Mitos y Realidades de la Nutrición con Zinc en Nogal

Dr. Humberto Núñez Moreno

Campo Experimental Costa de Hermosillo

GRACIAS…

Comité Organizador

Durante más de dos décadas la deficiencia de zinc puso en jaque a la industria nogalera
Todavía en los 30s del siglo anterior, cuando se pensaba que era una enfermedad.

A la enfermedad le llamaban “roseta”

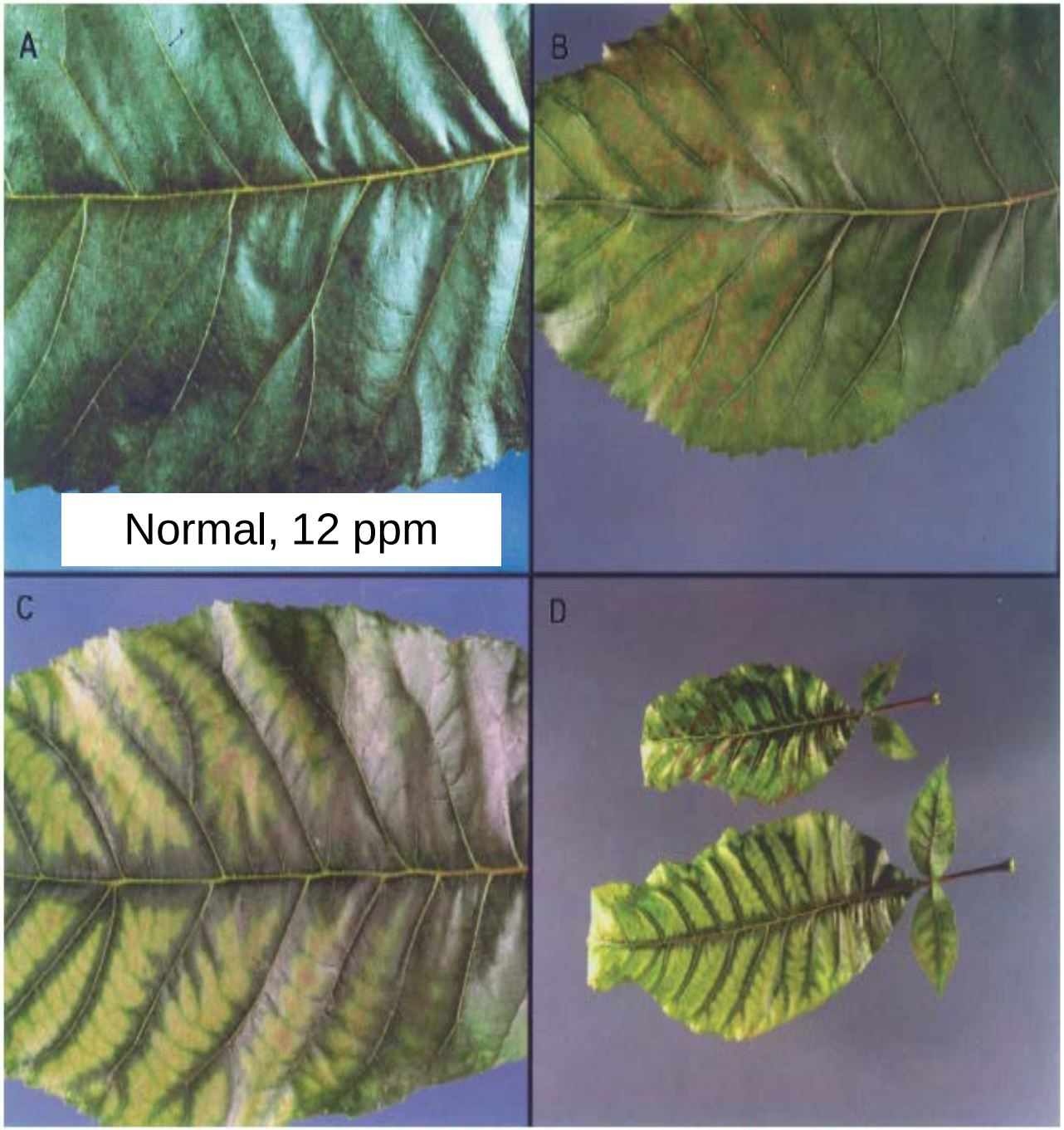
Al convertir las áreas nativas a comerciales, se les retiraba el mantillo de materia orgánica (humus) y los árboles también se “enfermaban” presentando “arrosetamiento”, “hoja pequeña”.

Northernpecans.blogspot.com

El zinc participa en diversas funciones fisiológicas.

Formación del triptófano, aminoácido precursor de auxinas las cuales promueven la elongación de las células (Mengel y Kirkby, 1987).

La deficiencia de zinc ocasiona clorosis y necrosis intervenal y ondulamiento de márgenes (Kim et al., 2002)



Kim et al., 2002

La deficiencia de zinc reduce los niveles de clorofila y el grosor de la hoja (Hu y Spark, 1991, Ojeda et al., 2012) y el intercambio gaseoso (Hu y Spark, 1991)

Deficiencia de zinc en nogal

- Hojas verde claro con clorosis intervenal, desarrollándose áreas necróticas intervenales
- Se reduce el tamño de hojas, especialmente en hojas jóvenes
- Se reduce la longitud del entrenudo. Hojas amontonadas
- Mortalidad de brotes
- Se afecta fotosintesis
- Desarrollo lento del árbol
- Se reduce la floración y el amarre

El efecto genético en la absorción de zinc (Grauke, et. al. 2002)

Oeste de Texas > Este de Texas

La diferencia en concentración es de 100 a 67 ppm.

Aspersiones foliares

Hojas jóvenes > Hojas adultas

Mayor riesgo de fitotoxicidad

Mito:

Las aspersiones foliares incrementan los niveles de zinc a valores mayores de 100 ppm

La realidad…

Análisis de nutriente en foliolos de nogal asperjados con una solución de Zinc (882 ppm). Los tratamientos donde se incluye remojo con HCl (1%) son los que eliminan el zinc residual (Smith y Storey, 1976).

Jabón	Llave	HCl 1 %	Destilada	Total de enjuagadas	Zinc Ppm
NO	NO	NO	NO	0	499

La realidad…

Análisis de nutriente en foliolos de nogal asperjados con una solución de Zinc (882 ppm). Los tratamientos donde se incluye remojo con HCl (1%) son los que eliminan el zinc residual (Smith y Storey, 1976).

Jabón	Llave	HCl 1 %	Destilada	Total de enjuagadas	Zinc Ppm
NO	NO	NO	NO	0	499
SI	SI	NO	SI	5	306

La realidad…

Análisis de nutriente en foliolos de nogal asperjados con una solución de Zinc (882 ppm). Los tratamientos donde se incluye remojo con HCl (1%) son los que eliminan el zinc residual (Smith y Storey, 1976).

Jabón	Llave	HCl 1 %	Destilada	Total de enjuagadas	Zinc Ppm
NO	NO	NO	NO	0	499
SI	SI	NO	SI	5	306
NO	SI	SI	SI	5	85

La realidad…

Análisis de nutriente en foliolos de nogal asperjados con una solución de Zinc (882 ppm). Los tratamientos donde se incluye remojo con HCl (1%) son los que eliminan el zinc residual (Smith y Storey, 1976).

Jabón	Llave	HCl 1 %	Destilada	Total de enjuagadas	Zinc Ppm
NO	NO	NO	NO	0	499
SI	SI	NO	SI	5	306
NO	SI	SI	SI	5	85
SI	SI	SI	SI	6	81

La realidad…

Análisis de nutriente en foliolos de nogal asperjados con una solución de Zinc (882 ppm). Los tratamientos donde se incluye remojo con HCl (1%) son los que eliminan el zinc residual (Smith y Storey, 1976).

Jabón	Llave	HCl 1 %	Destilada	Total de enjuagadas	Zinc Ppm
NO	NO	NO	NO	0	499
SI	SI	NO	SI	5	306
NO	SI	SI	SI	5	85
SI	SI	SI	SI	6	81
NO	SI	NO	SI	4	354
NO	NO	NO	SI	3	352
NO	NO	SI	SI	4	87

En resultados de investigación, se ha encontrado que niveles de 50 ppm de zinc son suficientes.

La aspersión de zinc durante el otoño no afectó la concentración de zinc en la hoja en la siguiente temporada (Walworth, et al, 2006).

A medida que se incrementa el nivel de materia orgánica en el suelo, la disponibilidad de zinc es mayor (Agbenin, 2003)

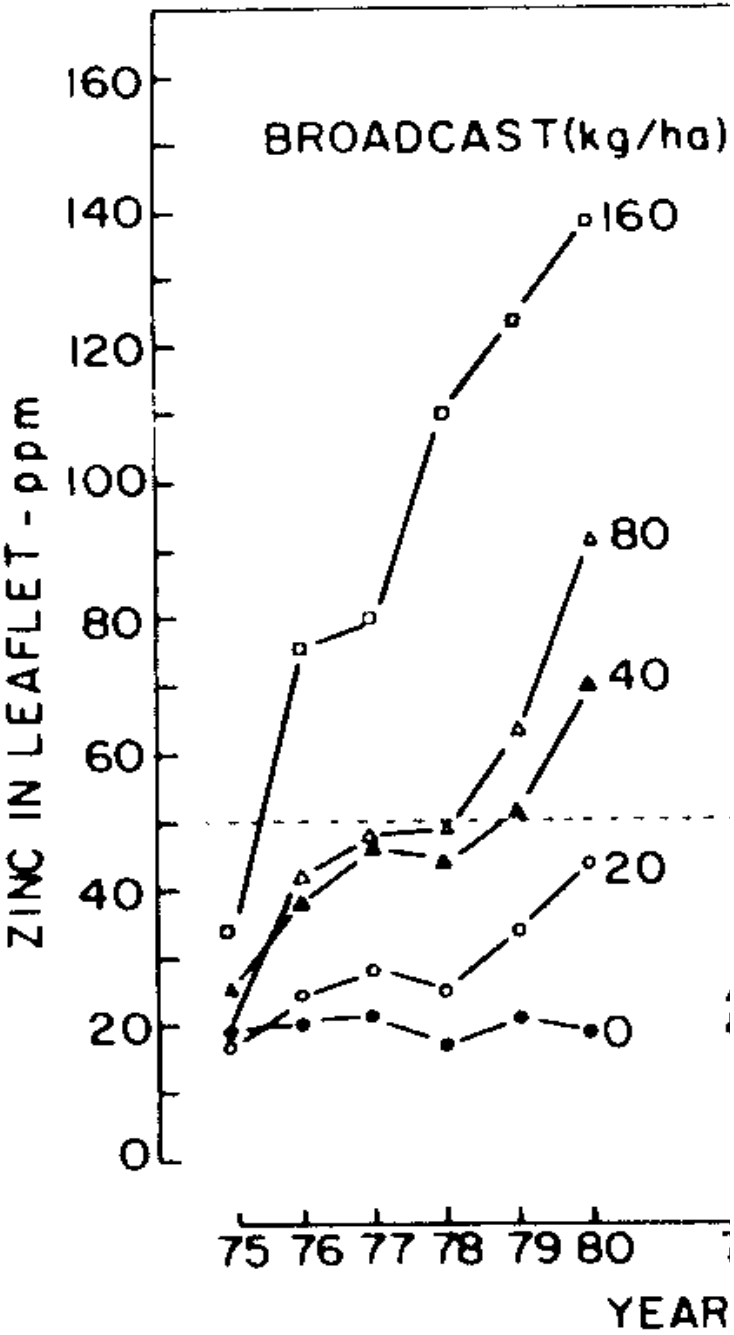
El estiércol no endurece los suelos, incrementa la fertilidad de los mismos e incrementa la absorción de zinc por los nogales (Núñez, et al, 2009)

Después de aplicar estiércol y sulfato de zinc el nivel foliar de zinc se incrementó de 37 a 86 ppm (Nuñez et al., 2009)

2007 3 13

Un productor de Texas (Kyle Brookshire), inyecta Zn – EDTA a través del sistema de riego por goteo en dosis de un galón por acre por año. En el área del gotero hay 36 ppm y fuera del gotero 12.6 ppm (Zn extractable con DTPA)

La respuesta de la aplicación de zinc al suelo es lenta. Puede retrasarse de dos a tres años.



Payne and Sparks, 1982

Nutrientes clave:

Zinc

<u>Factores que afectan su absorción</u>

pH del suelo

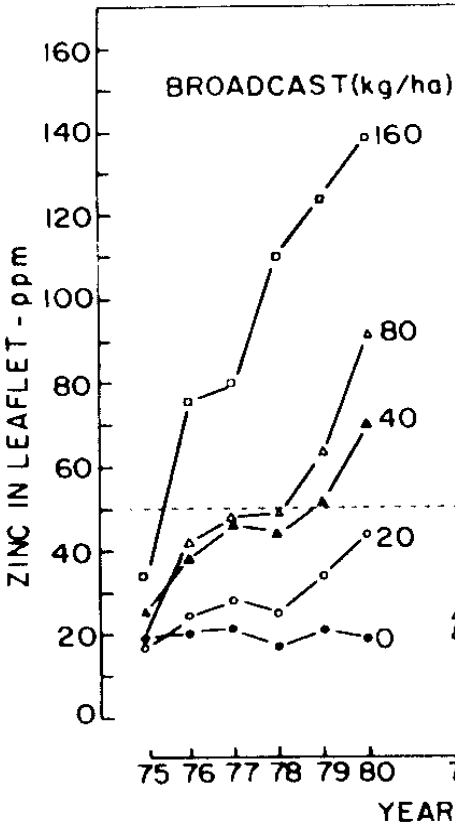
Variedad/Portainjerto

Presencia de carbonatos/hidroxilos

<u>Fertilización estándar</u>

Fertilización foliar y al suelo en suelos alcalinos (el efecto puede mostrarse años después)

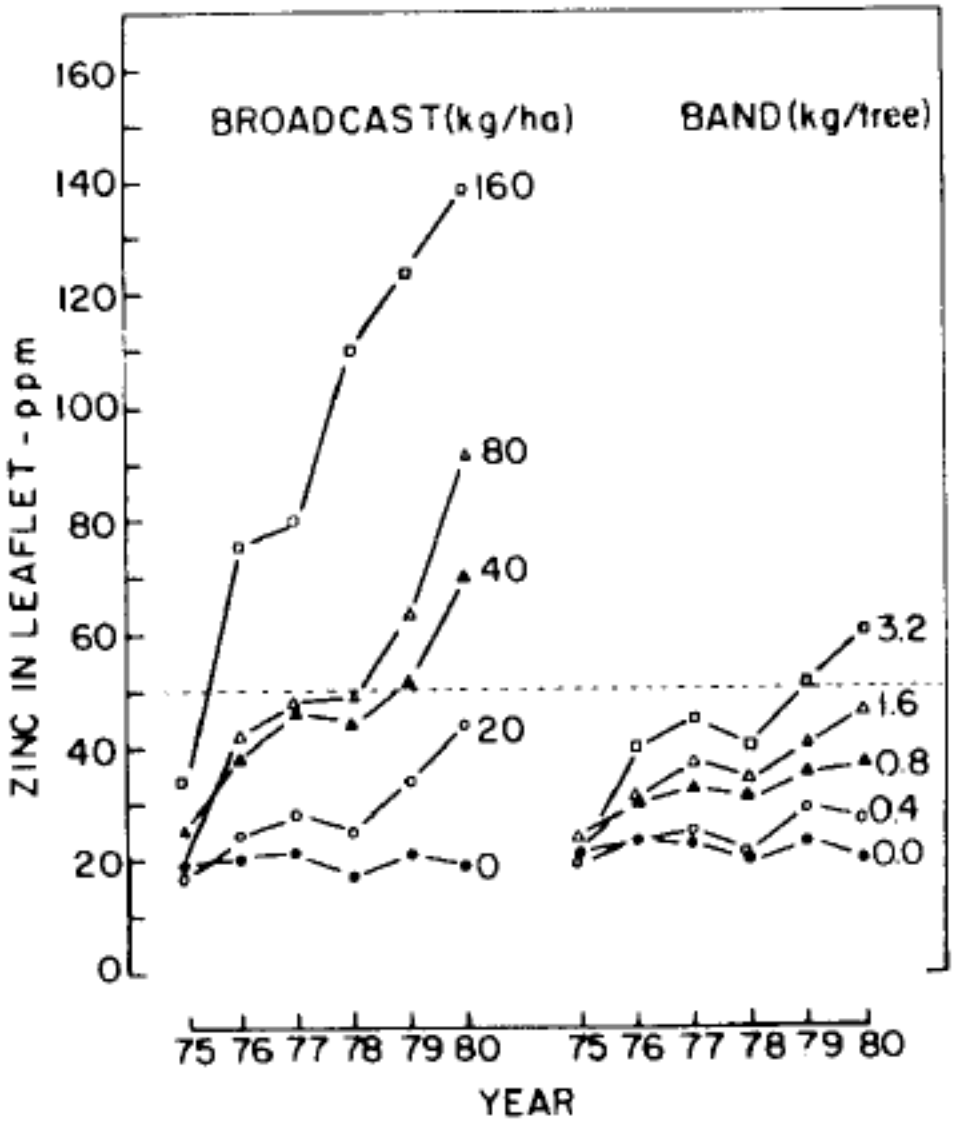
Fertilización foliar en suelos alcalinos



Payne and Sparks, 1982

Al voleo o en banda?

Al voleo o en banda?



Payne y Sparks, 1962

Método estandar de abastecer de zinc en el Oeste (suelos alcalinos)

Aspersiones repetidas al follaje de soluciones diluidas de zinc y manganeso

Usando una solución con ^{65}Zn, Wasdworth(1970) encontró que hay baja movilidad de zinc en hojas

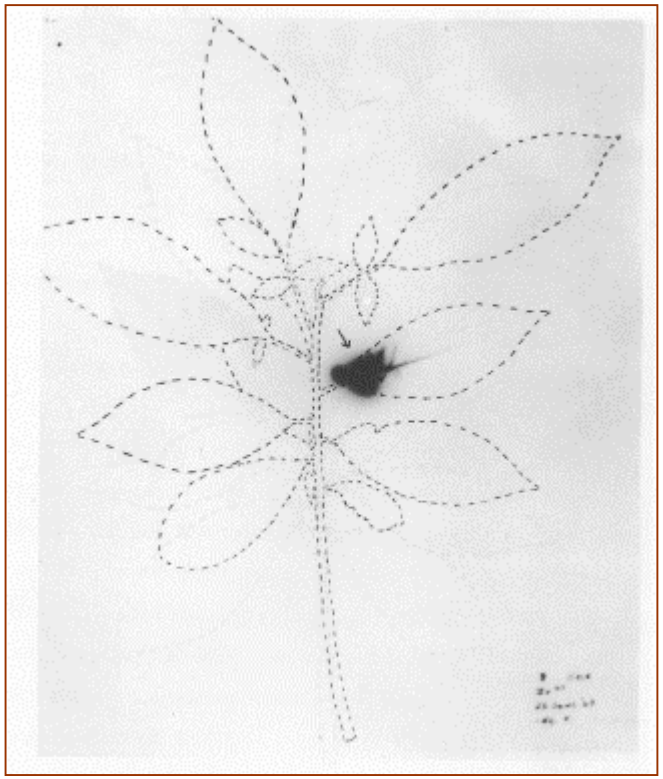
Consumo de energía, compactacion del suelo e interferencia con el manejo del huerto (riego)

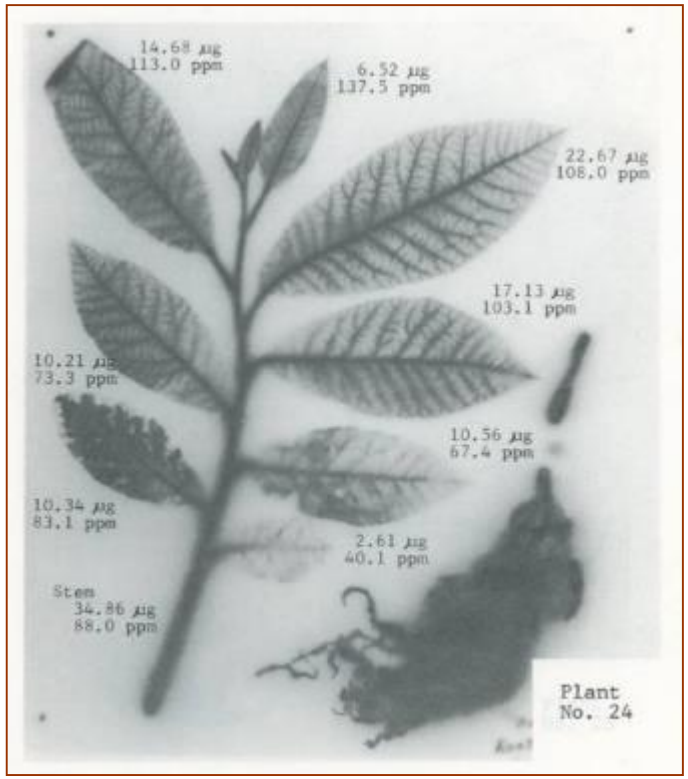
Práctica comercial

- Aplicación foliar de sulfato de zinc
  - 1 to 2 kg $ZnSO_4$ y 1½ L UAN 32/400L water
    - 1000L agua /ha
  - Árboles adultos, 3-4 veces por año (3-6 kg/ha Zn)
  - Árboles jóvenes, cada 1-3 semanas

Aplicación Foliar Zn

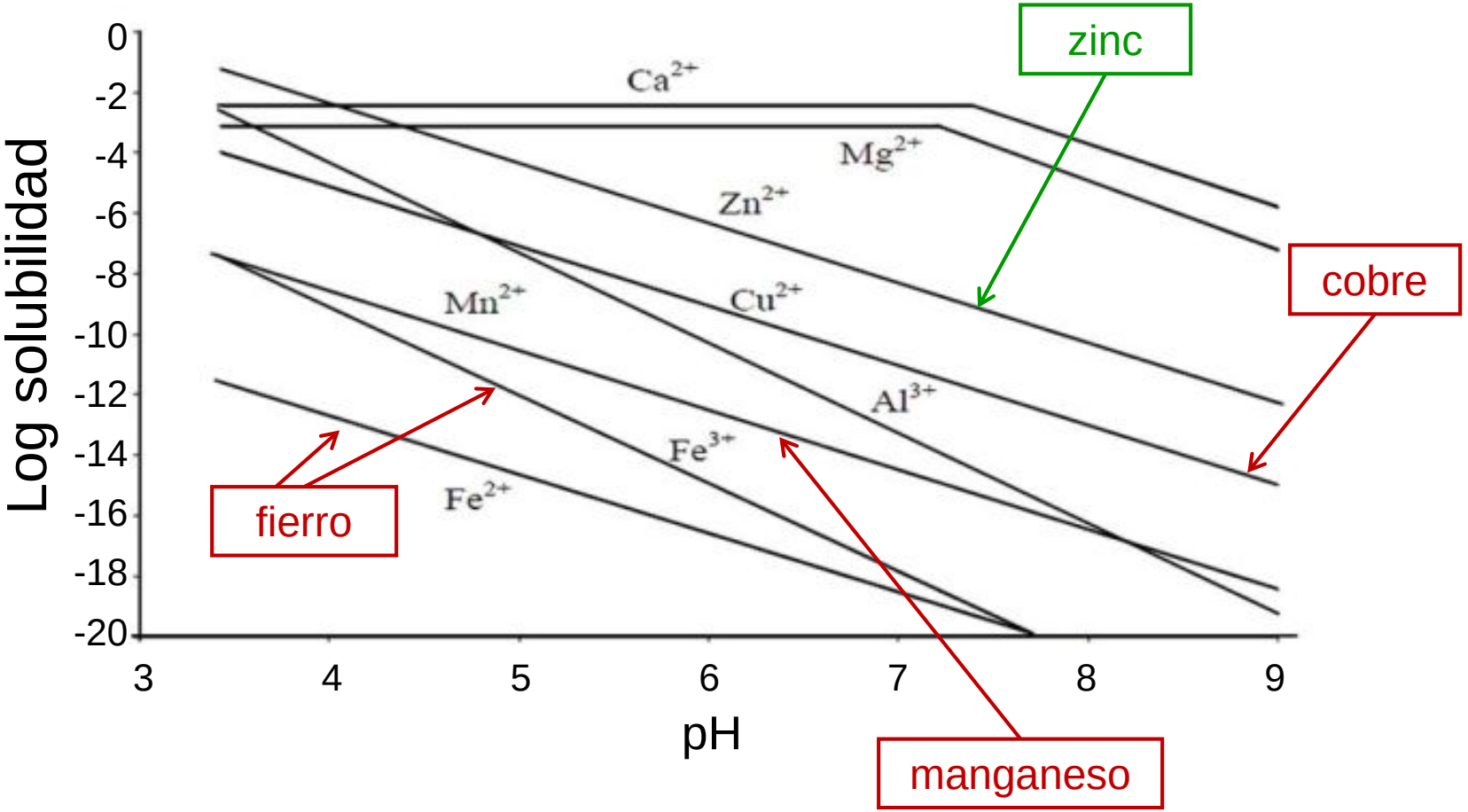
Absorción de zinc por raíces





Autoradiografía de ^{65}Zn 8 semanas después de agregar una gota de 6.6 µL 43.8 µg Zn as $ZnSO_4$ en una hoja adulta, o aplicación a la raíz por 96 horas de una solución 0.5 Hogland, la cual contenía 156 µg Zn como $ZnSO_4$ (Wadsworth, 1970).

Efecto del pH en la solubilidad de nutrientes



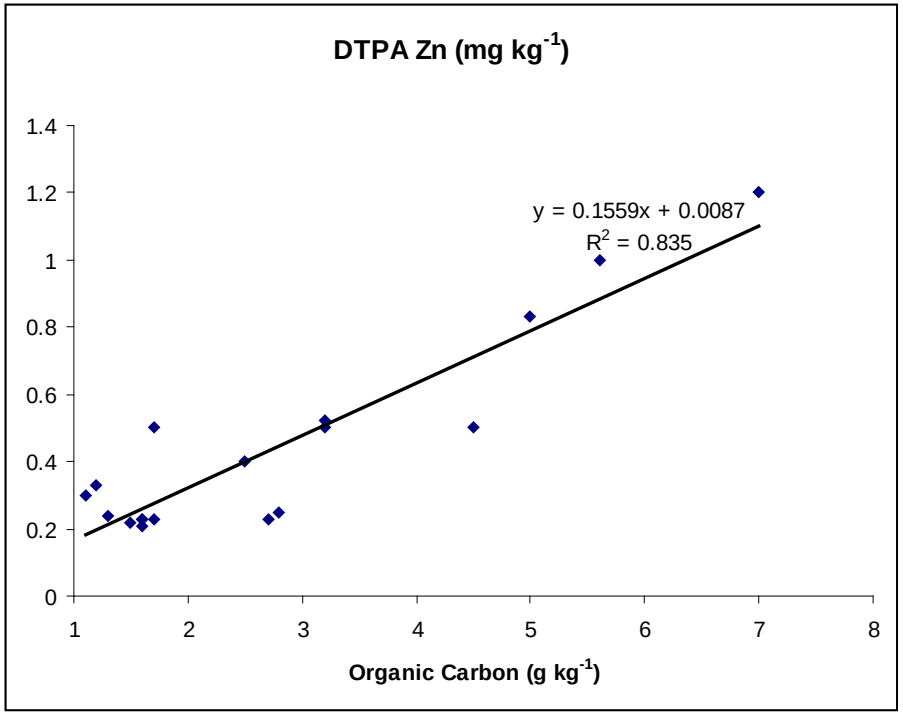
Incremento de la disponibilidad de zinc

Reduciendo pH

Agregando Materia Orgánica

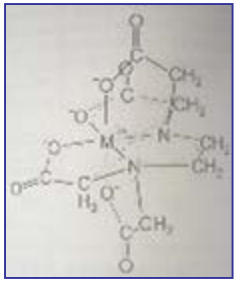
Uso de quelatos

Microorganismos



Materia Orgánica vs Zinc disponible (DTPA) (Agbenin, 2003)

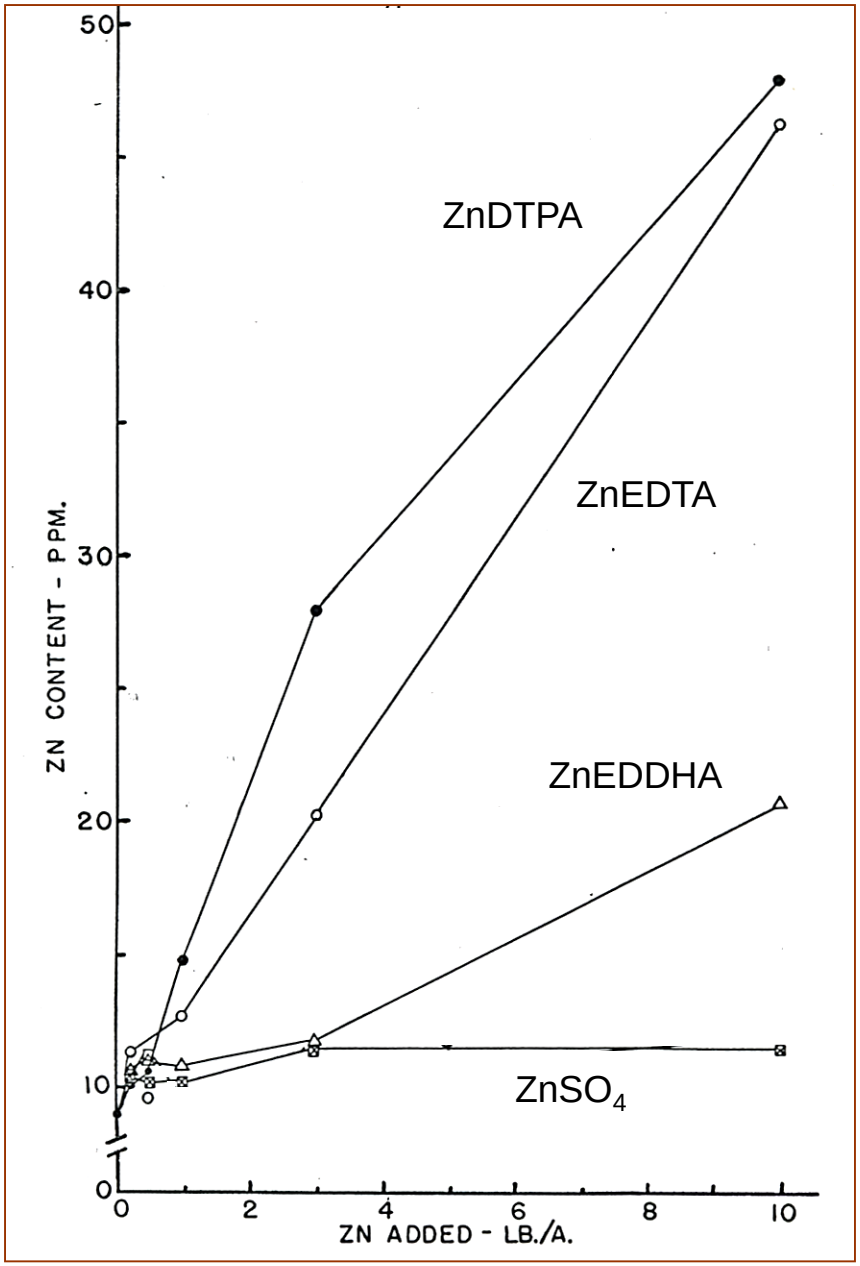
Riego por goteo



ZnEDTA (pts/acre-ft)	Hoja Zn (ppm)	
	1974	1975
0.25	39	49
0.50	53	54
0.75	68	70

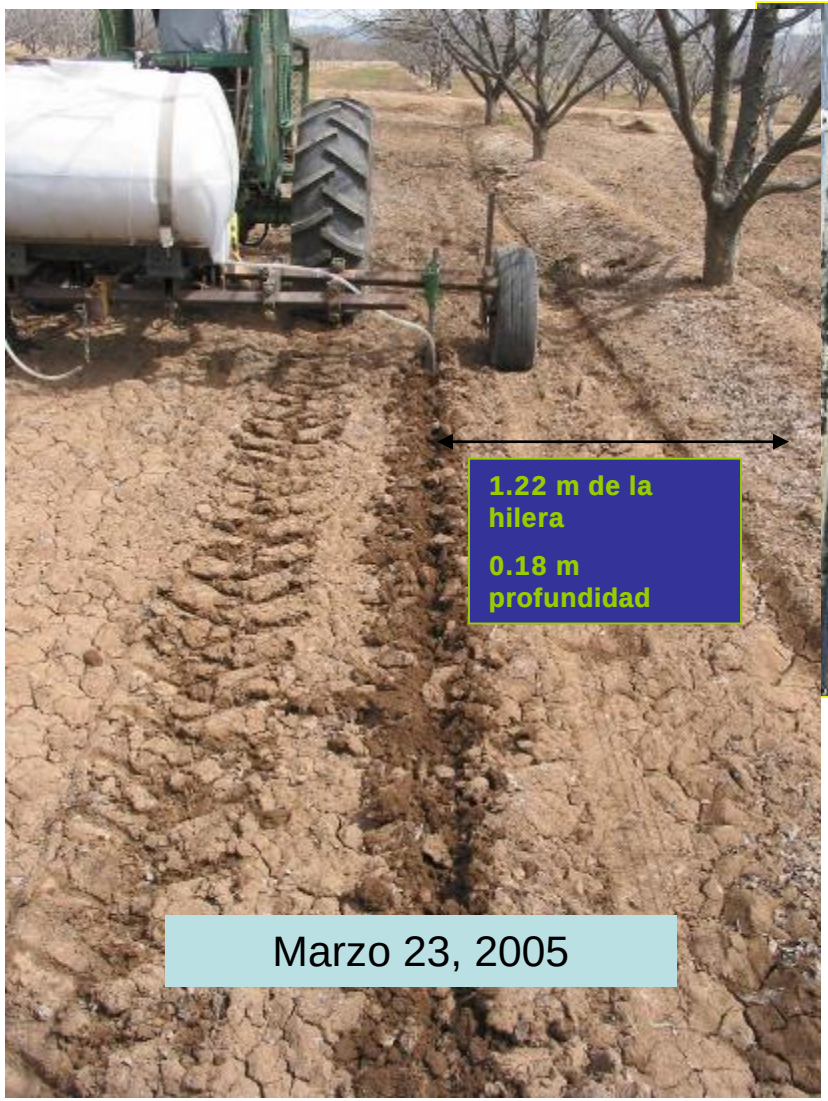
Lindsey and Condra, datos no publicados

- En pH alto, ZnDTPA y ZnEDTA presentan mayor estabilidad
- Sólo ZnEDTA es disponible comercialmente



Maíz en invernadero (Anderson, 1964)

Sulfato de zinc y Zn EDTA al suelo

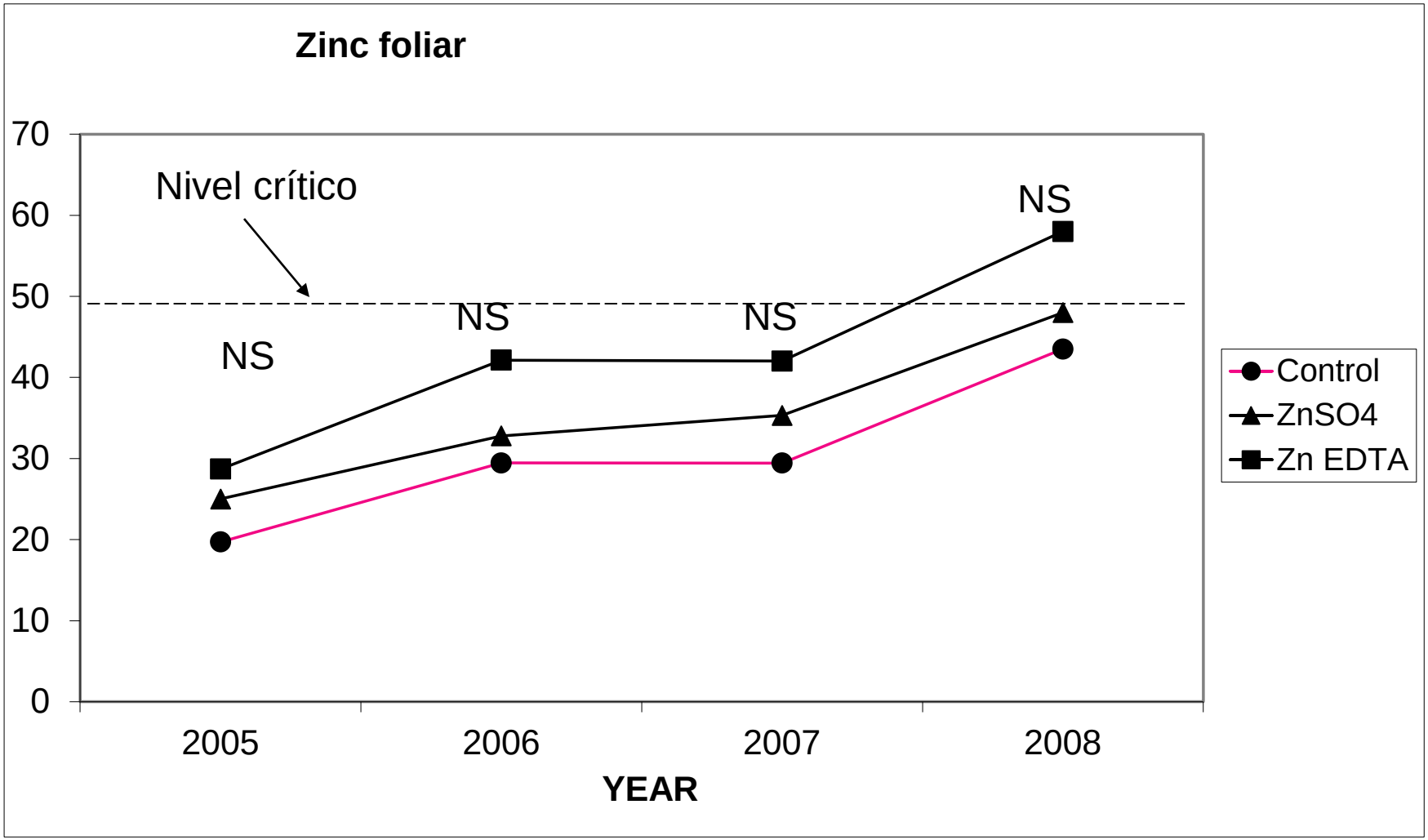


Propiedad del suelo	Valor
Soil texture	Franco arcillos o
pH	7.60
Materia orgánica %	1.80
CEe dS/m	0.69
Zn (DTPA ppm)	5
Zn (sat. ext.) ppm	0.02

Treatamientos: Dosis

- Control
- Zinc Sulfato: 75 Kg Zn ha^{-1}
- Zinc EDTA: 19 Kg Zn ha^{-1}

- Una sola aplicación


Zinc foliar
70
60
50
40
30
20
10
0
Nivel crítico
NS
NS
NS
NS
2005
2006
2007
2008
YEAR
Control
ZnSO4
Zn EDTA

Rendimiento

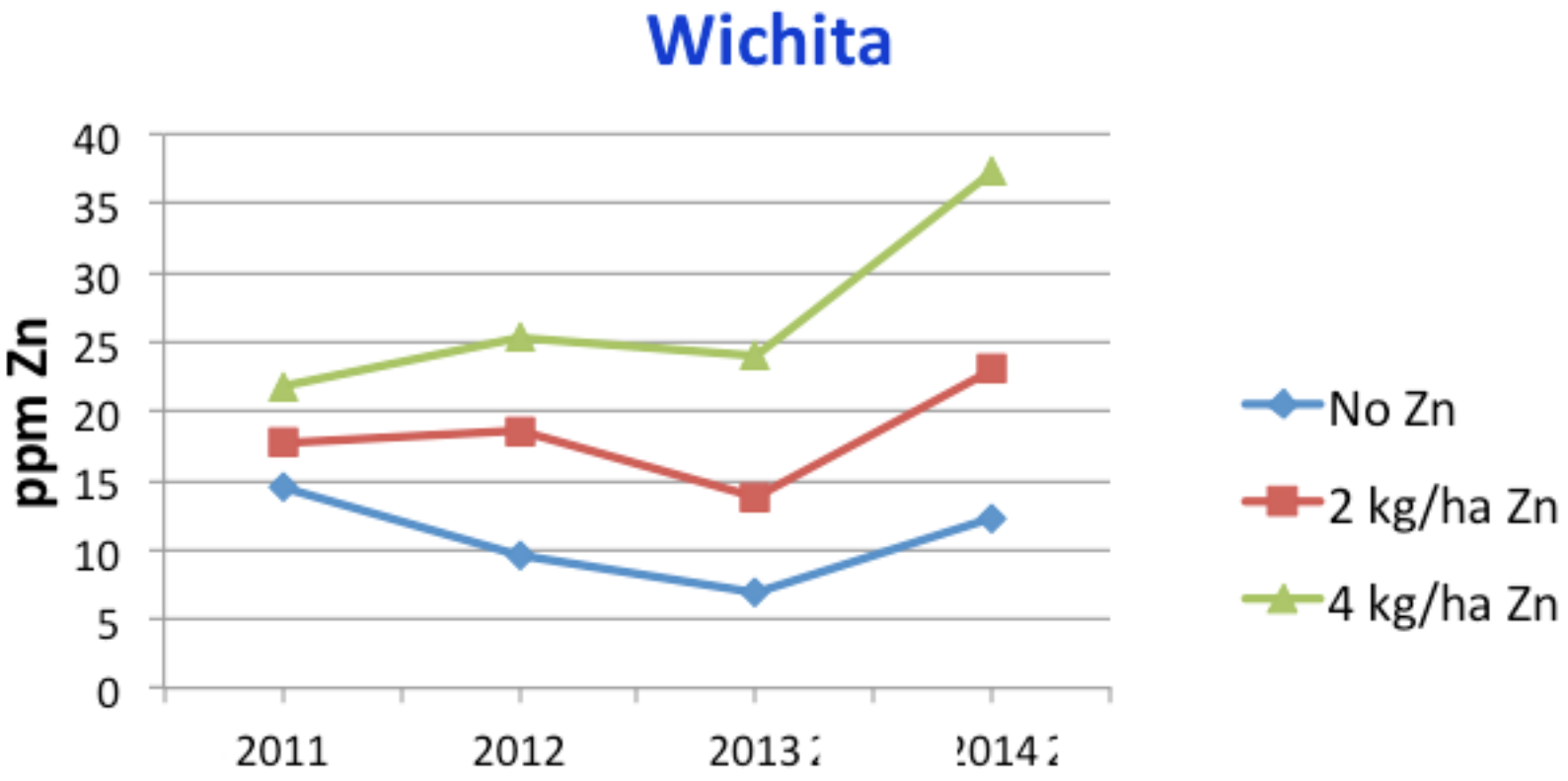
Kg por ha

Tratamiento	ppm Zn	2005	2006	2007	prom
Control	19-40	3608	1230	2979	2605
ZnSO4	25-48	3792	1116	3291	2733
ZnEDTA	29-58	3237	1317	3797	2783
Sign		NS	NS	NS	NS

Zinc Fertigación (Walworth, 2014)

- Inició en 2011 en árboles recién plantados ‘Wichita’ y ‘Western’
- Dosis 0, 2, 4 kg Zn/ha, como EDTA (14 y 28 Kg por ha material comercial)
- Se dividió dosis en todo el ciclo

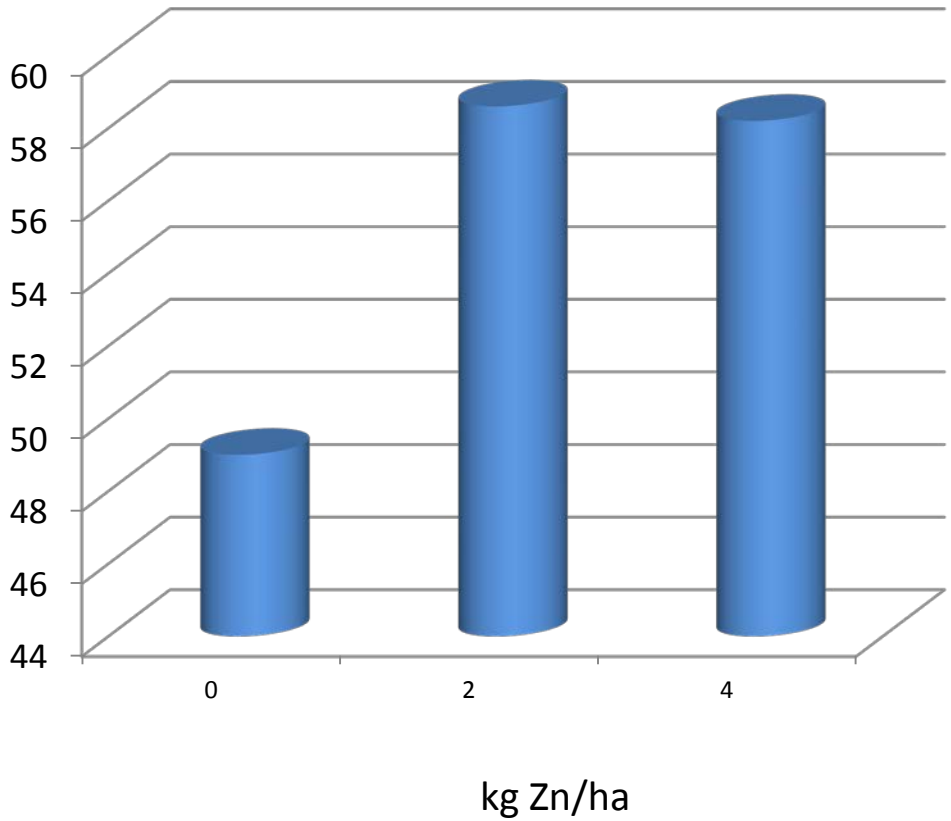
Walworth, 2014


Wichita
ppm Zn
40
35
30
25
20
15
10
5
0
2011
2012
2013
2014
No Zn
2 kg/ha Zn
4 kg/ha Zn

Diámetro de tronco

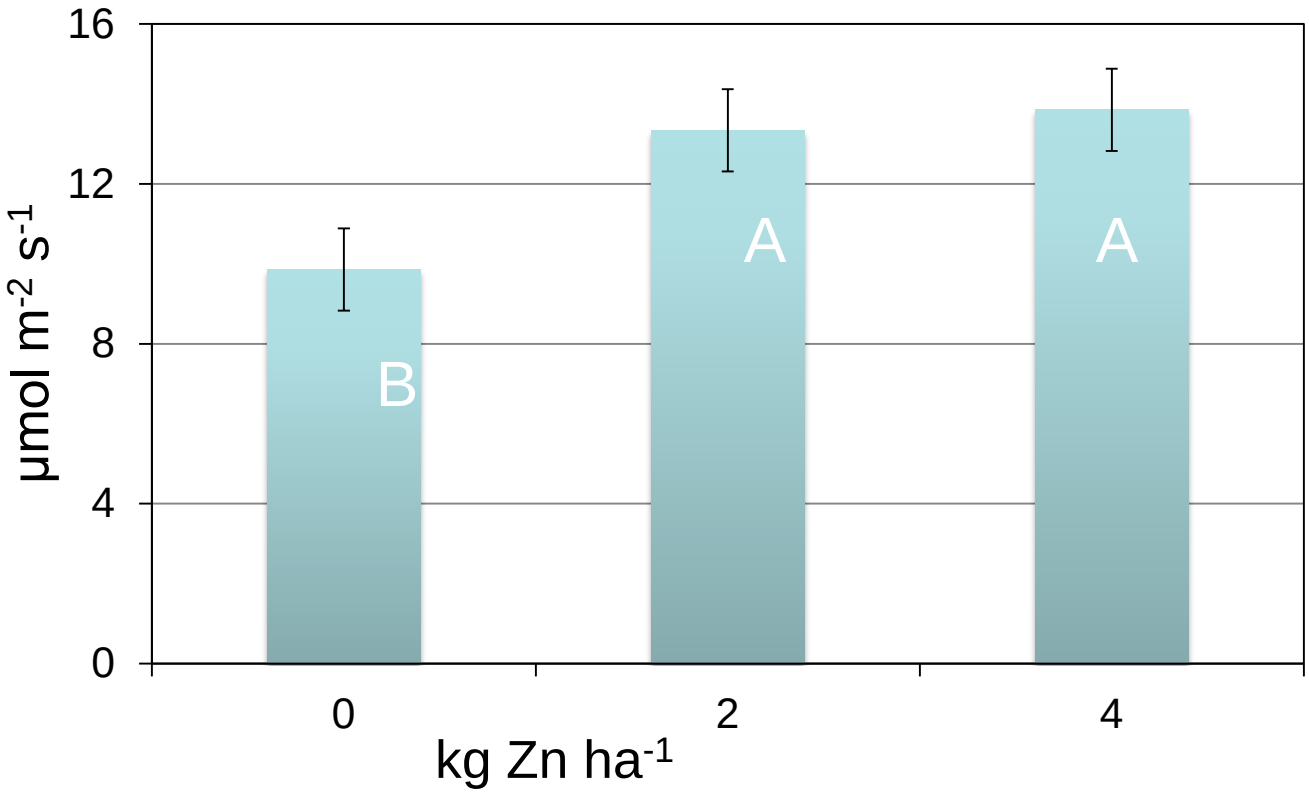
de 2012 a 2013 (% con relación a 2012)

Wichita



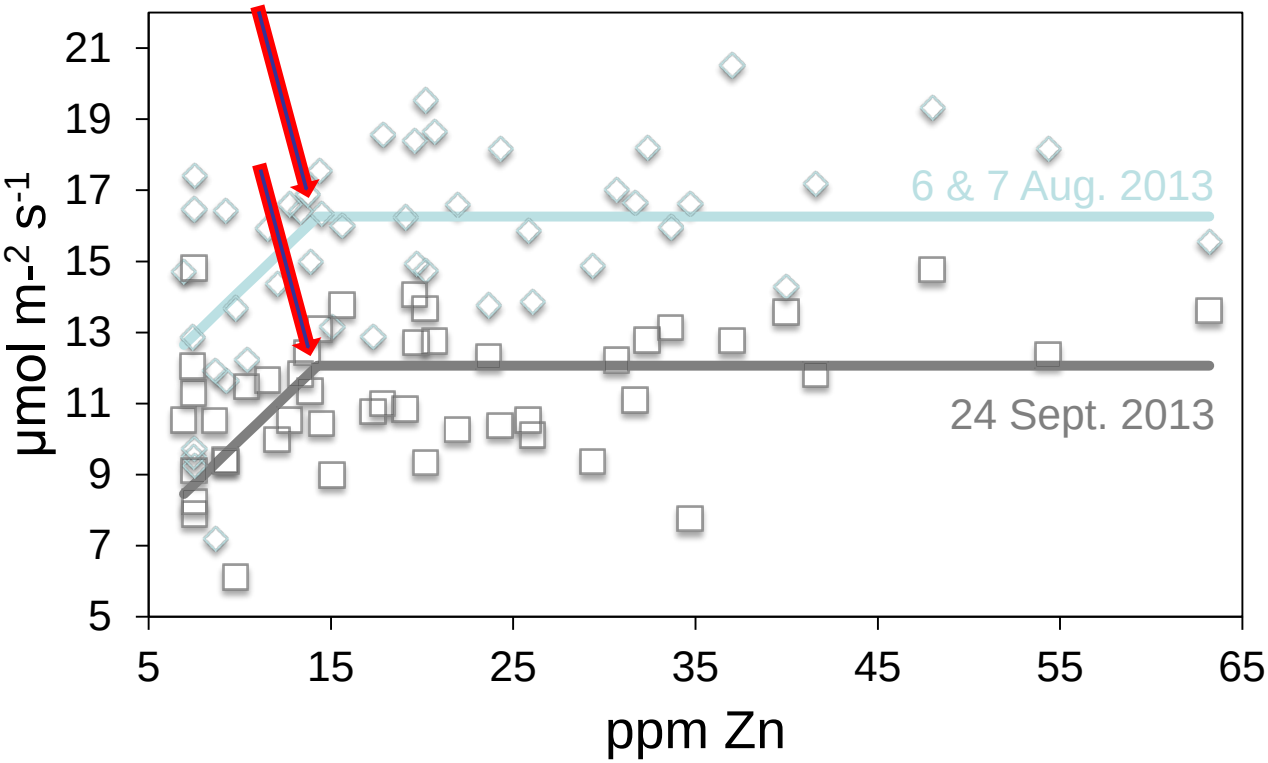
Walworth, 2014

Fotosíntesis



Walworth, 2014

Fotosíntesis vs Zinc en hoja



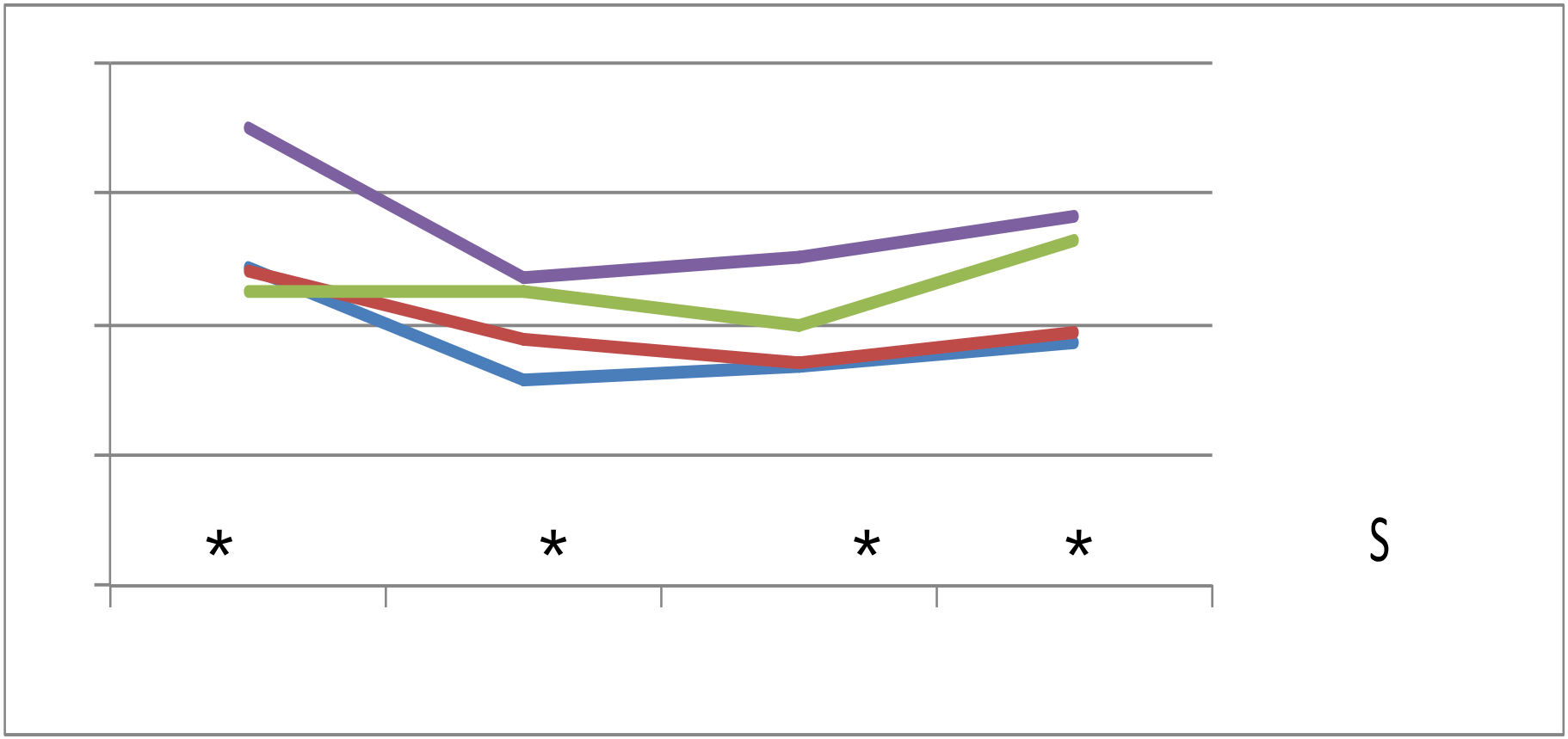
Walworth, 2014

FERTIGACIÓN CON ZINC EN NOGAL 2010 - 2013

Aplicación de zinc en huertas de nogal Wichita de 6 años de edad

Dosis: Zinc-EDTA: 7.5 kg/ha; sulfato de zinc: 75 kg por ha.

Una sola fertigación en el mes de abril



Estudio
Aplicación de estiércol y zinc

Treatments:

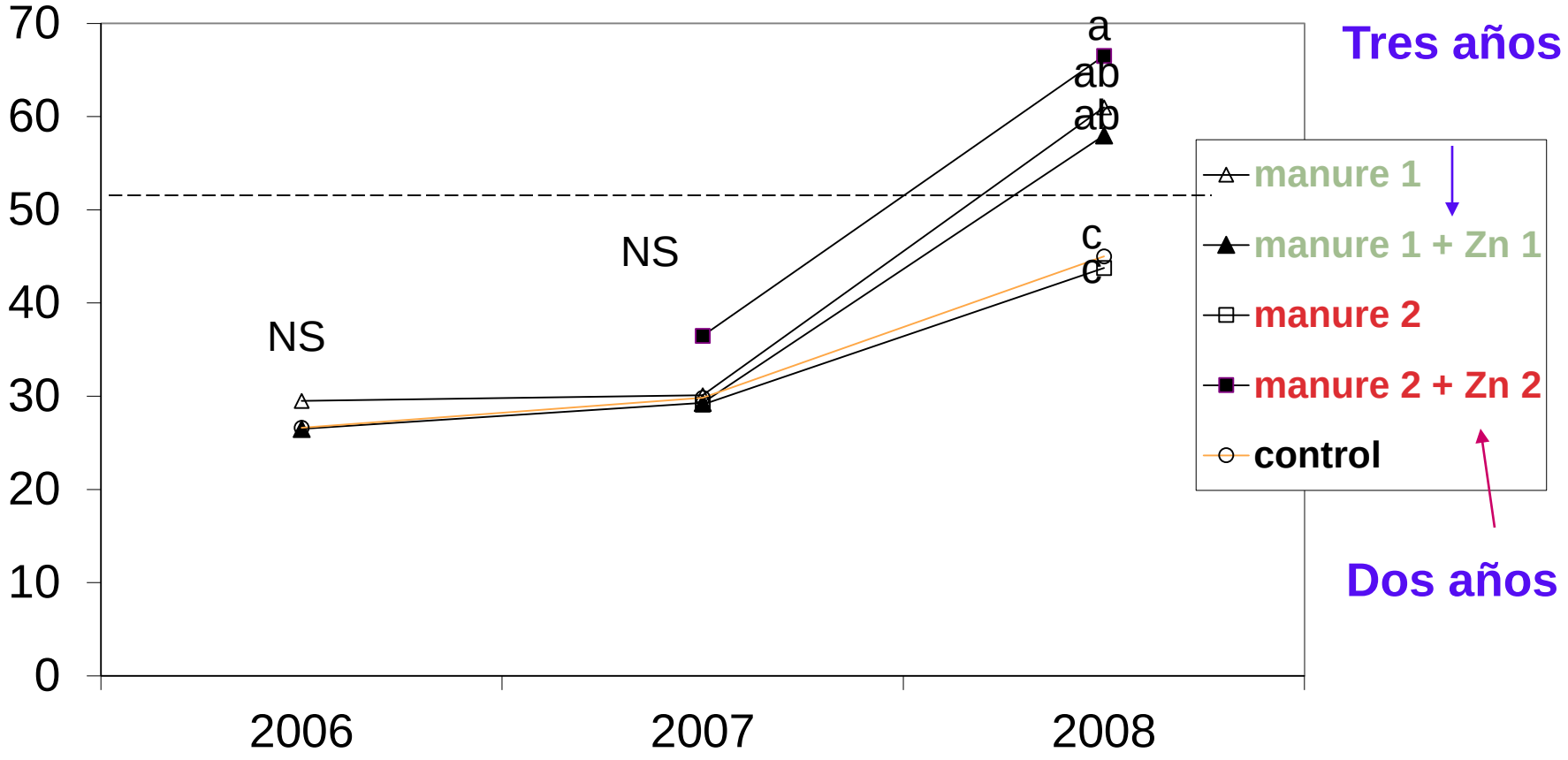
1. Control
2. Estiércol 1x (2006)
3. Estiércol 1x + Zn 1x (2006)
4. Estiércol 2x (2007)
5. Estiércol 2x + Zn 2x (2007)

Rates:

Estiércol 1x = 12 t ha^{-1}

Zinc 1x = 129 Kg Zn · ha^{-1}

Concentración de zinc (ppm)



2008 10 3

2008 9 19

Composición Mineral
(% materia seca, %)

Tratamiento	N	Ca	Mg
Estiércol **1x**	**2.20**	**2.58**	**0.49**
Estiércol **1x + Zn 1x**	**2.18**	**2.38**	**0.43**
Estiércol **2x**	**2.08**	**2.30**	**0.45**
Estiércol **2x + Zn 2x**	**2.10**	**2.43**	**0.45**
control	**2.15**	**2.18**	**0.43**
Sign.	**NS**	*	*
MSD		**0.29**	**0.06**

Muestreo: Julio 14, 2008

Estudio en macetas

Treatments

1. **Control**
2. **$ZnSO_4$**
3. Estiércol
4. Estiércol **+ $ZnSO_4$**
5. **Zinc EDTA**
6. **Zinc avail**
7. **Foliar**

Rates:

Zinc = 74 Kg·ha^{-1} (0.78 g·pot^{-1})

Estiércol **= 11.4 ton·ha^{-1} (119 g·pot^{-1})**

Foliar = $ZnSO_4$ 0.36 % + UAN 0.38 %

Aplicación al suelo 4/4/08

Zinc= 74 Kg·ha^{-1}, Estiércol= 11.4 ton·ha^{-1}

Tratamiento	Área foliar cm^2	Clorofila índice SPADS	Creci-miento de brote cm
Testigo	**12.4**	**44.0**	**7.1**
Zinc Sulfato	**11.6**	**43.8**	**5.6**
Estiércol	**12.9**	**44.4**	**7.5**
Estiércol **+ Zinc**	**14.8**	**43.2**	**10.9**
Zinc EDTA	**9.6**	**43.9**	**6.8**
Zinc Avail	**11.8**	**44.4**	**7.5**
Foliar	**13.3**	**43.2**	**8.1**
Significancia	**NS**	**NS**	**NS**

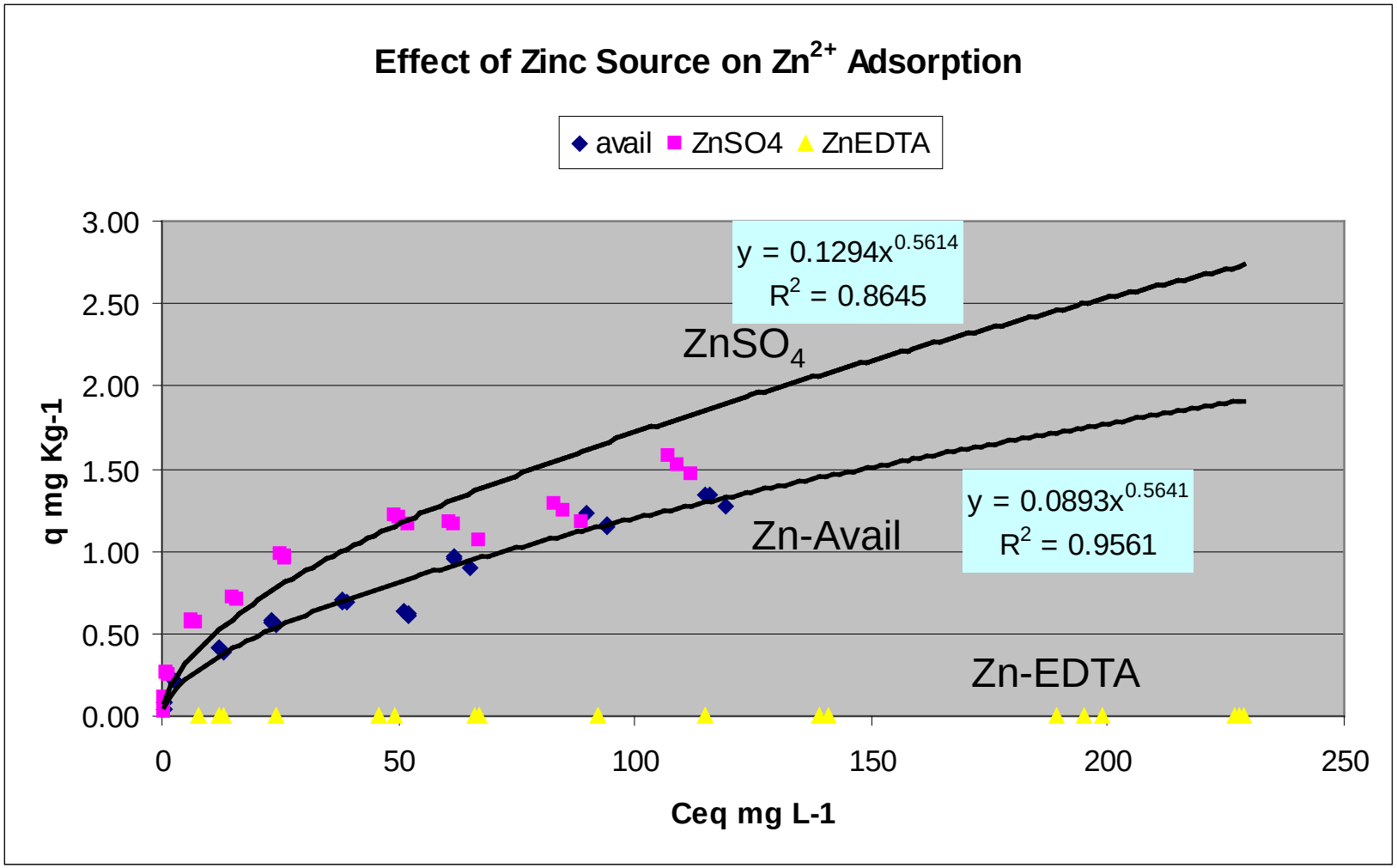
Muestreo Julio 24, 2008

Composición mineral

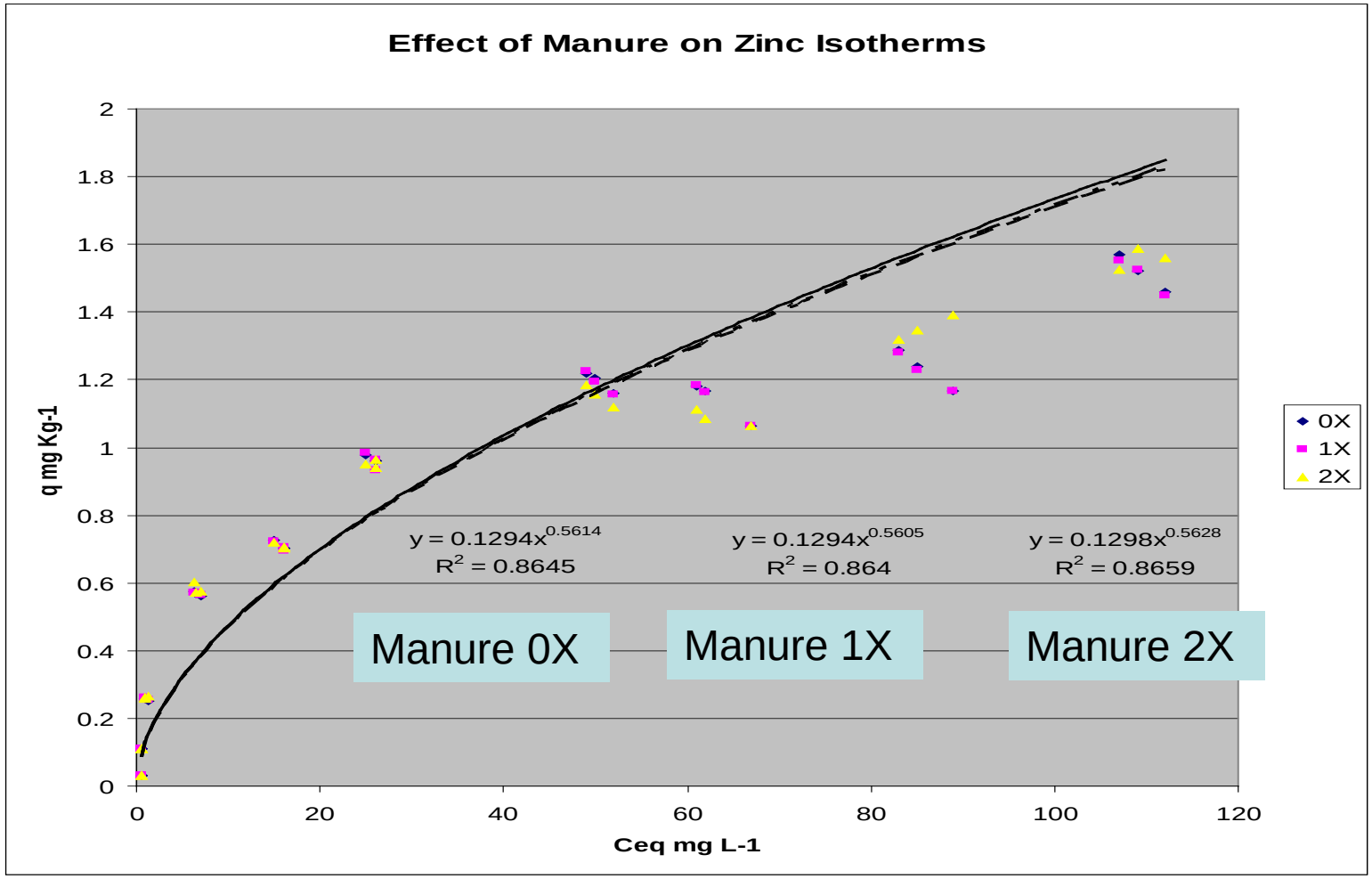
Dosis: Zinc= 74 Kg·ha^{-1}, Manure= 11.4 ton·ha^{-1}

Tratamiento	N %	P %	Mg %	Zn
Control	2.40	0.11	0.45	33
Zinc Sulfato	2.41	0.09	0.50	25
Estiércol	2.47	0.11	0.44	27
Estiércol **+ Zinc**	2.29	0.11	0.46	28
Zinc EDTA	2.51	0.12	0.52	244
Zinc Avail	2.34	0.11	0.45	32
Foliar	2.31	0.09	0.42	140
Significancia	NS	**	**	**
MSD		0.02	0.08	102

Leaflet samples taken on July 24, 2008



Zn EDTA has the highest stability followed by Zn Avail



No differences between manure rate were found

CONCLUSIONES

1. Una concentración de 50 ppm en la hoja es suficiente
2. Análisis foliar de hojas asperjadas con zinc no remojadas con una solución acidulada sobreestrimará la concentración de zinc
3. La aplicación al suelo de zinc en suelos alcalinos requerirá de varios años dependiendo de las condiciones del suelo (alcalinidad y caliche)
4. El incremento de zinc en el follaje es mayor aplicando el zinc en banda
5. La adición de materia orgánica incrementa la absorción de zinc
6. Se requiere aprovechar la variabilidad genética

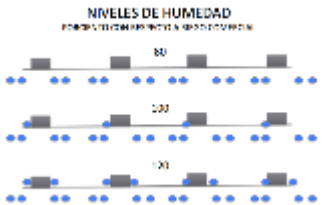
SAGARPA
inifap
SOMECH
Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A. C.
FUNDACIÓN PRODUCE SONORA A.C.
PIEAES
XVI
Simposio Internacional de Nogal Pecanero 2015
Hermosillo, Sonora, México
• Conferencias • Carteles de investigación • Recorrido de campo • Módulos comerciales

INFORMES:

simposiodenogal@gmail.com
Cel: 662-349-2026
Facebook
Simposio internacional de nogal pecanero

ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN

EFICIENCIA DEL RIEGO
- ACOLCHADOS PLÁSTICOS
- ACOLCHADOS CON HOJARASCA
- RIEGO DE CALLES ALTERNADAS
- RIEGO DEFICITARIO INVERNAL
- DENDROMETRÍA – FRUTO Y TRONCO



ALTERNANCIA DE PRODUCCIÓN
- RALEO MECÁNICO
- REGULADORES DE CRECIMIENTO

MANEJO DE LA DORMANCIA
- DEFOLIACIONES QUÍMICAS INVERNALES

VIVIPARIDAD
- REGULADORES DE CRECIMIENTO

NUTRICIÓN
- ZINC AL SUELO
- POTASIO
- FÓSTORO