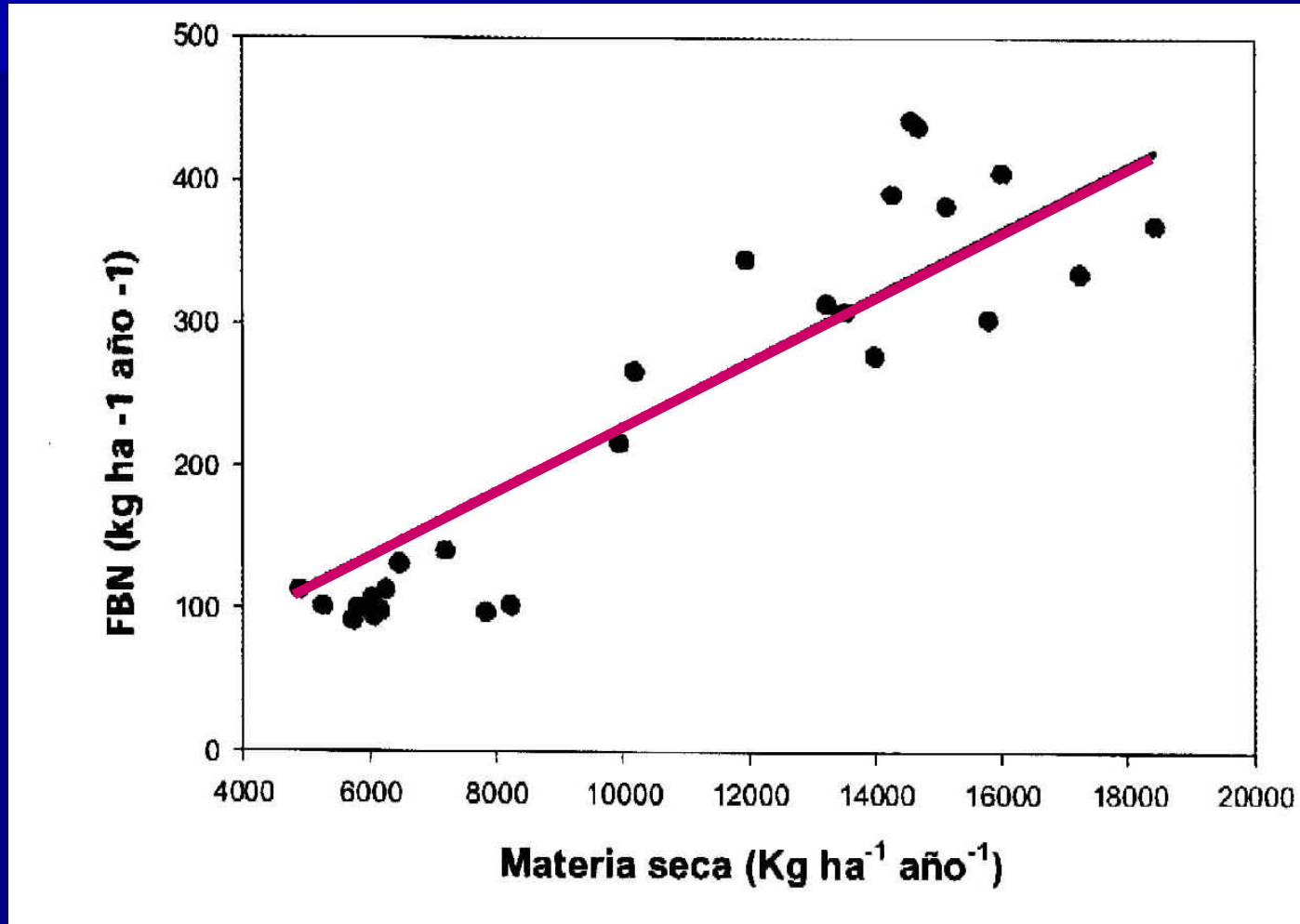
PRODUCCION ANUAL FERTILIZADA A LA SIEMBRA CON SUPERFOSFATO TRIPLE (SFT) Y FOSFATO NATURAL (FN) 1995-1998.

UI Balcarce. Berardo y Marino, 2000.



Alfalfa

Producción de materia seca y fijación simbiótica de N



Nitrógeno: Eficiencia de uso en recursos forrajeros

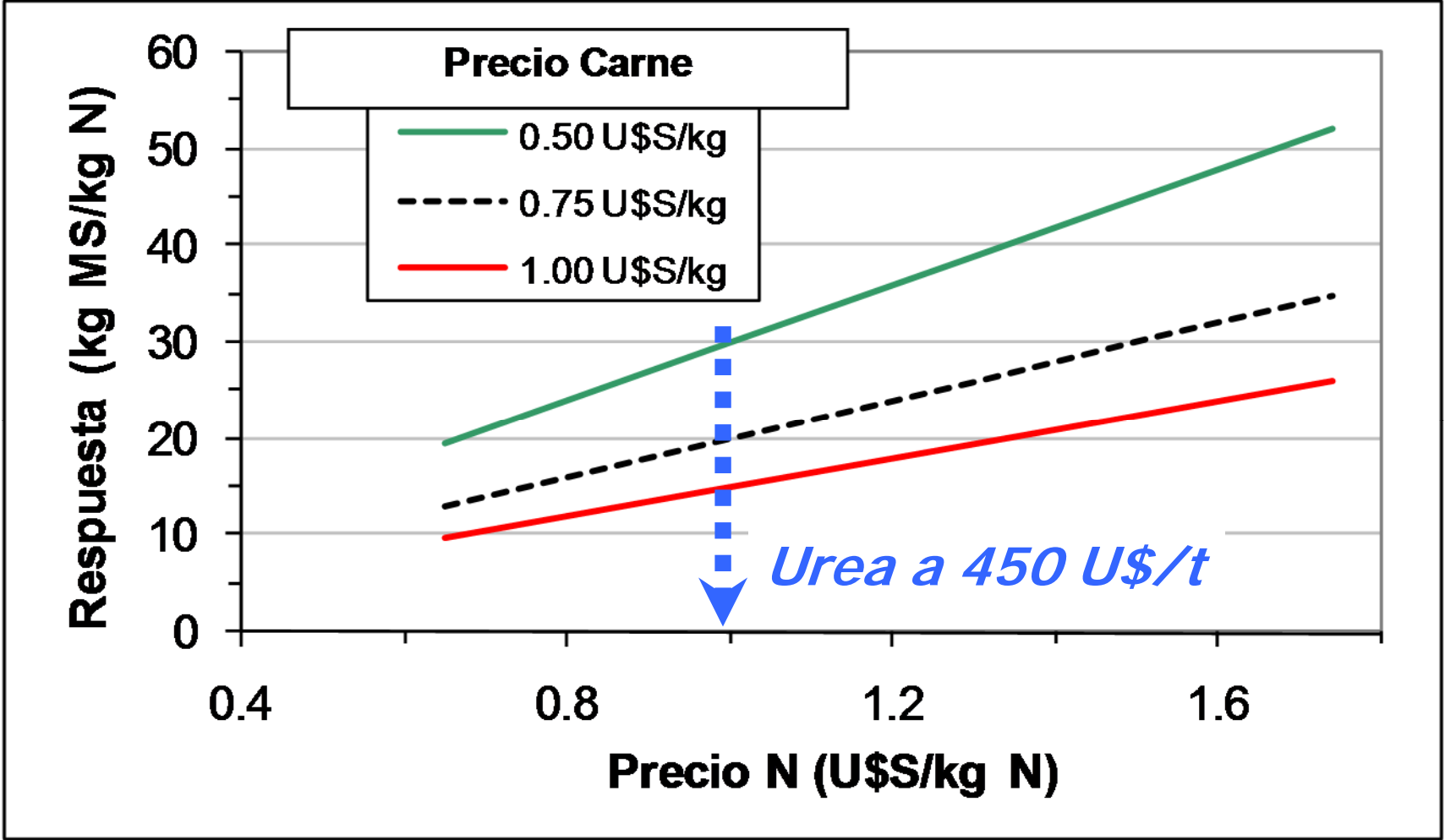
Recurso Forrajero	Zona	Eficiencia de Uso (kg MS/kg nutriente)	Referencia
Pastura consociada	Sudeste Buenos Aires	16-37	Berardo, 1996
Agropiro	Pampa Deprimida	44	Linari, 1998

Eficiencias de uso de N

superiores a 15 kg materia seca por kg N son rentables para precios de carne de 1 U\$ por kg y de urea de 450 U\$ por tonelada

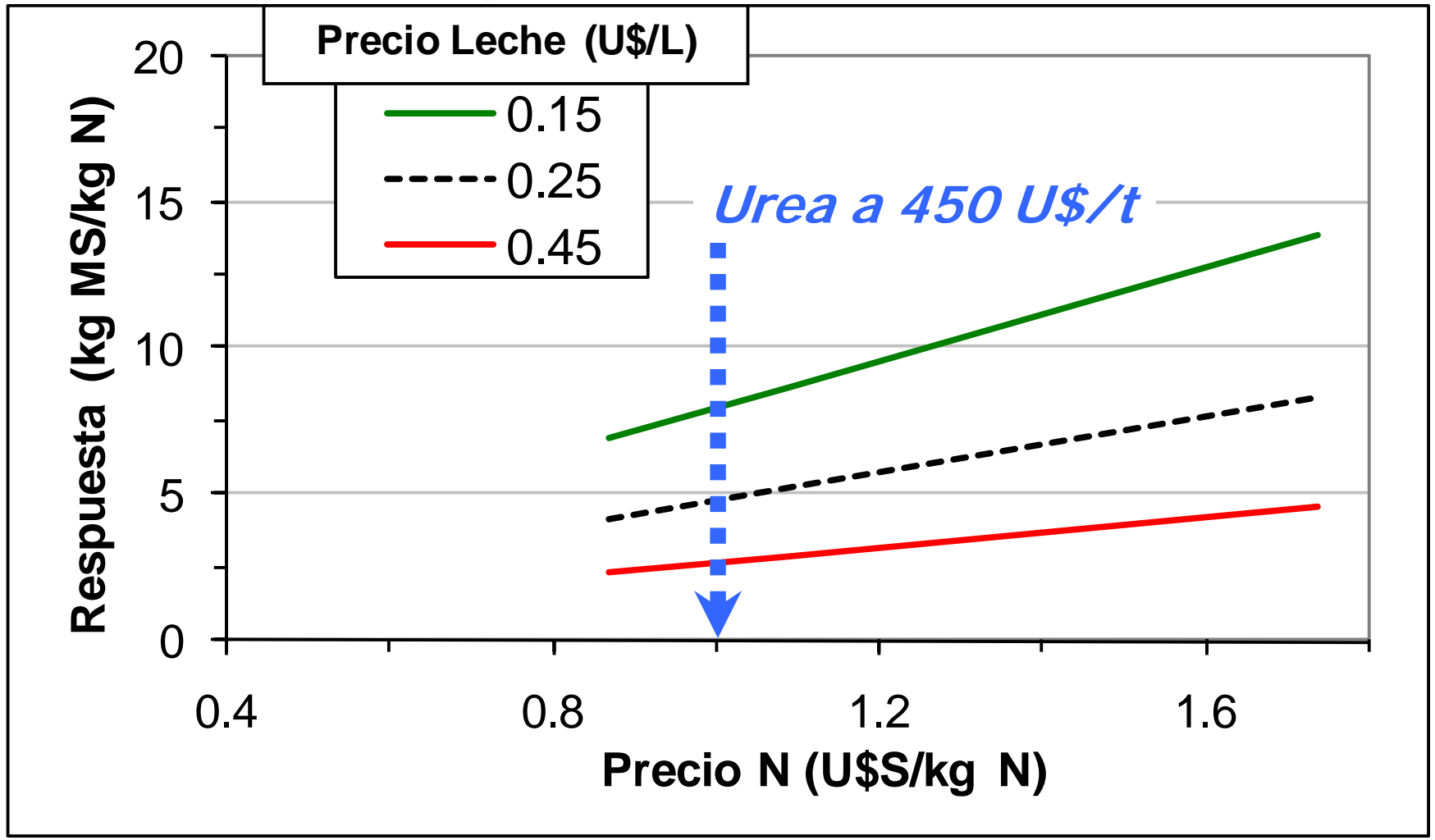
<i>Digitaria eriantha</i>	San Luis	19-45	Veneciano et al., 1997
Avena y raigrás	Sudeste Buenos Aires	32	Marino, 1995
Verdeos Invierno	Centro Buenos Aires	24-26	Bussolini et al., 1998
Centeno	Sur de Córdoba	27	Kenny y Resch, 1996
Raigrás anual	NEA (Corrientes)	20-47	Arias Mañotti et al., 2004

Respuestas de indiferencia según precio de Nitrógeno en producción de carne



Nota: 15 kg materia seca por L de carne

Respuestas de indiferencia según precio de Nitrógeno en producción de leche



Nota: 1.2 kg materia seca por L de leche



Nitrógeno en Pasturas y Verdeos

- ✓ La deficiencia de N es general en todos los sistemas forrajeros
- ✓ Estratégico
- ✓ Las leguminosas cubren gran parte de su demanda a través de la fijación biológica
- ✓ En regiones húmedas, las eficiencias de uso son mayores en aplicaciones a la salida del invierno (25-35 kg MS/kg N) que en otoño (10-15 kg MS/kg N)
- ✓ Permite adelantar el crecimiento a fin de invierno
- ✓ Permite reducir la superficie de verdeos
- ✓ En verdeos, momento de aplicación según disponibilidad de agua: En regiones subhúmedas, la falta de agua en invierno reduce las eficiencias de uso

REFERTILIZACION con N: Tasas de Crecimiento

9 de Julio (Buenos Aires) - Fuente: N. Capelle – CREA 9 de Julio

Tasas de crecimiento orientativas en base a resultados 3 años de ensayos del CREA 9 de Julio.

(2002: San Miguel y Santa Elena - 2003: San Miguel - 2005: El Arapey)

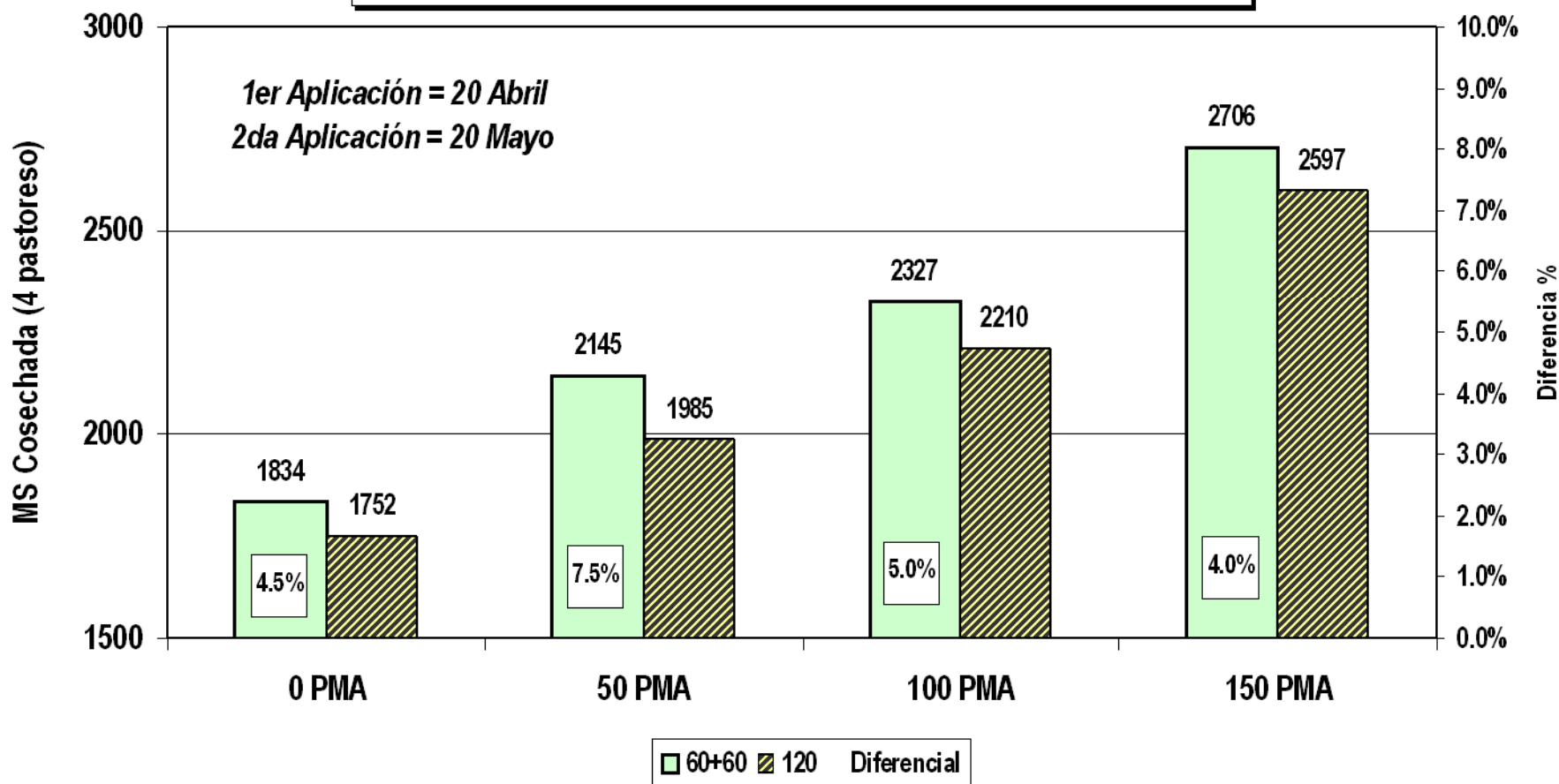
PASTURAS CON ALFALFA + PASTO OVILLO + CEBADILLA + T. BLANCO

TRATAMIENTO	Otoño / Invierno				Primavera			
	TASA : Kg MS / Ha / Día				TASA : Kg MS / Ha / Día			
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
BAJO (60 Urea)	22	15	18	23	93	59	42	43
MEDIO (120 Urea)	24	17	19	24	105	66	51	47
<i>Dif s/Ferti Base</i>	9%	13%	6%	4%	13%	12%	21%	9%
ALTO (180 Urea)					112	67	56	48
<i>Dif s/Ferti Base</i>					20%	14%	33%	12%
CONVERSIÓN	7,5 Kg de MS / Kg N				20,4 Kg de MS / Kg N			

Fraccionamiento de N en raigras

9 de Julio (Buenos Aires) - Fuente: N. Capelle – CREA 9 de Julio

Ensayo Santa Elena - Raigras 2002
Aplicación de N fraccionada (120 UREA vs 60 + 60 UREA)
2da. Aplicación a 30 días de la 1era



Azufre: Eficiencia de uso en recursos forrajeros

Recurso Forrajero	Zona	Eficiencia de Uso (kg MS/kg nutriente)	Referencia
Alfalfa	Centro Santa Fe	106-133	Fontanetto et al., 2004
Alfalfa	Centro Buenos Aires	163	Carta et al., 2001
Pastura consociada	Oeste Buenos Aires	39	Bono et al., 1997
Avena y centeno	Oeste Buenos Aires	32	Quiroga y,Vallejo 2001
Moha	Centro-Oeste Buenos Aires	73	Carta et al., 2004

Eficiencias de uso de S

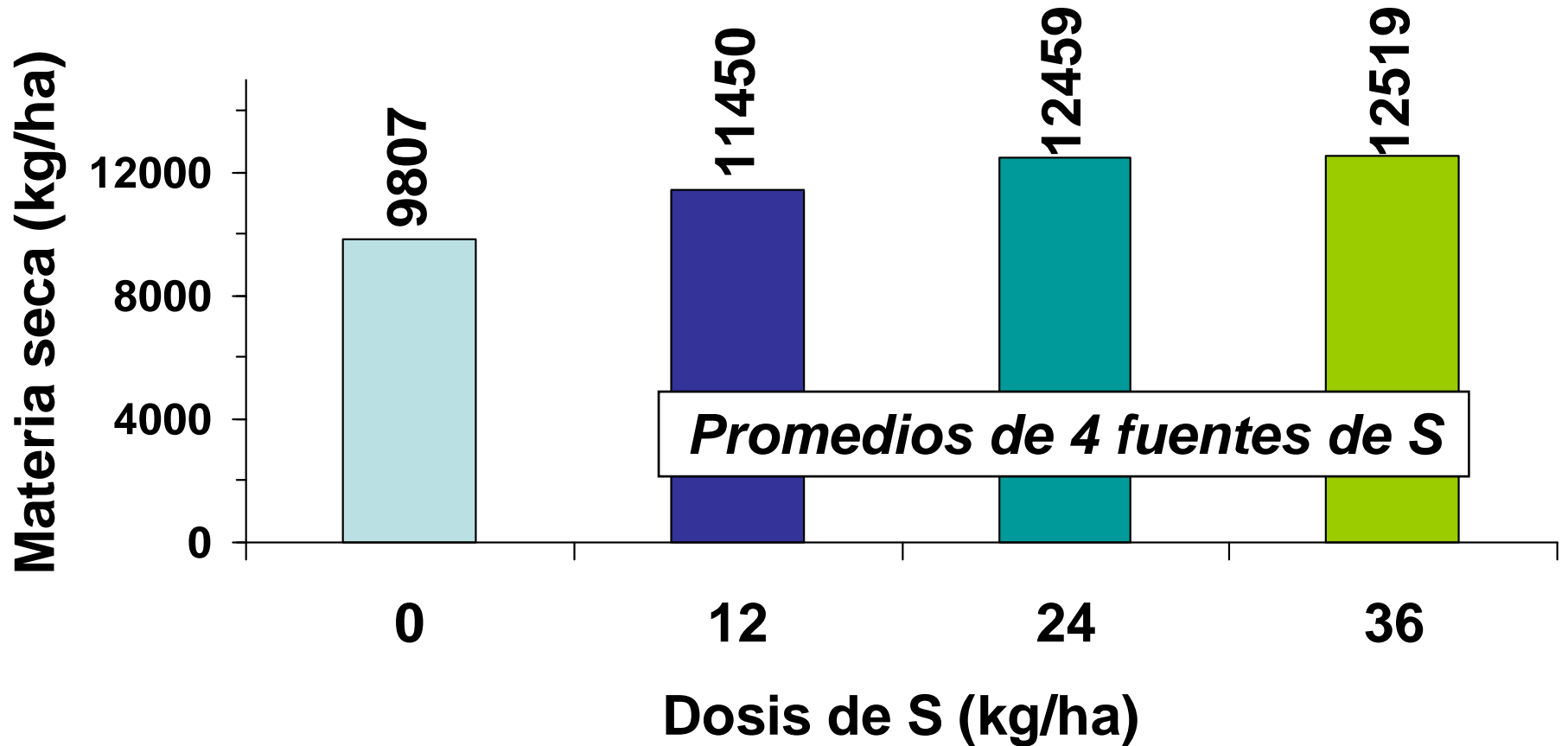
superiores a 24 kg materia seca por kg S son rentables

para precios de carne de 1 U\$ por kg

y de sulfato de calcio de 300 U\$ por tonelada

Azufre en Alfalfa en el Centro de Santa Fe

EEA INTA Rafaela (Santa Fe) – Fontanetto, Keller y Vivas (2004)



110 kg MS por kg de S aplicado con la dosis de S de 24 kg/ha

- Fertilización a la siembra, Fertilización de base: 40 kg/ha de P como SFT y 370 kg/ha de Ca como calcita*
- Suelo Serie Esperanza -> MO 2.58% - P Bray 8.1 ppm - pH 5.7 - S-sulfatos 7.5 ppm
Ca 6.5 meq/100 g – Mg 1.4 meq/100 g – K 0.6 meq/100 g*

Azufre en Alfalfa

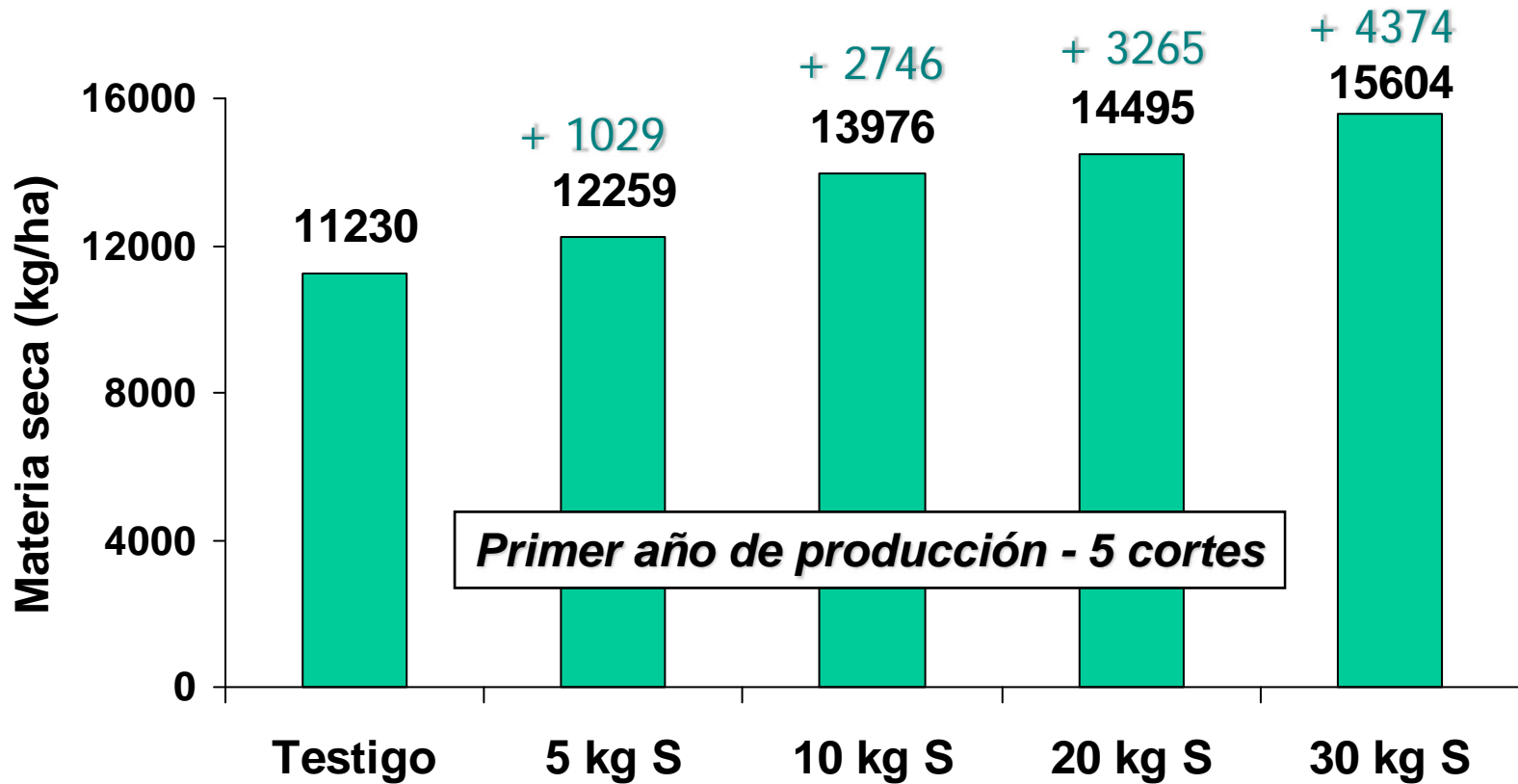
UEEA INTA 9 de Julio (Bs. As.) - Carta et al., 2001

MO 3%

P Bray 4 ppm

pH 6

S-sulfatos 14 ppm



163 kg MS por kg de S aplicado con la dosis de S de 20 kg/ha

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

Respuesta al Azufre en Pasturas Consociadas

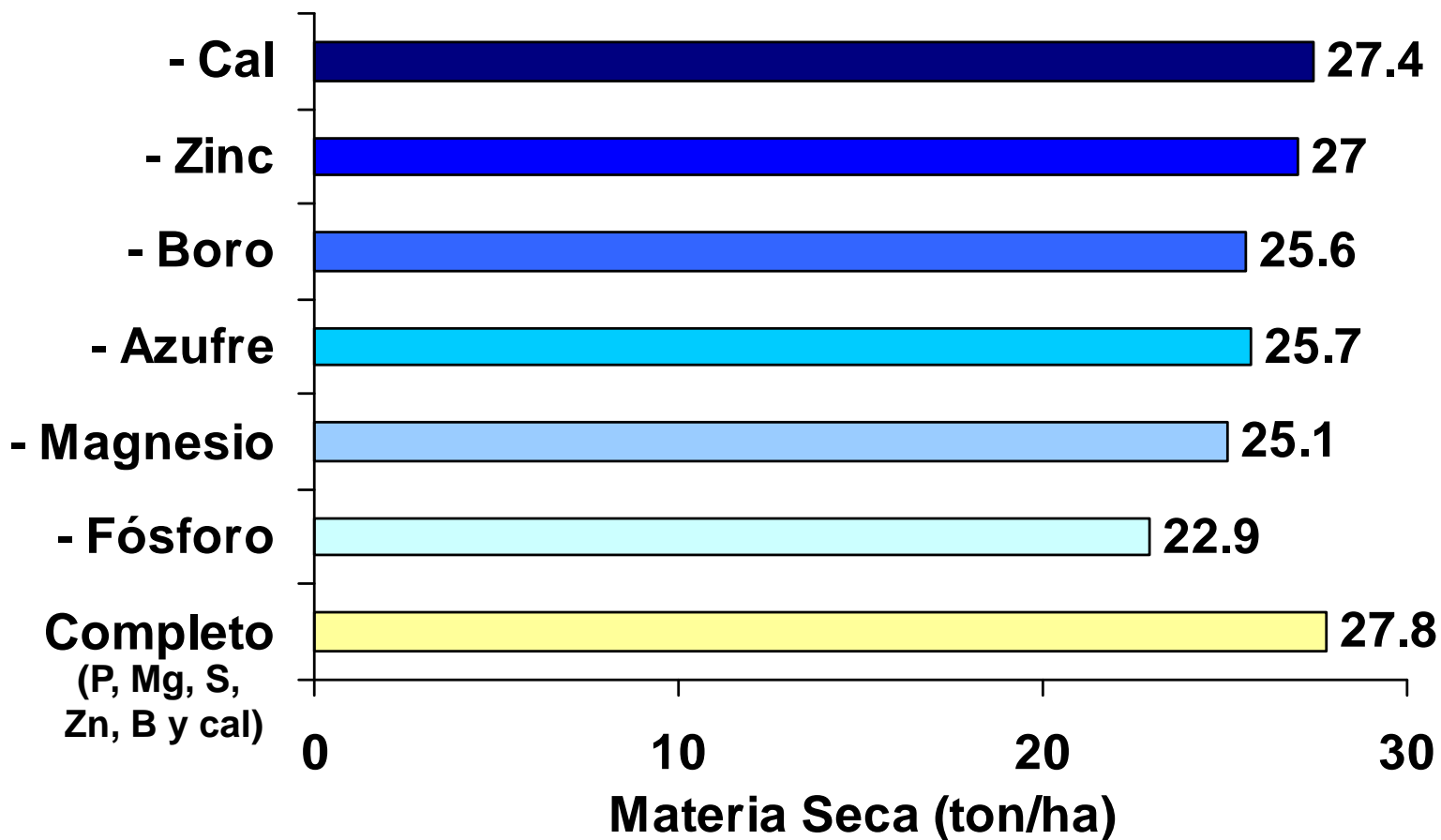
9 de Julio (Buenos Aires)

Fuente: N. Capelle – CREA 9 de Julio

	Tipo Pastura	S aportado (Kg/Ha)	Análisis Suelo		Diferencial Producción
			MO (%)	SO4 (ppm)	
San Miguel '01	&&+PO+Ceb	15	3,8	-	7%
Santa Elena '02	Fest+TR+TB	16,5	3,1	14,9	13%
San Juan '04	Fest+&&+TB	12	3,58	8,3	13%
Don Pedro '05	&&+PO+Ceb	15	3,93	10,1	9%
Las Chicas '06	Fest+TR+TB	27	3,02	9,6	27%
PROMEDIO					14%

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%

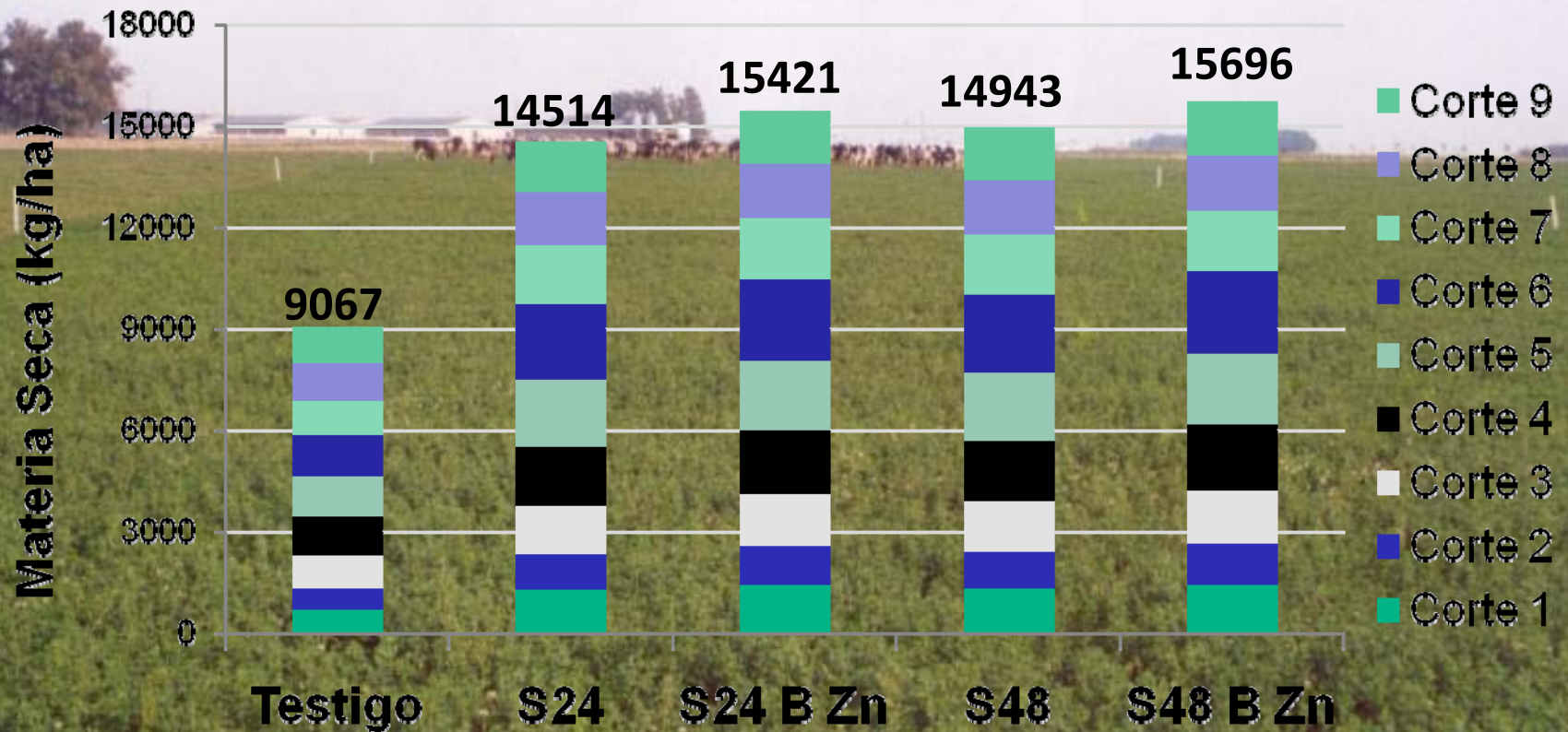
P Bray 7.2 ppm

pH 6.1

Alfalfa: S, B y Zn en la región central de Santa Fe

La Colonias- Campaña 2006/07 - EEA INTA Rafaela (Santa Fe)

Fontanetto y col. (2008)

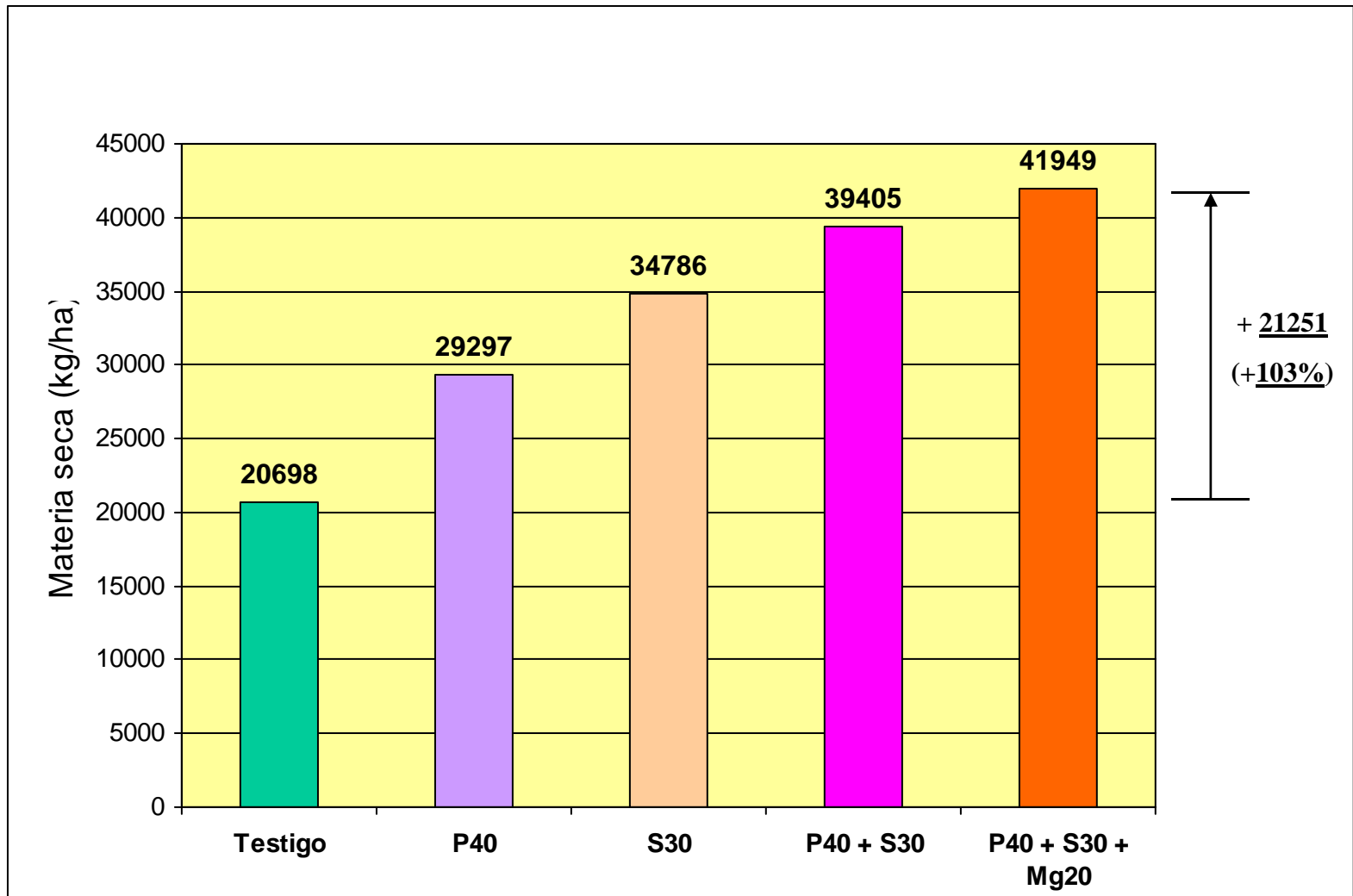


- MO 2.4%, P Bray 19 ppm, pH 5.9, CIC 15 meq/100g, Ca 8.2 meq/100 g, Mg 1.1 meq/100 g
- Refertilización
- Evaluación de Marzo 2006 a Marzo 2007 (9 cortes)

ALFALFA PURA EN TAMBO

Producción Acumulada al 3^{er} año en Pastoreo Rotativo con Suplementación

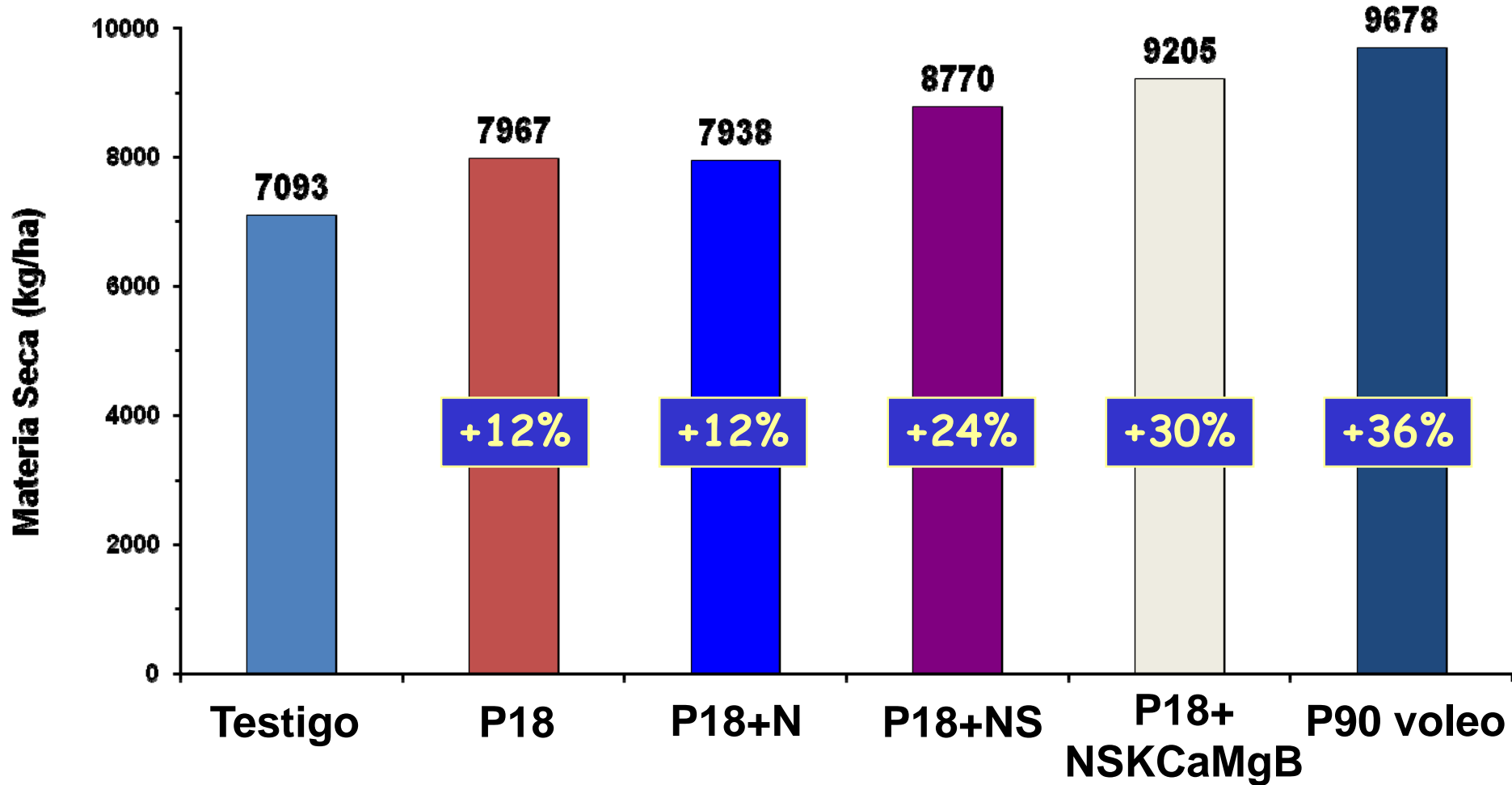
INTA Casilda - Ing. Agr. F. Martínez 2004



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*

Balances de N y P en sistemas de producción intensiva de carne

Marino y Agnus Dei (2005)

Nutriente	Nitrógeno	Fósforo
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
Disponibilidad en forraje	200-250	20-25
Retorno por forraje no consumido	40-50	4-5
Retorno por deyecciones	60-75	4-5
Requerimiento reposición	100-125	12-15

*Producciones de 8000-10000 kg MS/ha;
Eficiencia de cosecha del 70%*



ANALISIS ECONOMICO

Precios: 1 kg de N = u\$ 1,00 (450 u\$ / t de urea)
1 kg de P = u\$ 4,00 (800 u\$ / t de SFT o FDA)
1 kg de S = u\$ 1,60 (300 u\$ / t de yeso gran.)

EFECTO DE 1 kg DE NUTRIENTE SOBRE LA PRODUCCION DE MS, DE CARNE Y DE LECHE

1 kg de N 30 – 35 kg MS

equivalente a: **2 a 2.5 kg de carne (1 U\$/kg) U\$ 2 - 2.5**
20 a 25 L de leche (0.25 U\$/L) U\$ 5 - 6.25

1 kg de P 150 – 200 kg MS

equivalente a: **7 a 12 kg de carne (1 U\$/kg) U\$ 7 - 12**
100 a 140 L de leche (0.25 U\$/L) U\$ 25 - 35

1 kg de S 35 – 130 kg MS

equivalente a: **2 a 7 kg de carne (1 U\$/kg) U\$ 2 - 7**
25 a 100 L de leche (0.25 U\$/L) U\$ 6 - 25

Conclusiones

- La fertilización afecta directamente la producción, el balance gramíneas-leguminosas, la calidad de las pasturas y el balance de nutrientes de los suelos; e indirectamente, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
- La nutrición correcta permite mejorar la eficiencia de uso de todos los factores de producción
- La fertilización debe considerarse dentro del manejo global de los recursos forrajeros del establecimiento
- Las eficiencias de uso de P en situaciones de respuesta varían entre 100 y 300 kg MS/kg P aplicado
- Las eficiencias de uso de N varían entre 15 y 60 kg MS/kg N aplicado
- Las eficiencias de uso de S varían de 32 a 163 kg MS/kg S
- Investigaciones recientes han mostrado respuestas a calcio, magnesio, boro y otros nutrientes en algunas zonas de la región pampeana.

¡Muchas gracias!



WWW.IPNI.NET