MANEJO DE NUTRICIÓN CON MACRO Y MICRO ELEMENTOS EN NOGAL

Dr. Humberto Núñez
nunezhumberto@yahoo.com
6622900281
Campo Experimental Costa de Hermosillo – INIFAP

Allende Coahuila, Agosto 3, 2016

NUTRIMENTO	SÍMBOLO	DOSIS KG HA	FERTILIZANTES	ÉPOCA
NITRÓGENO	N	150 – 450	UREA SULFATO DE AMONIO NITRATO DE AMONIO UAN 32 UAN 28	TODO EL CICLO
FÓSFORO	P_20_5	60 – 100	ÁCIDO FOSFÓRICO POLIFOSFATOS DE AMONIO FOSFATO MONOAMÓNICO FOSFATO DIAMONICO	PRIMAVERA

NUTRIMENTO	SÍMBOLO	DOSIS KG HA	FERTILIZANTES	ÉPOCA
POTASIO	K2O	60-100	SULFATO DE POTASIO NITRATO DE POTASIO	DESARROLLO DEL FRUTO
CALCIO	CaO	60 – 500	NITRATO DE CALCIO CALCITA YESO	CRECIMIENTO DEL FRUTO
MAGNESIO	MgO	60 – 120	NITRATO DE MAGNESIO SULFATO DE MAGNESIO	BROTACIÓN
AZUFRE	S	40 – 60	SULFATO DE AMONIO SULFATO DE POTASIO	BROTACIÓN

NUTRIMENTO	SÍMBOLO	DOSIS %	FERTILIZANTES	ÉPOCA
FIERRO	Fe	FOLIAR 0.25 – 0.50	FOLIAR SULFATO DE FIERRO	DESARROLLO DEL BROTE
		SUELO1 GRAMO POR MM DE DIÁMETRO DEL TRONCO	FE-EDDHA (SUELO)	PRIMAVERA
MANGANESO	Mn	FOLIAR 0.25	SULFATO DE MANGANESO	CRECIMIENTO DEL BROTE
COBRE	Cu	FOLIAR 0.10%	SULFATO DE COBRE	CRECIMIENTO DEL BROTE

NUTRIMENTO	SÍMBOLO	DOSIS %	FERTILIZANTES	ÉPOCA
ZINC	Zn	FOLIAR 0.25 – 0.50	FOLIAR NZN	DESARROLLO DEL BROTE
		SUELO 7.5 – 10 kg POR HA	FE-EDTA (SUELO)	PRIMAVERA
BORO	B	FOLIAR 0.1	BORAX	CRECIMIENTO DEL BROTE
NÍQUEL	Ni	FOLIAR 0.10%	SULFATO DE NÍQUEL	CRECIMIENTO DEL BROTE

Y el nitrógeno en nogal?

Humberto Núñez

ANÁLISIS DE AGUA
1 ppm= 0.1 kg por cm riego

EXPERIENCIA

50 - 250 kg por ha

ANÁLISIS DE SUELO

COSECHA ESPERADA 10% DEL RENDIMIENTO ESPERADO

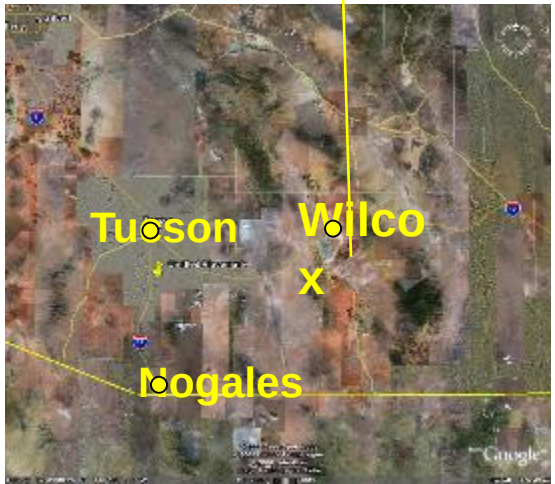
ANÁLISIS DE HOJA 2.5 a 3.2%

DOSIS DE NITRÓGENO

Empezó en 2005 (Año “Bajo)

Chase Farms ≈ Western de 30 años de edad

Propiedad	Valor
Textura	Franco Arcillo arenosa
pH	6.00
CEe ($dS \cdot m^{-1}$)	0.91
MO %	1.30



Google images

TRATAMIENTOS

- 118 kg N por ha
- 236 kg N por ha
- 354 kg N por ha

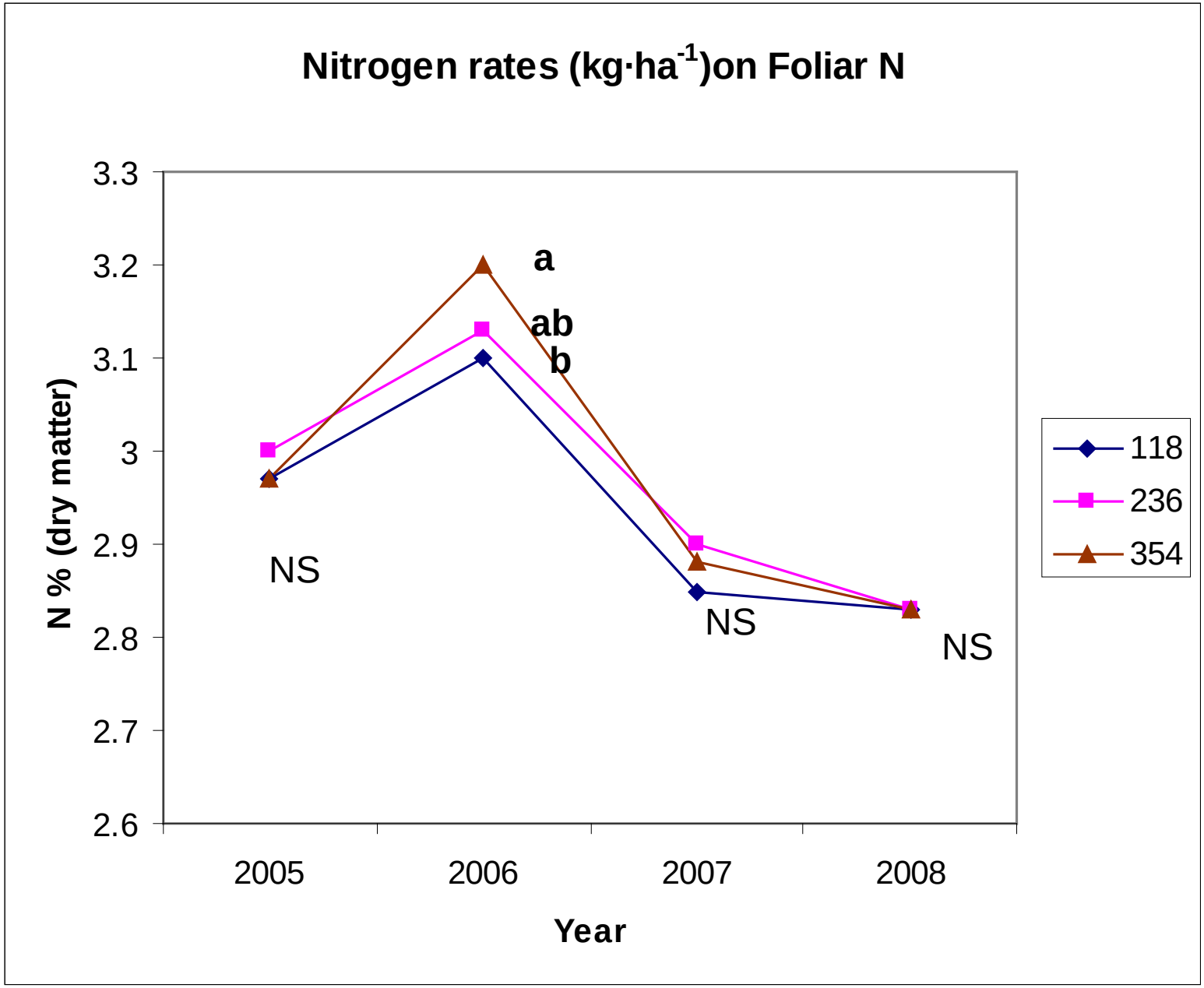
Repeticiones 3

Parcela experimental una hilera

Diseño experimental Bloques al azar

VARIABLES

- **Rendimiento**
- **Calidad**
  - **Tamaño**
  - **Porciento de almendra**
  - **Ruezno pegado**
  - **N foliar**
- **Composición mineral**
- **Crecimiento del árbol**
  - **Brote**
  - **Tronco**
- **Fructificación**
  - **Brotes con fruta%**
  - **Frutas por racimo**


Nitrogen rates (kg·ha-1)on Foliar N
3.3
3.2
3.1
3
2.9
2.8
2.7
2.6
N % (dry matter)
a
ab
b
NS
NS
NS
2005
2006
2007
2008
Year
118
236
354

Dosis de N en la Composición Mineral de la Hoja

(% Materia Seca)

Tratamiento	Zn 2005	N 2006	Cu 2008
118	74	3.10	7.9
236	81	3.13	7.7
354	71	3.20	6.8
Sign.	*	*	*
MSD	8	0.09	1.1

Muestreo: Finales de Julio a inicios de agosto

Nitrógeno en Rendimiento Kg/ha

Trat	2005	2006	2007	2008	Cum.
118	824	3187	1358	2982	8352
236	1055	2403	1568	2214	8342
354	912	1563	1358	3601	7684
Linear	NS	NS	NS	NS	NS
Quad.	*	NS	NS	NS	NS

Nitrógeno en Alternancia de producción, rendimiento de almendra y eficiencia de rendimiento

TRAT	Alternancia Acumulada *I*	Eficiencia de Rendimiento g/cm^2 2007
118	0.37	59.3
236	0.33	39.2
354	0.28	25.2
Linear	*	*
Quad.	NS	NS

NITRÓGENO EN DESARROLLO FOLÍOLO Y RUEZNO PEGADO

Trat	Peso de folíolo g 2007	Área de folíolo cm^2 2007	Ruezno pegado % 2006
118	0.146	17.4	8.3
236	0.139	16.5	28.5
354	0.166	19.5	55.1
Sign.	*	*	**

Conclusiones

En cuatro años de estudio se tuvieron efectos por parte de los tratamientos en

Rendimiento

Ruezno pegado

Tamaño de folíolo

Alternancia

En base a los resultados se sugiere utilizar dósis de fertilización que oscilen de 150 a 250 kg por ha dependiendo del rendimiento esperado

ANALISIS FOLIAR

Table 1. Sufficiency levels for essential elements.

Element	Sufficiency Range
N (%)	2.5-3.3
P (%)	0.18-0.2
K (%)	1.3-2.5
Mg (%)	0.35-0.6
Ca (%)	1.3-1.75
S (%)	0.25-0.5
Zn (ppm)	50-100
Fe (ppm)	50-300
Mn (ppm)	100-800
B (ppm)	15-50
Cu (ppm)	6-30
Ni (ppm)	5-15

http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B1304
Wells y Harrison, webpage

NIVELES DE NUTRIMENTOS PARA NOGAL

HORTSCIENCE 41(5):1339–1341. 2006.

Leaf Nutrient Levels for Pecans

Andrew P. Pond and James L. Walworth[1]
Department of Soil, Water and Environmental Science, University of Arizona, 429 Shantz Bldg. #38, Tucson, AZ 85721

Michael W. Kilby
Department of Plant Science, University of Arizona, 303 Forbes Bldg. #36, Tucson, AZ 85721

Richard D. Gibson
Pinal County Cooperative Extension 820 E. Cottonwood Lane, Bldg. C, Casa Grande, AZ 85222-2726

Robert E. Call
Cochise County Cooperative Extension 450 S. Haskell Avenue, Willcox, AZ 85643-2790

Humberto Núñez
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Hermosillo Sonora, Mexico

Table 1. Means of leaf nutrient concentrations from high-yielding trees in commercial pecan orchards in Arizona, Georgia, New Mexico, and Sonora, Mexico.

		Arizona	New Mexico[w]	Sonora[x]	Georgia[y]
Nitrogen	$g \cdot kg^{-1}$	25.5 b[z]	24.7 c[z]	24.8 c[z]	27.2 a[z]
Phosphorus		1.32 b	1.30 b	—	1.40 a
Potassium		12.6 b	13.3 a	9.1 d	10.2 c
Calcium		20.2 a	14.7 c	15.9 b	14.5 c
Magnesium		4.94 a	4.17 c	4.6 b	3.82 d
Sulfur		1.72 b	2.23 a	—	—
Boron	$mg \cdot kg^{-1}$	111 b	137 a	—	40 c
Copper		7.9 c	12.0 a	7.2 d	9.69 b
Iron		62 c	67 c	214 a	89 b
Manganese		397 a	85 c	324 b	324 b
Nickel		11.4	—	—	—
Zinc		174 a	73 c	54.6 d	126 b

[z]Numbers in each row followed by different letters are statistically different at the 0.05 level based on analysis of variance with separation by least significant difference ($LSD_{0.05}$).

[y]Beverly and Worley, 1992.

[x]Núñez et al., 2001.

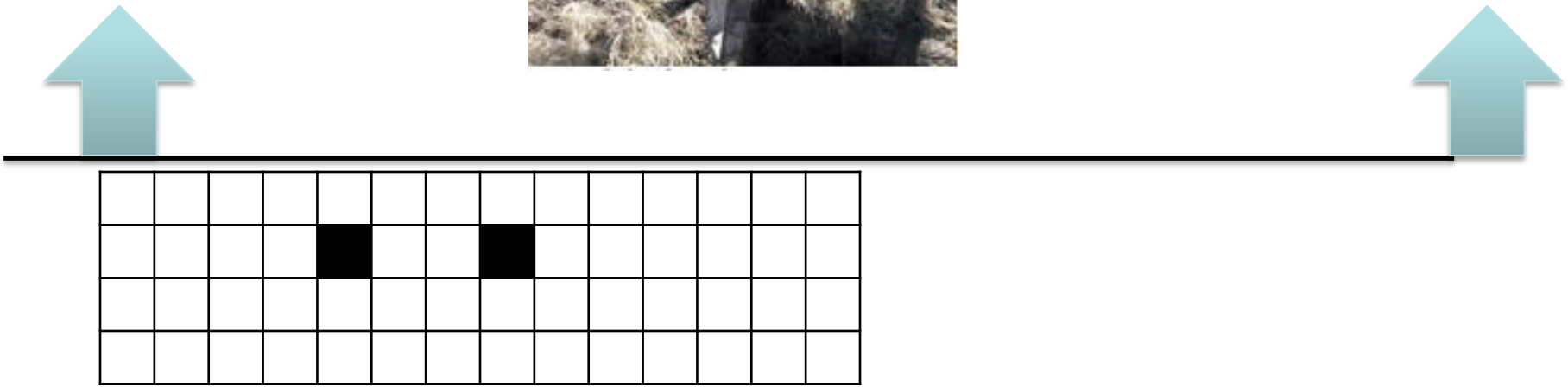
[w]McCaslin and Boyse, 1999.

Table 2. 'Low,' 'normal,' and 'high' pecan leaf tissue nutrient concentration ranges based on population means and coefficients of variation of Arizona pecan trees in the 50th yield percentile of sampled trees and previously published nutrient sufficiency ranges.

Nutrient		Low	Normal	High	Sufficiency range	
					Jones et al., 1991	Robinson et al., 1997
Nitrogen		11.5–20.4	20.5–29.5	29.6–38.5	27.0–35.0	25.0–30.0
Phosphorus		0.3–0.9	1.0–1.5	1.6–2.3	1.4–3.0	1.2–3.0
Potassium	$g \cdot kg^{-1}$	4.5–9.9	10.0–15.8	15.9–21.5	12.5–25.0	7.5–15.0
Calcium		7.2–15.8	15.7–24.2	24.3–32.6	10.0–17.5	7.0–15.0
Magnesium		1.8–3.8	3.9–5.8	5.9–8.0	3.0–6.0	3.0–7.0
Sulfur		0.7–1.3	1.4–1.9	2.0–2.7	—	1.5–2.5
Boron		4–73	74–146	147–217	15–30	25–30
Copper		3–5	6–9	10–13	6–30	5–50
Iron	$mg \cdot kg^{-1}$	6–42	43–80	81–118	50–300	50–300
Manganese		0–103	104–673	674–1227	200–500	150–300
Nickel		2.8–8.4	8.5–14.2	14.3–20.0	—	—
Zinc		0–85	86–256	257–423	50–100	50–100

DISTRIBUCIÓN DE RAÍCES HUMEDAD Y SALINIDAD BAJO RIEGO POR GOTEO

Muestreo de raíces y suelo



14 M

	DISTRIBUCIÓN ESTIMADA DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN M^3/M^3 SUELO BAJO SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO													
Prof	Distancia del tronco (cm)													
cm	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
0-30	0.19	0.17	0.24	0.25	0.24	0.25	0.20	0.23	0.24	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10
30-60	0.17	0.26	0.23	0.24	0.29	0.26	0.25	0.27	0.29	0.27	0.22	0.20	0.13	0.12
60-90	0.18	0.16	0.19	0.17	0.15	0.15	0.19	0.24	0.19	0.16	0.18	0.14	0.12	0.12
90-120	0.12	0.06	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	0.16	0.13	0.12	0.11	0.08	0.06	0.06

Distribución de sales solubles totales (CEe, dS/m)

Prof	Distancia del tronco (cm)													
cm	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
0-30	2.80	2.60	1.16	1.58	0.62	0.83	1.13	0.90	1.13	1.95	2.60	3.30	2.70	1.70
30-60	1.78	1.72	1.09	0.85	1.12	1.23	0.95	0.65	0.81	1.20	1.24	1.44	1.26	1.10
60-90	2.30	1.29	1.12	1.07	0.93	1.17	0.93	0.71	0.75	0.77	0.91	1.27	1.25	1.12
90-120	1.79	1.26	1.09	1.05	0.83	0.89	0.91	1.06	0.58	0.94	1.02	1.53	1.00	1.19

	DISTRIBUCIÓN ESTIMADA DE LAS RAÍCES (GRAMOS) BAJO SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO															
Prof. (cm)	Distancia del tronco (cm)															
	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	TOT	%
0-30	0.59	1.66	3.21	2.39	3.09	3.56	1.84	5.69	1.38	4.36	0.08	0	0	0	27.85	34.96
30-60	0.31	0.51	1.73	4.72	8.4	1.54	4.54	3.8	2.05	0.94	0.43	0.32	0.18	0.21	29.68	37.25
60-90	0.27	1.06	2.53	0.22	0.6	0.32	2.08	1.89	2.91	0.56	0.9	0.22	0.14	0	13.7	17.20
90-120	0.21	0.05	0.66	0.55	0.54	3.79	1.4	0.54	0.46	0	0.06	0.06	0.12	0	8.44	10.59
TOTAL	1.38	3.28	8.13	7.88	12.63	9.21	9.86	11.92	6.8	5.86	1.47	0.6	0.44	0.21	79.67	100
%	1.73	4.12	10.20	9.89	15.85	11.5	12.38	14.96	8.54	7.36	1.85	0.75	0.55	0.26	100	

Distribución de agua, sales y raíces en nogal bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo. Humberto Núñez, et al. 2014

CORRECCIÓN DEFICIENCIA DE ZINC

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”

Condiciones que favorecen la presencia de deficiencia de Zinc

---

- pH alcalino del suelo
- Altos niveles de carbonatos (>5%)
- Bajo contenido de materia orgánica (<0.5%)
- Suelos muy arcillosos (bajo nivel de oxígeno en el suelo)
- Baja presencia de raíces superficiales
- Baja presencia de micorrizas
- Pérdida de la fertilidad del suelo superficial

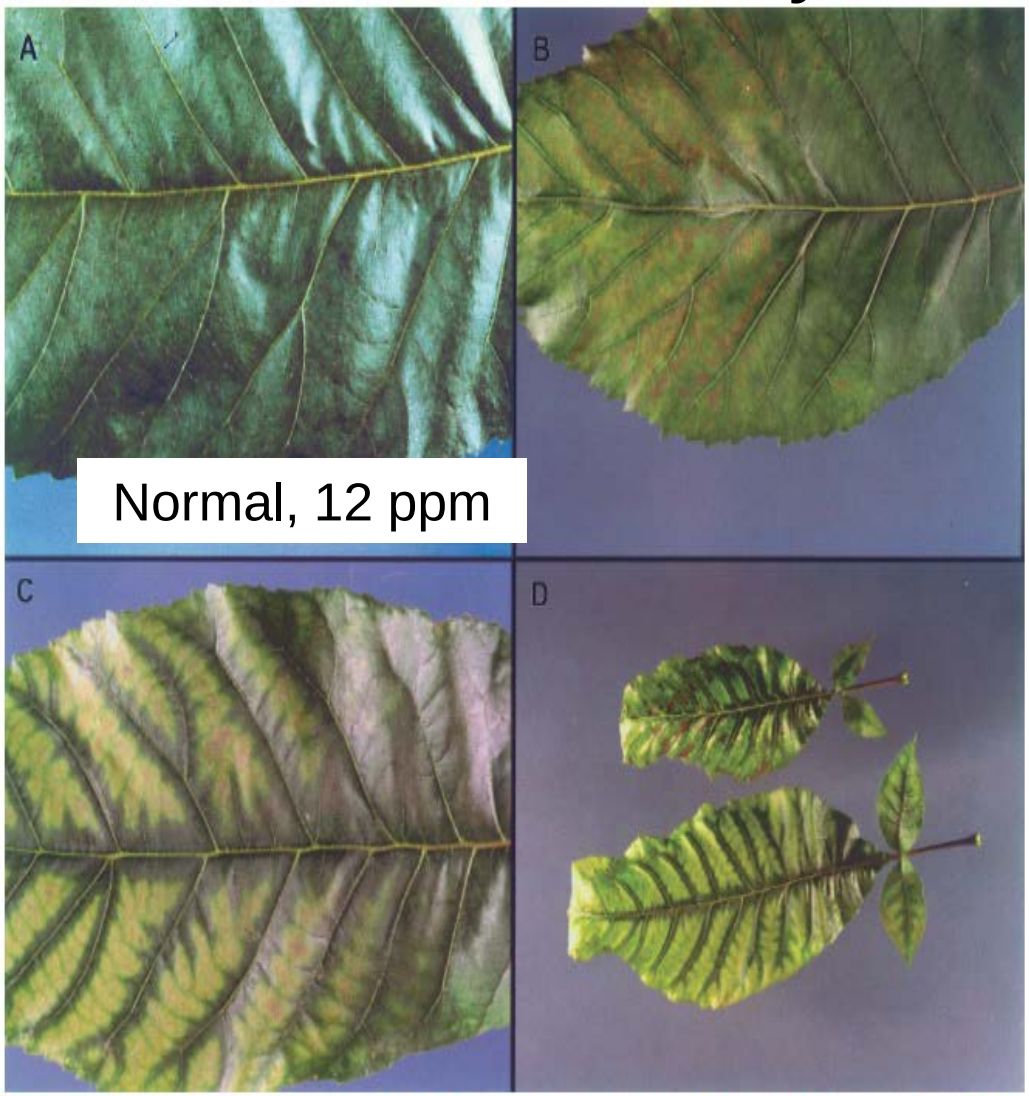
Funciones…

- Esencial para la formación de Ácido Indolacético (triptófano)
- Formación de clorofila
- Es parte estructural de enzimas
- Participa en el intercambio gaseoso (fotosíntesis)

Síntomas de deficiencia

- Hojas verde claro con clorosis intervenal
- Desarrollo de areas necróticas intervenales
- Reducción en tamaño de hoja
- Reducción de entrenudos
- Se reduce floración
- Se reduce amarre

Sintomatología en plántulas en soluciones nutritivas con y sin Zinc



Kim et al., 2002

Objetivos

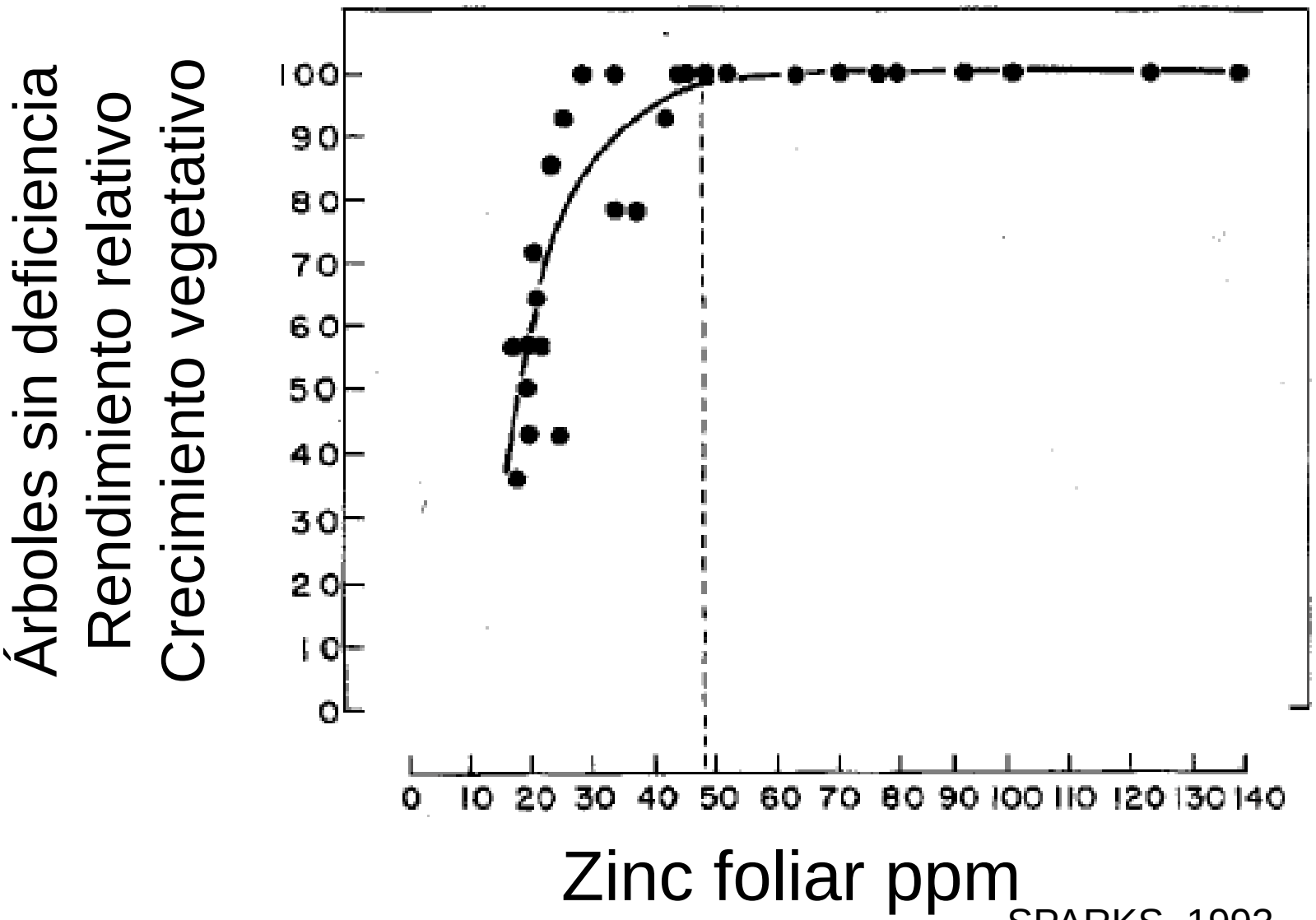
---

1. Lavado de hojas
2. Nivel Crítico foliar
3. Práctica estándar de corrección
4. Estudios de fertigación y fertilizacion de zinc al suelo

Lavado de hojas
Aspersión de zinc (862 ppm Sulfato de Zn)

Jabón	Llave	HCl 1%	Destilada	Enjuagadas	Zn 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

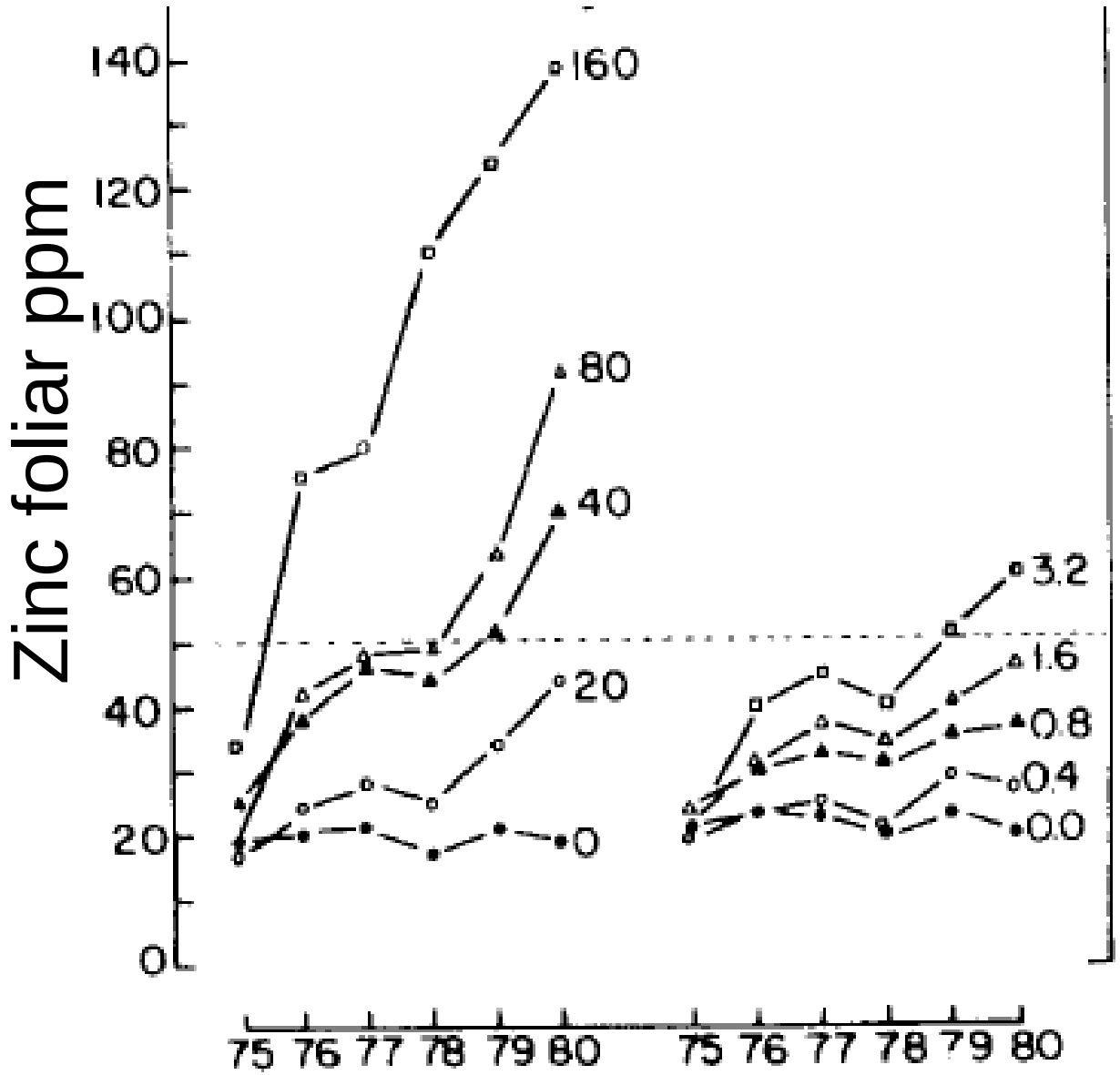
NIVEL SUFICIENTE DE ZINC EN HOJA



SPARKS, 1993

Al voleo o en banda?

voleo



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

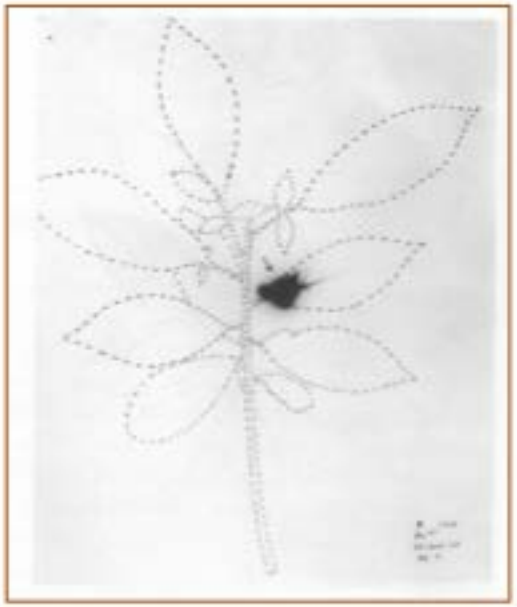
Consumo de energía, compactacion del suelo e interferencia con el manejo del huerto (riego)

Práctica comercial

- Aplicación foliar de sulfato de zinc
  - 2.5 a 5 kg $ZnSO_4$ y 3.0 L UAN 32/1000L agua
  - 2.5 a 3 L de NZN/ 1000 L de agua
  - Árboles adultos, 3-4 veces por año
  - Árboles jóvenes, cada 1 a 3 semanas

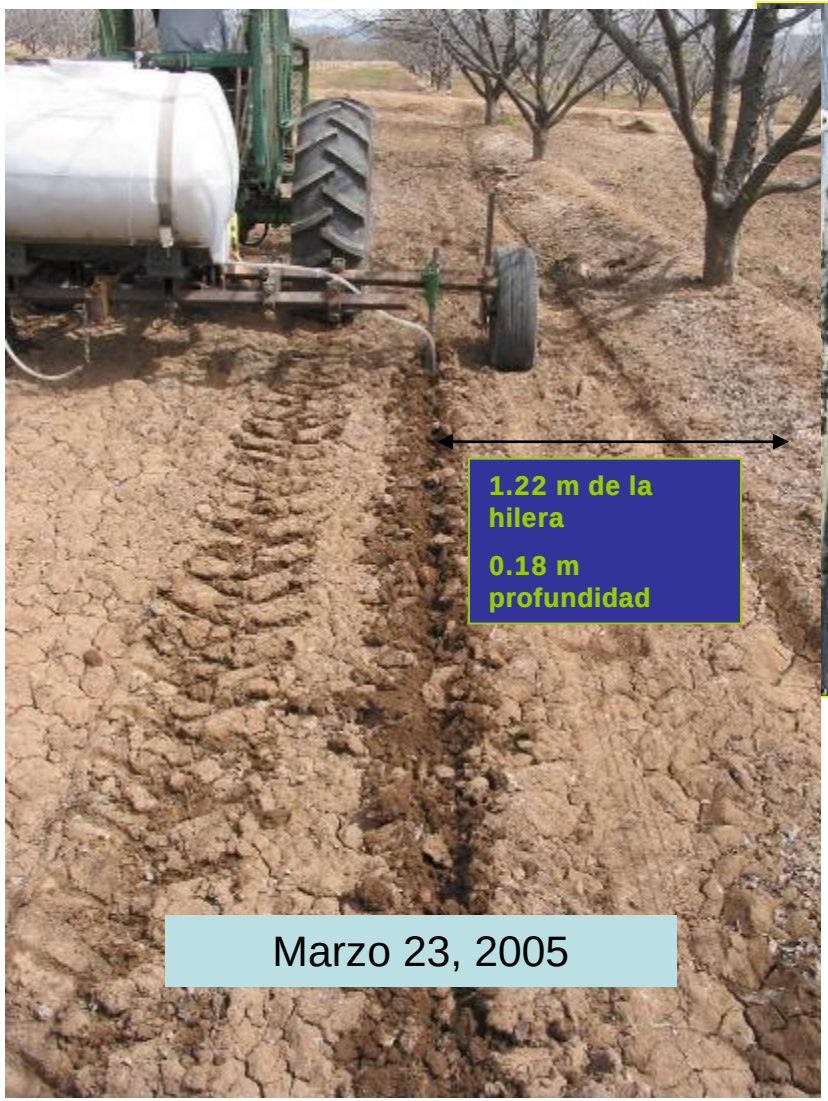
Práctica comercial

- Aplicación foliar de sulfato de zinc
  - 2.5 a 5 kg $ZnSO_4$ y 3.0 L UAN 32/1000L agua
  - 2.5 a 3 L de NZN/ 1000 L de agua
  - Árboles adultos, 3-4 veces por año
  - Árboles jóvenes, cada 1 a 3 semanas



Wadsworth
, 1970

Sulfato de zinc y Zn EDTA al suelo

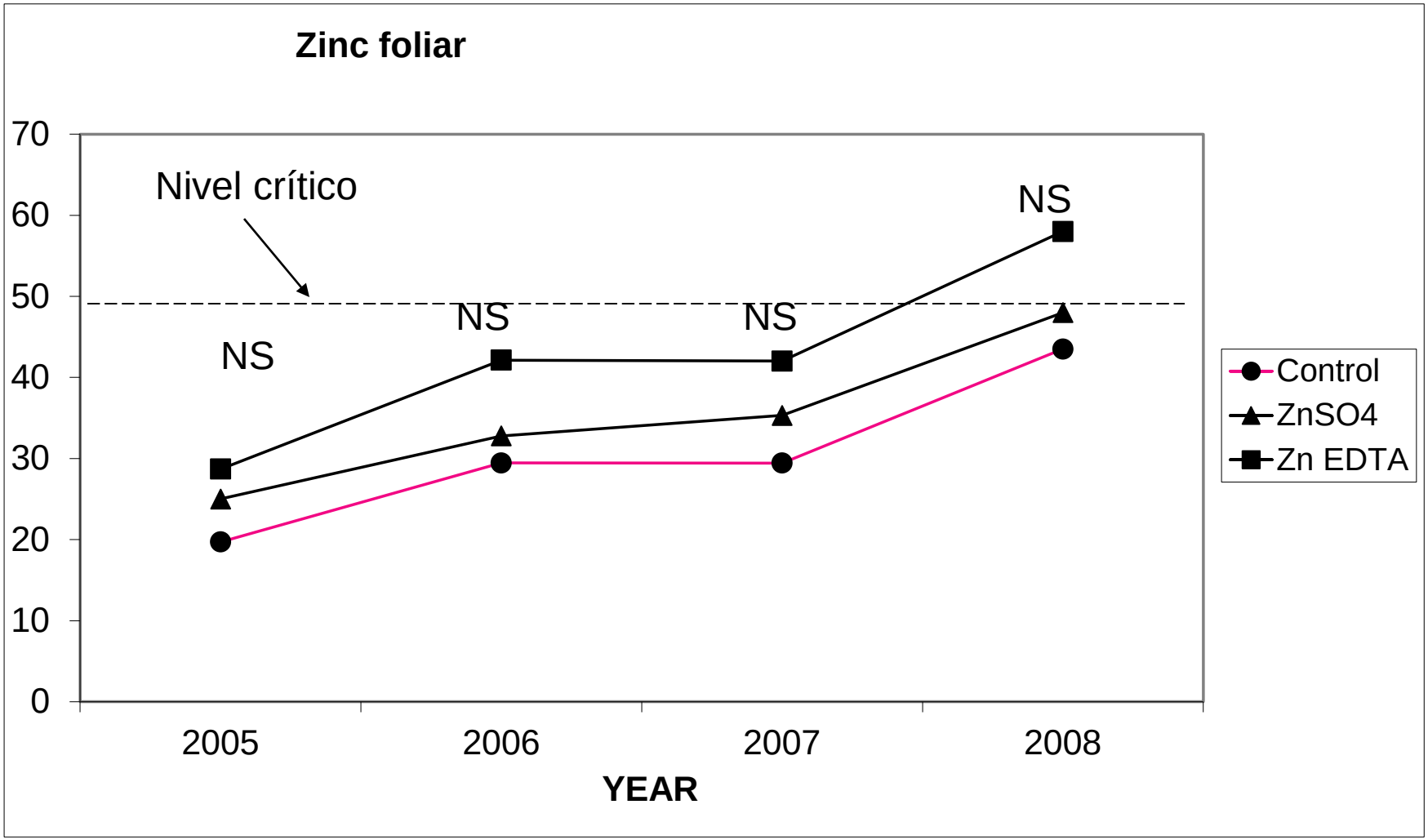


Propiedad del suelo	Valor
Soil texture	Franco arcillos o
pH	7.60
Materia orgánica %	1.80
CEe dS/m	0.69
Zn (DTPA ppm)	5
Zn (sat. ext.) ppm	0.02

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

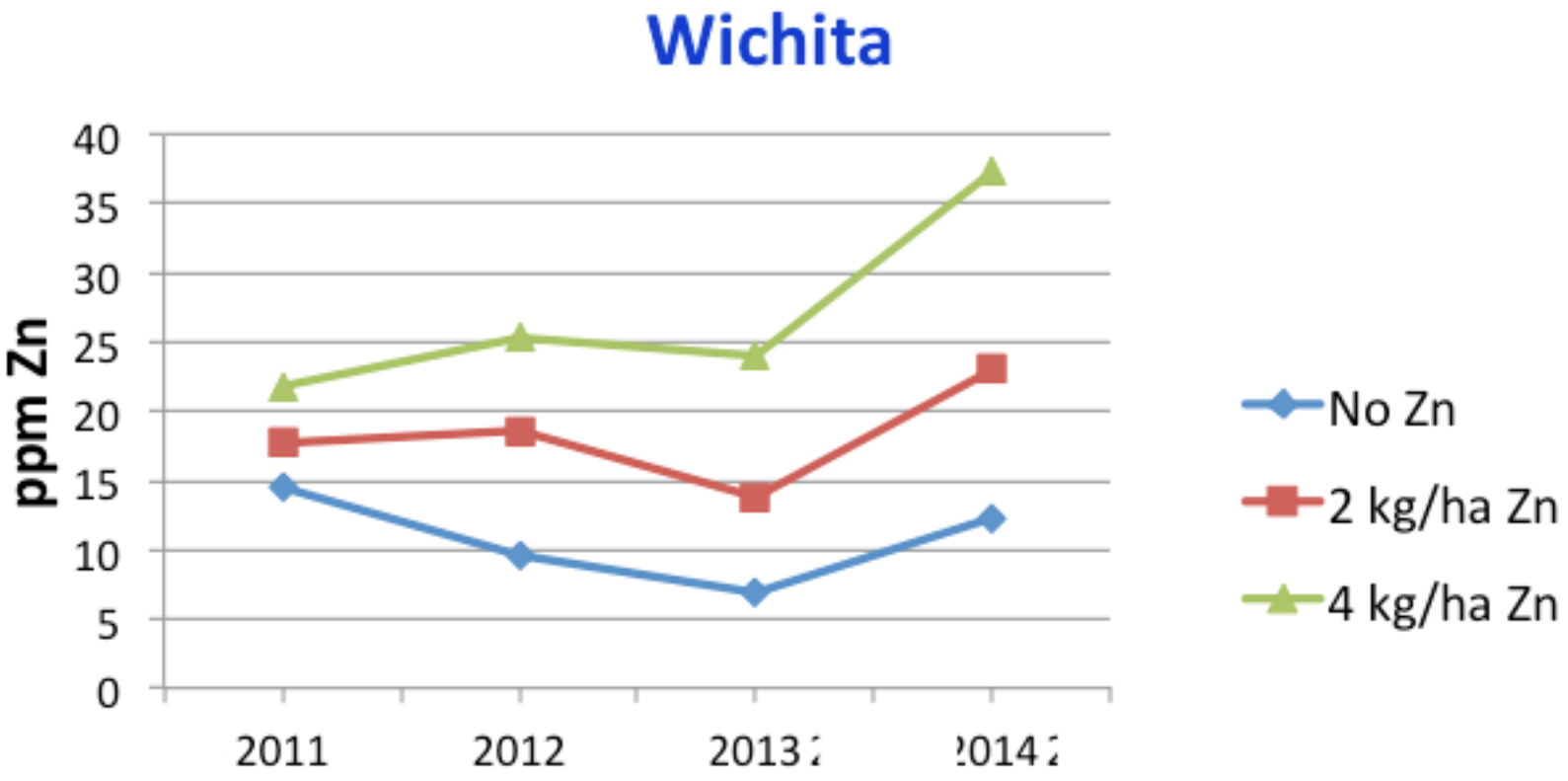
Kg por ha

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



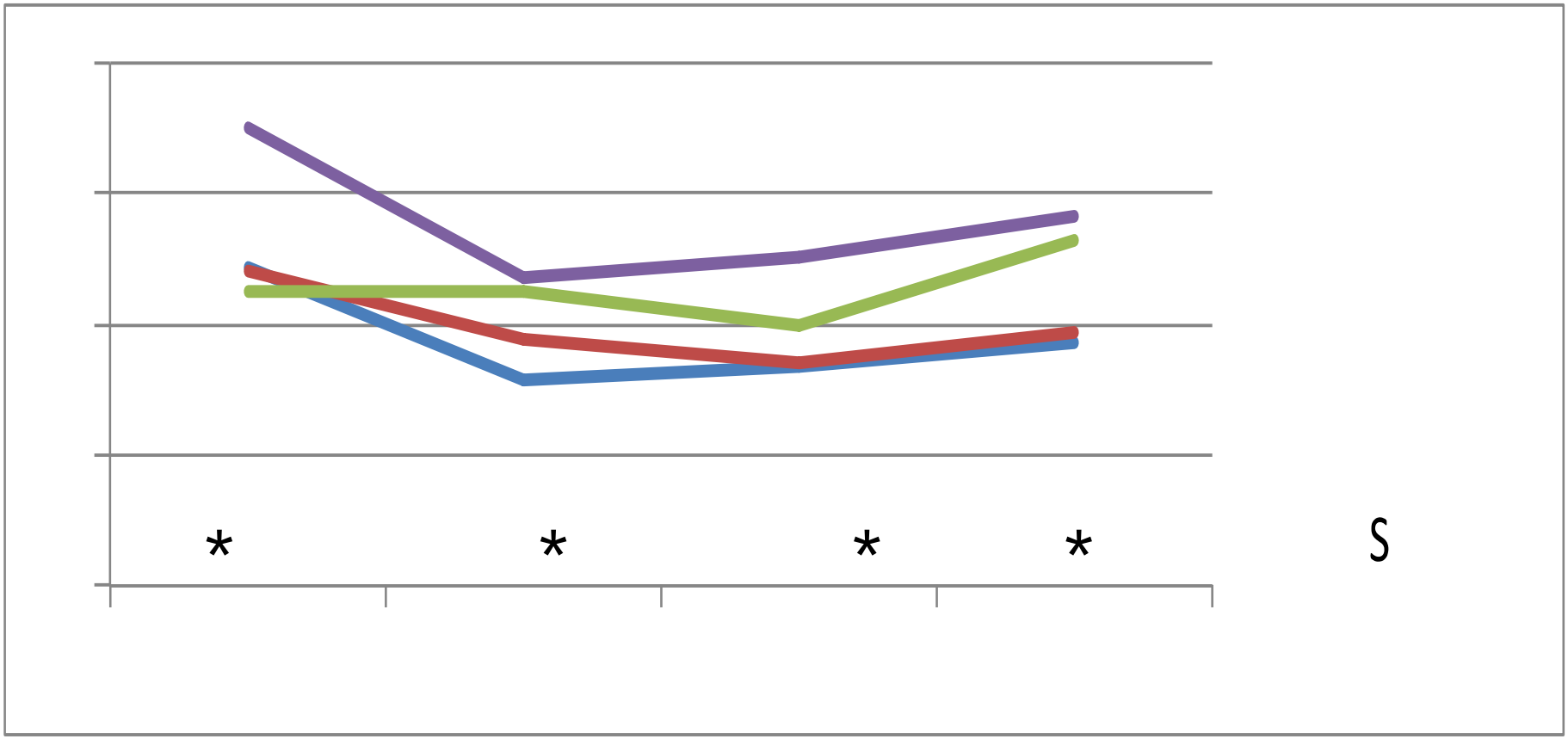
1. Incremento de 25% en diámetro de tronco
2. Incremento den 35% la tasa fotosintética
3. Con 15 ppm de zinc en el follaje se

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:

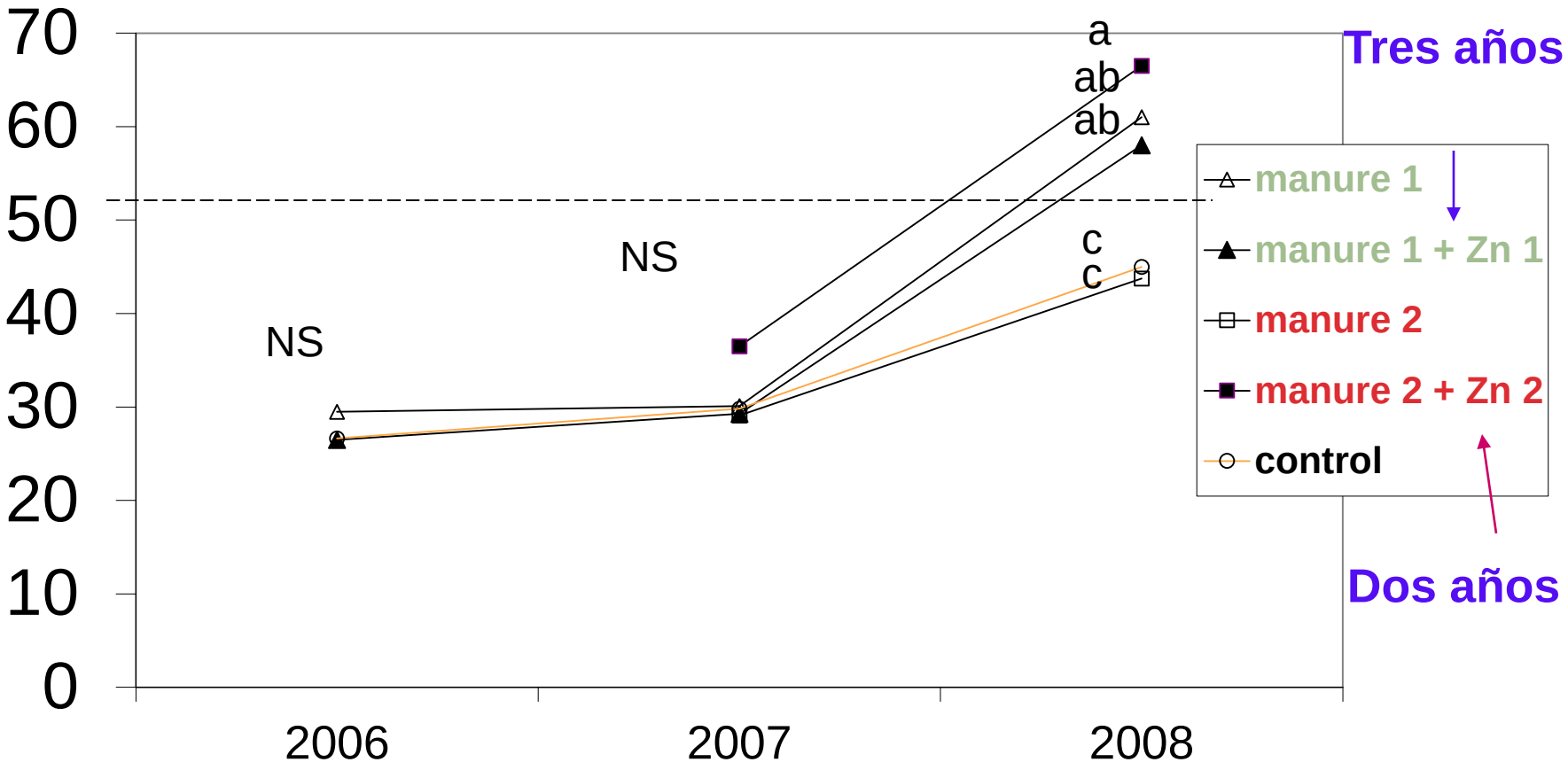
1. Control
2. Estiércol 1x (2006)
3. Estiércol 1x + Zn 1x (2006)
4. Estiércol 2x (2007)
5. Estiércol 2x + Zn 2x (2007)

Rates:

Estiércol 1x = 12 t ha^{-1}

Zinc 1x = 129 Kg Zn · ha^{-1}

Concentración de zinc (ppm)



No afecto en nitrógeno, incremento en calcio y magnesio

2008 10 3

2008 9 19

RENDIMIENTO KG POR HA DE NUEZ

TRAT	2006	2007	2008
M1	863	2993ab	1844 b
M1Z1	850	2891ab	1676ab
M2		3086ab	1567ab
M2Z2		2910a	2154 b
CONTROL	597	3852 b	745 a
Pr>F	NS	*	*

INDICE DE ALTERNANCIA

TRAT	2006-2007	2007-2008
M1	55	24ab
M1Z1	53	27ab
M2		32ab
M2Z2		15a
CONTROL	597	67 b
Pr>F	NS	*

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

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

Muestreo julio 24, 2008

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.

CONCLUSIONES NUTRICIÓN CON ZINC

---

1. Una concentración de 50 ppm en la hoja es suficiente
2. La remoción del zinc superficial en la hoja
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 al voleo
5. La adición de materia orgánica incrementa la absorción de zinc
6. Se requiere aprovechar la variabilidad genética

TOXICIDAD DE MANGANESO

Balance Index

Nutriente	Bueno	Afectado
N	129	102
P	135	65
K	83	96
Ca	157	299
Mg	105	105
S	89	89
Zn	78	291
Fe	100	147
Mn	3,981	8,600
Cu	62	62
B	88	80

Condicion del manganeso en hojas y desarrollo (May 28, 2008)

Condition	Mn %	Mn contenido (mg)	Area (cm2)	Peso (g)	Densidad ($mg \cdot cm^{-2}$)
Normal	1620 ± 346	11.6 ± 2.3	6.5 ± 1.8	0.07 ± 0.02	6.2 ± 0.5
Moder	2226 ± 1274	7.5 ± 4.5	5.3 ± 1.3	0.05 ± 0.01	6.2 ± 0.6
Severo	4034 ± 1482	3.2 ± 2.09	4.3 ± 1.2	0.02 ± 0.01	7.6 ± 1.2

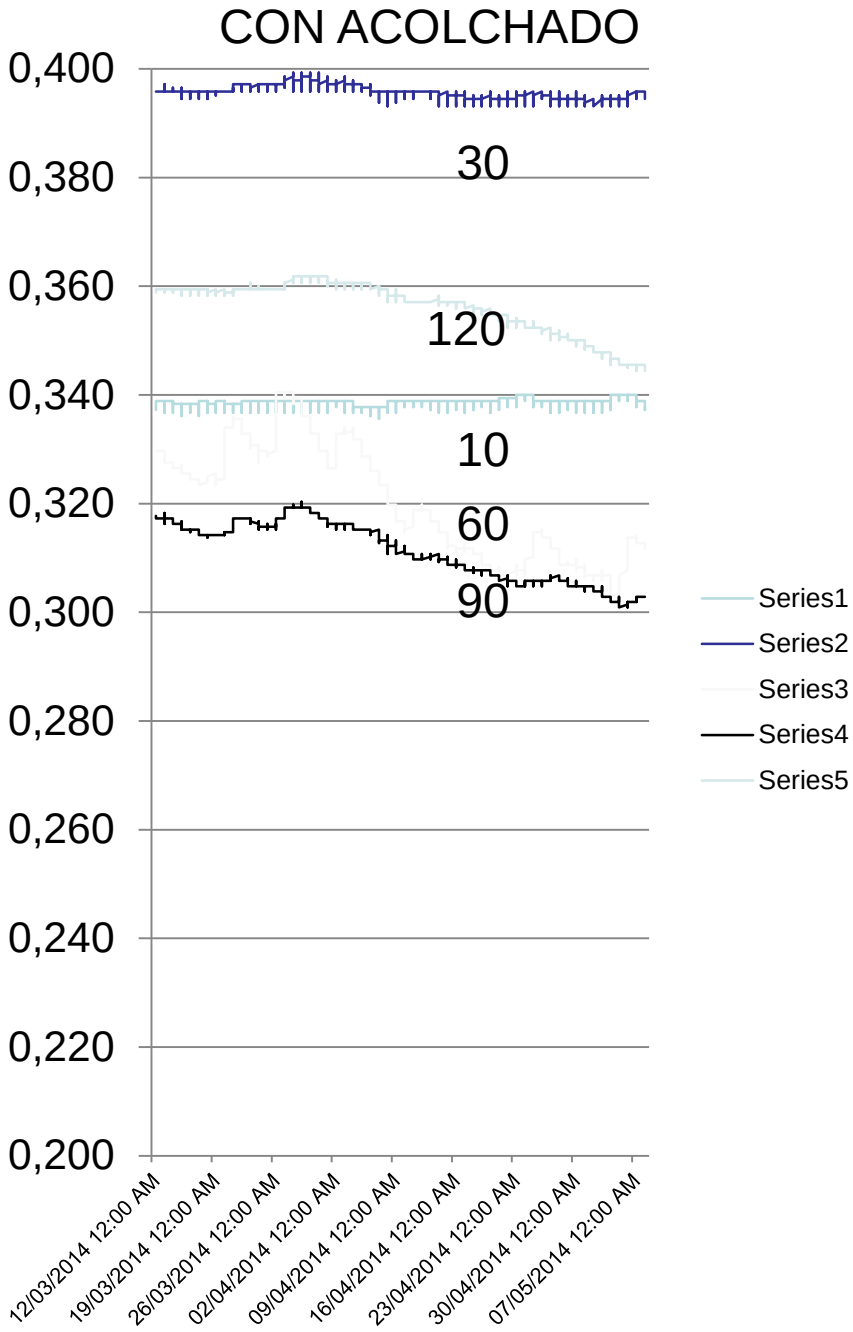
Efecto del manganeso en crecimiento de brote, características reproductivas e índice de clorofila

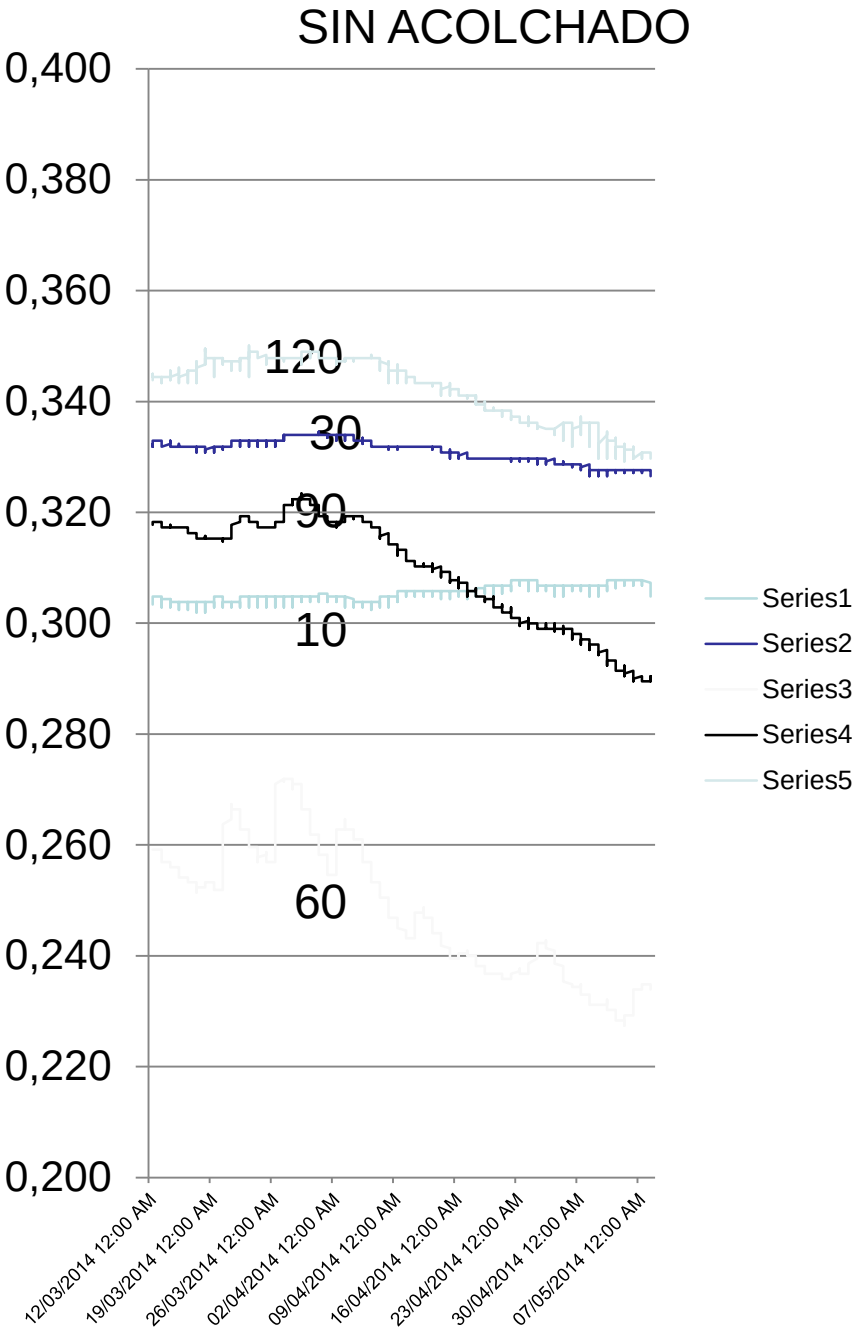
Condition	Brotes con fruta %	Frutas por racimo	Crecimiento del brote	Indice de clorofila SPAD
Normal	86 ± 8.4	2.7 ± 0.5	13 ± 4.2	44.9 ± 1.4
Moderado	58 ± 35.7	2.5 ± 0.6	6 ± 6.1	44.4 ± 1.1
Severe	7 ± 6.2	2.1 ± 0.7	2 ± 0.8	45 ± 1.4

Conclusión:

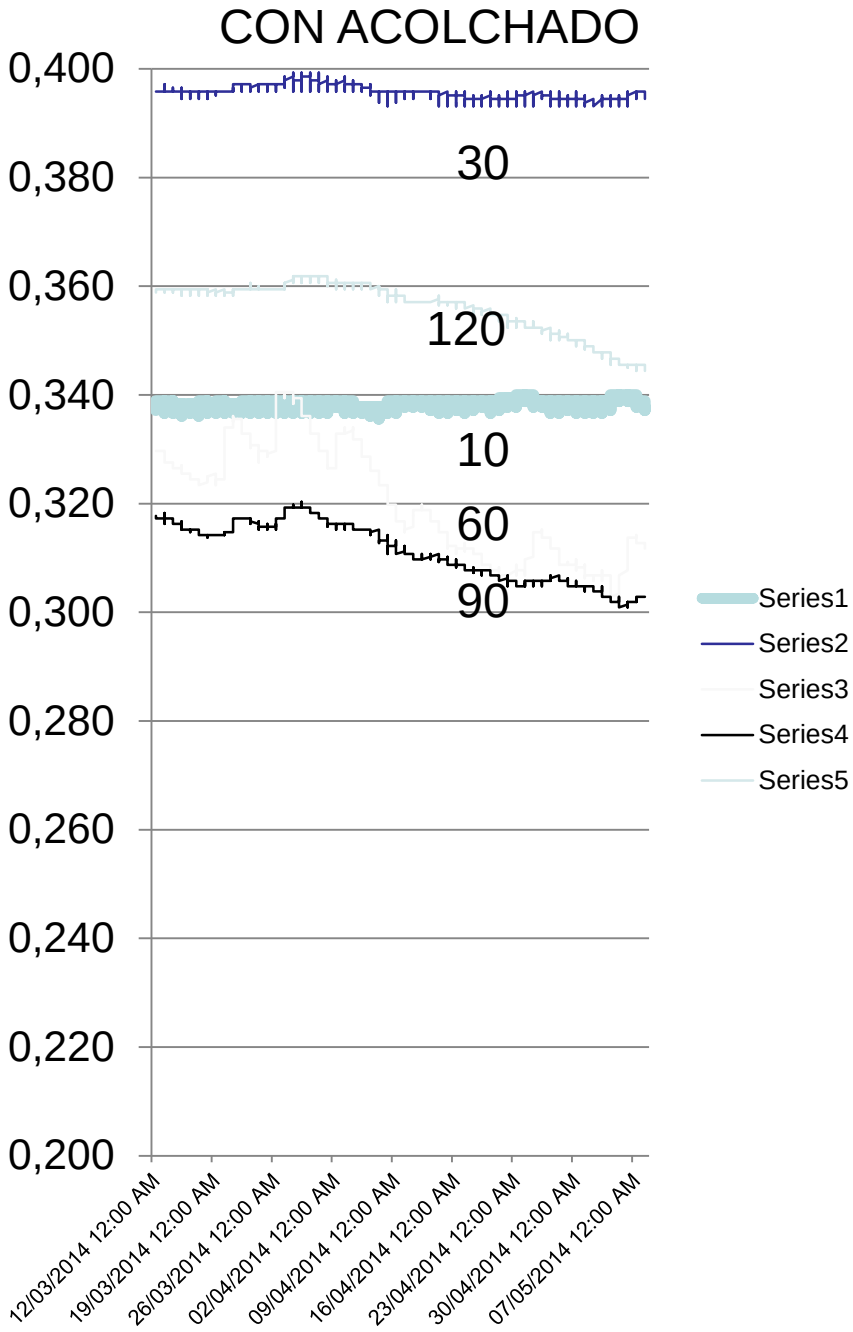
Altos niveles de manganeso en la hoja (> 2,000 ppm) durante brotación afectan el crecimiento y desarrollo, y caracteristicas reproductivas del pecán

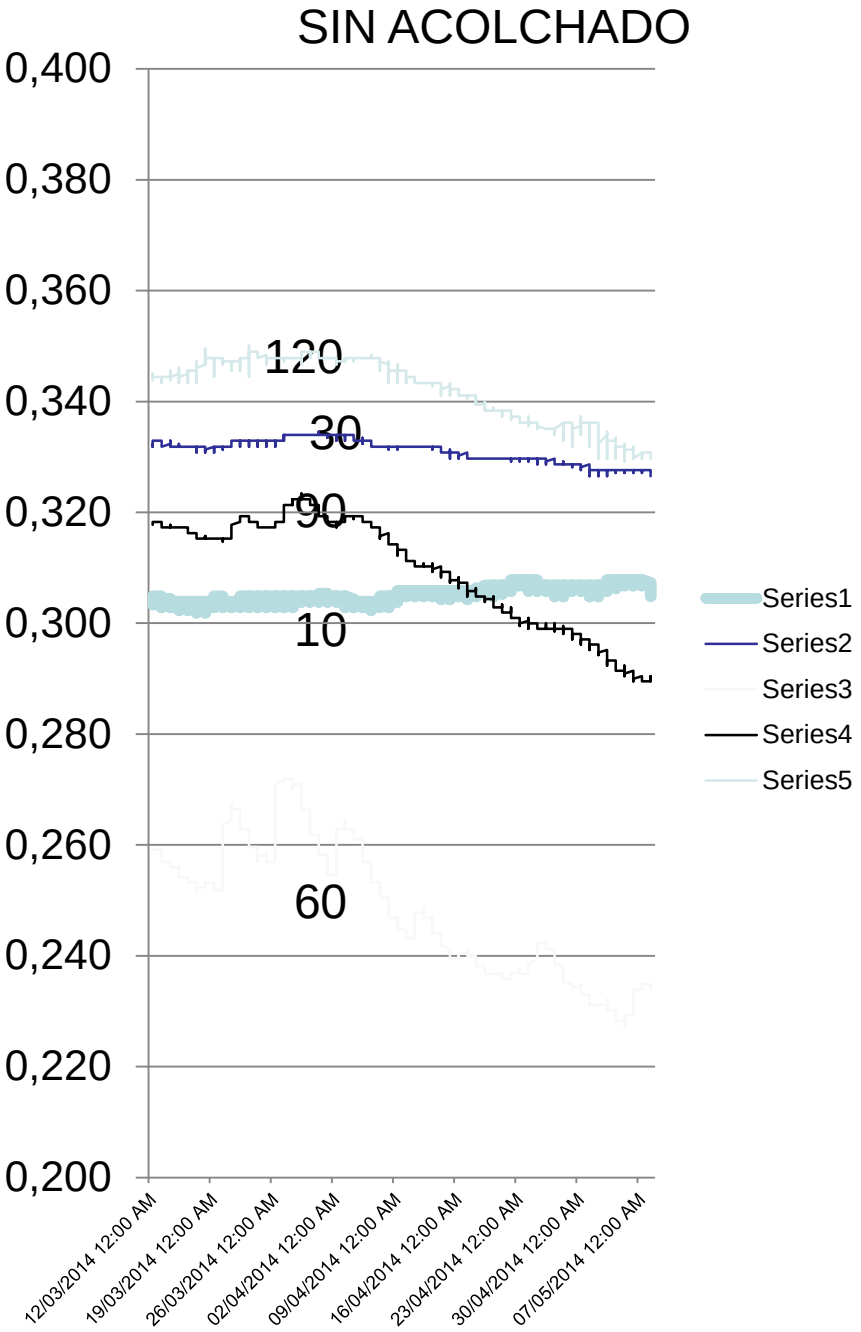
USO DE ACOLCHADOS PLÁSTICOS



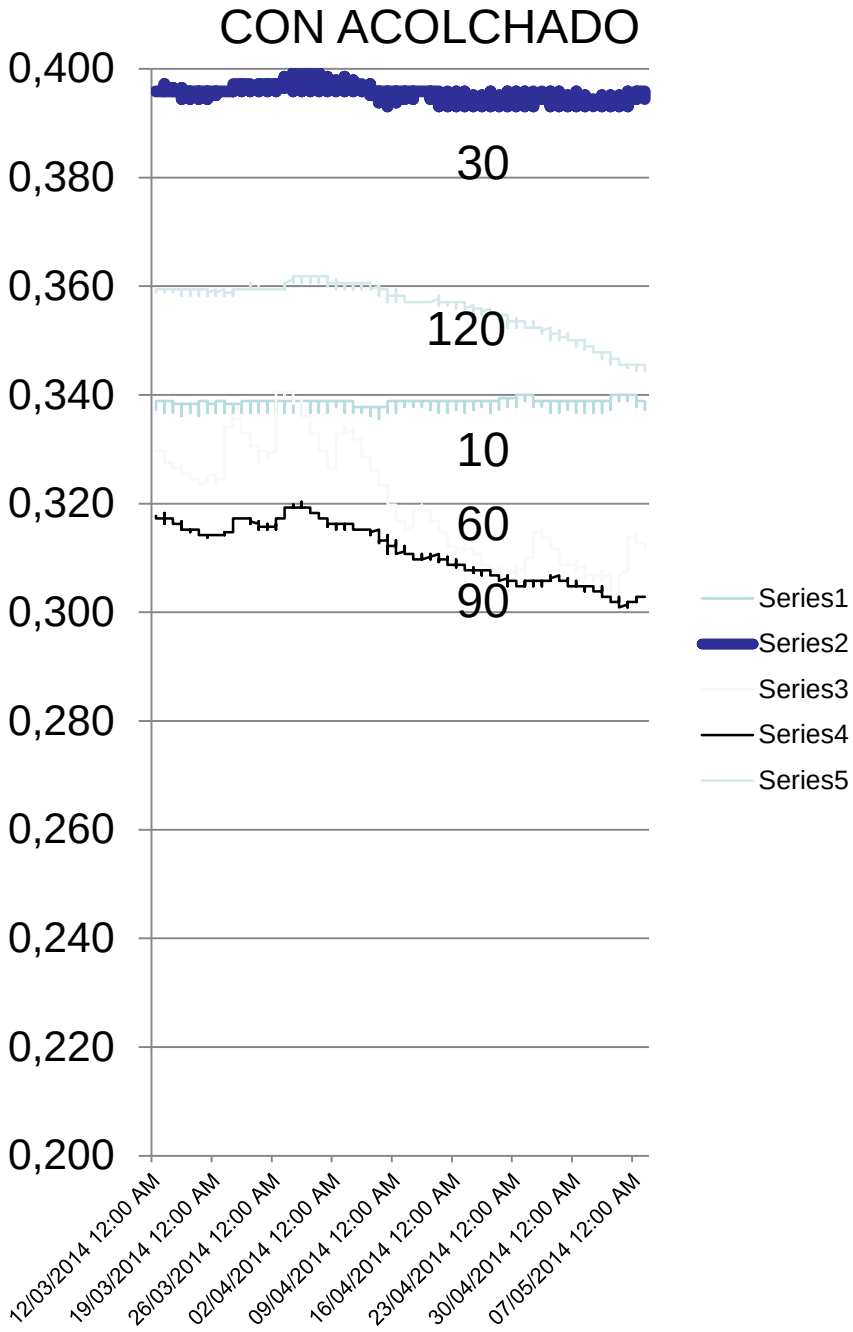


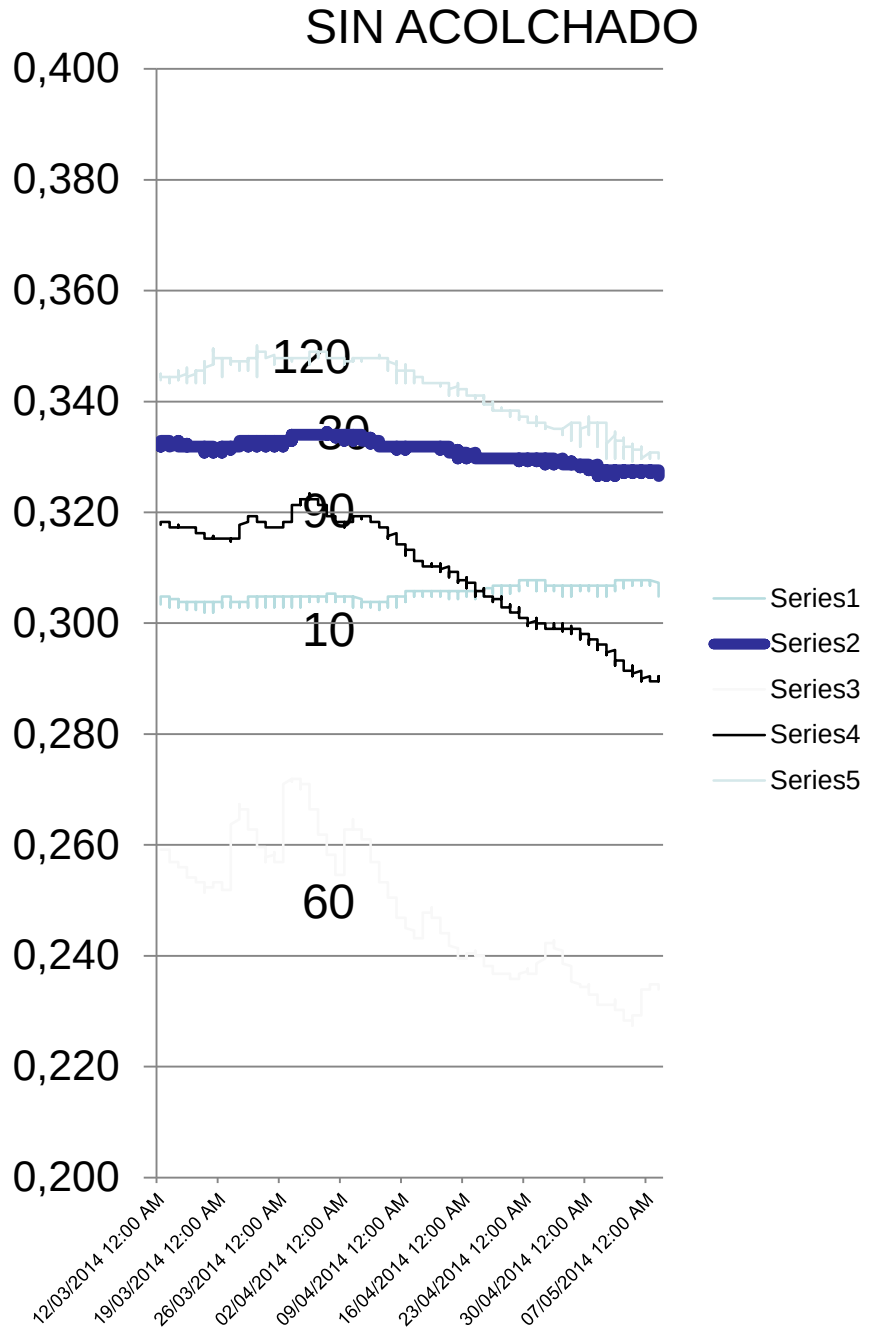
PERÍODO DEL12 DE MARZO AL 7 DE MAYO DE 2014



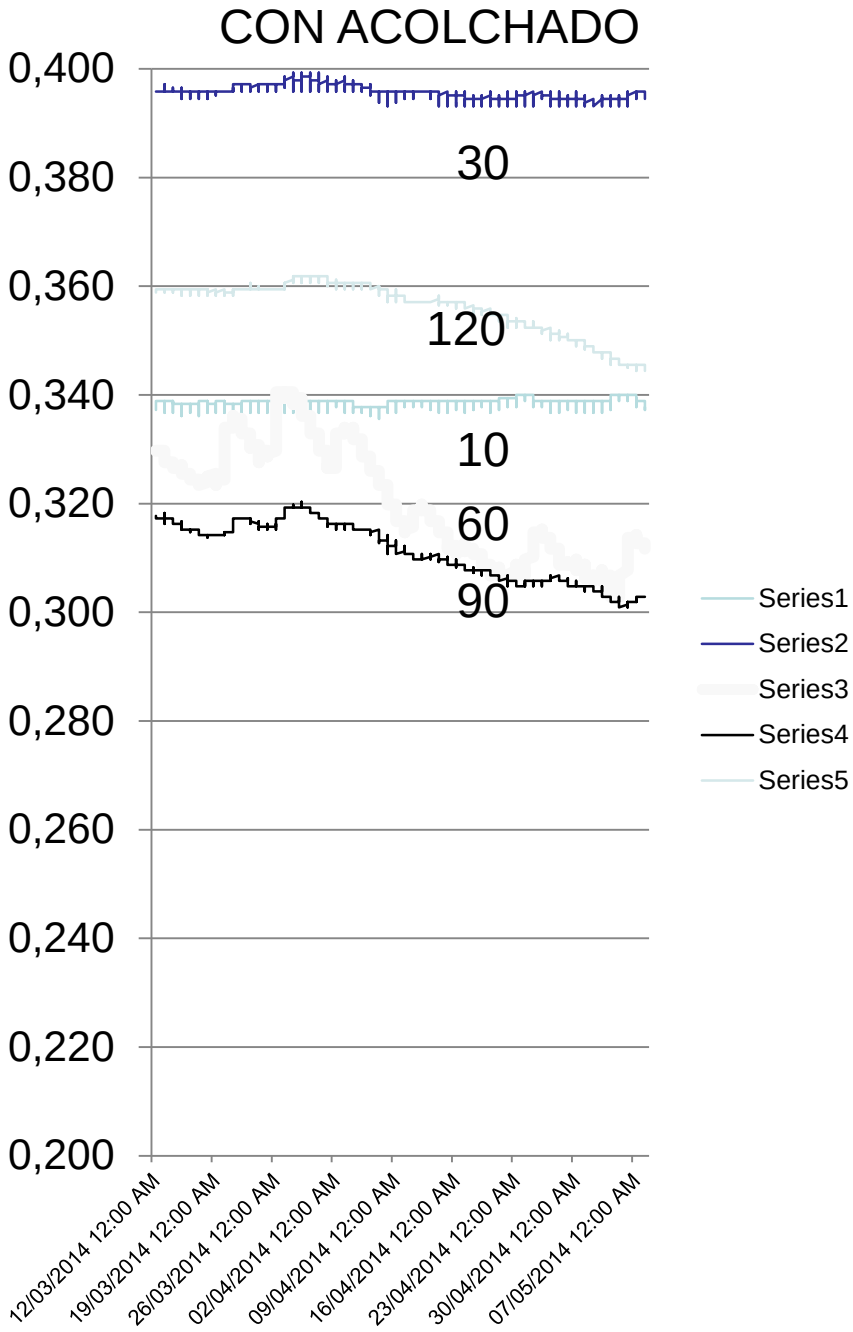


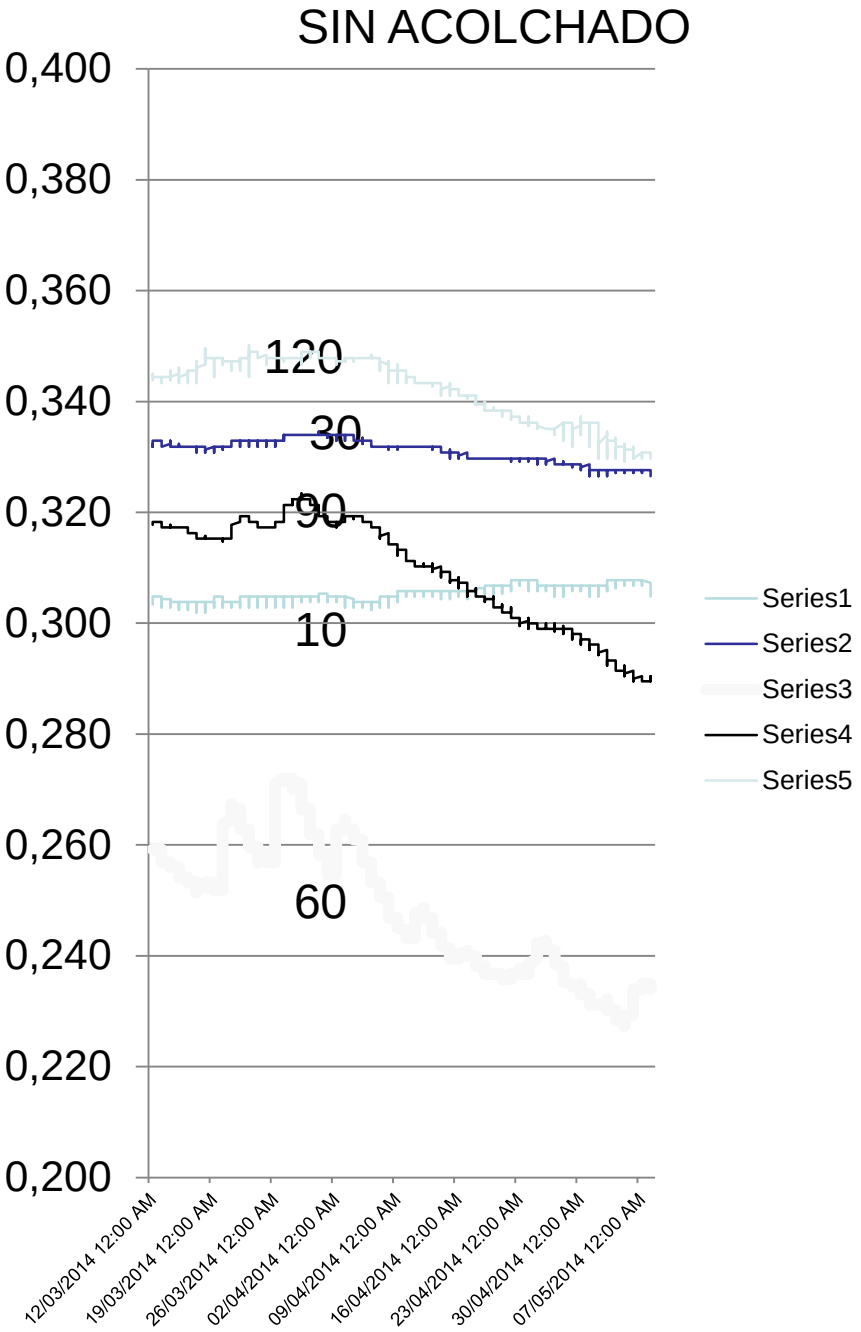
PERÍODO DEL12 DE MARZO AL 7 DE MAYO DE 2014



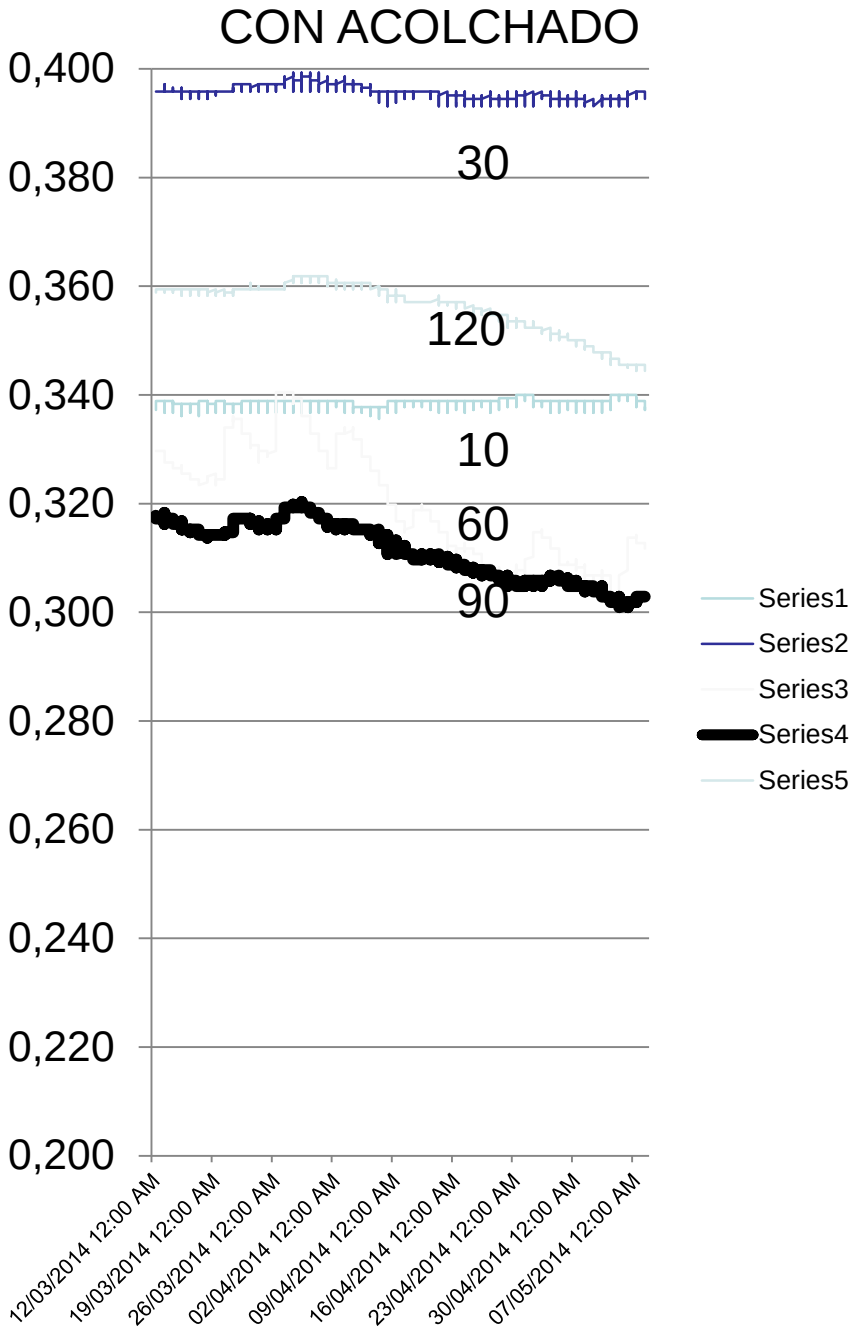


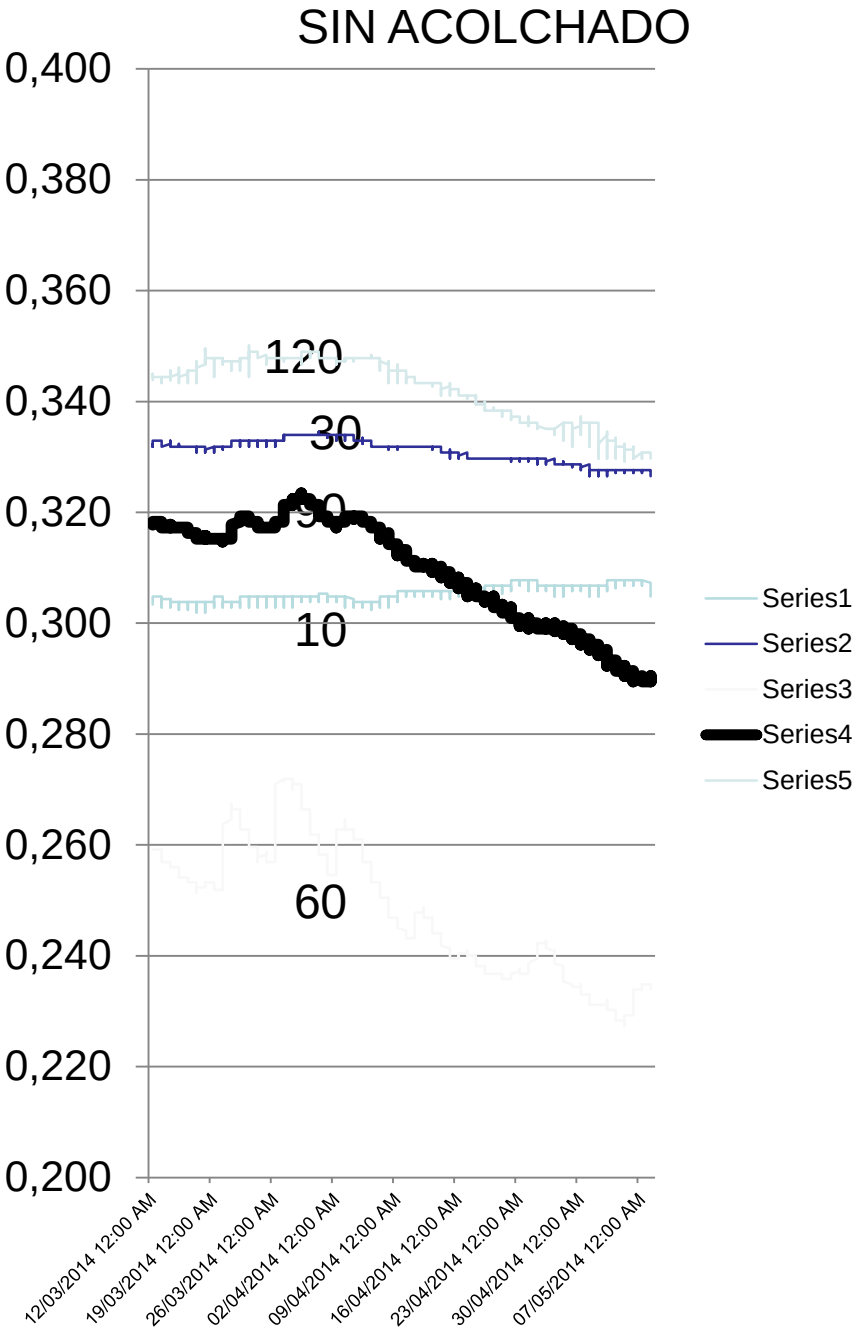
PERÍODO DEL12 DE MARZO AL 7 DE MAYO DE 2014



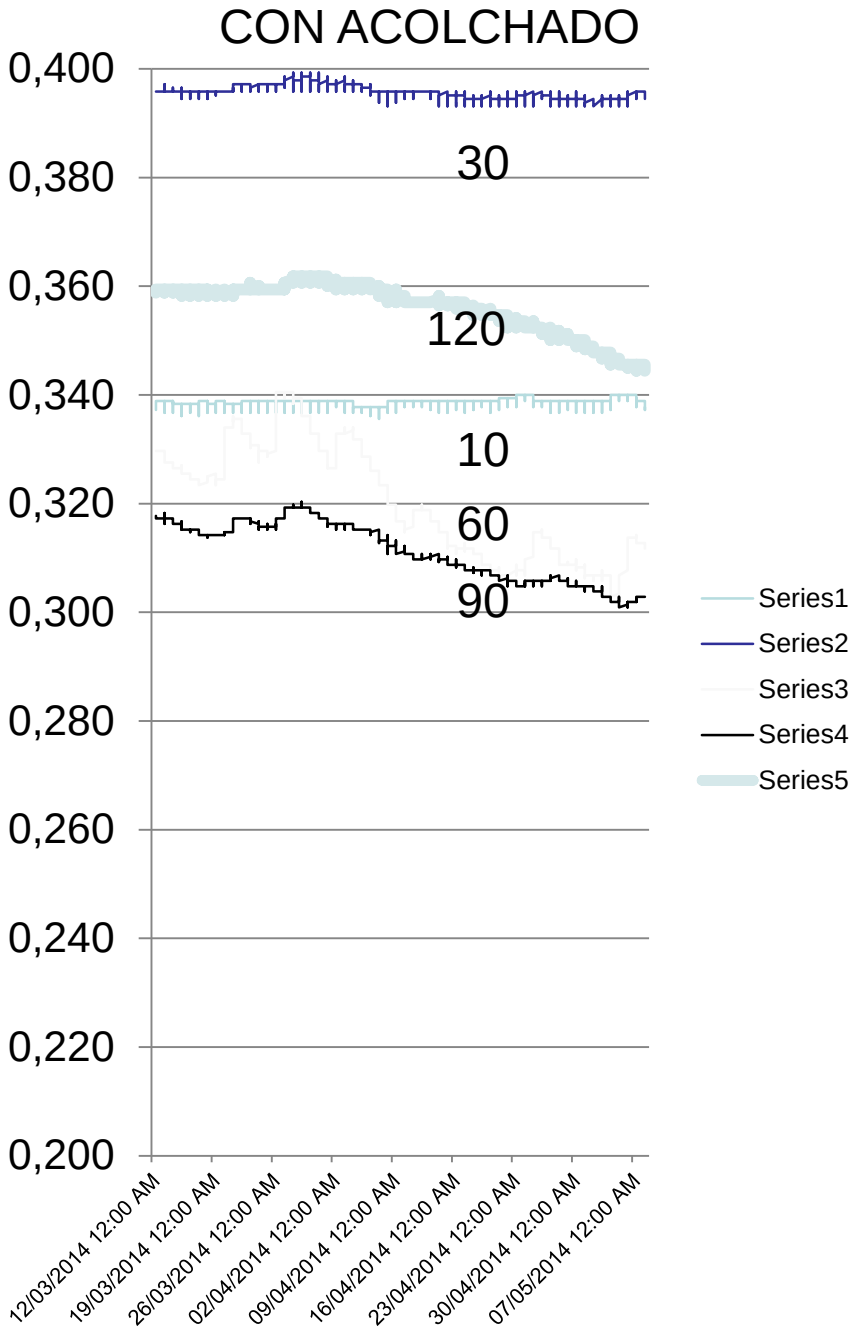


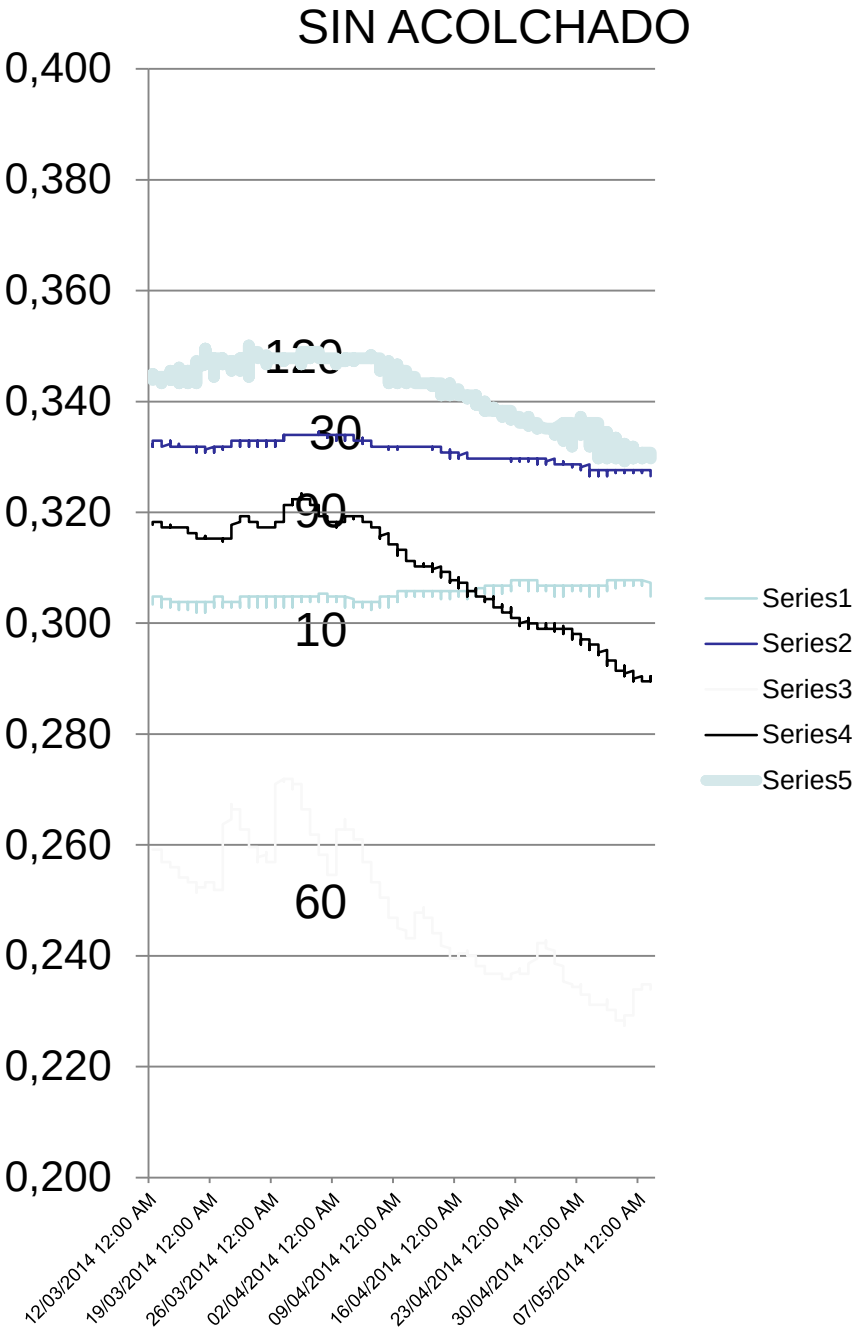
PERÍODO DEL12 DE MARZO AL 7 DE MAYO DE 2014





PERÍODO DEL12 DE MARZO AL 7 DE MAYO DE 2014





PERÍODO DEL12 DE MARZO AL 7 DE MAYO DE 2014

- La respuesta del nogal a tratamientos al suelo son lentos
- Los sitios de reservas de nutrimentos y compuestos orgánicos son grandes
- Aplicaciones elevadas de estiércol afectó la alternancia

- La aplicación de niveles crecientes de nitrógeno afectan el rendimiento bajo en regiones de alto riesgo de heladas tempranas o tardías
- El efecto en la composición nutrimental fue leve

- El uso de plásticos evita la evaporación del suelo e incrementa los niveles de humedad del suelo