

Zinc: El Nutriente que se viene

INTA



MUNDO SOJA MAIZ
2011

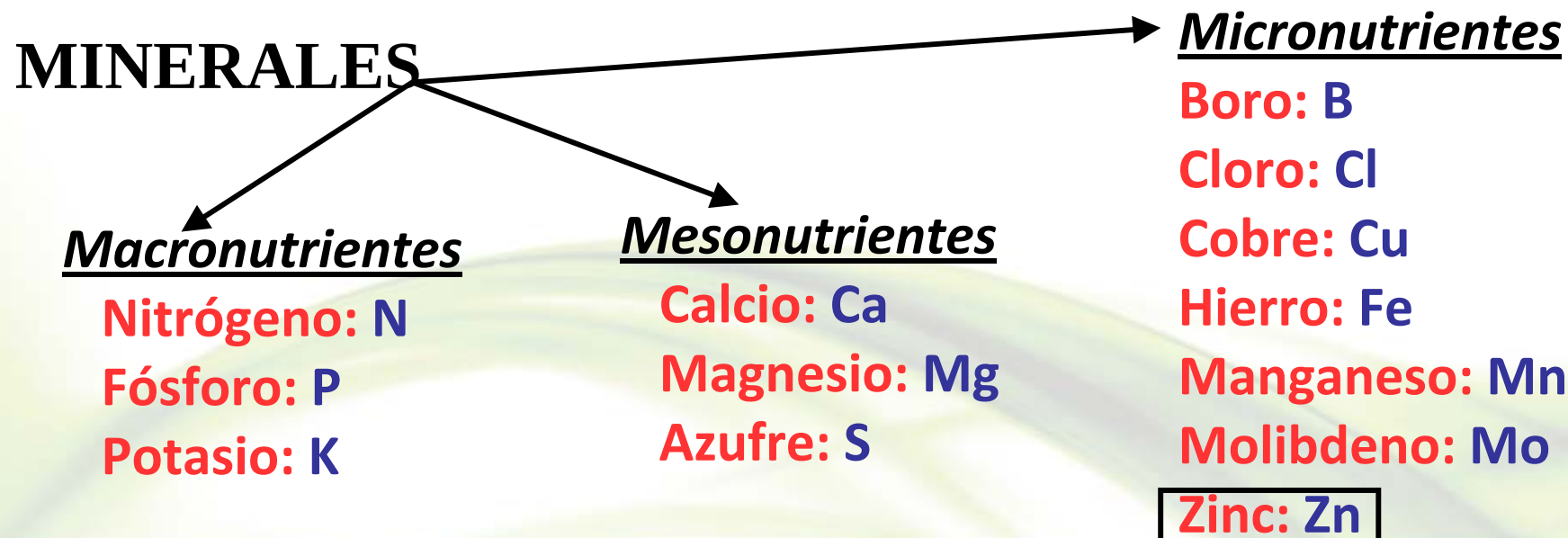
Rafaela

7 y 8 de junio de 2011
Centro de Convenciones de la UCA
Puerto Madero (Buenos Aires)

Hugo Fontanetto ; Oscar Keller y Sebastián Gambaudo (INTA).
Julio Albrecht ; Edit Weder ; Guillermo Gianinetto y Jorge Borsarelli (AFA).
Margarita Sillón (FCA-UNL).
Carlos Negro, Leandro Belotti y Dino Giailevra (Asesores privados).
Horacio Boschetto (Consultora Bosque Chico)

16 elementos esenciales

NO MINERALES {
Carbono: C
Hidrógeno: H
Oxígeno: O

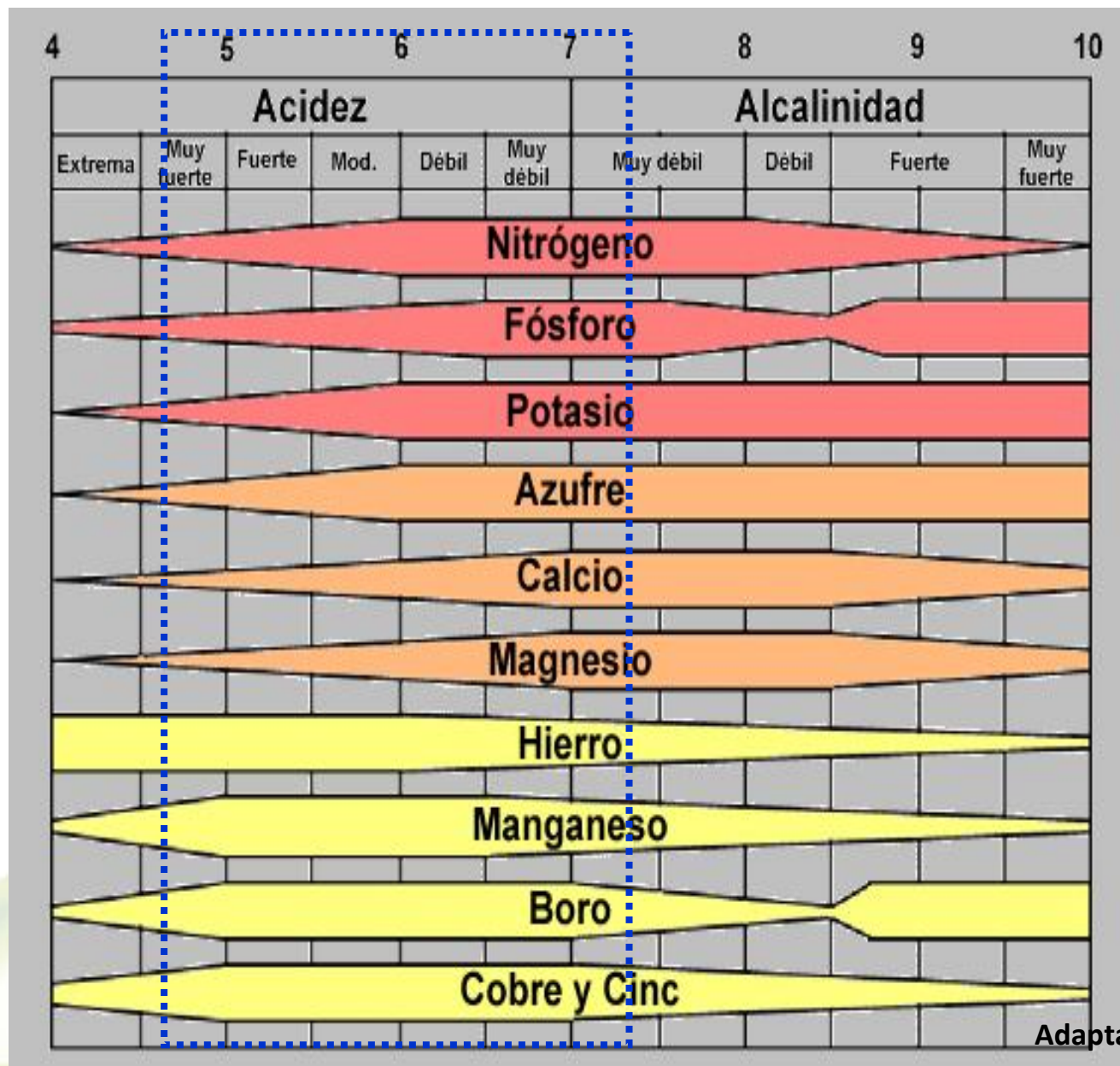


Necesidades de Zn de diferentes cultivos

Cultivos	g/tonelada
Maíz	53
Trigo	52
Arroz	52
Soja	62
Girasol	99
Colza	99
Maní	62
Poroto	62
Grabanzo	62
Lenteja	62
Caña de Azúcar	62
Algodón	62
Alfalfa	150
Festuca	26
Raygrás	26

Fuente: IPNI (2007)

Disponibilidad de Zn en el suelo por efecto del pH



Adaptado de Ibañez, J. (2007)

FUNCIONES del Zn en las plantas

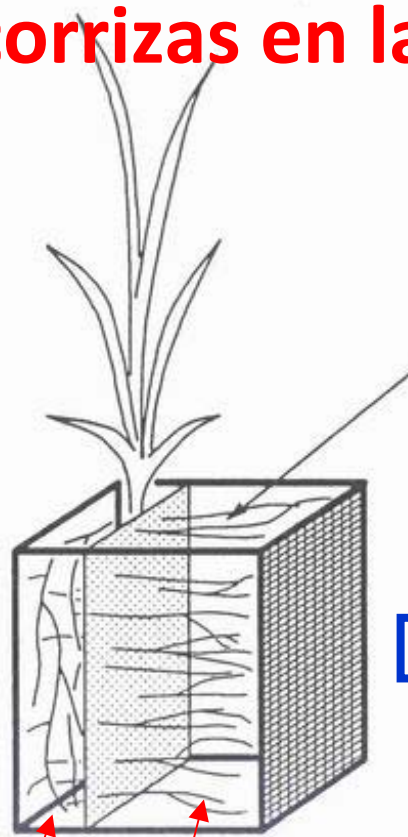
- **Activador enzimático, cataliza reacciones en procesos metabólicos (respiración, síntesis de clorofila, controla la estabilidad de las membranas y proteínas).**
- **Precursor del triptófano y del ácido indol acético.**
- **Presente en el suelo bajo forma orgánica y mineral.**
- **Inmóvil en la planta.**
- **Proteje a las plantas del estrés calórico y lumínico.**
- **Importante rol dentro del sistema de defensa de las plantas.**
- **Aplicado a las semillas tiene acción terapéutica contra hongos del suelo.**
- **Afecta la producción de polen.**

FACTORES que AFECTAN la DISPONIBILIDAD del ZINC



1. Alta [] de $\text{CO}_3 \text{ Ca}$ en el suelo y pH alto.
2. Altos contenidos de arcilla en el suelo.
3. Bajo contenido de MO del suelo (a $> [\text{MO}]$ hay $>$ actividad del ZN, hay $+$ Zn libre en el suelo).
4. Períodos de sequía con bajo contenido de agua en el suelo.
5. Suelos encalados o “nuevos ambientes” ligeramente alcalinos con pH superior a 6,5.
6. Altos tenores de Oxidos de Fe y Al en el suelo (también altas [] de Fe y Mn).
7. A $>$ producción de los cultivos, se induce defic. de Zn en cereales y cae la [] de Zn en granos.
- 8 A $>$ cantidad de micorrizas, hay $>$ absorción de Zn (por eso son importantes los PGPR).
9. La fertilización con P provoca $<$ cantidad de Zn en raíces, se reduce la relación B.A./B.R. y se afecta la absorción de Zn; lo que provoca que se diluya la cantidad de Zn en la planta y disminuye la disponibilidad fisiológica de Zn por formación de complejos Zn-P.

Rol de las Micorrizas en la absorción de Zn



Raíces **Hifas**

Contribución de las hifas extraradicales

Nutriente	Maíz	Trébol
P	20	79
Zn	25	50
Cu	25	60

Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)

Kothari et al., 1991, New Phytol. 117:649;
Li et al., 1991; Plant and Soil, 136: 49-57

Papel biológico



- Escencial para los seres humanos y ciertos animales.
- El cuerpo humano contiene aprox. 40 mg de Zn/kg y muchas enzimas funcionan por él: interviene en el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos,
- Estimula la actividad de aproximadamente 100 enzimas,
- Colabora en el buen funcionamiento del sistema inmunitario,
- Necesario para la cicatrización de las heridas,
- Interviene en las percepciones del gusto y el olfato y en la síntesis del ADN.
- Se encuentra en la insulina y en diversas enzimas como la superóxido dismutasa.

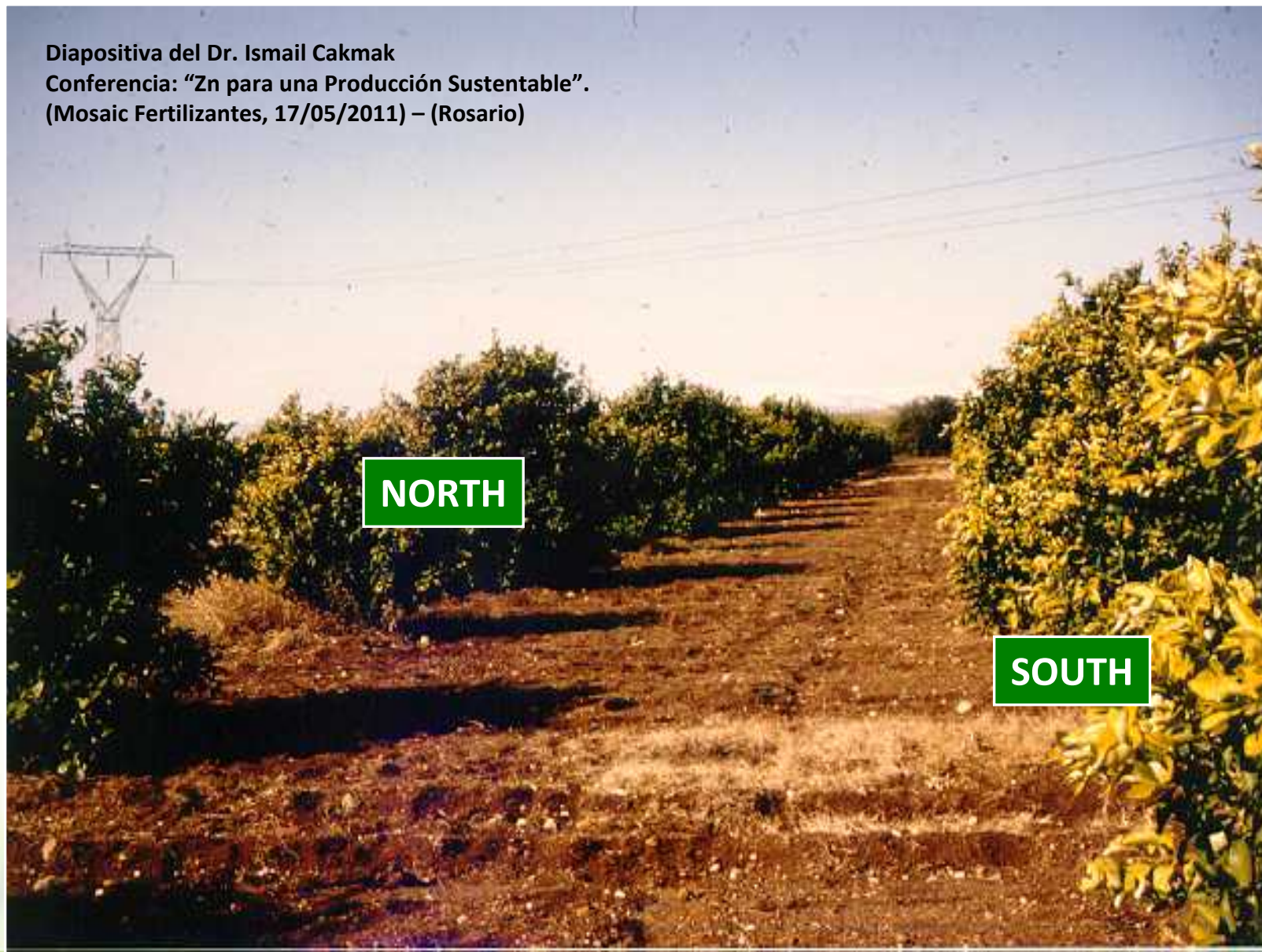
Presente en: las ostras, carnes rojas, aves de corral, pescados y mariscos, habas y nueces.

- La ingesta diaria recomendada de Zn: 20 mg en ADULTOS,
< para BEBÉS, NIÑOS y ADOLESCENTES (por < peso corporal) y
> en MUJERES EMBARAZADAS y durante la lactancia.
- Su deficiencia perjudica al sistema inmunitario, genera retardo en el crecimiento, puede producir pérdida del cabello, diarrea, impotencia, lesiones oculares y de piel, pérdida de apetito, pérdida de peso, tardanza en la cicatrización de las heridas y anomalías en el sentido del olfato.

La deficiencia de Zn (clorosis) en citrus ocurre normalmente en la parte de la planta con mayor exposición al sol



Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)



La deficiencia de Zn torna a las plantas más sensibles a altas temperaturas e intensidad lumínica

Incremento en la Intensidad Lumínica



80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

230 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}$

490 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)

Cakmak, 2000; New Phytologist, 146: 185-205

Análisis en el Suelo

La determinación con DTPA del Zn extractable:
(es el método más utilizado para determinar el Zn disponible en el suelo para las plantas).

[] crítica en el suelo más citada (DTPA): $\leq 0,5$ ppm.

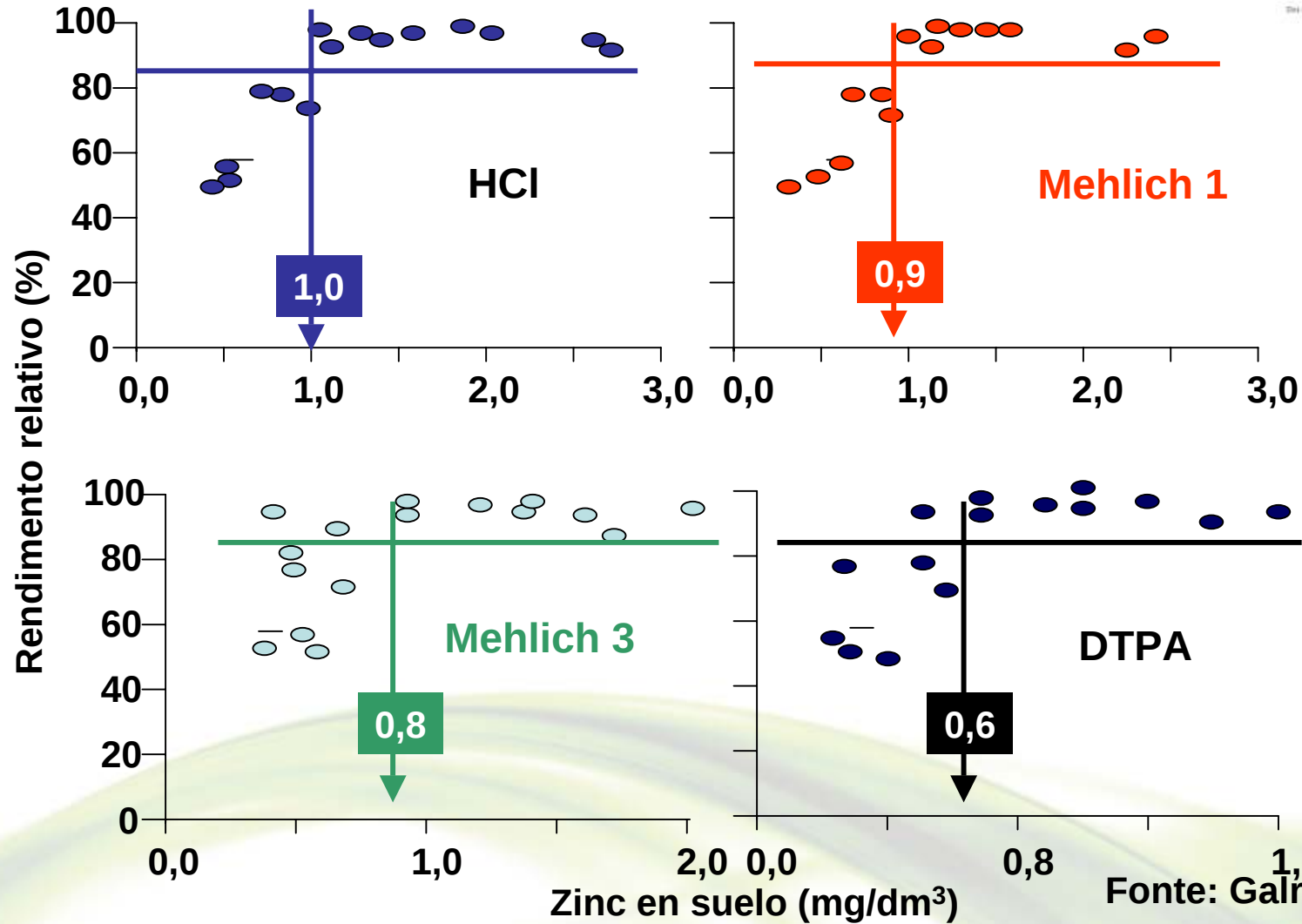
Con el Test de Mehlich-3: 1,5 a 3,5 ppm.

Cakmak, 2000; New Phytologist, 146: 185-205

Relación entre Rendimientos Relativos de SOJA y tenores de Zinc en suelo



MUNDO SOJA MAIZ
Desarrollando valores por la sustentabilidad 2011

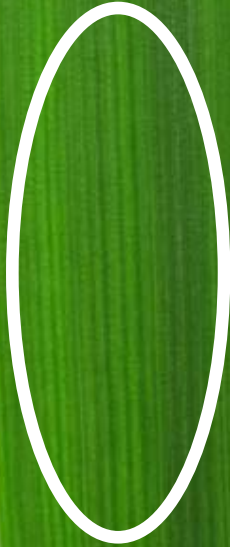


Deficiencias de Zn



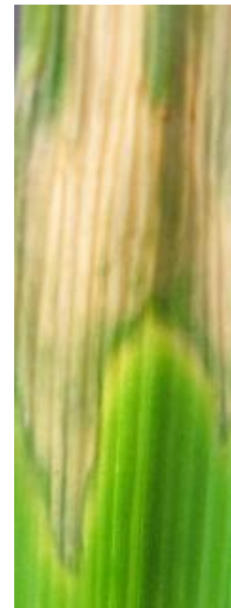
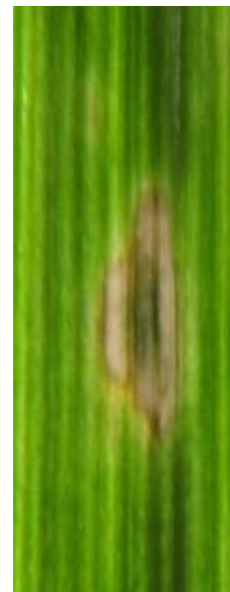
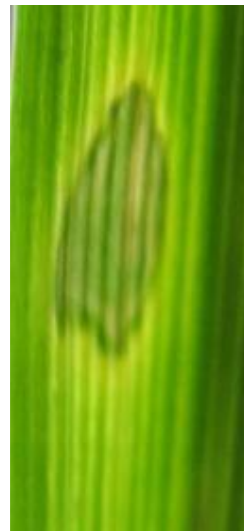
Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)

Control



Aumento en la severidad de deficiencia de Zn en TRIGO

Increase in severity of Zinc Deficiency Symptoms in Wheat

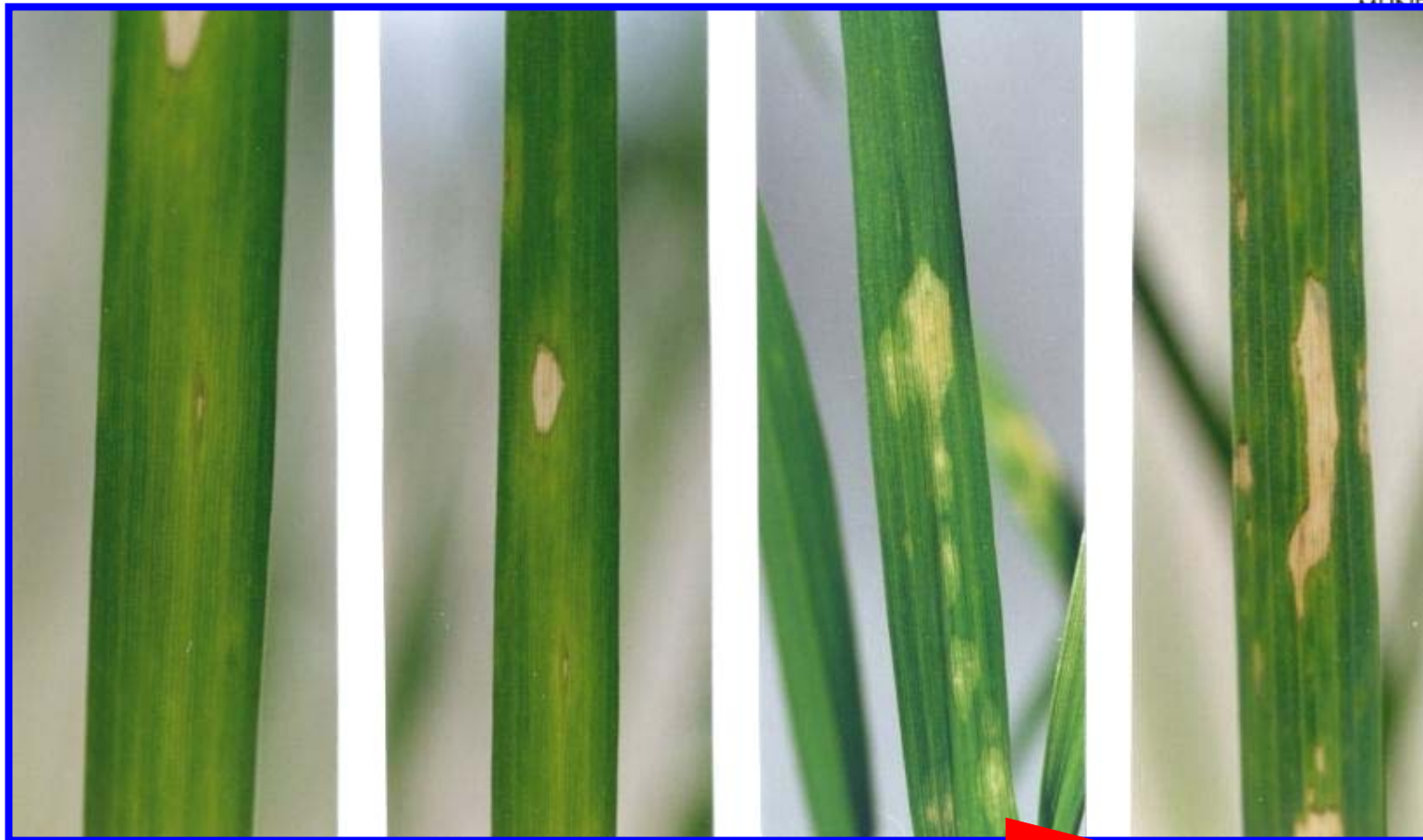


Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)

Zinc Deficiency in Wheat



MUNDO SOJA MAIZ
2011



severity of Zn deficiency in wheat

Source: Cakmak and Braun, 1999;

In: Application of Physiology in Wheat Breeding, CIMMYT



Final Stage of Leaf Zinc Deficiency in Wheat

Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: “Zn para una Producción Sustentable”.
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)

Deficiencia de Zn en MAIZ

Síntomas Foliare

El síntoma más característico de deficiencia de Zn en MAIZ es el desarrollo de un “rayado” verde más pálido o amarillamiento internerval en las hojas jóvenes



Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: “Zn para una Producción Sustentable”.
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)





Deficiencias de Zn (Piedritas, Bs. As.)

Foto: gentileza Ing. Daniel Germinara





Deficiencias de Zn

(Piedritas, Bs. As.)

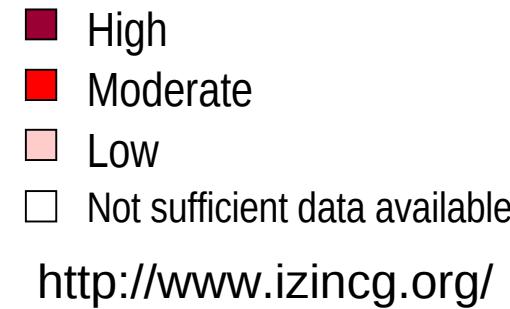
Con Zn

Testigo



Foto: gentileza Ing. Daniel Germinara

MUNDO SOJA MAIZ
 Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011



Deficiencias de Zn en Suelos

A world map illustrating the global distribution of soil zinc (Zn) deficiency. The map uses a color scale where orange indicates 'Widespread Zn Deficiency' and green indicates 'Medium Zn Deficiency'. Orange areas are prevalent in North America, South America, Africa, Asia, and Australia. Green areas are found in parts of Europe, Asia, and South America. A legend at the bottom left of the map area provides the key for these colors.

Widespread Zn Deficiency

Medium Zn Deficiency

7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - P...

Alloway, 2004. IZA Publications, Brussels

 Widespread Zn Deficiency
 Medium Zn Deficiency

Alloway, 2004. IZA Publications, Brussels

Mecanismos de absorción de los nutrientes por las plantas

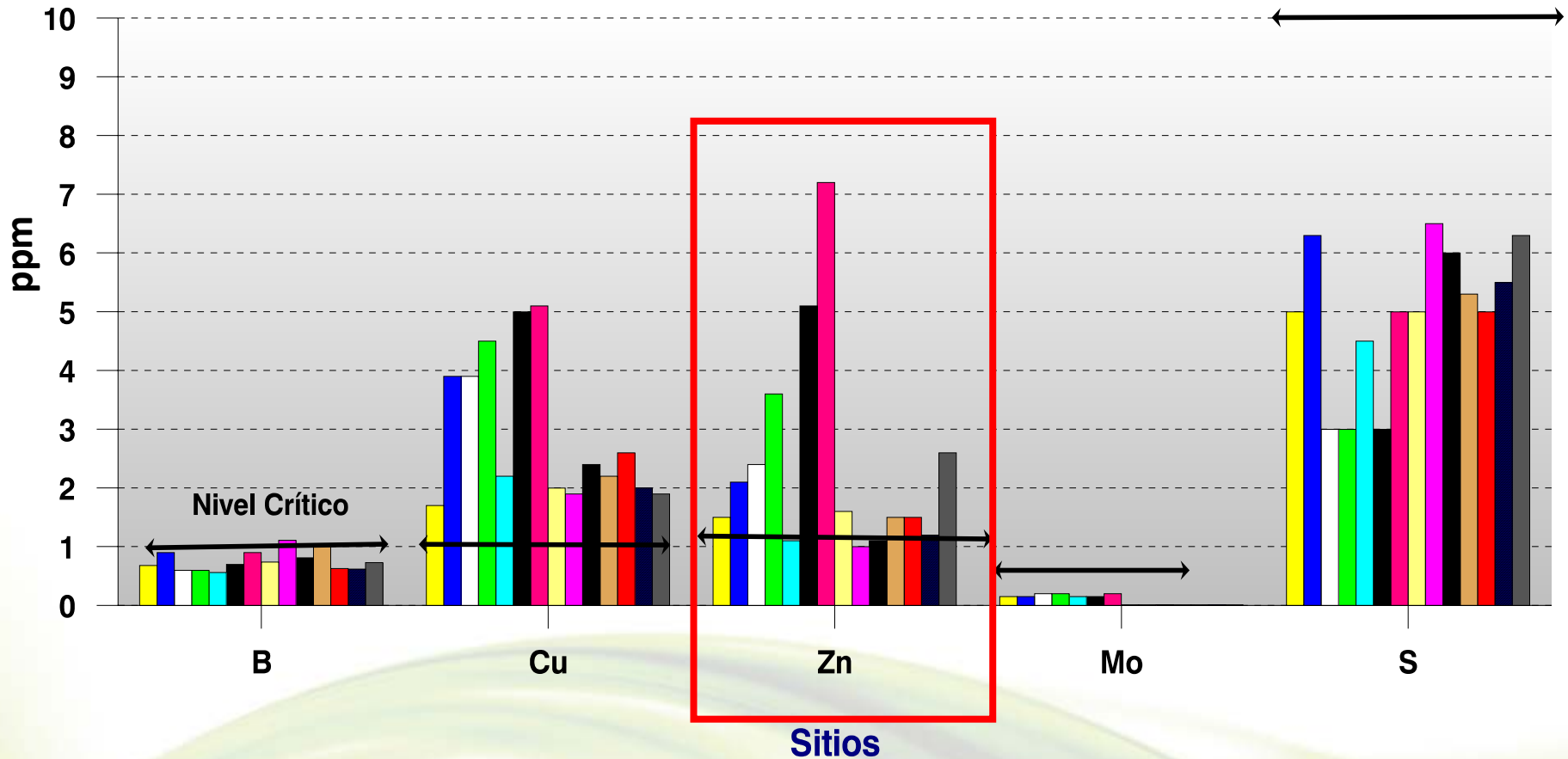
Nutrient e	Flujo Masal	Difusión	Intercepción Radicular
N	99	0	1
P	4	94	2
K	25	72	3
Ca	73	0	27
Mg	87	0	13
S	95	0	5
B	95	0	5
Cu	5	80	15
Fe	10	50	40
Mn	5	80	15
Mo	95	0	5
Zn	20	60	20

Fuente: Malavolta et al. (1997)



UNDO SOJA MAIZ
cultivos Unidos por la sustentabilidad 2011

Convenio INTA – AFA. Niveles de nutrientes en suelo para el Maíz (2001)



Los Fertilizantes con Zinc

¿Son todos iguales?

Su disponibilidad está más relacionada con su solubilidad en agua, que con el contenido total de Zinc

Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)



Diapositiva del Dr. Ismail Cakmak
Conferencia: "Zn para una Producción Sustentable".
(Mosaic Fertilizantes, 17/05/2011) – (Rosario)



0 5 10 20
LBS Z_N /ACRE
LOW SOLUBLE
OXYSULFATE

Fuentes de ZINC

- Sulfatos de Zn.
- Oxidos y Oxisulfatos de Zn.
- Quelatos de Zn (son menos solubles).
- Otros ($\text{CO}_3 \text{Zn}$; Cl Zn ; Zn EDTA).



Óxido de Zinc



Zn mineral puro

Los tipos de zinc obtenidos se clasifican según la norma ASTM en función de su pureza:

- SHG, *Special High Grade* (99,99%)
- HG, *High Grade* (99,90%)
- PWG *Prime Western Grade* (98%).

La norma EN 1179 considera 5 grados (Z1 a Z5) con [] de Zn de 99,995% a 98,5% y existen normas equivalentes en Japón y Australia.

Para unificarlas, la [Organización Internacional para la Estandarización](#) publicó en [2004](#): la norma ISO 752 sobre clasificación y requisitos del zinc primario.

Solubilidad en agua de Fertilizantes con Zinc



- ❖ Un fertilizante con Zinc debe tener un 40-50% de solubilidad en agua.
- ❖ La apariencia del material puede dar indicios:
 - Si es blanco, es altamente soluble en agua.
 - Si es gris u oscuro, su solubilidad no se sabe

Resultados en U. S. A. Fertilización con Zinc

- La solubilidad en agua del fertilizante controla su disponibilidad (se requiere 40 a 50%).
- La aplicación en bandas de 2 kg Zn/ha con la semilla es suficiente para corregir deficiencias en maíz, sorgo y otros cultivos de verano.
- La recomendación para una aplicación al voleo es de 10 kg Zn/ha.
Aplicaciones foliares son efectivas para asegurar polinización, calidad de los frutos y tolerancia a estrés calórico y bajas radiaciones.

Cakmak, 2000; New Phytologist, 146: 185-205

Apariencia de fertilizantes con Zinc



Solubilidad en agua desconocida



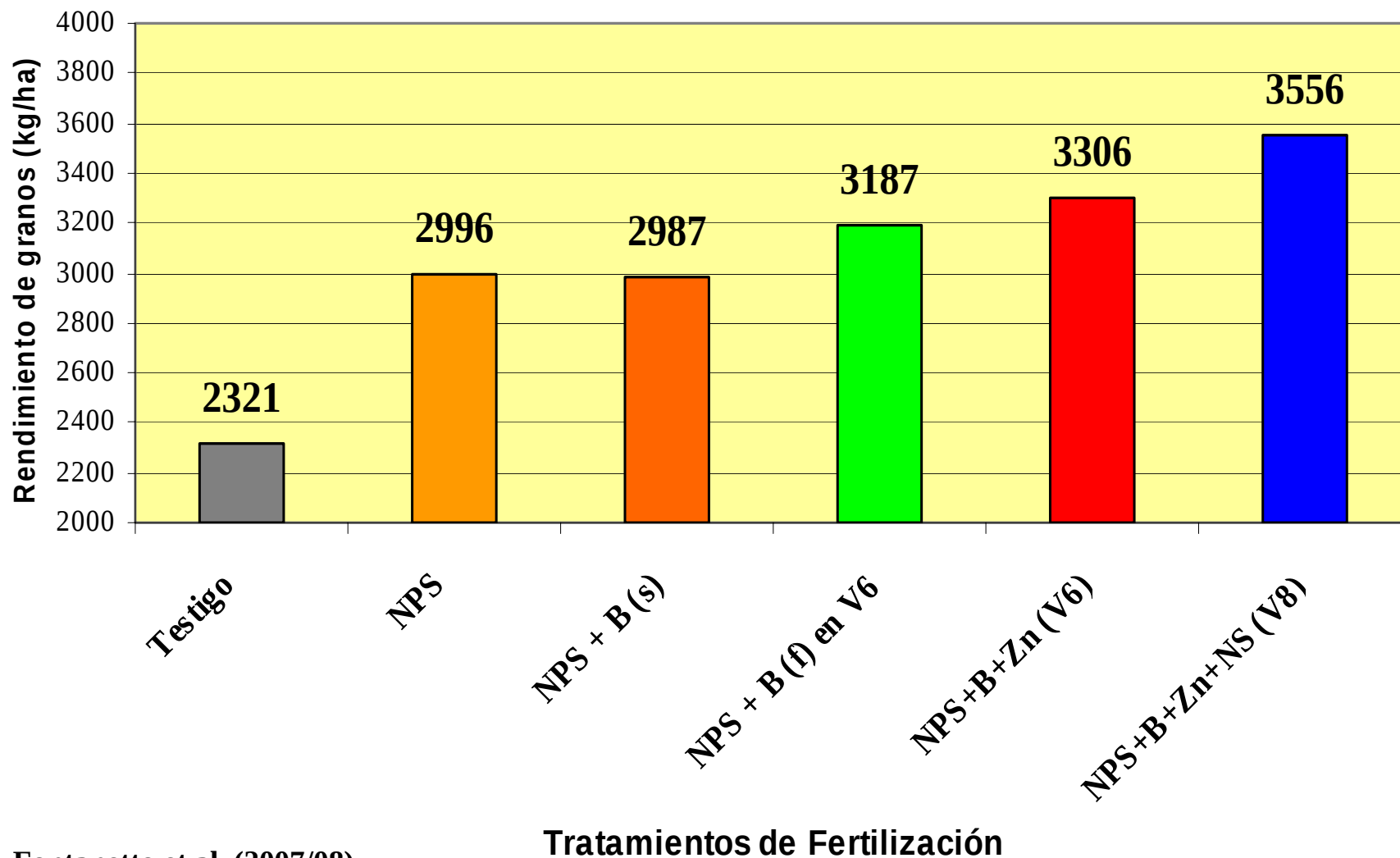
Fertilizante de Zinc con
alta solubilidad

RESPUESTAS al Zn en Argentina

GIRASOL: Efecto de macro y micronutrientes en la zona central de Santa Fe (2007)



MUNDOSOJA MAIZ
2011



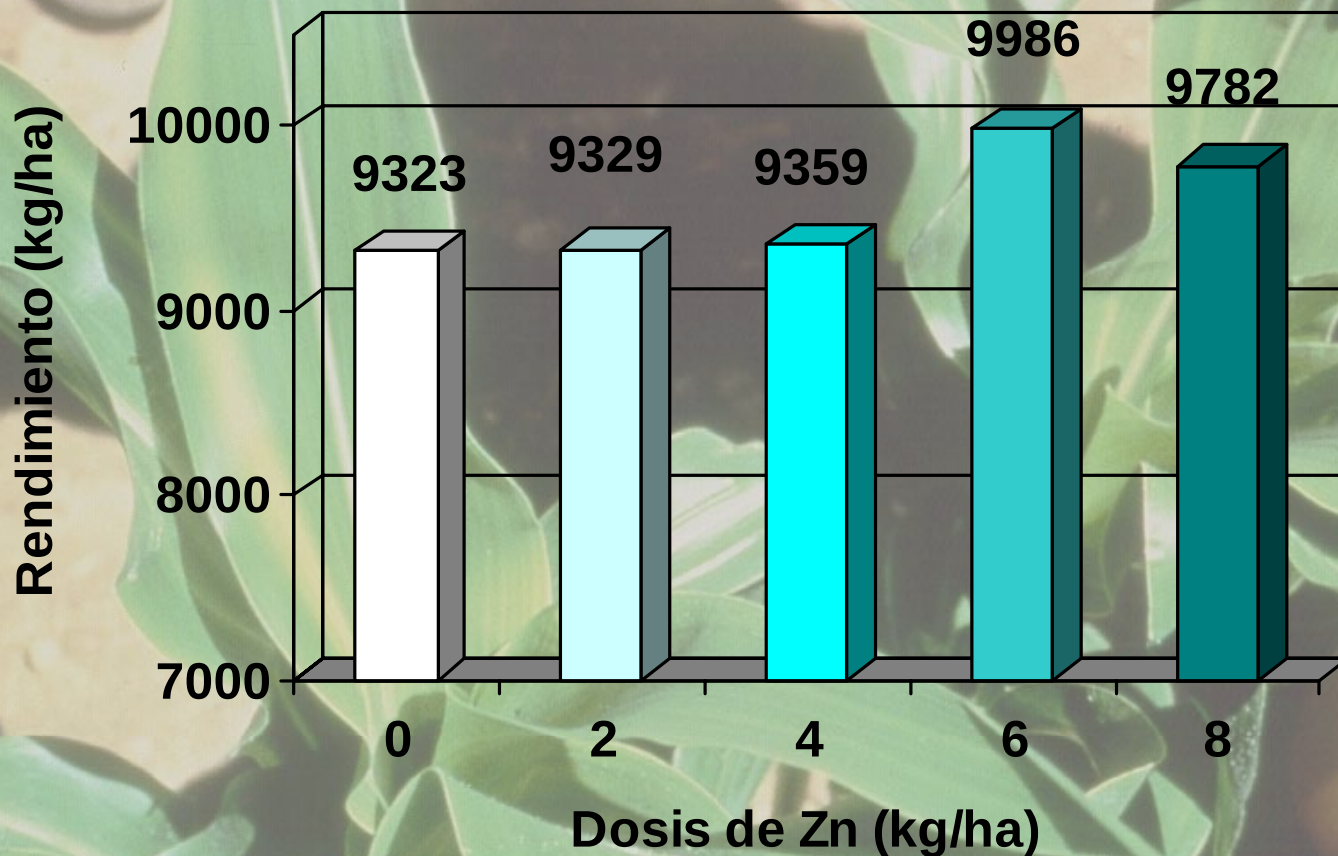
Fontanetto et al. (2007/08)

Maíz: Rendimientos con distintas dosis de Zinc

INTA 9 de Julio - Campaña 1999/00



MUNDOSOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011



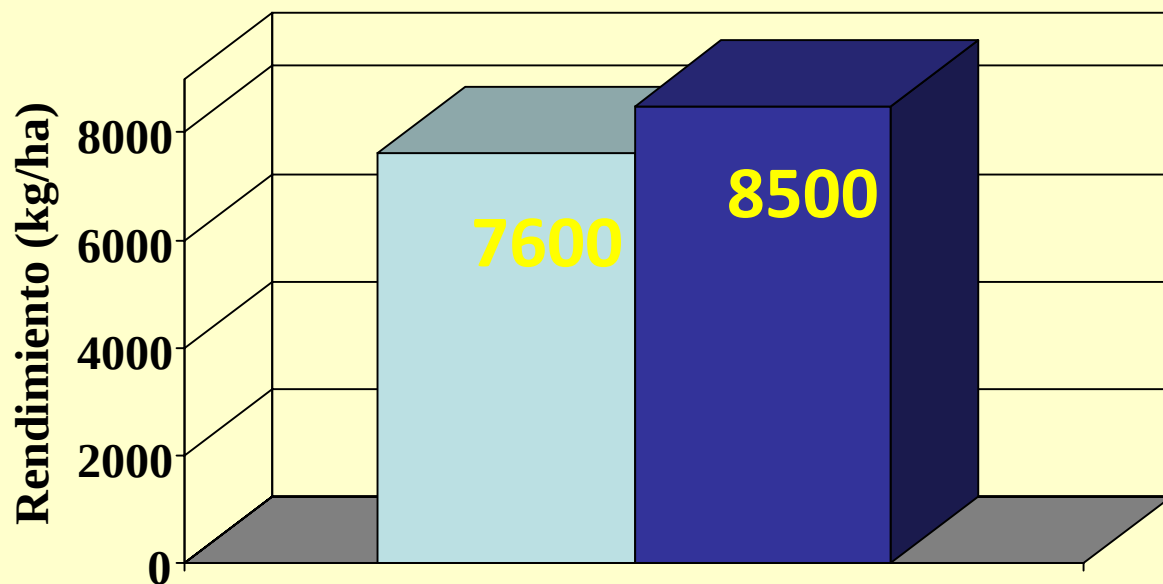
Fuente: Carta y col. (2000)



Zinc en maíz

Análisis de Suelo

- **MO 2.4%**
- **P (Mehlich 3) 23 ppm**
- **pH 6**
- **Zn 3 ppm**

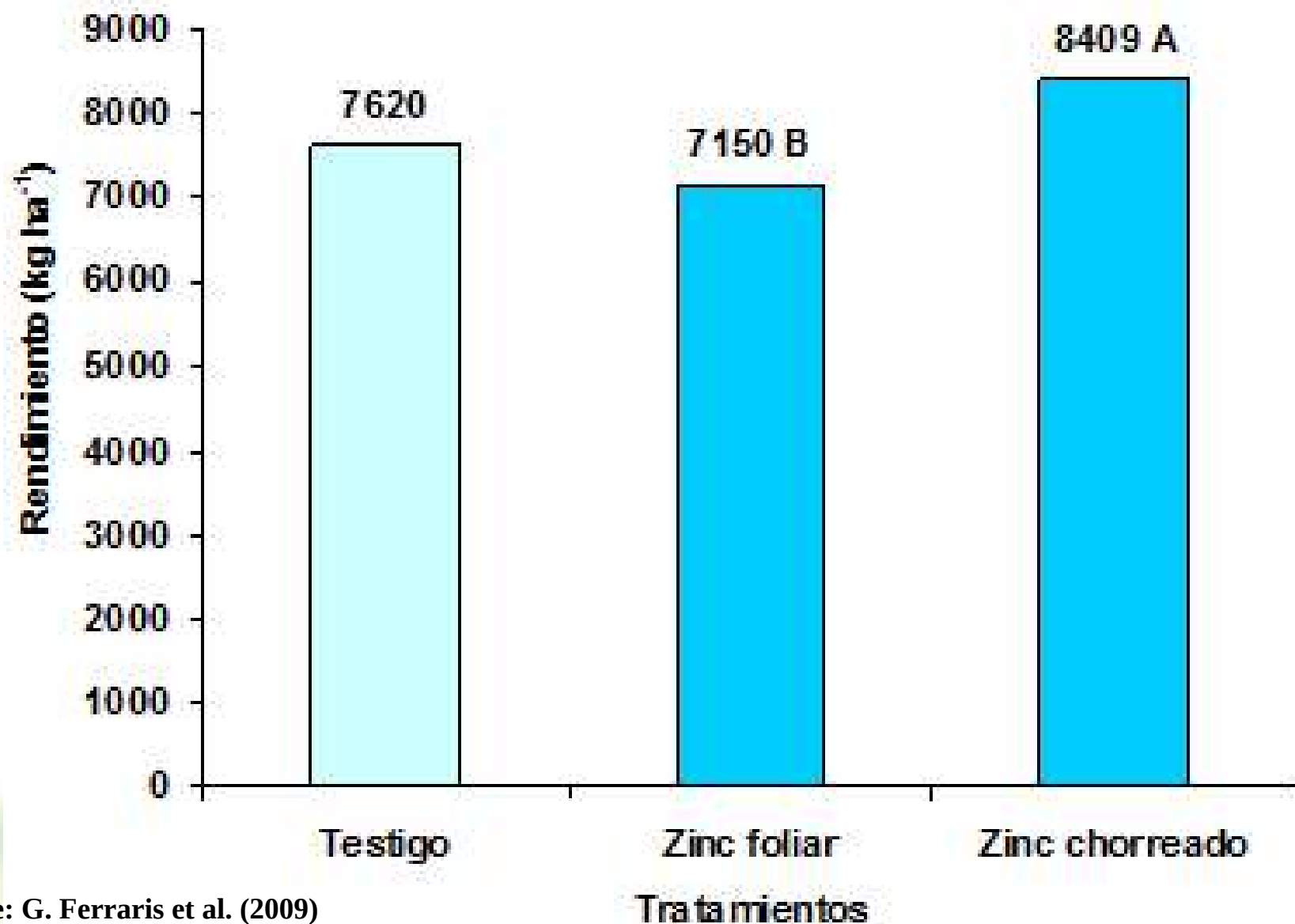


120 Urea + 60 FDA

120 Urea + 60 FDA + 112 FDA Voleo + 12.5 Zn

Fuente : G. Tellería, Grupo Río Cuarto Norte

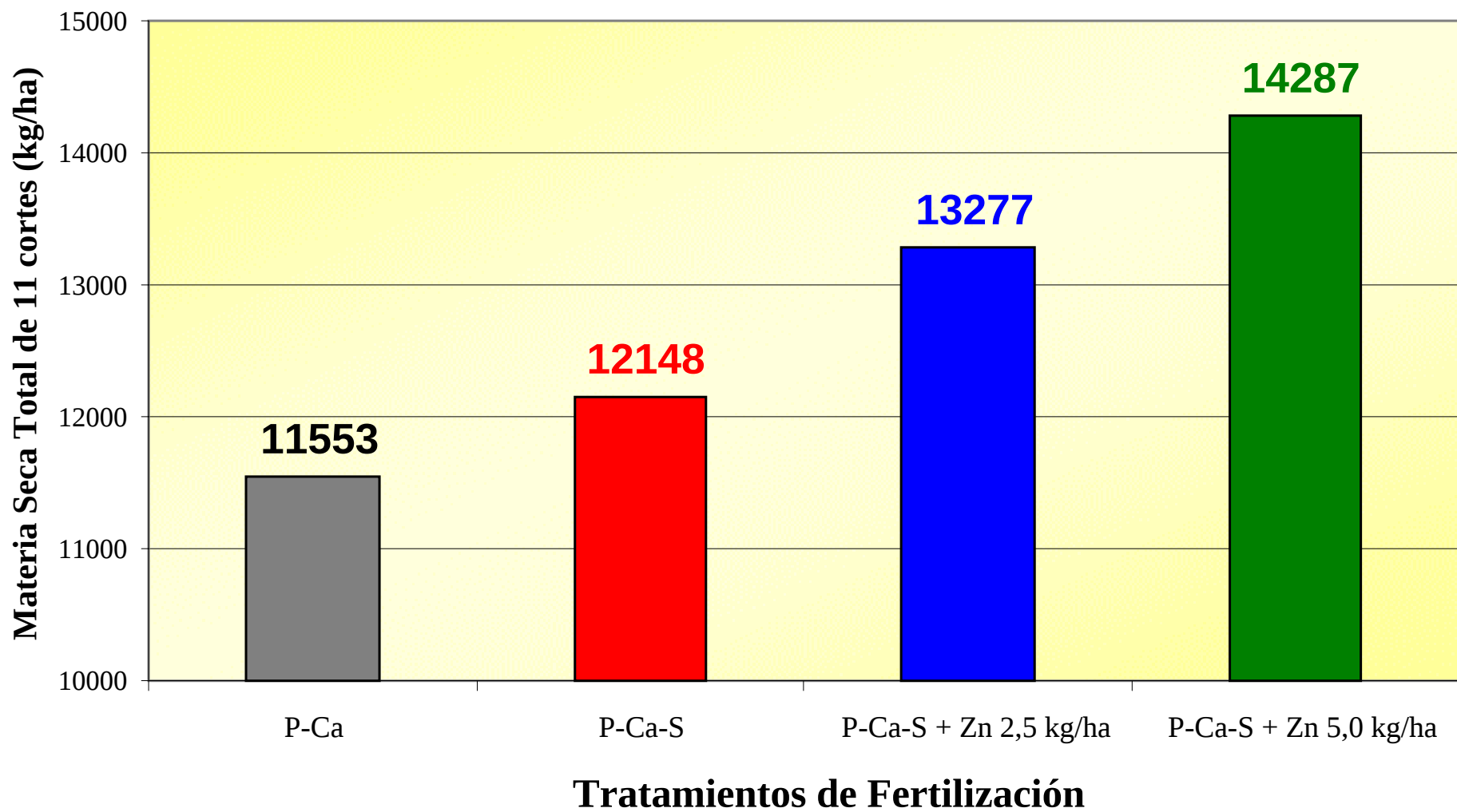
Zinc en Maíz (Pergamino, Bs. As.) – con estrés hídrico entre V4 a V12



Fuente: G. Ferraris et al. (2009)

ALFALFA: Efecto del Zn (Esperanza, Santa Fe)

11 cortes efectuados (agosto de 2007 a octubre de 2008)

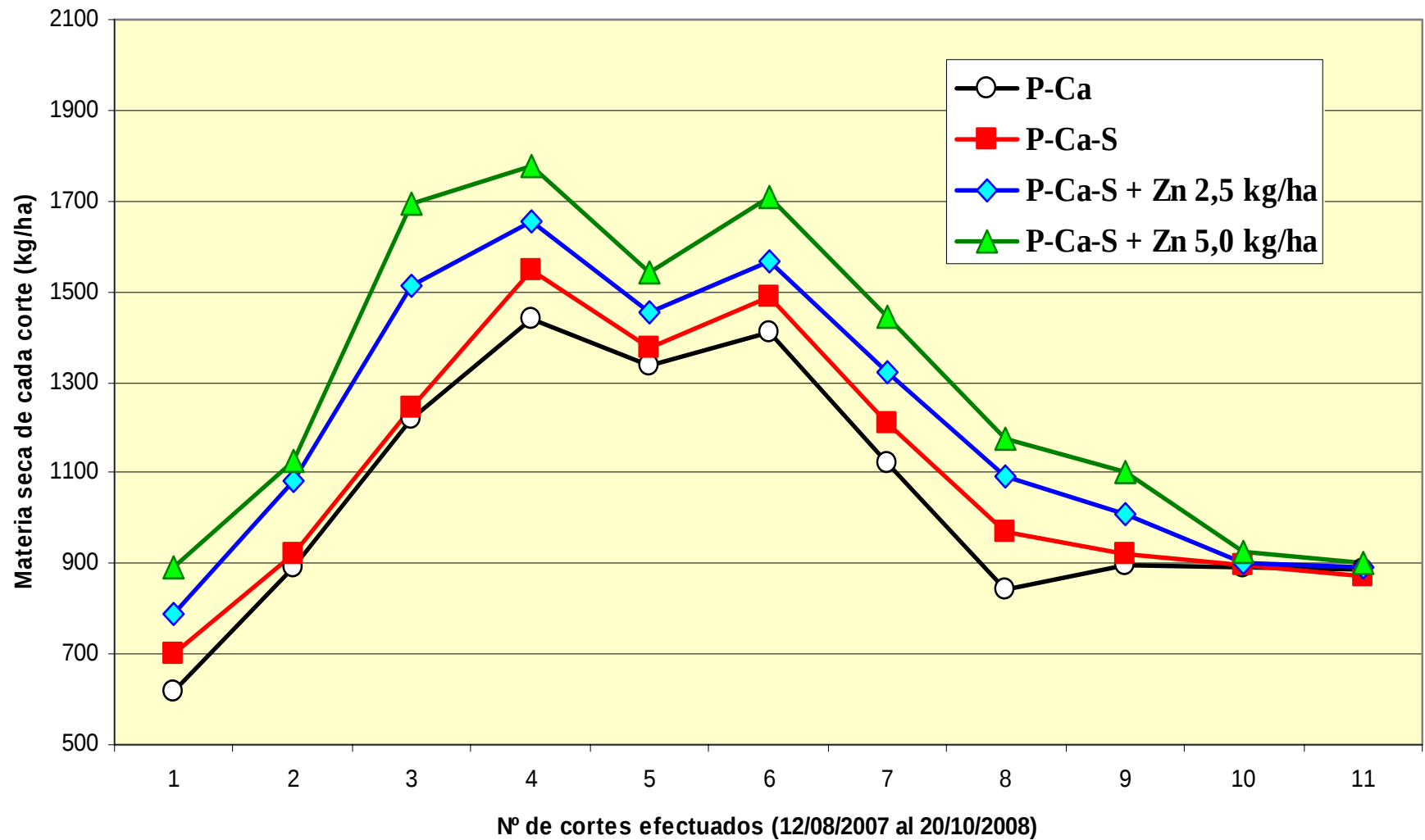


Fuente: H. Fontanetto ; E. Weder y G. Gianinetto (2008)

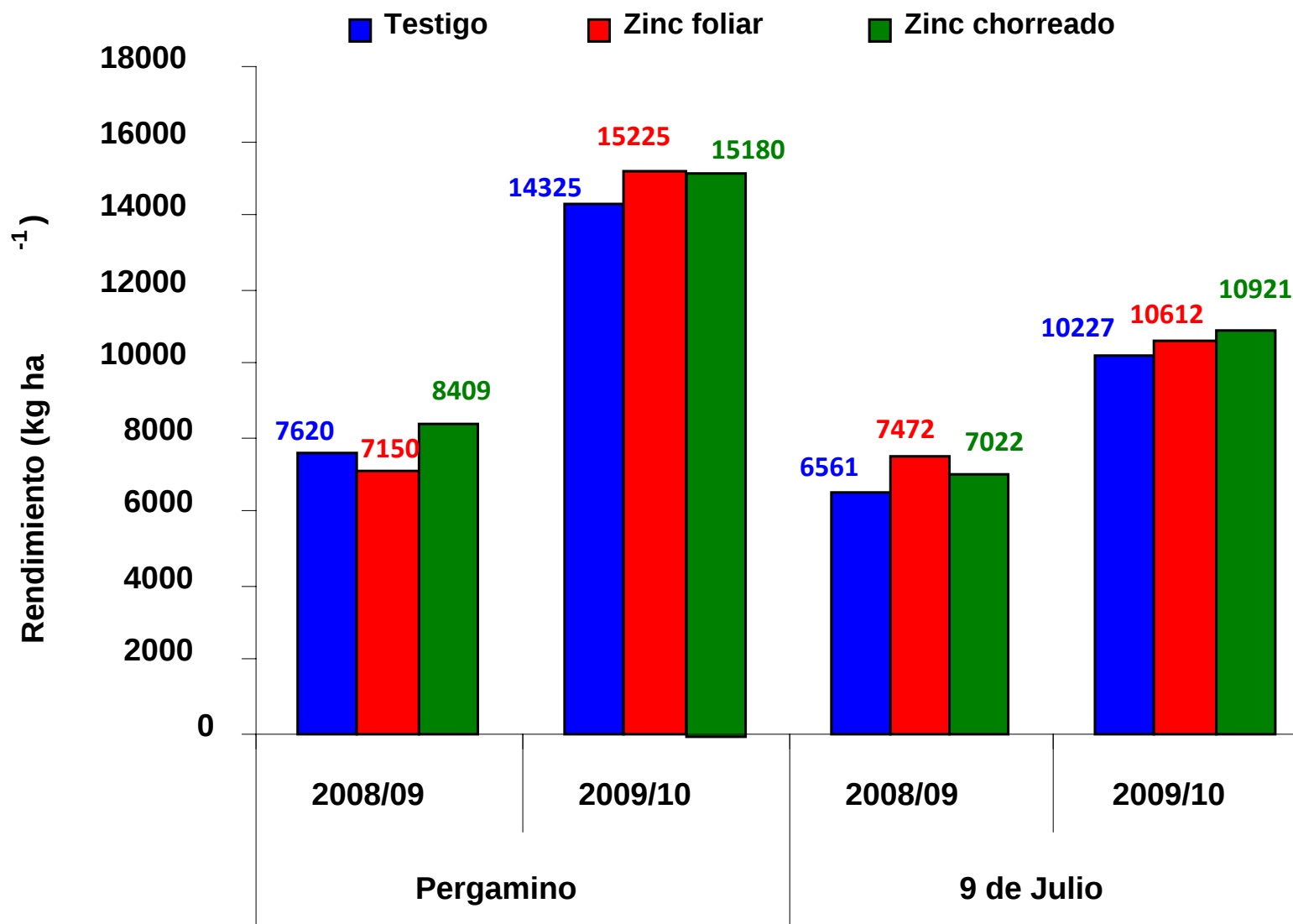
ALFALFA: Efecto del Zn (Esperanza, Santa Fe – 2007-2008)



MUNDO SOJA MAIZ
Los mundos están por la sustentabilidad



Fuente: H. Fontanetto ; E. Weder y G. Gianinetto (2008)



Sitio - campaña - localización

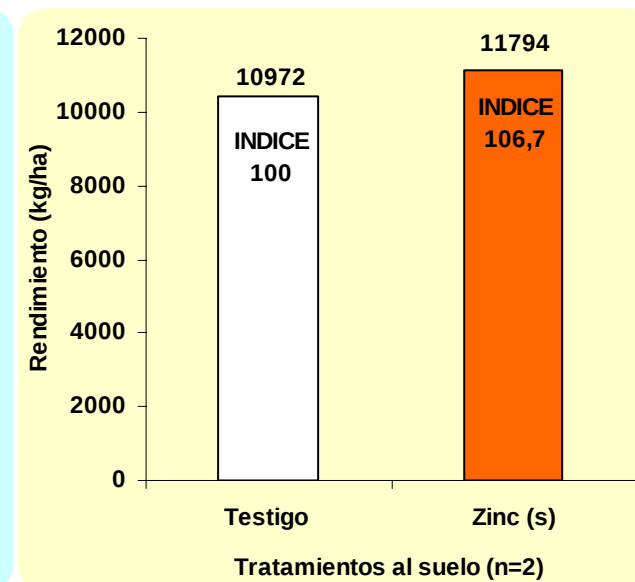
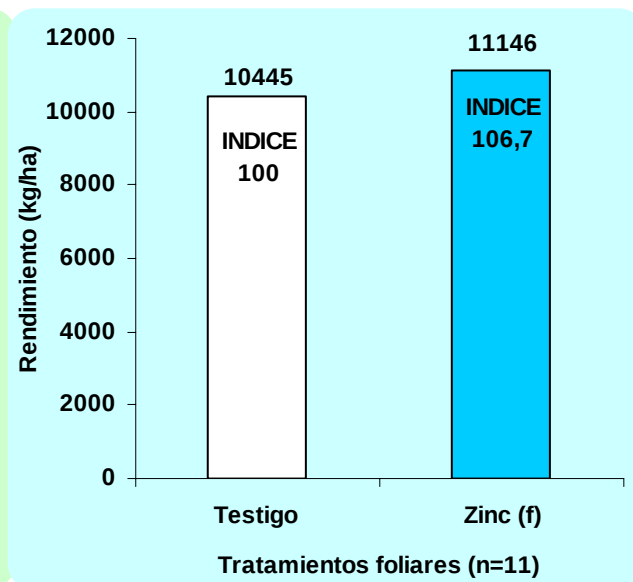
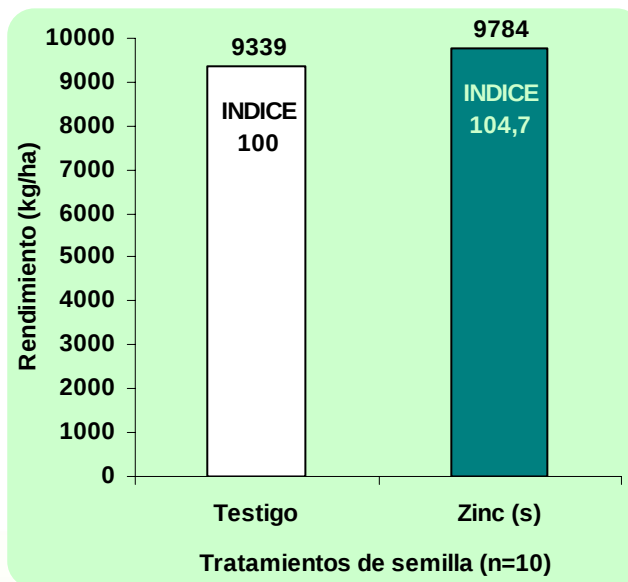
Ferraris et al. (2010)

Zinc: Variantes de aplicación

Dosis: 100-200 g/ha

Dosis: 300-500 g/ha

Dosis: 1500-2000 g/ha



↑ Fácil y económico ↓ Dosis puede ser más errática	↑ Compatible con chorreado de soluciones NS ↓ Elevada fijación de Zinc. Requiere aumentar dosis	↑ Apto para reponer Zn. Gasto en nutrientes y no en aplicaciones. Puede usar fuentes baratas de Zn. Difusión creciente por facilidad operativa. Buenos Resultados en Argentina. ↓ Necesidad de labor adicional. Requiere suficiente expansión foliar (V6-V7)
--	---	--

Ferraris et al, 2004 a 2010. Resumen de experiencias

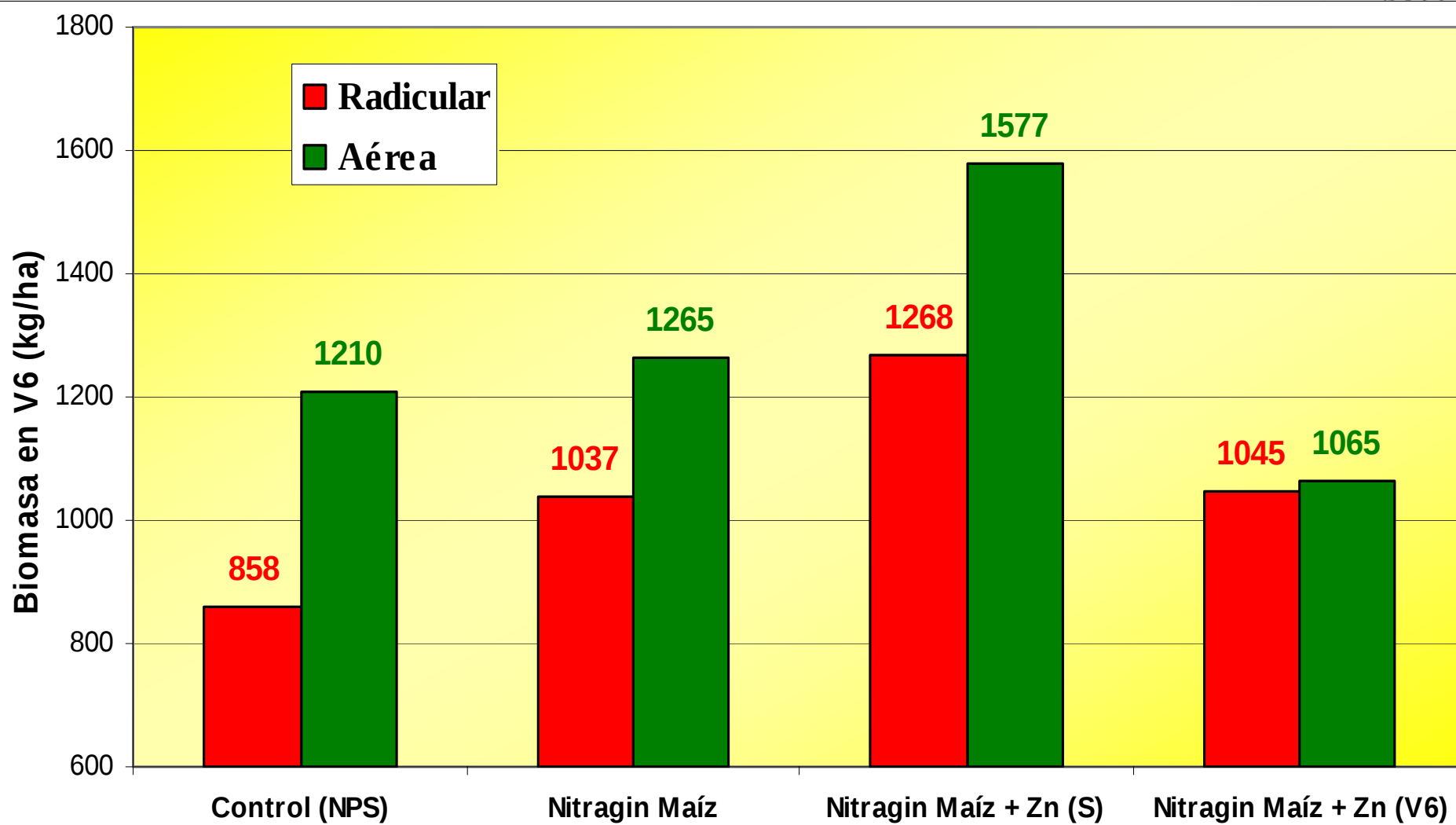
CONCLUSIONES de estas EXPERIENCIAS

- Los tratamientos con Zn mejoraron diferentes variables de los cultivos y de la Alfalfa.
- Las de mayor importancia fueron aquellas relacionadas con el crecimiento inicial de la planta, como altura de planta, biomasa aérea y radicular en V4 a V8.
- De los componentes del rendimiento, el nº de granos/m² explicó las mayores diferencias: aumentó entre 4 y 9 %, mientras que el peso de 1.000 granos lo hizo de 2 a 4 %.

MAIZ 2008/09 - Efecto de PGPR y del Zn (San Carlos –Sta Fe)

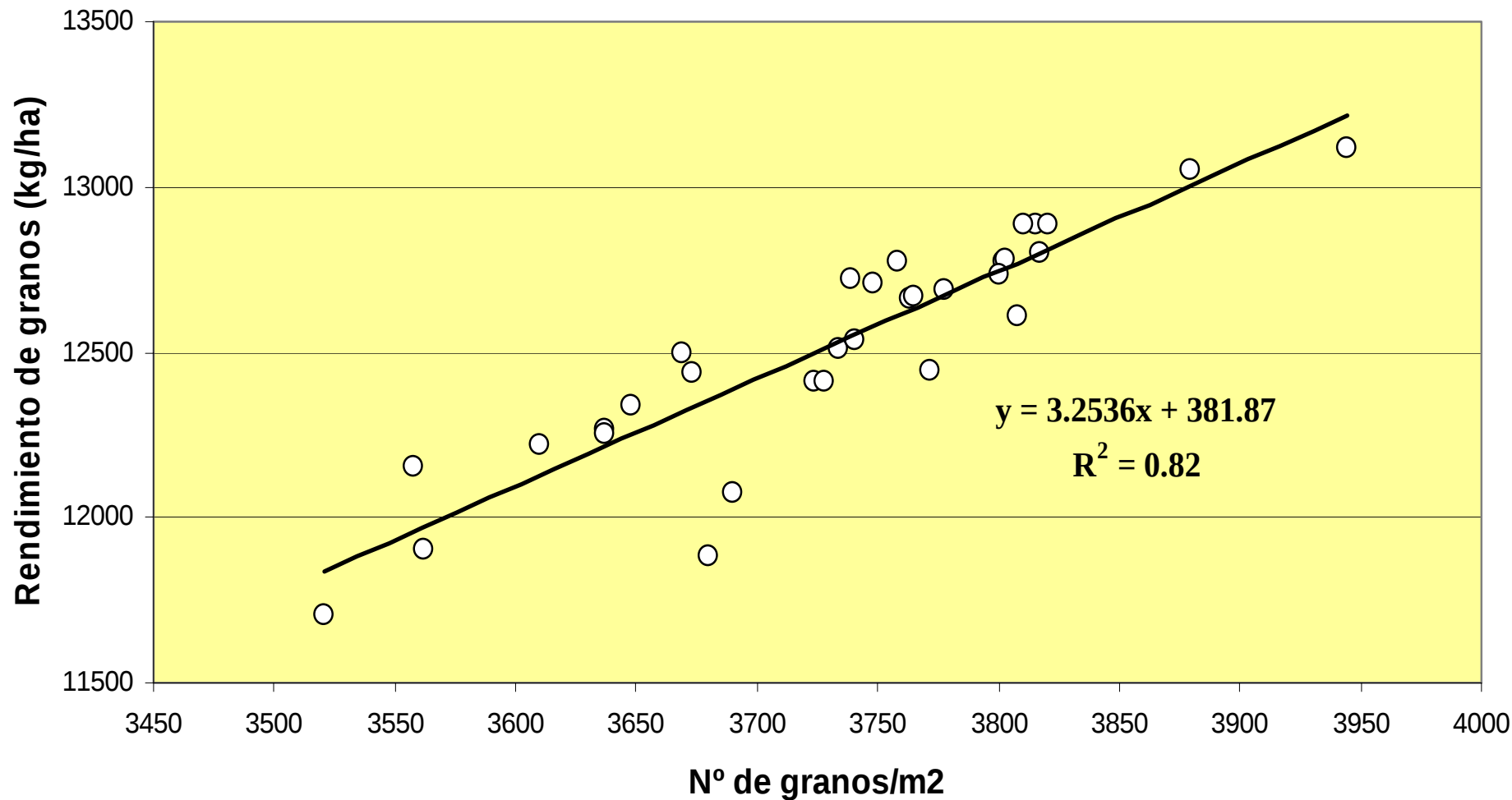


MUNDO SOJA MAIZ



Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2009)

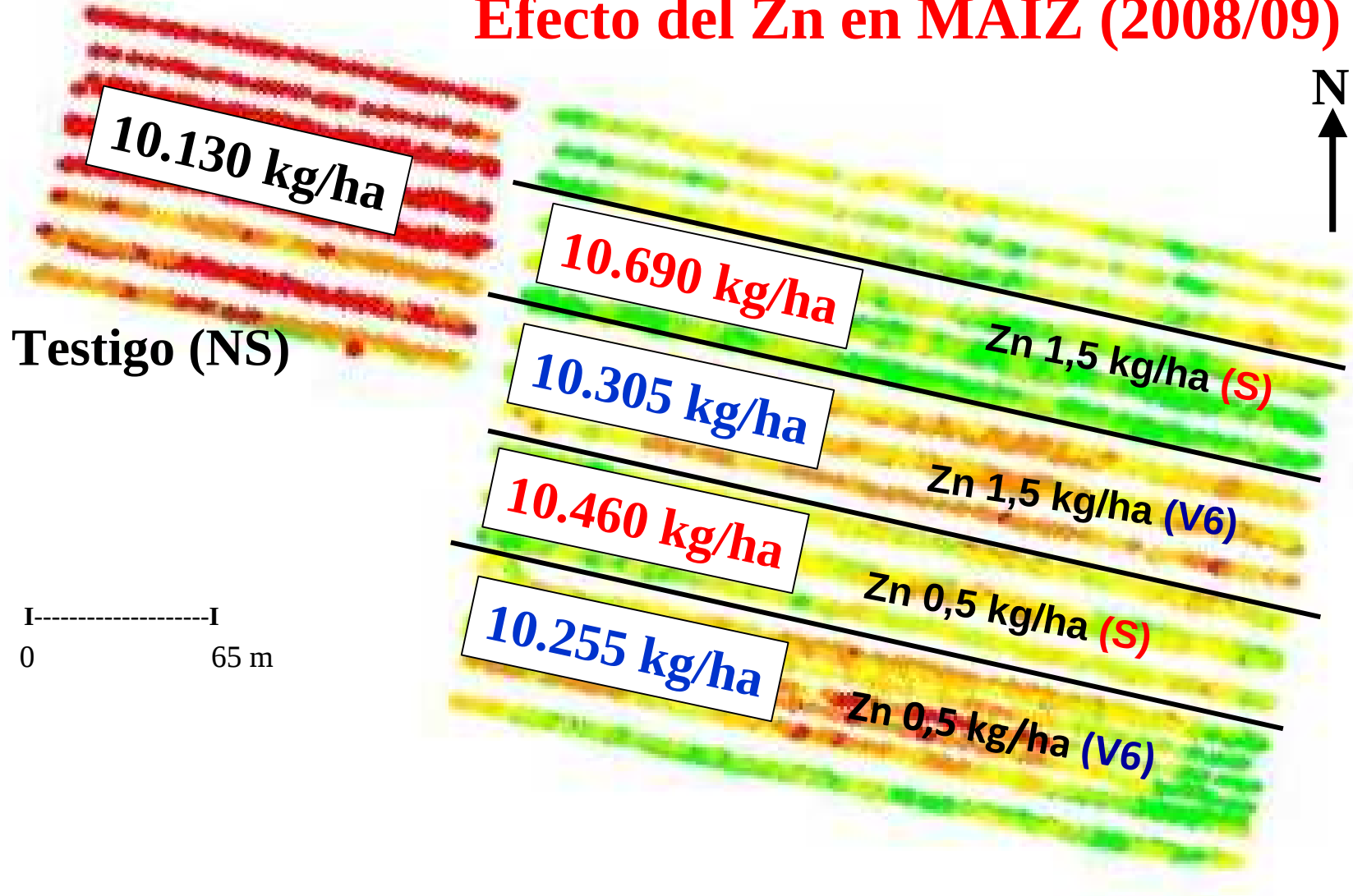
MAIZ 2008/09 - Efecto de PGPR y del Zn (San Carlos –Sta Fe)



Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2009)

EXPERIENCIAS CON AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Efecto del Zn en MAIZ (2008/09)



Fuente: J. Albrecht y H. Fontanetto (2009)

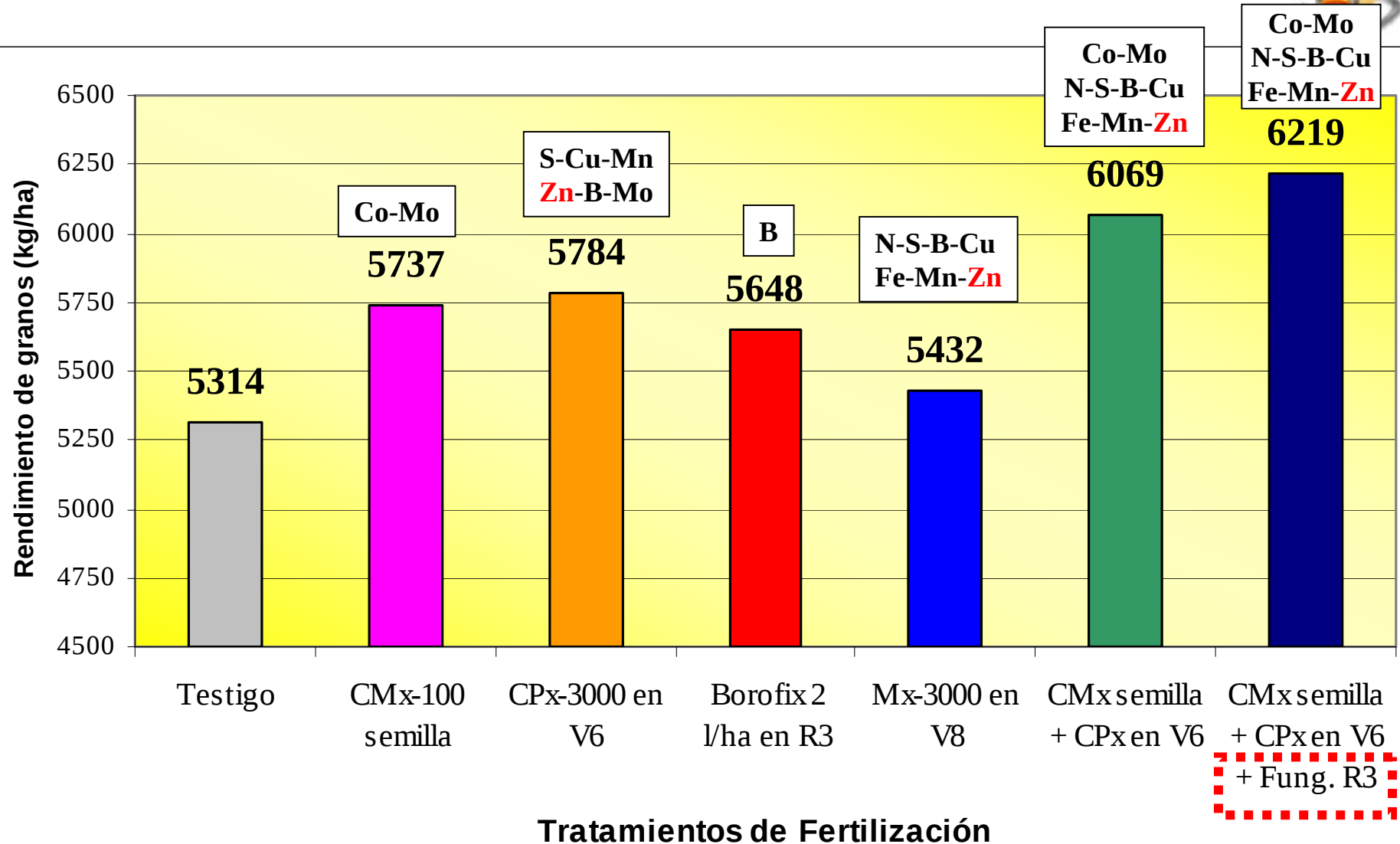
SOJA

MICRONUTRIENTES y FUNGICIDAS

AFA MARIA JUANA – INTA RAFAELA

(campaña 2008/09)

SOJA: Efecto de diferentes Foliares con Micronutrientes



Fontanetto y Sillón (2008)

SOJA: Lote Ensayo con Zn



© 2010 Inav/Geosistemas SRL
© 2010 DMapas
© 2010 MapLink/Tele Atlas
Image © 2010 GeoEye

elev. 42 m

3 Abr. 2009

Alt. ojo 1.31 km

31°23'46.70"S 61°01'22.82"O

SOJA: Ensayo de Fertilización Foliar con Zn (en V6) y Fungicidas (en R3)



NORTE →

Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2008)

7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires



DIFERENTES FERTILIZANTES con Zn

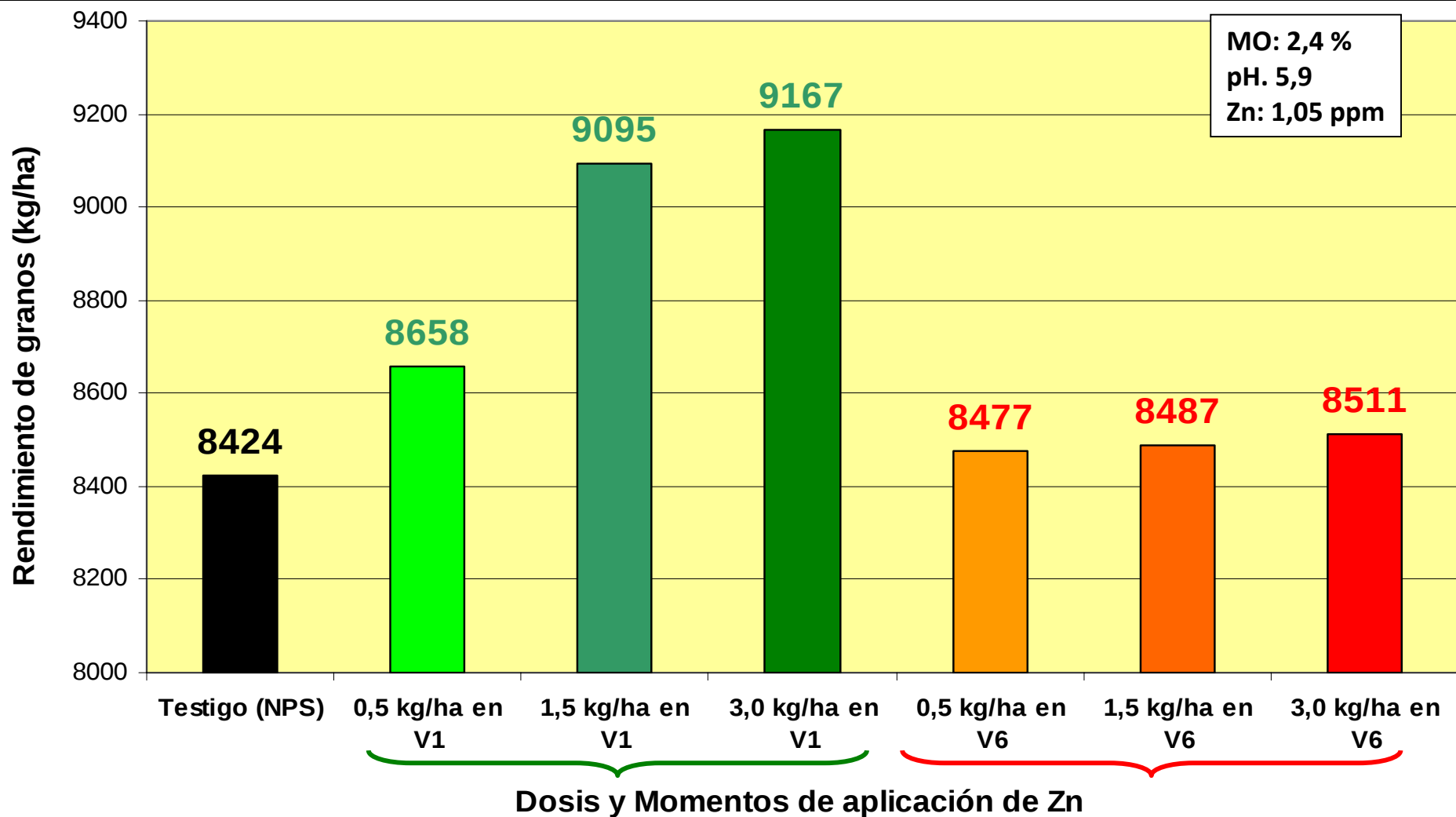
MAIZ: Aplicación de Fertilizante líquido con Zn al suelo

S. J. Norte (Santa Fe, 2010-2011)



MUNDO SOJA MAIZ
El mundo cambia con la sustentabilidad

MO: 2,4 %
pH: 5,9
Zn: 1,05 ppm



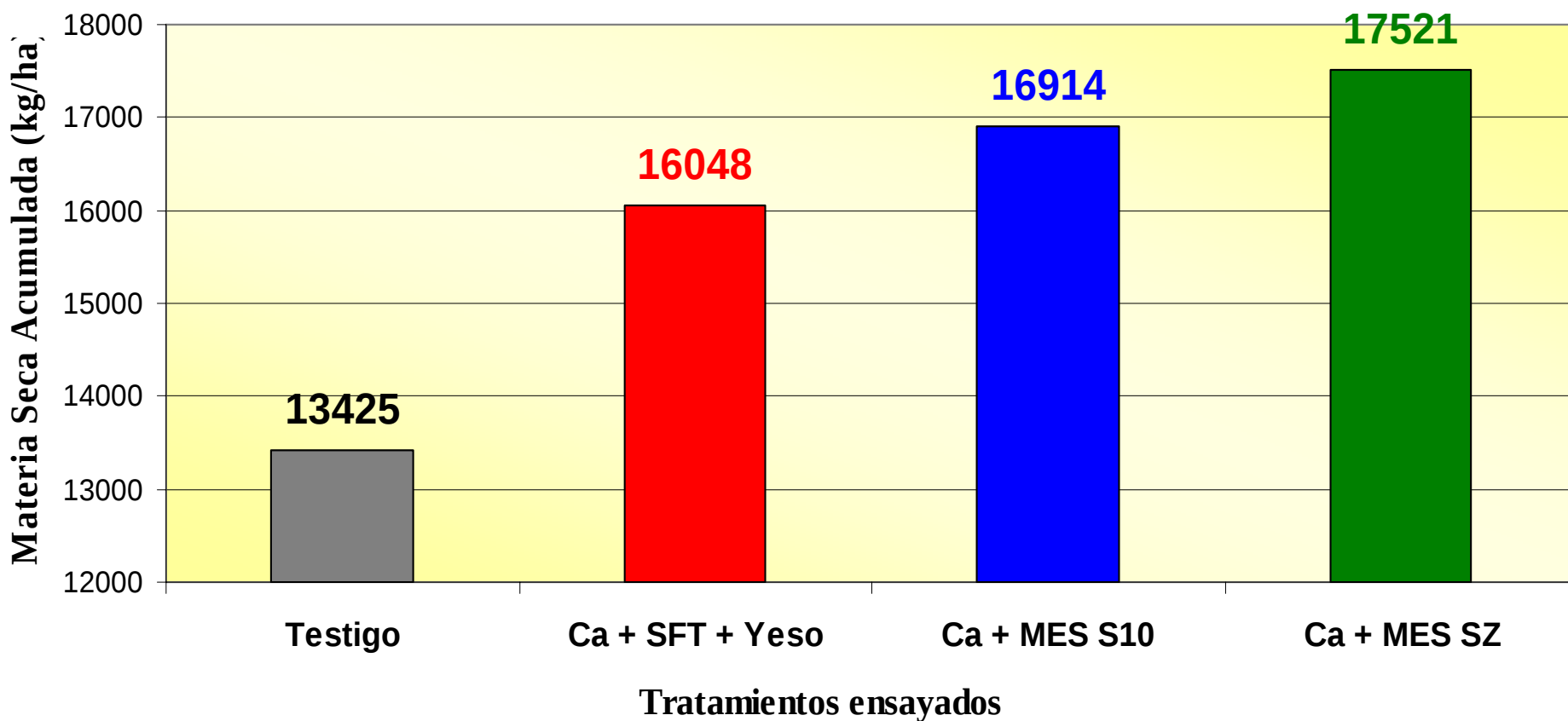
Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2011)

ALFALFA: Diferentes Fertilizantes con Zn (2009-2010)

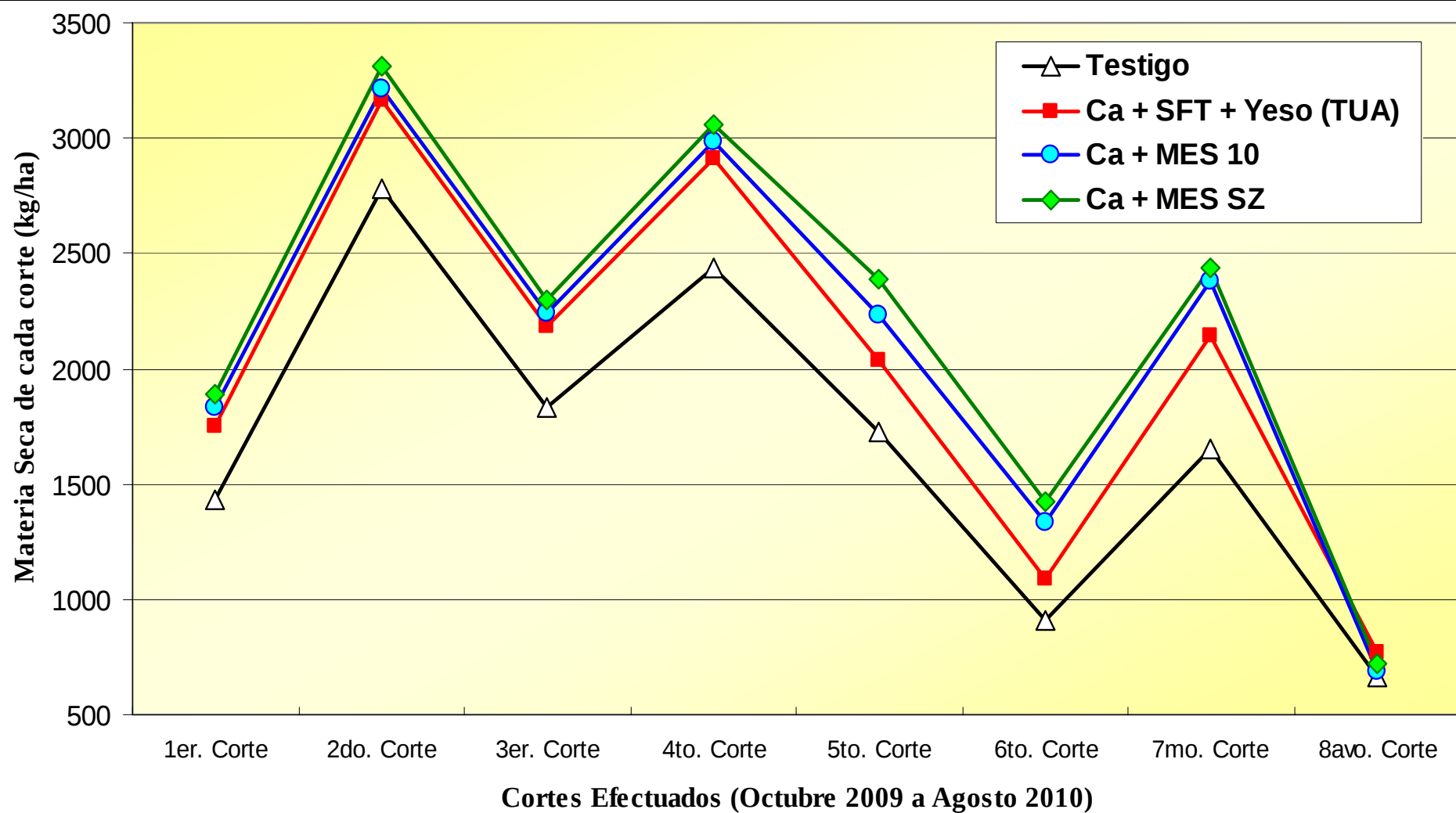


MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011

Suma 8 Cortes (09/10/2009 al 07/08/2010)



Fuente: H. Fontanetto ; E. Weder y G. Gianinetto (2010)

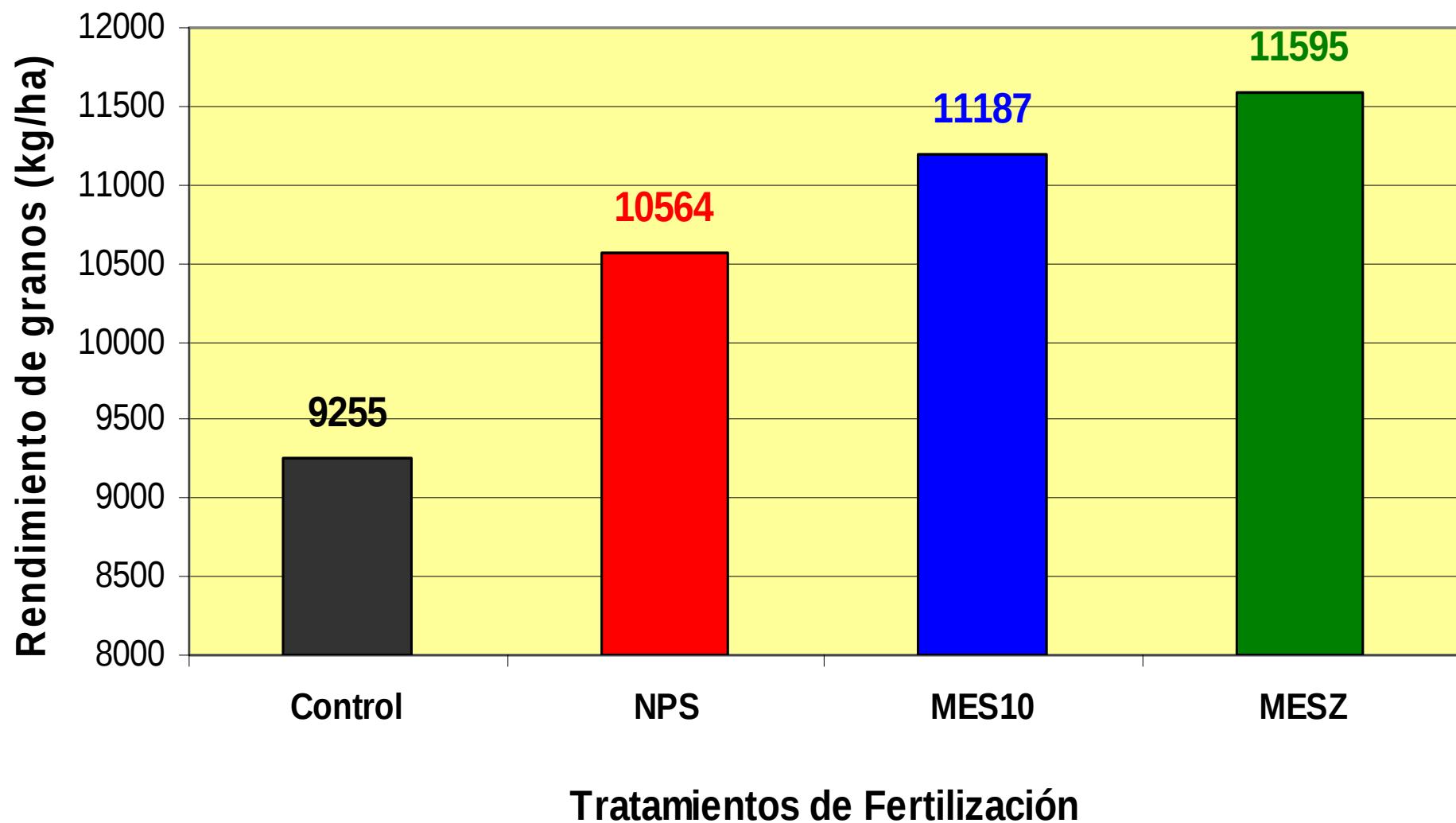


Fuente: H. Fontanetto ; E. Weder y G. Gianinetto (2010)

MAIZ: Fertilización con Mezclas Químicas - Red de Ensayos 2007 al 2010 (18 ensayos)



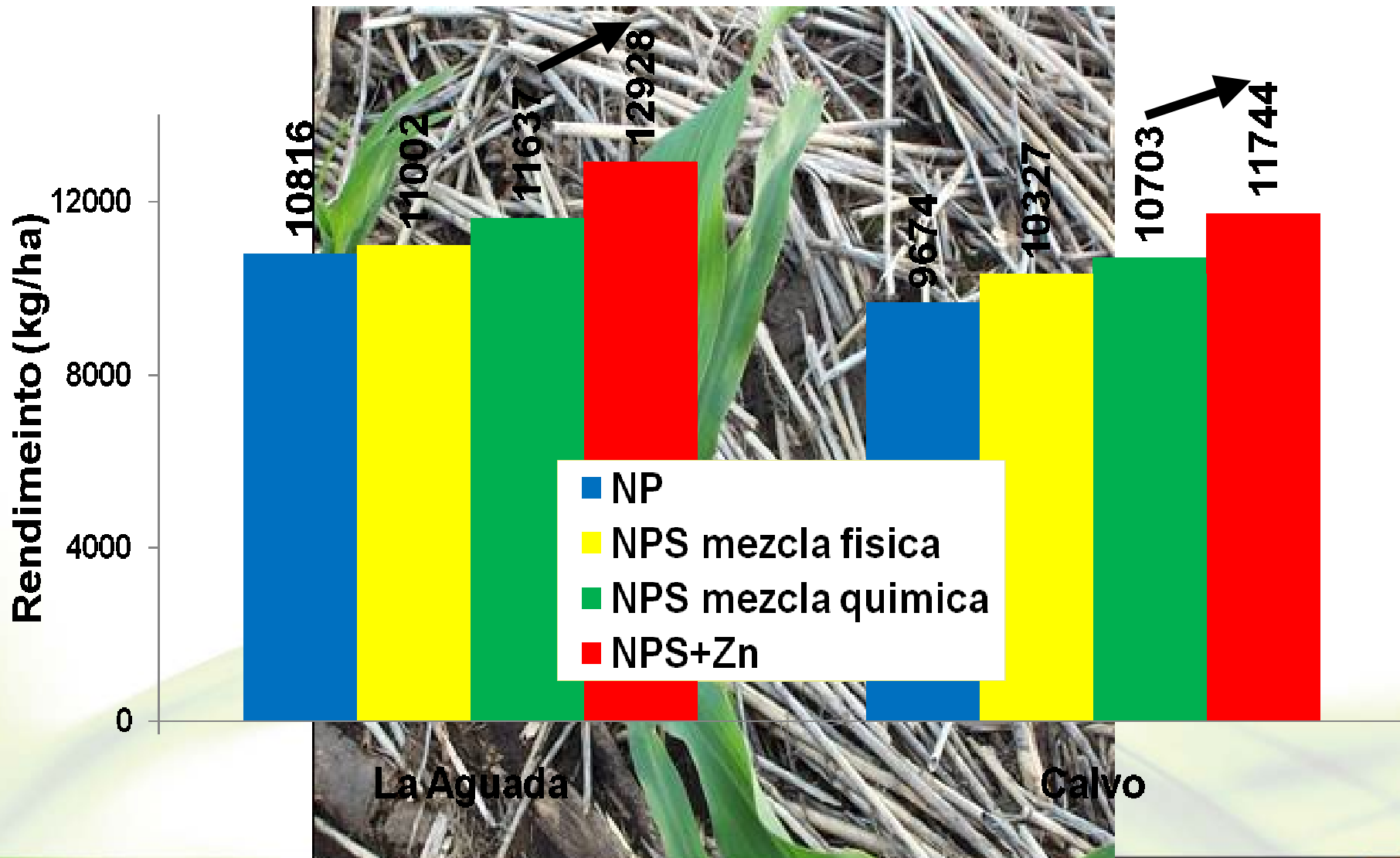
MUNDO SOJA MAIZ
Desarrollando valores por la sustentabilidad 2 0 1 1



Fuente: Ing. Carlos Michiels (2011)

Zinc en Maíz

Universidad Nac. Rio Cuarto/Mosaic – Campaña 2007/08



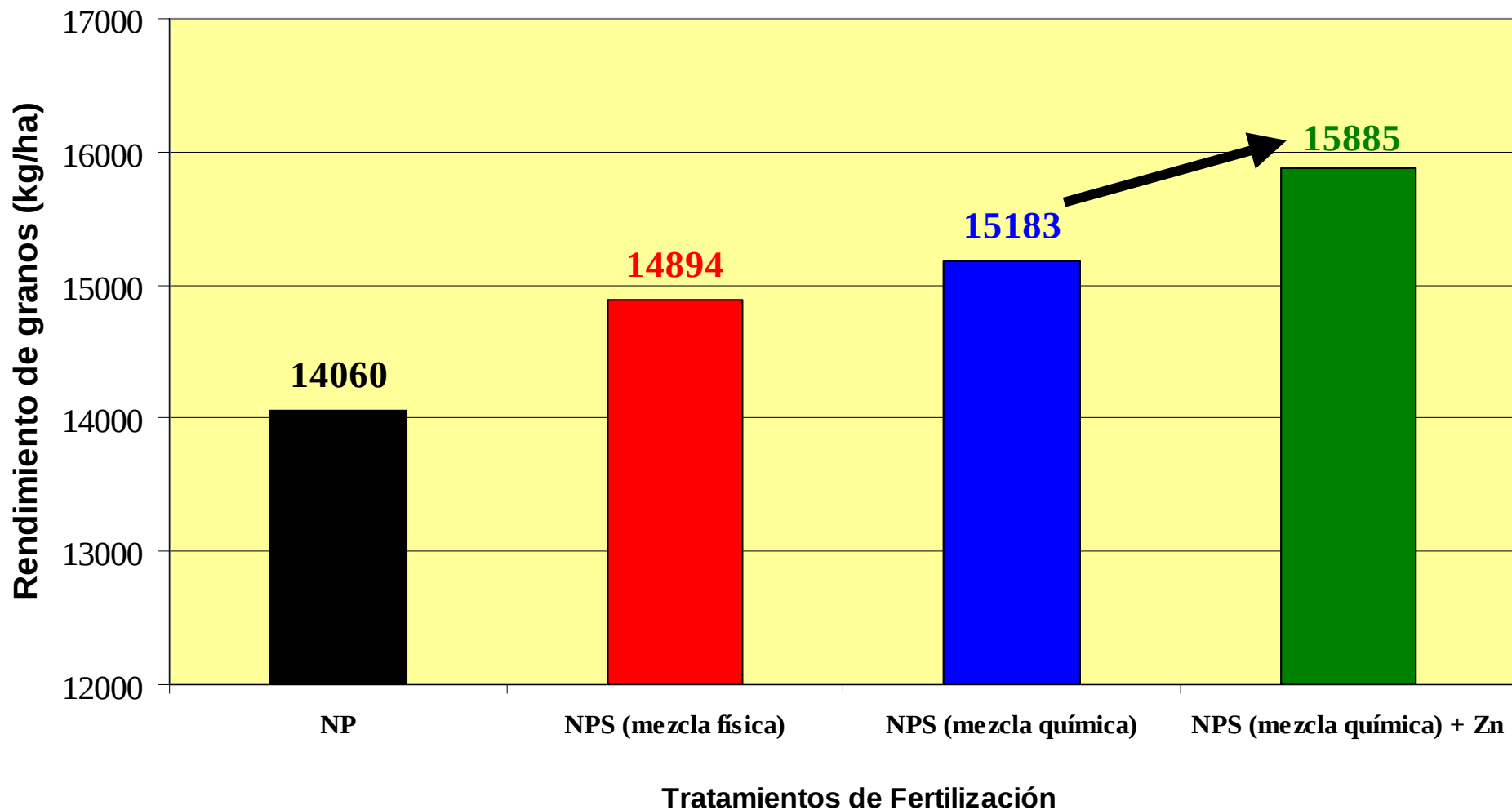
Dosis de 11-21 kg de S y 1 kg de Zn

Fuentes de Zinc en Maíz



Campaña 2009-2010 – San Justo, Santa Fe (Escuela Agrotécnica)

MUNDOSOJA MAIZ
Del mundo unidos por la soya 2011

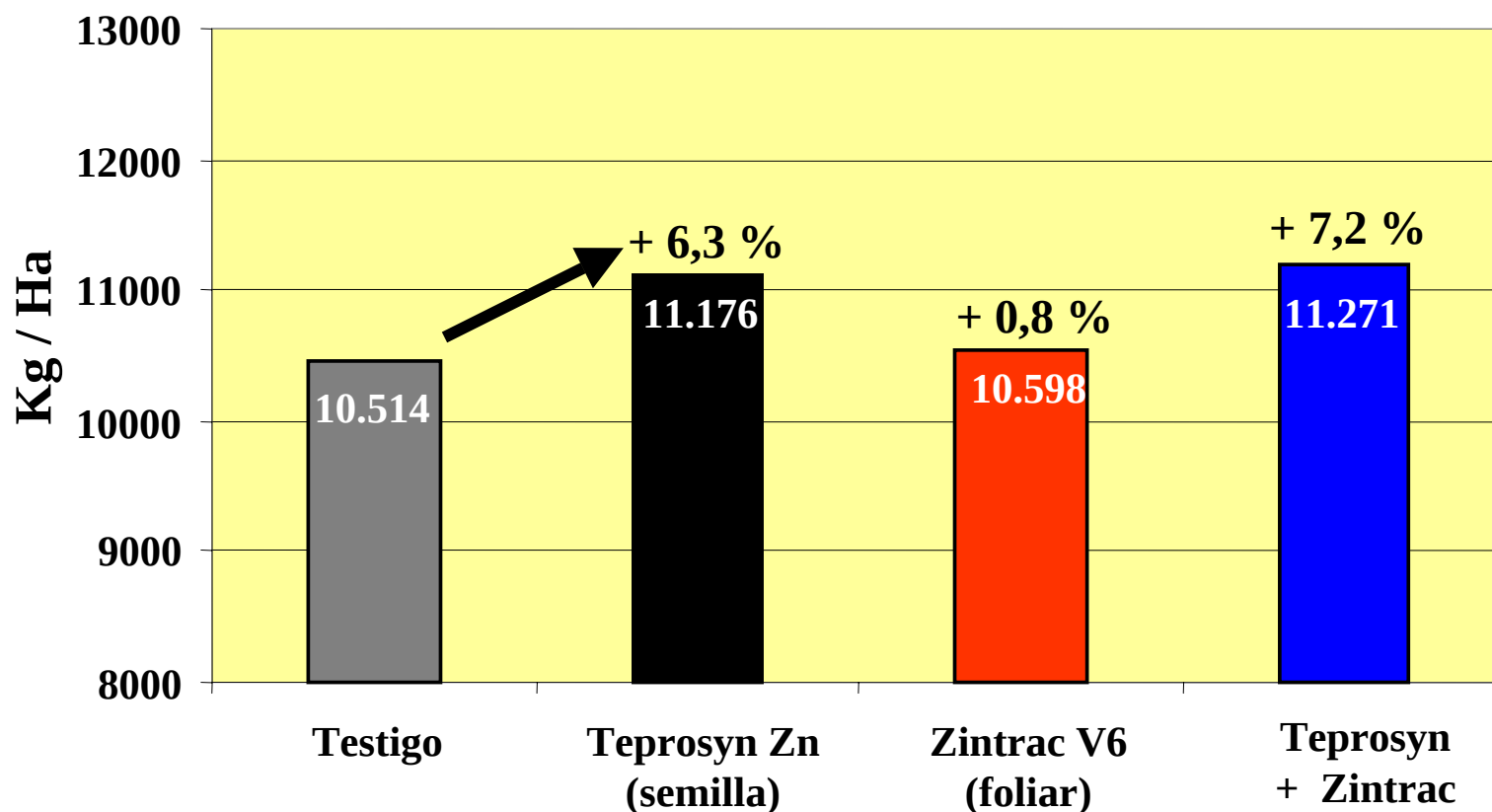


Fontanetto et al. (2010) – EEA INTA Rafaela

7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires



MAIZ: Efecto de diferentes tratamientos con Zn

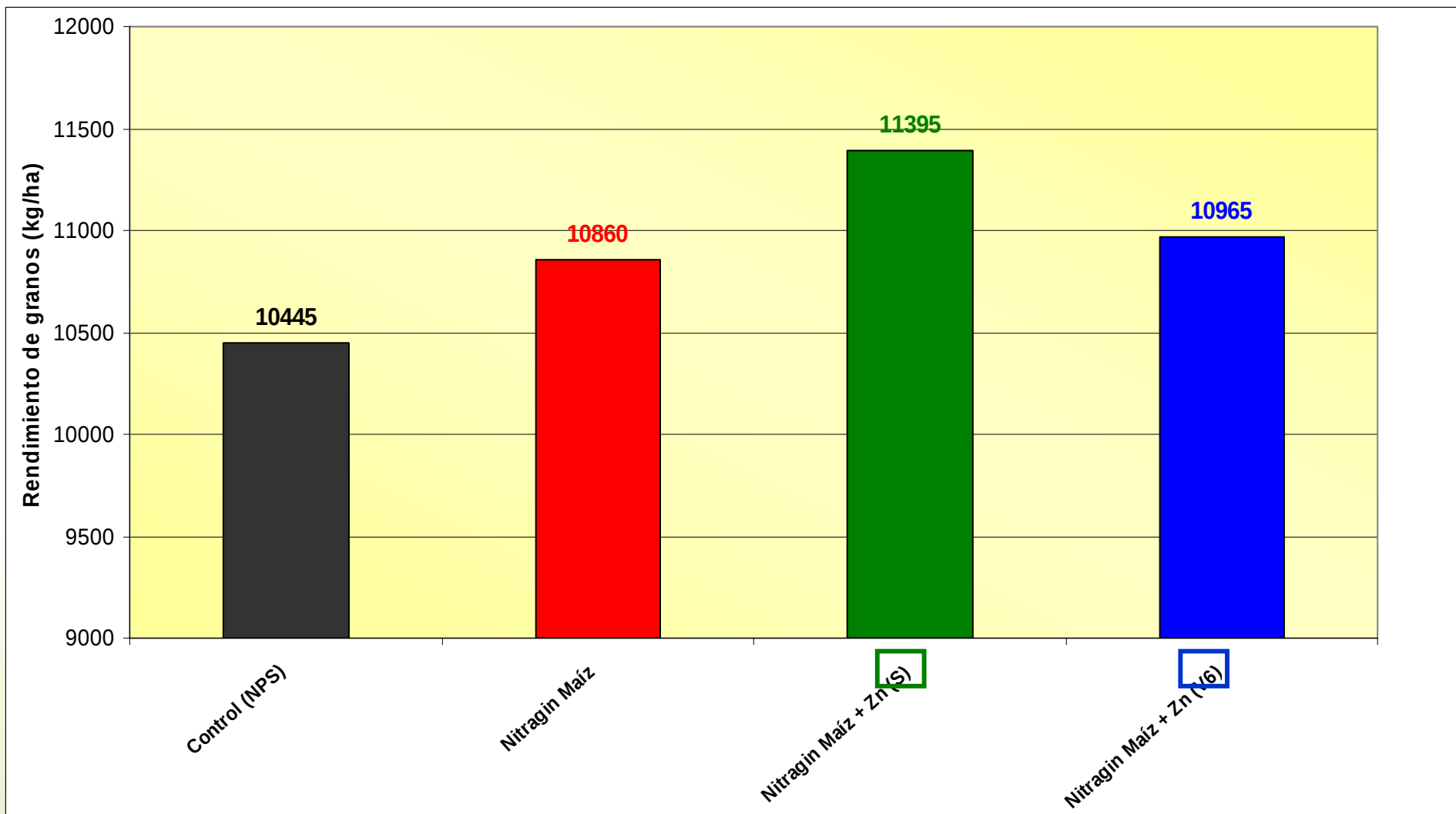


Fuente: Fontanetto et al. (2008)

MAIZ 2008/09 - Efecto de PGPR y del Zn (San Carlos –Sta Fe)



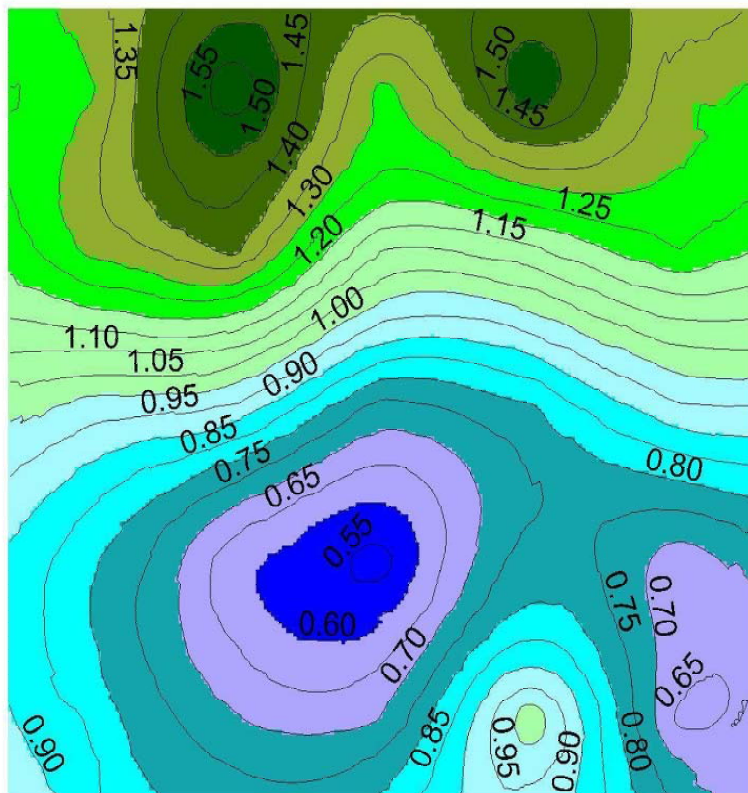
MUNDOSOJA MAIZ
Del mañana visible por la sostenibilidad 2011



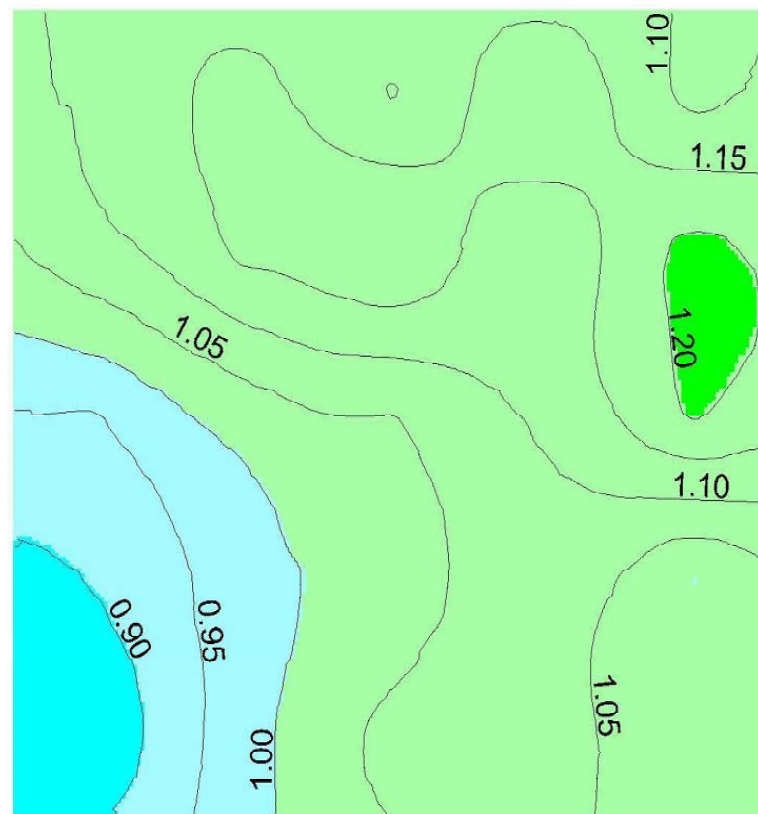
Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2009)

¿Es fácil conocer el verdadero valor de Zinc del lote?

Variabilidad espacial y temporal de los valores de Zn en suelo, a nivel de lote



1er muestreo



2do muestreo

MAIZ: Fertilización con Zn en Suelos Halomórficos



© 2010 Cnes/Spot Image

© 2010 DMapas

© 2010 MapLink/Tele Atlas

© 2010 Inav/Geosistemas SRL

elev. 107 m

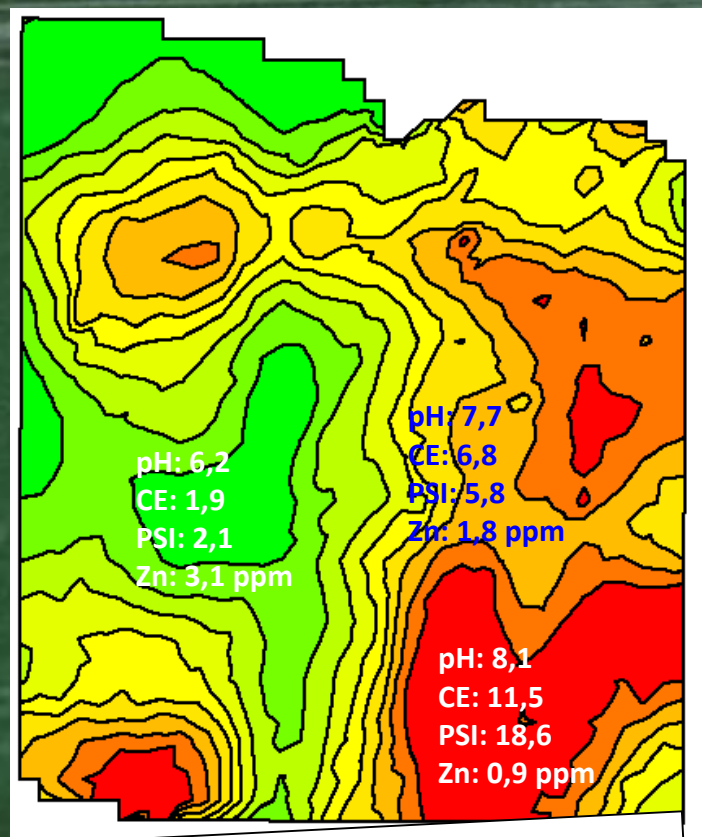
Google

Alt. ojo 2.23 km

Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2008)

31°24'22.57" S 62°36'19.59" O

MAIZ: Fertilización con Zn en Suelos Halomórficos



Mapa (C. E.) - Sonda Veris

© 2010 Cnes/Spot Image

© 2010 DMapas

© 2010 MapLink/Tele Atlas

© 2010 Inav/Geosistemas SRL

Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2008)

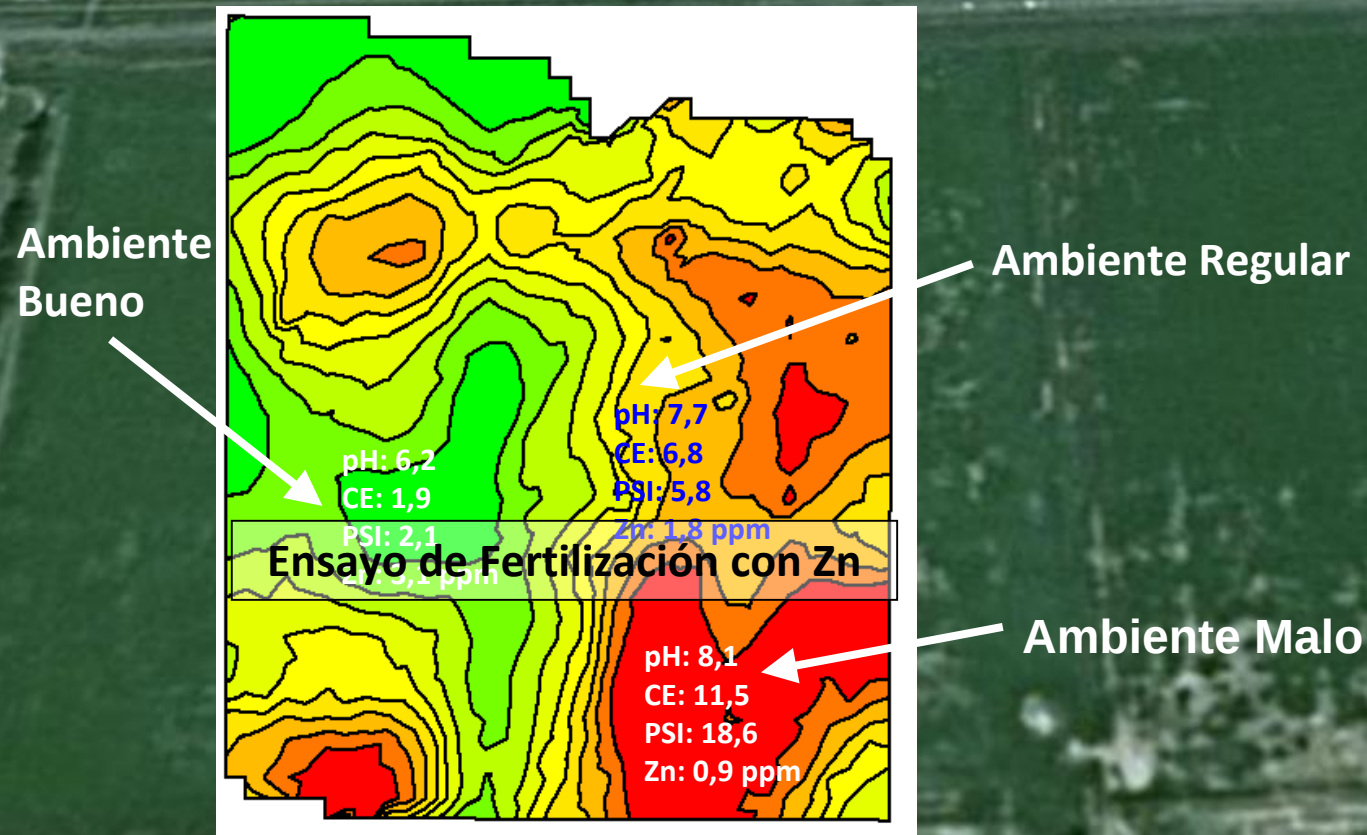
31°24'25.86" S 62°36'41.49" O

elev. 106 m

©2008 Google

Alt. ojo 1.22 km

MAIZ: Fertilización con Zn en Suelos Halomórficos



Mapa (C. E.) - Sonda Veris

Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2008)

© 2010 Cnes/Spot Image
© 2010 DMapas
© 2010 MapLink/Tele Atlas
© 2010 Inav/Geosistemas SRL

© 2008 Google

31°24'25.86" S 62°36'41.49" O

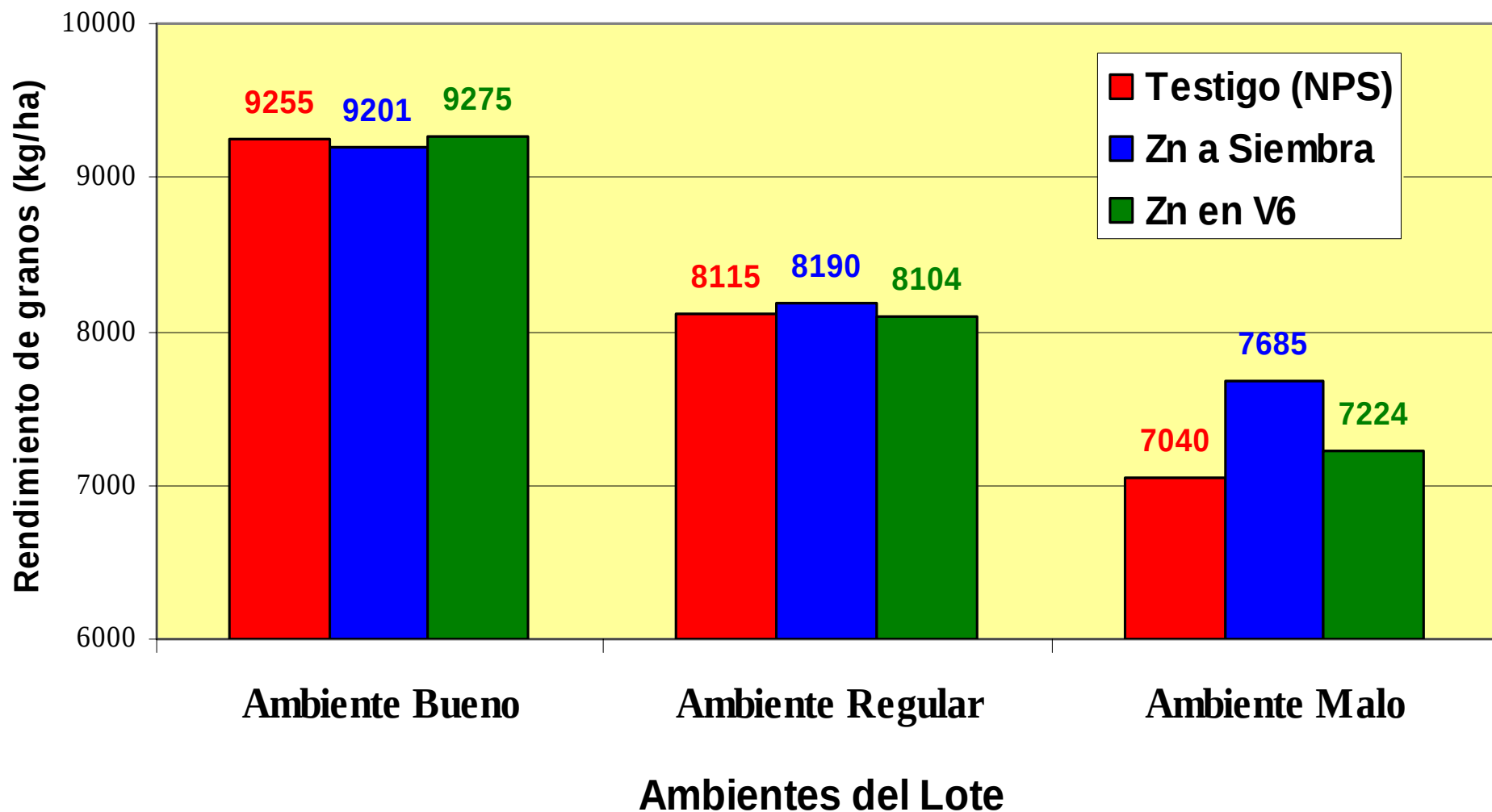
elev. 106 m

Alt. ojo 1.22 km

MAIZ: Fertilización con Zn en Suelos Halomórficos



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011



Fuente: H. Fontanetto ; J. Albrecht y M. Sillón (2008)

Conclusiones

- El Zn “ya llegó” y para quedarse.
- El Zn en diversas combinaciones , formas , dosis y momentos de aplicación aumentó rendimientos.
- El mayor efecto fue sobre el crecimiento inicial, quien afectó al nº y peso de los granos.
- Hay fuentes y tipos de fertilizantes más eficientes que otros.
- Los resultados obtenidos muestran al Zn como el 5to o 6to nutriente limitante de la producción de cultivos y pasturas en la región pampeana Argentina.
- Necesidad de umbrales, mapas de disponibilidad en suelo, ensayos de investigación y gran cantidad de ensayos regionales exploratorios, con nuevas metodologías de evaluación.

Zinc: El Nutriente que ya llegó!!!



WWW.LACREMAESDEPRIMERA.COM.AR

CLUB ATLÉTICO DE RAFAELA



¡¡¡¡¡¡¡¡Dale campeón, dale campeón, dale campeón, dale campeón !!!!!!!!!!!!!



7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires

**!!! Muchas Gracias
por
invitarme a participar!!!**