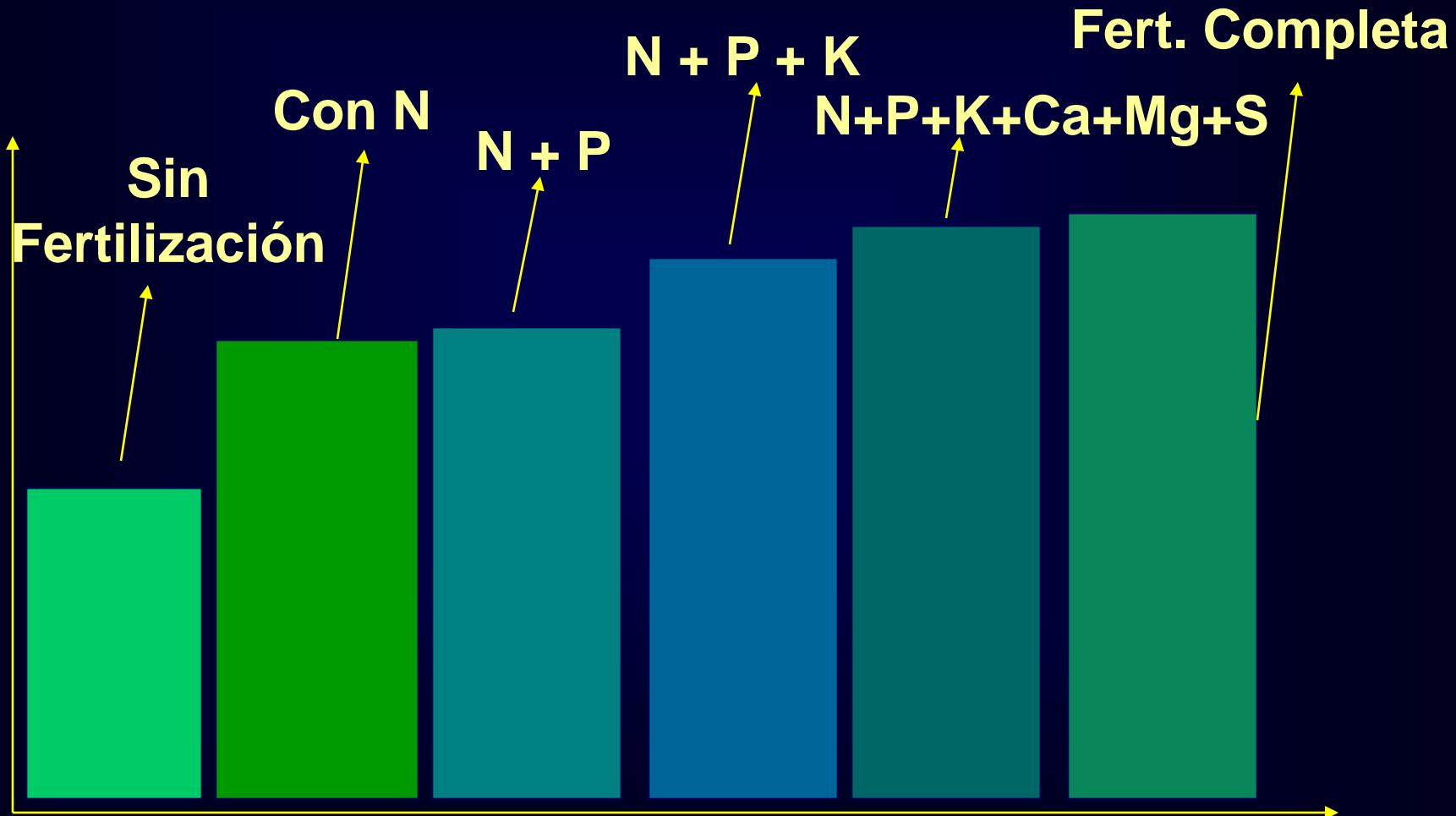




Manejo Nutricional de Manzanos
Juan Hirzel Campos
Ingeniero Agrónomo M.Sc. Dr.
Investigador en Fertilidad de Suelos y Nutrición de
Plantas

¿Cómo se relaciona el rendimiento con la fertilización?



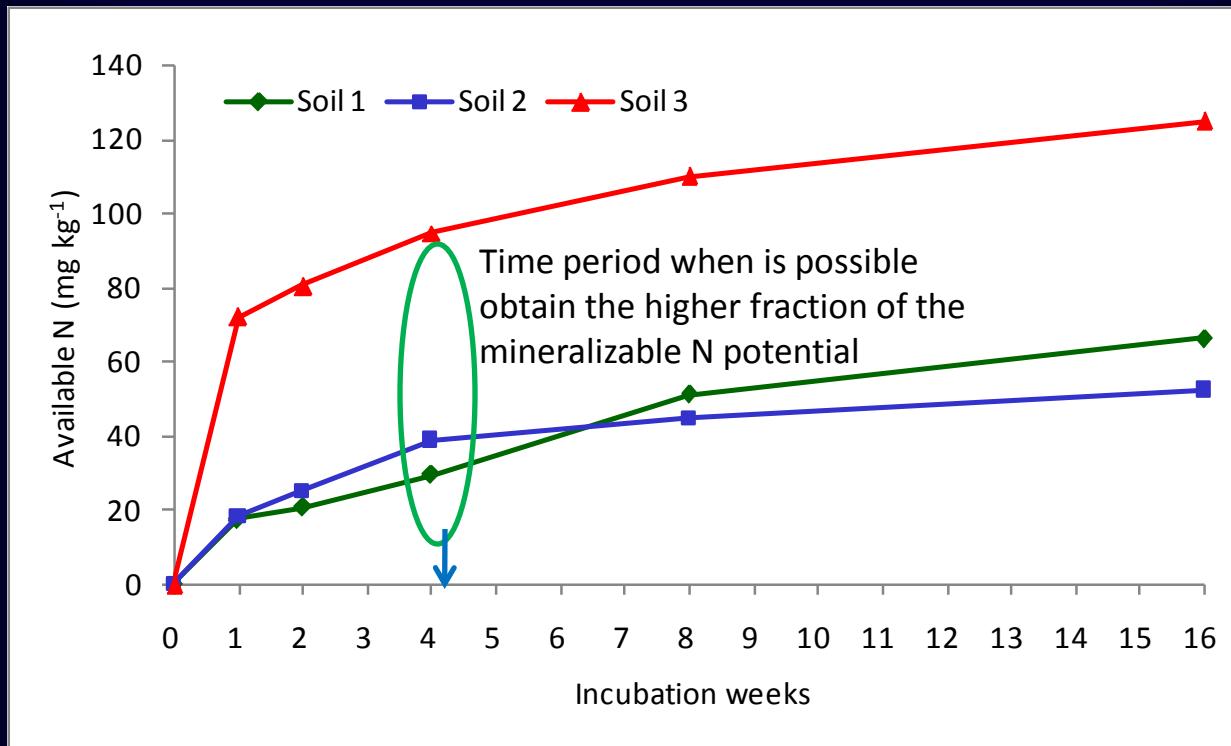
Adaptado de Mercik et al. (1990).

Características químicas de suelo apropiadas a los huertos de Frutales

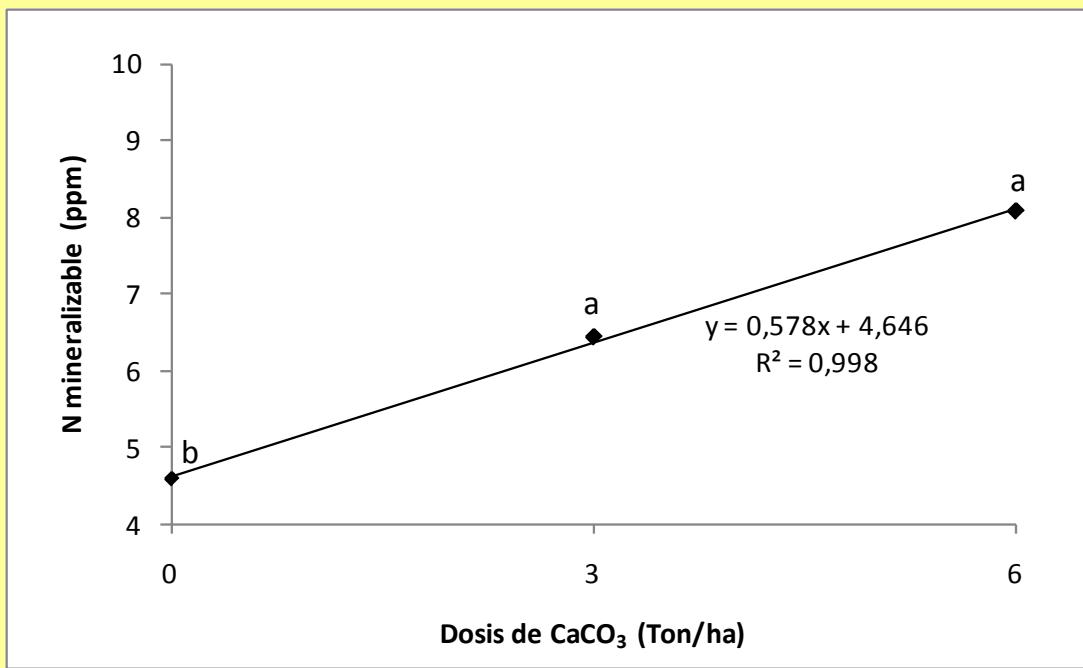
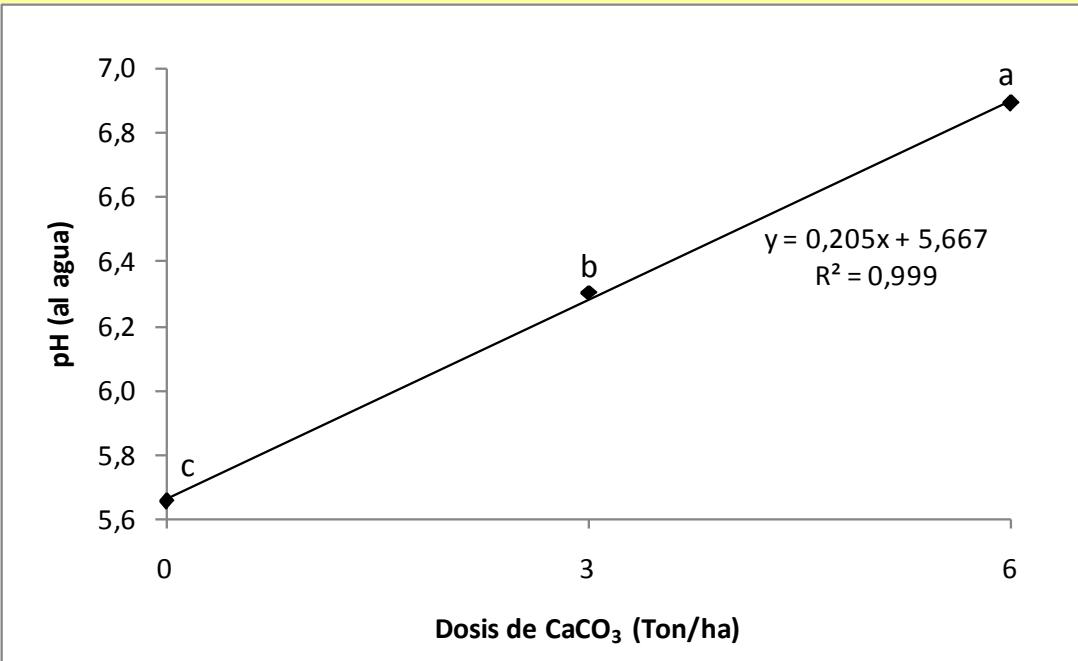
Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a franco limo arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Materia orgánica	%	Mayor a 1,5	Mayor a 1,5
pH (agua 1:2,5)	--	6,2 - 7,0	5,8 - 6,8
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹	Menor a 1,5	Menor a 1,5
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	cmol(+) kg ⁻¹	8 - 15	15 - 30
Nitrógeno inorgánico	mg kg ⁻¹	15 - 30	20 - 40
Fósforo Olsen	mg kg ⁻¹	Mayor a 15	Mayor a 20
Potasio intercambiable	cmol(+) kg ⁻¹	0,3 - 0,6	0,4 - 0,8
Calcio intercambiable	cmol(+) kg ⁻¹	7 - 10	8 - 12
Magnesio intercambiable	cmol(+) kg ⁻¹	1,0 - 1,5	1,2 - 2,0
Sodio intercambiable	cmol(+) kg ⁻¹	0,03 - 0,3	0,05 - 0,6
Suma de bases	cmol(+) kg ⁻¹	Mayor a 8	Mayor a 10
Relación de calcio sobre la CIC	%	60 - 65	55 - 65
Relación de magnesio sobre la CIC	%	12 - 15	10 - 15
Relación de potasio sobre la CIC	%	2 - 3	3 - 4
Azufre	mg kg ⁻¹	Mayor a 8	Mayor a 10
Hierro	mg kg ⁻¹	4 - 20	4 - 20
Manganese	mg kg ⁻¹	2 - 10	3 - 20
Zinc	mg kg ⁻¹	1 - 10	2 - 10
Cobre	mg kg ⁻¹	0,5 - 1	0,5 - 1
Boro	mg kg ⁻¹	0,8 - 1,5	1 - 2

Mineralizable Nitrogen = soil capacity for supply N from organic reserves

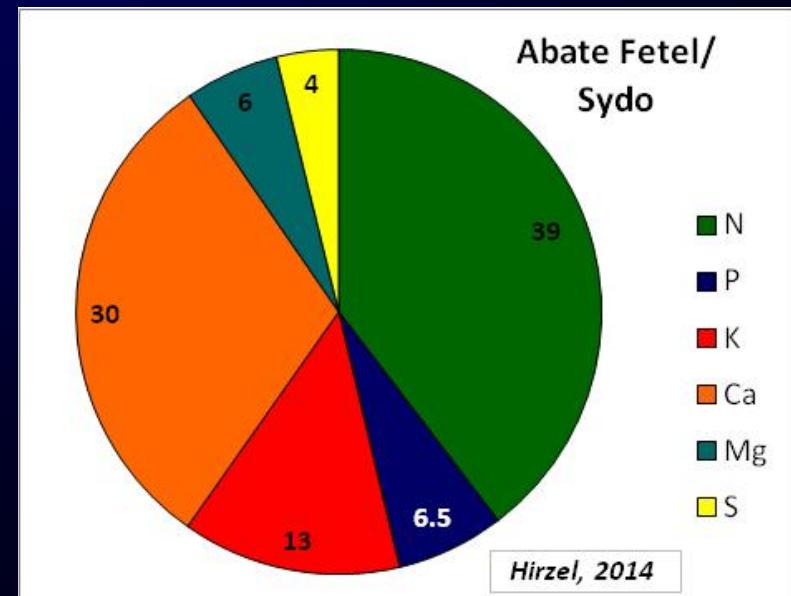
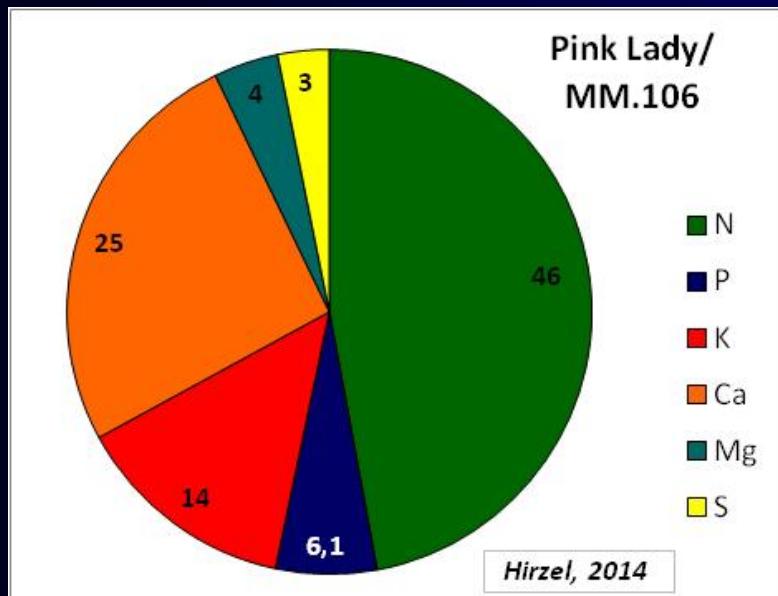
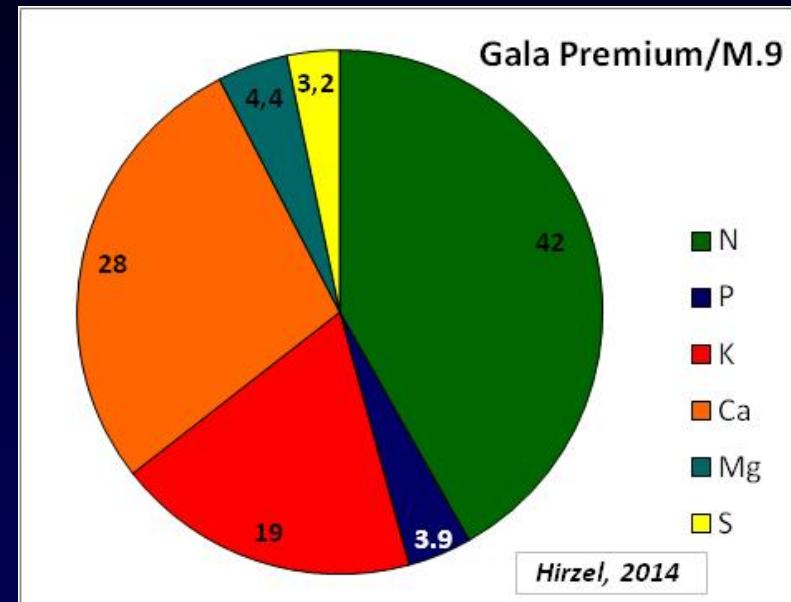
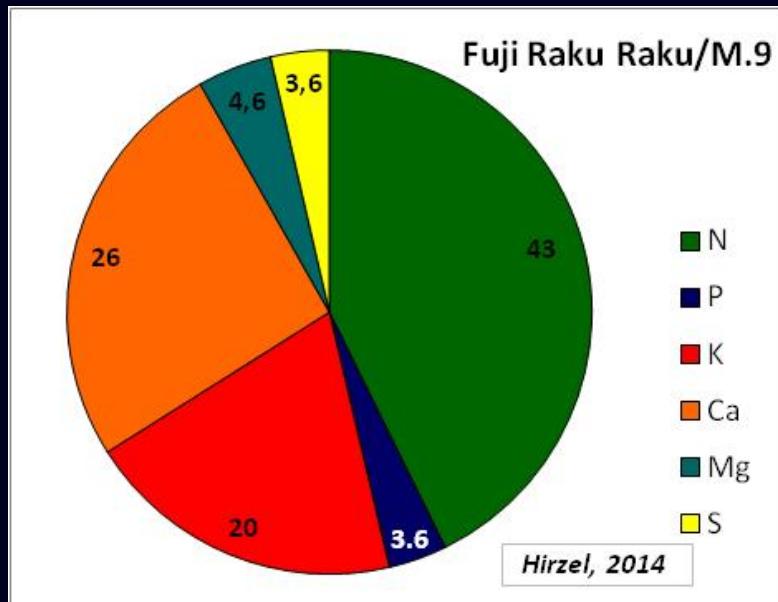
Soil samples must be incubated in laboratory by 30 days to 25°C and 80% of its maximum humidity capacity

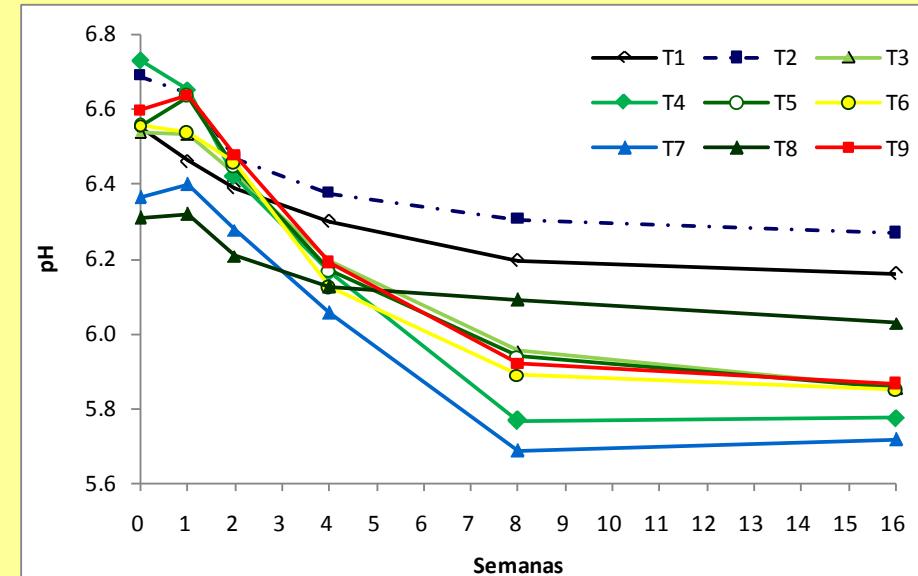
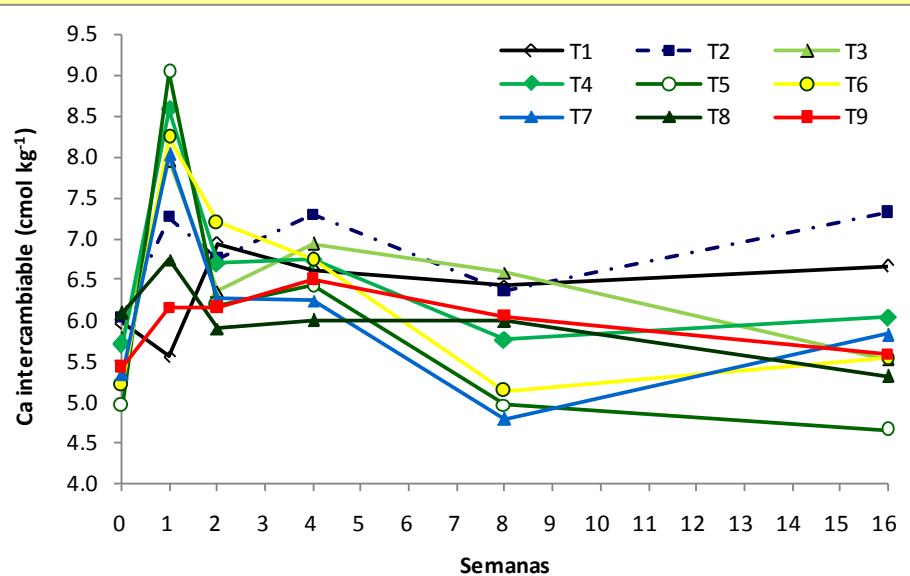


For the same cultivar, management and production, the N rates must be lower in Soil 3, and higher in Soils 1 and 2.

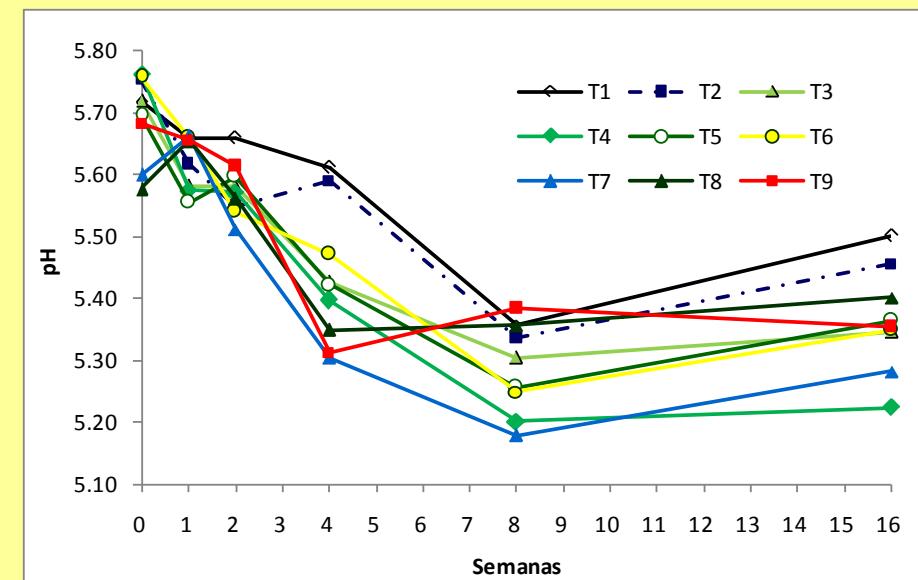
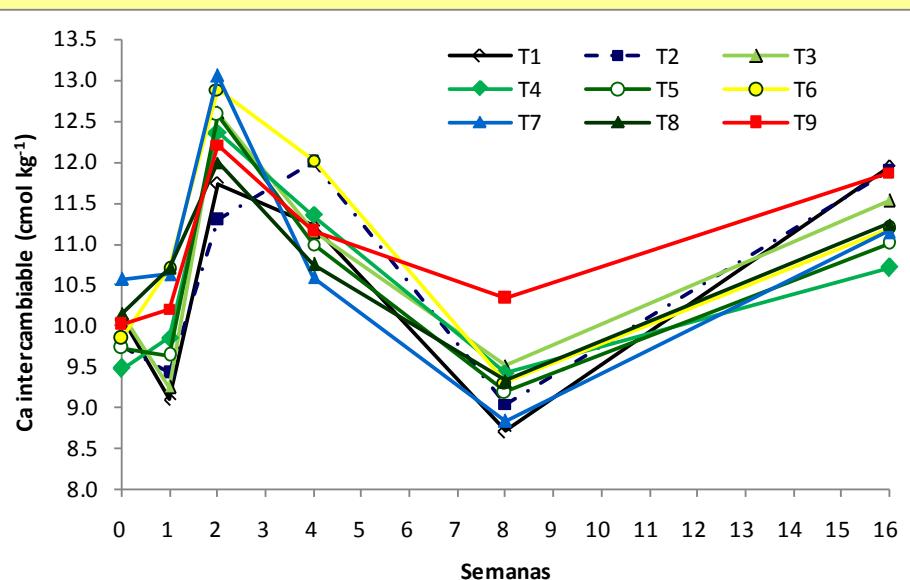


Ganancia de Nutrientes en Plantaciones Nuevas

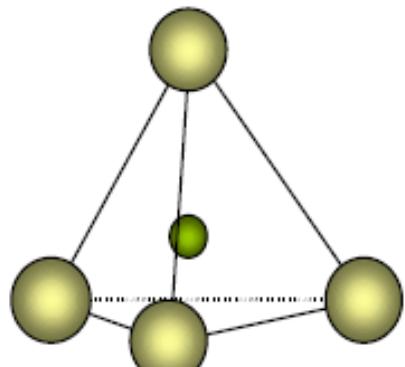




Evolución del pH y de la disponibilidad de Calcio en un suelo franco arenoso con diferentes tratamientos de fertilización

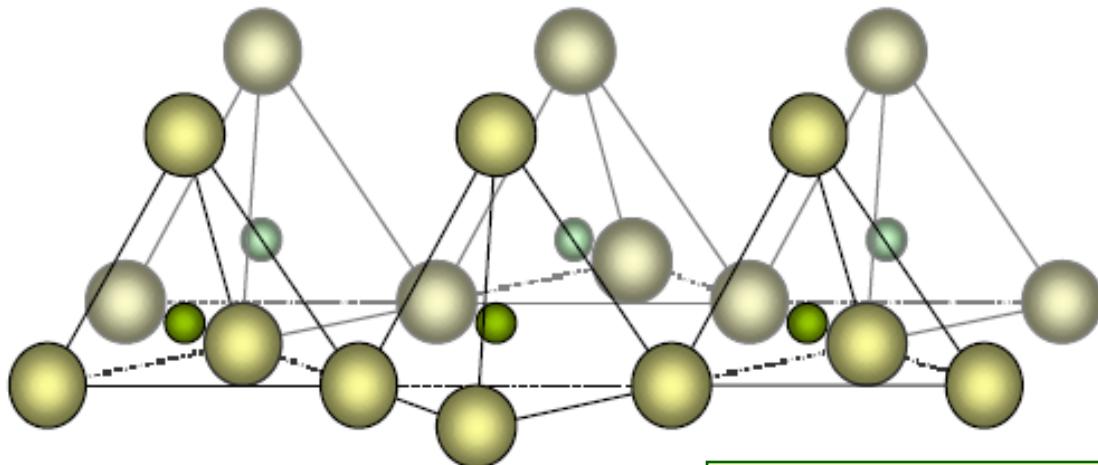


Evolución del pH y de la disponibilidad de Calcio en un suelo Trumao con diferentes tratamientos de fertilización



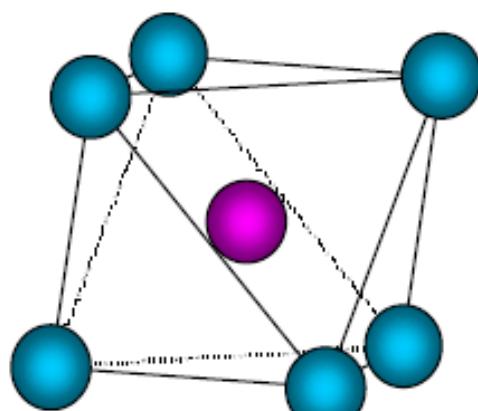
Oxígeno

Silicio



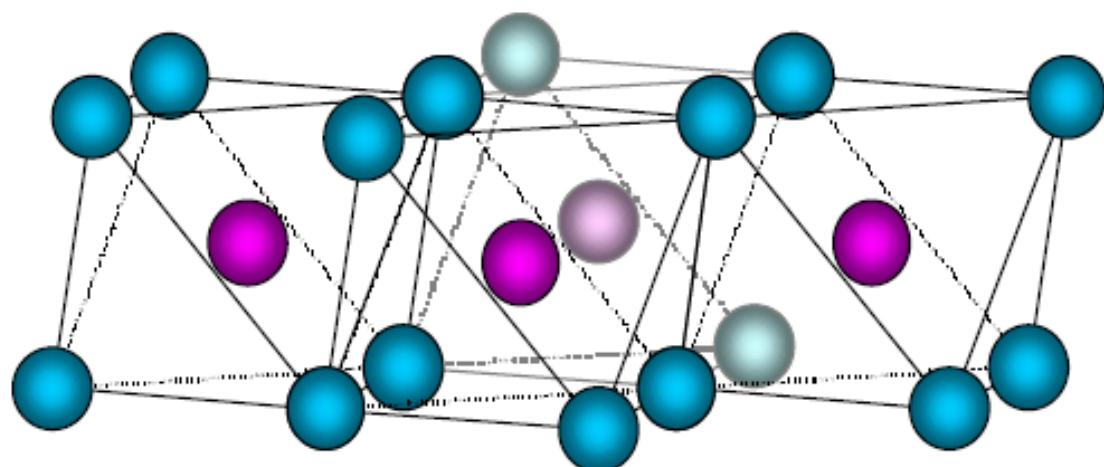
Capa
tetraédrica

Complejo Arcillo Húmico Cálcico



Hidroxilo

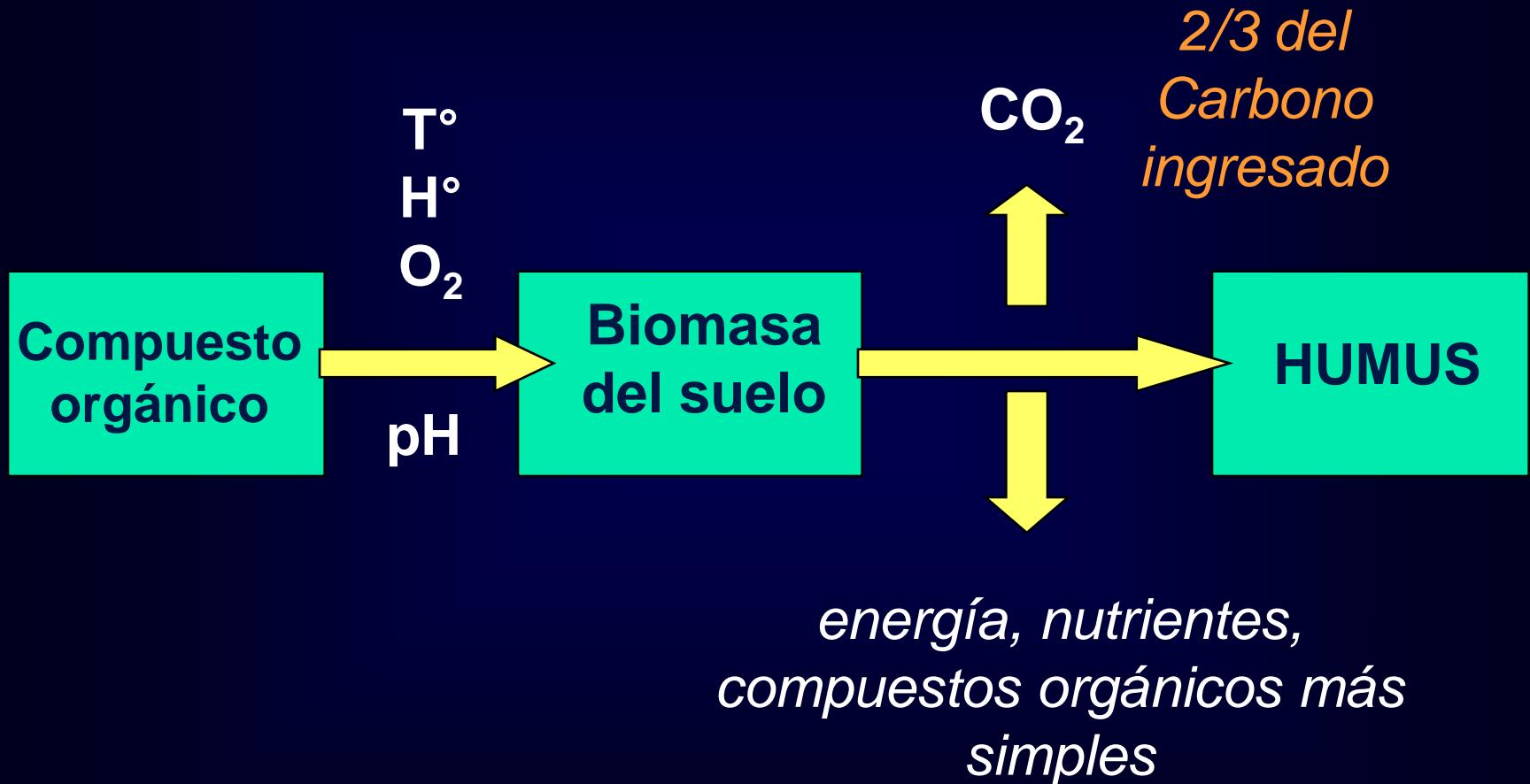
Aluminio,
magnesio



Capa
octaédrica

Figura 2-3. Estructura de las arcillas.

PROCESO DE FORMACIÓN DEL HUMUS



Ventajas de la presencia de Materia orgánica en el suelo:

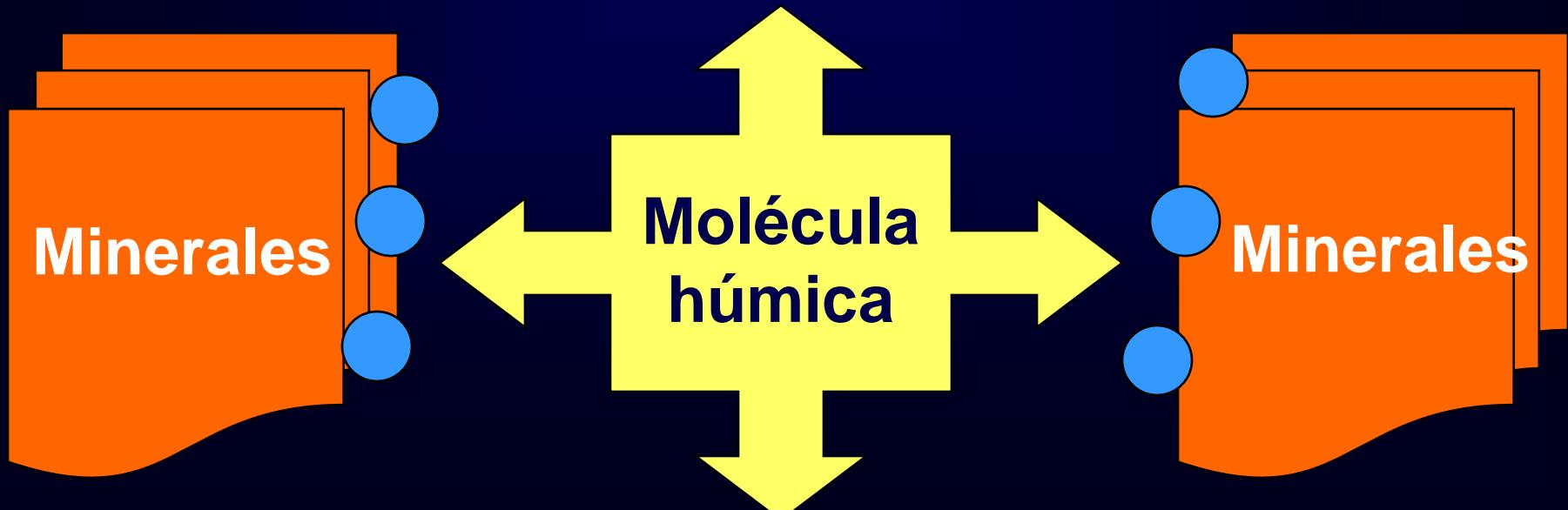
- Retención de humedad a favor de la planta y eficiencia de uso del agua.
- Balance de aire (oxígeno) y humedad del suelo (respiración de raíces).
- Capacidad de mantener temperaturas más estables, sobre todo frente a eventos climáticos inesperados que pueden afectar el normal crecimiento y desarrollo de un cultivo.
- Estructura favorable del suelo (agregación de partículas finas y balances de aire/agua).
- Capacidad de desintoxicarse frente a la aplicación de compuestos dañinos para la vida del suelo (quelatación).
- Facilidad de laboreo de un suelo, aumentando la eficiencia de operación de maquinarias e implementos mecánicos.
- Facilita el crecimiento de raíces (disminuye la resistencia mecánica del suelo).
- Aporte nutricional de la totalidad de los elementos esenciales al crecimiento de las plantas en forma equilibrada y muy relacionada con las necesidades de las plantas.
- Activador de la vida en el suelo, cuyos ciclos e inter-relaciones permiten la continua formación y “rejuvenecimiento” del suelo.

Ventajas del uso de Ácidos Húmicos en el suelo y en las plantas:

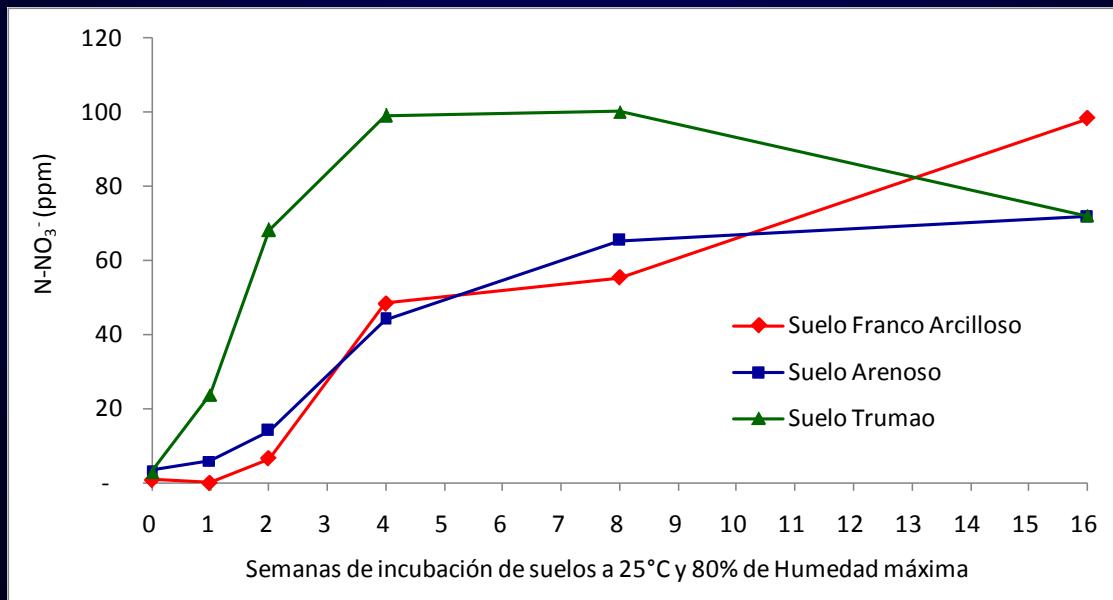
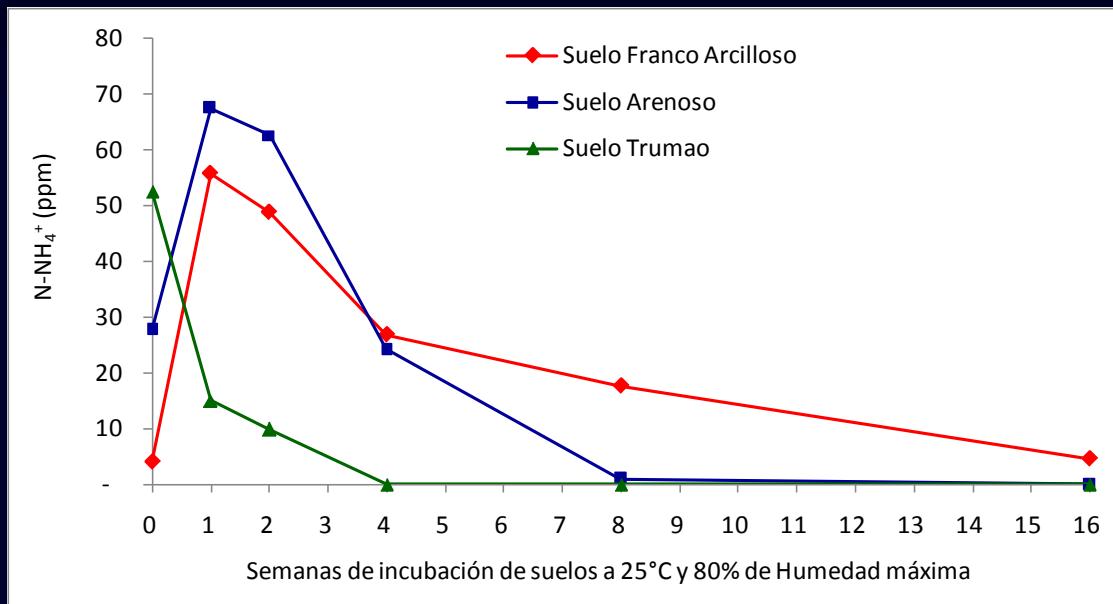
- ✓ Los ácidos húmicos son los componentes más activos de la materia orgánica del suelo y se ha demostrado que tienen una actividad similar a las hormonas, estimulando así el crecimiento de las plantas (Ferrara and Brunetti, 2009).
- ✓ Las sustancias húmicas han mostrado un contenido de pseudoauxinas y pseudocitoquininas, cuando han sido aplicados vía foliar en las plantas (Ramírez *et al.*, 1997).
- ✓ Las sustancias húmicas están involucradas en los ciclos de los nutrientes, movilización y transporte de iones metálicos, complejación de pesticidas, formación de agregados de suelo, capacidad de intercambio catiónico (Stevenson, 1982)..
- ✓ La aplicación de Ácidos Húmicos aumenta fotosíntesis, masa de raíces (Liu *et al.*, 1998), y longitud de raíces (Cooper *et al.*, 1998).
- ✓ Los ácidos húmicos aumentan la capacidad de acumulación de humedad en el suelo (Piccolo *et al.*, 1996).

El Humus está constituido por compuestos polímeros (*uniones de varios compuestos*). Dentro de ellos se encuentran compuestos aromáticos que forman un enrejado de estructura porosa:

- Al interior ocurre la retención de agua.
- Al exterior ocurren las reacciones químicas con otros compuestos (*propiedad quelante*).



Amonificación y Nitrificación de Nitrógeno proveniente desde la Urea en 3 suelos con diferente contenido de Materia Orgánica y propiedades físicas



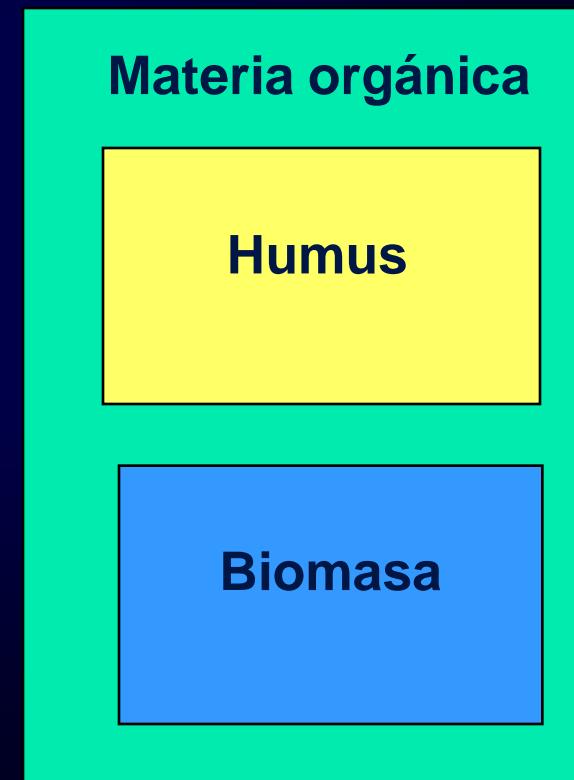
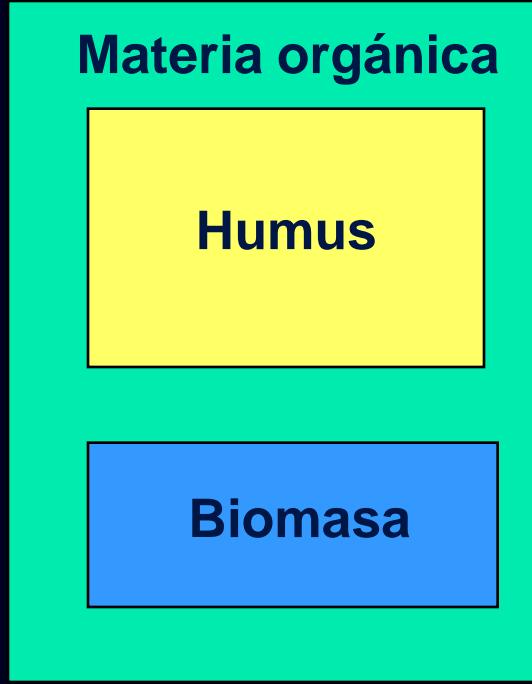
Caracterización de los Acidos Húmicos y Fúlvicos

Características	Acidos Fúlvicos	Acidos Húmicos
Grado de Polimerización	Menor	Mayor
Aporte de CIC	Mayor	Menor
Peso Molecular	670	1650
Acidez total (me gr ⁻¹)	10,3	6,7
Carbono (%)	45,7	56,2
Hidrógeno (%)	5,4	4,7
Oxígeno (%)	44,7	35,5
Nitrógeno (%)	2,1	3,2
Azufre (%)	1,9	0,8

Adaptado de Navarro y Navarro, 2000.

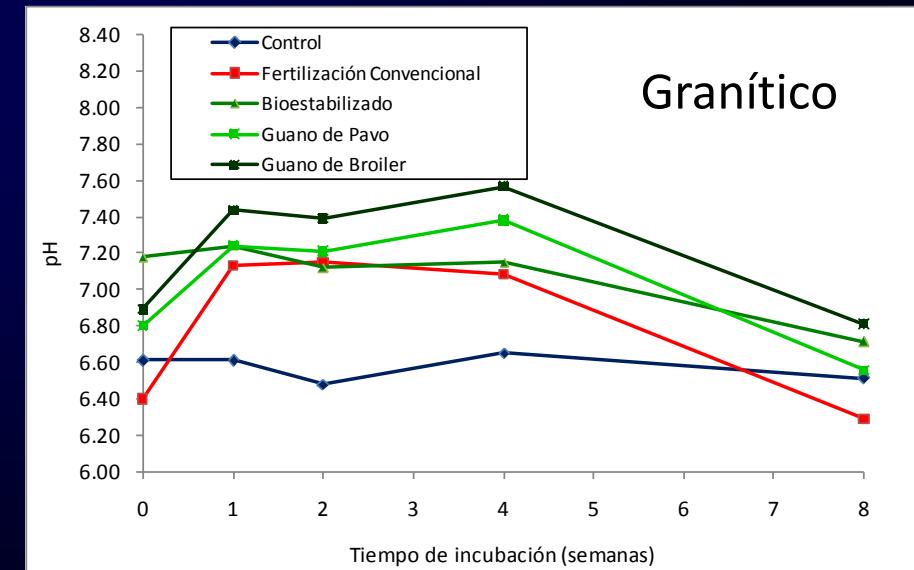
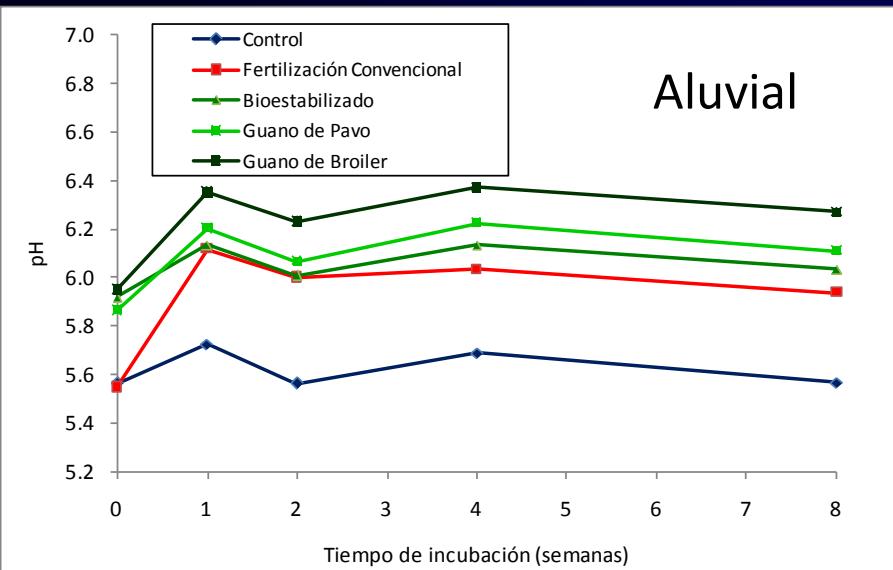
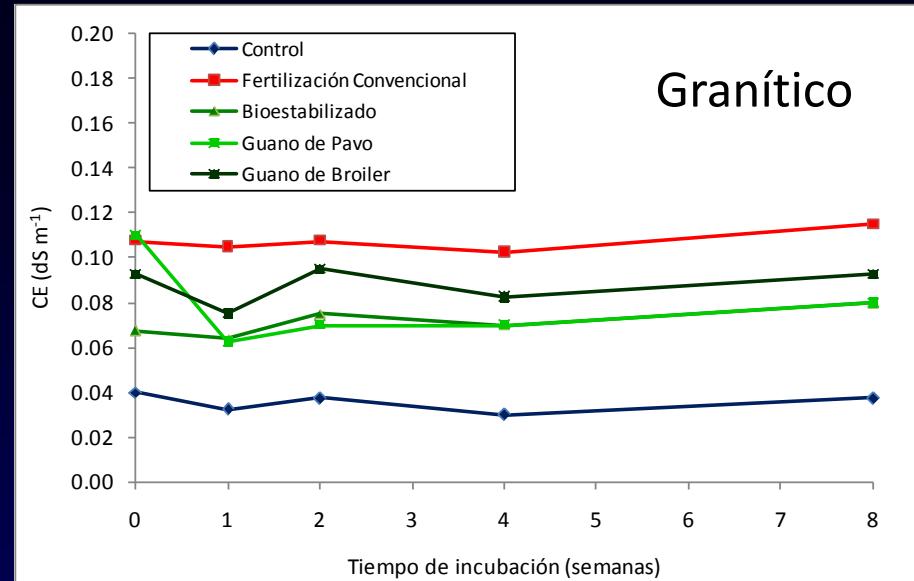
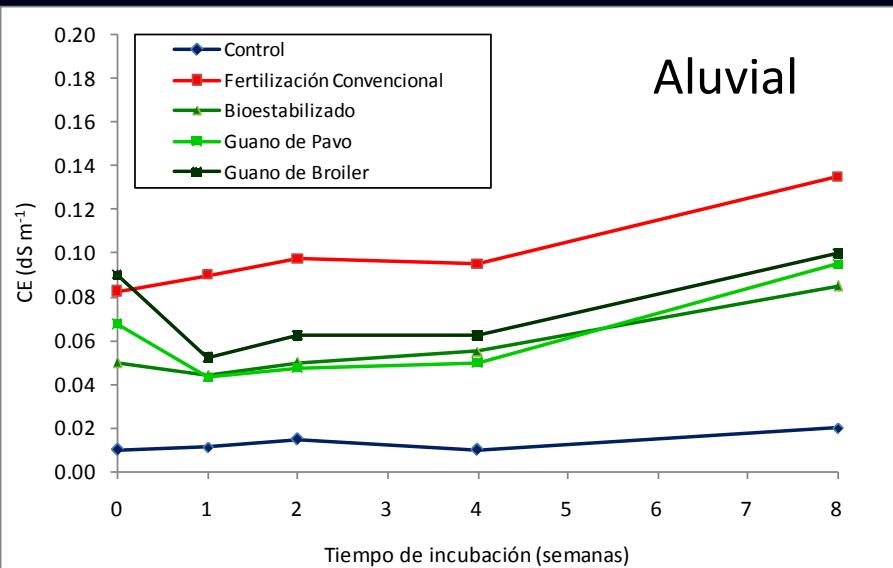
USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS

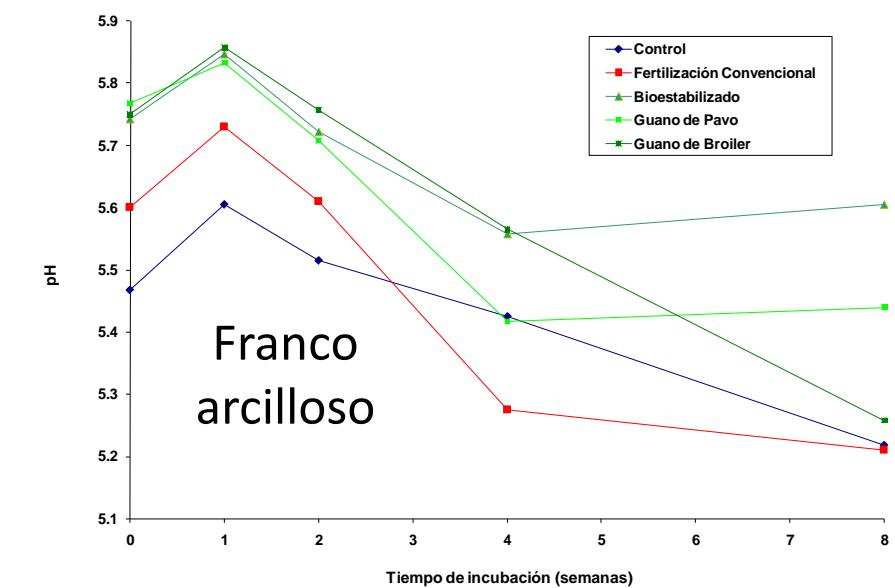
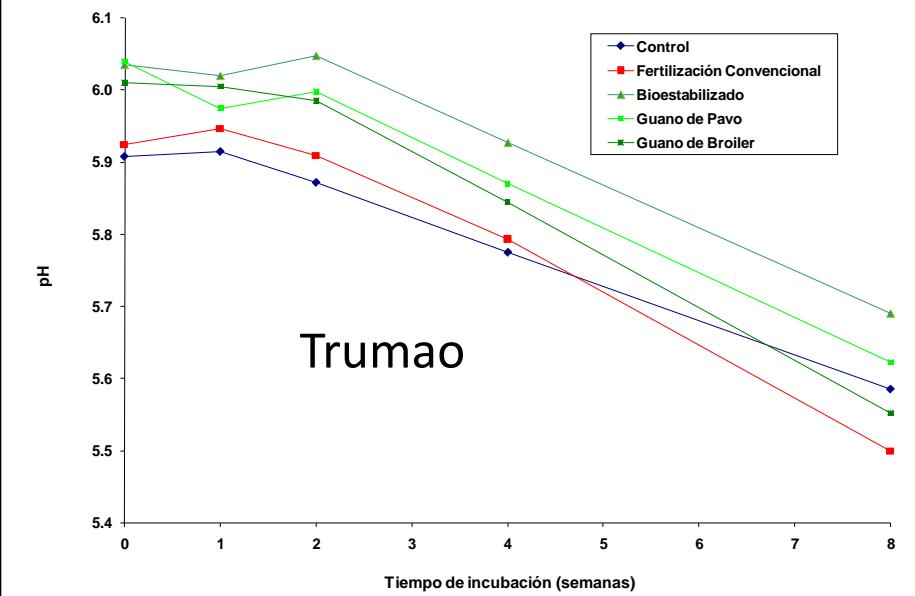
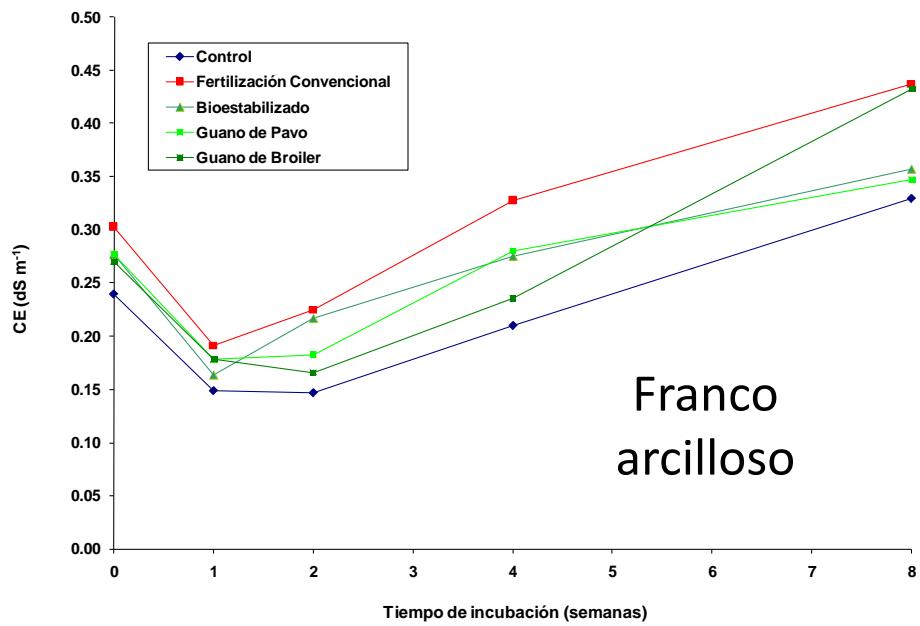
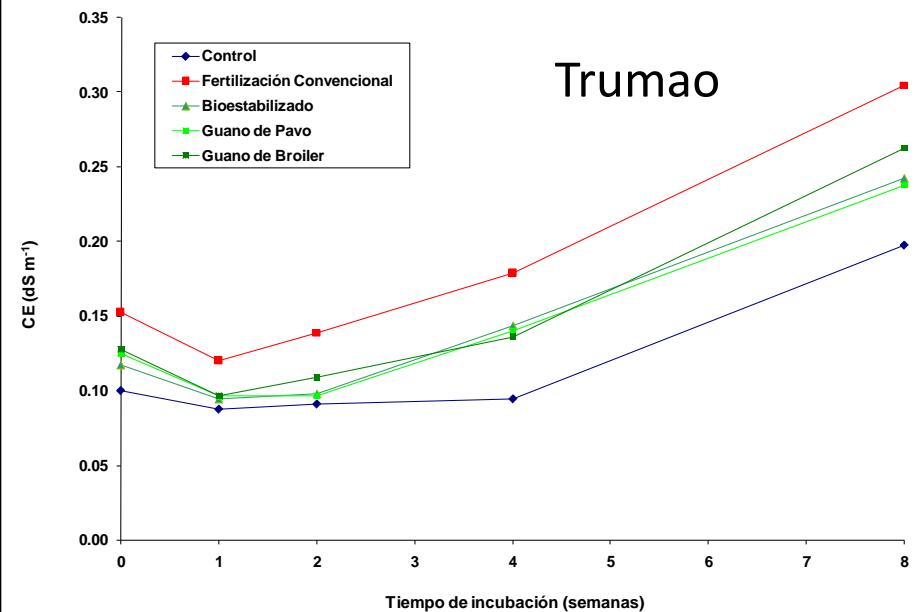
SUELO

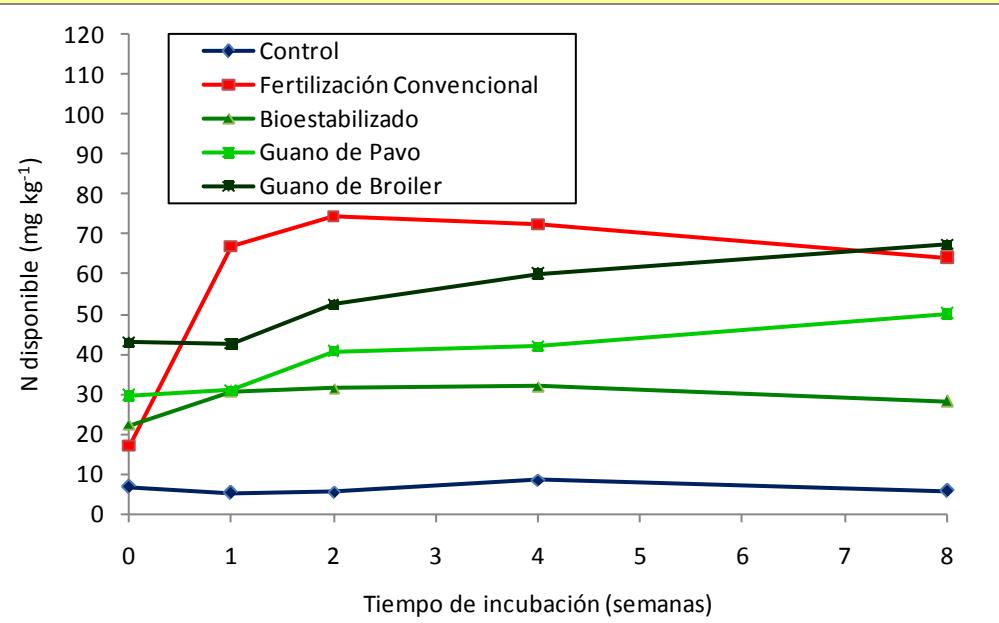


Composición nutricional de las principales enmiendas orgánicas comercializadas en el Chile

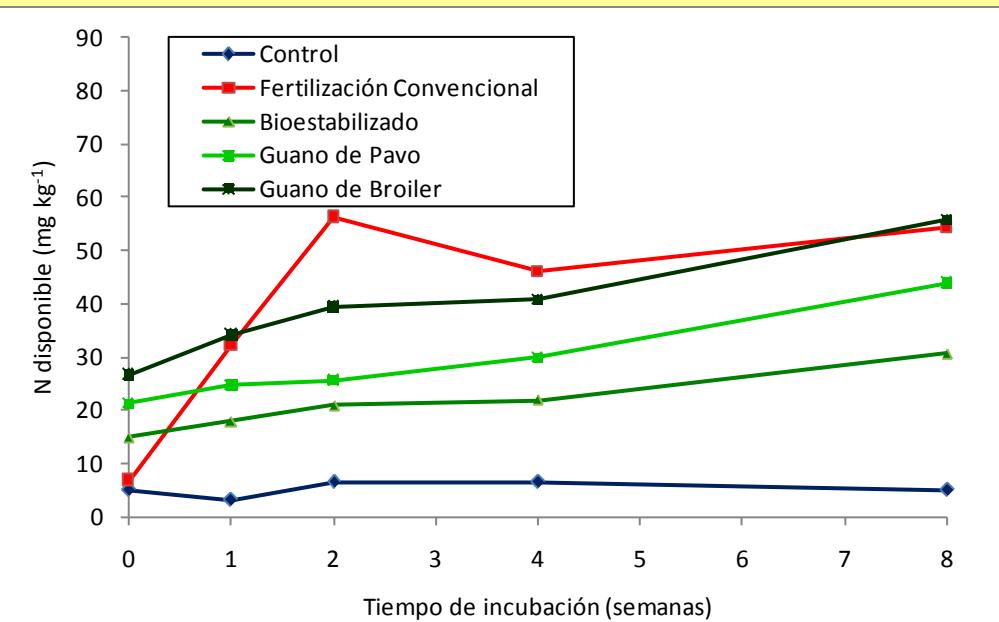
Parámetro determinado	Guano Broiler	Guano de Pavo	Guano de Pavo madurado	Bioestabilizado
Humedad (%)	19 – 43	15 – 50	24 – 50	10 – 45
pH	6,9 - 9,1	5,3 – 7,4	5,6 – 8,2	6,8 – 8,6
CE (dS m ⁻¹)	6,0 – 12,0	7,7 – 18,2	10,0 – 29,8	3,2 – 13,4
MO (%)	65 – 70	64 – 85	66 - 83	41 – 60
Relación C/N	6,6 - 16,7	9,0 – 12,8	8,1 - 16	8,8 – 20,6
C total (%)	43 – 44	36 – 47	31 – 41	26 – 41
N total (%)	2,1 – 3,7	3,3 – 4,4	2,3 – 4,5	1,5 – 3,4
N amoniacal (%)	0,31 – 0,65	0,6 – 1,3	0,4 – 1,5	0,7 – 1,3
N nítrico (%)	0,3 - 0,65	0,05 – 0,15	0,06 – 0,5	0,01 – 0,05
P total (%)	0,81 – 2,25	1,7 – 3,1	2,05 – 3,88	2,27 – 3,78
K total (%)	1,2 – 3,7	2,5 – 3,4	3,1 – 3,6	1,0 – 2,0
Ca total (%)	1,3 – 3,1	4,4 – 7,5	4,8 – 7,9	3,2 – 6,4
Mg total (%)	0,33 – 0,65	0,65 – 1,25	1,0 – 1,47	0,96 – 1,88
S total (%)	0,2 – 0,4	0,3 – 0,6	0,3 – 0,6	0,18 – 0,98



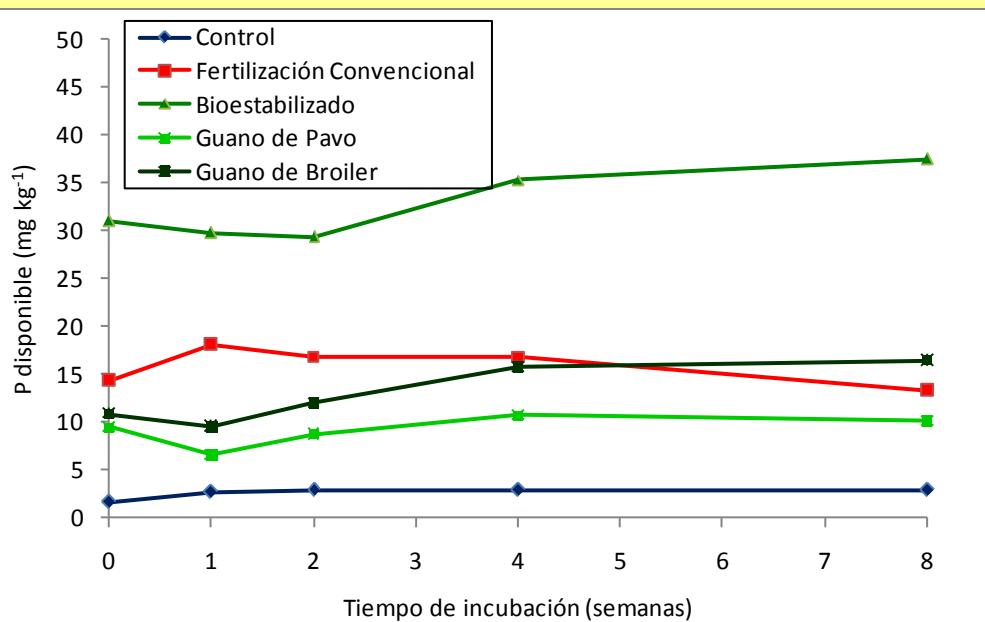




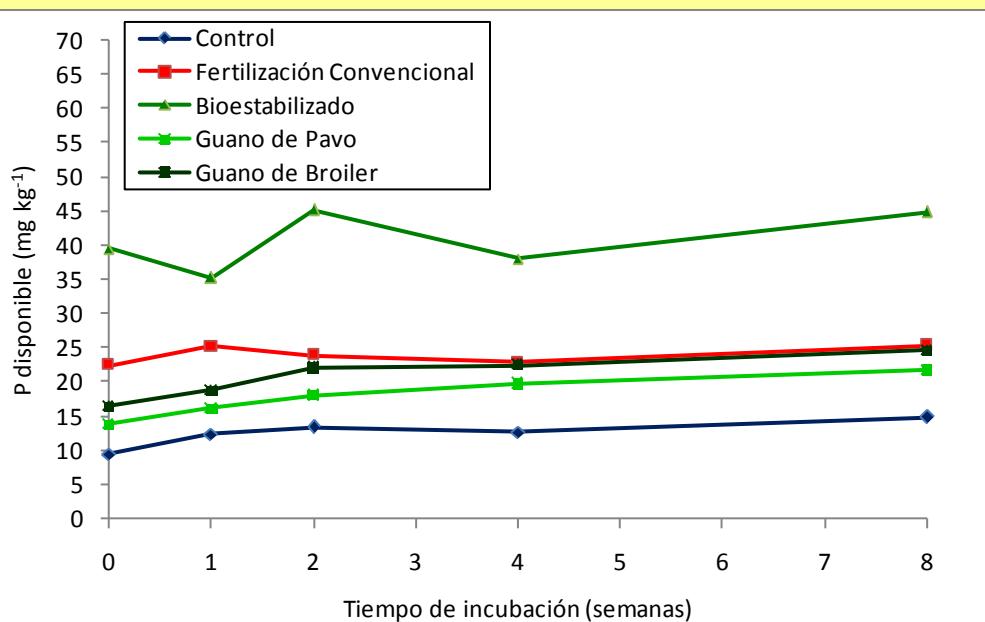
Suelo Franco Arenoso



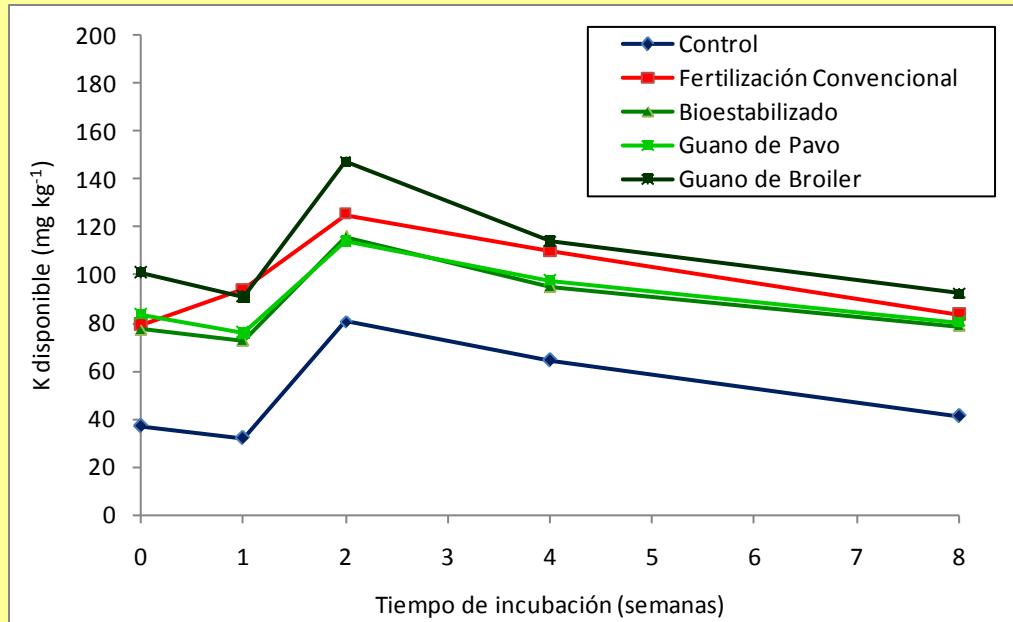
Suelo Granítico



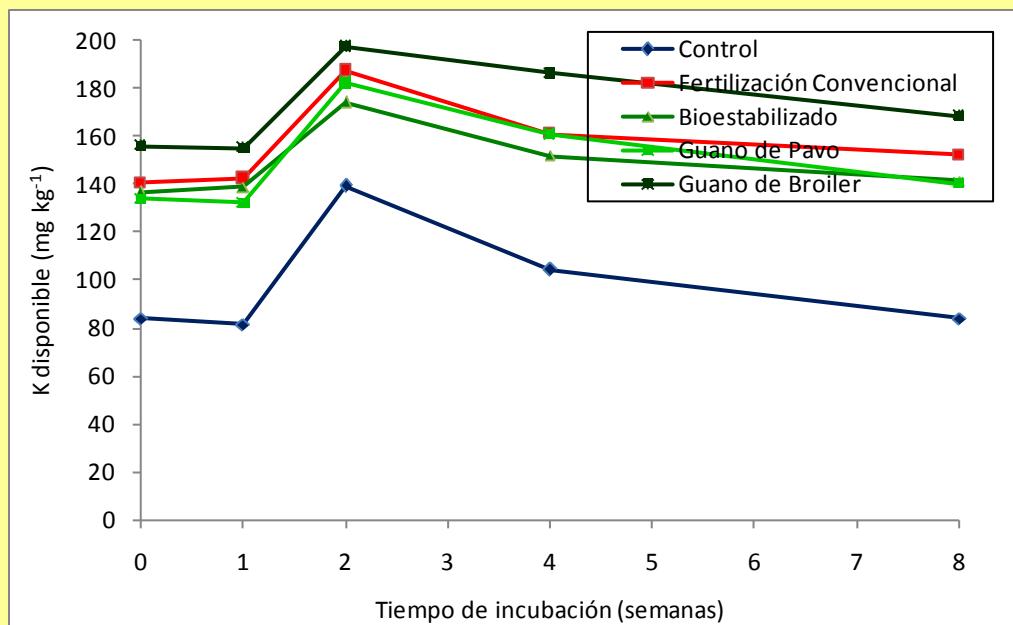
Suelo Franco Arenoso



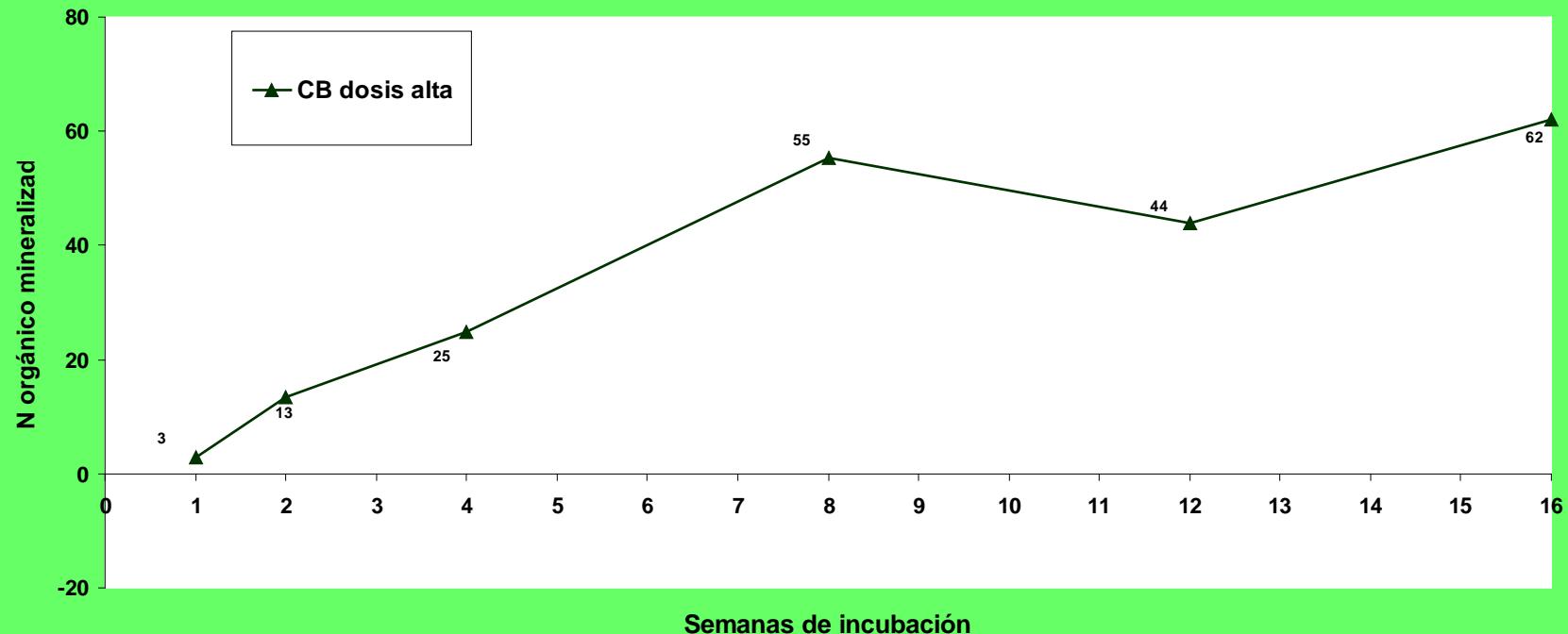
Suelo Granítico



Suelo Franco Arenoso



Suelo Granítico



Mineralización del N orgánico presente en la cama broiler (%) durante una incubación de suelos en condiciones controladas.

Aportes de Nitrógeno desde enmiendas

$$\begin{array}{lcl} \text{N total} & = & \text{N inorg } t_0 + \text{N org } t_0 * \text{tasa de mineralización} \\ (\text{kg/ha}) & & (\text{kg/ha}) \end{array}$$

Tasa de mineralización durante el mismo año de aplicación:

- **Abonos verdes** : 0,05 a 0,2 (5 a 20%)
- **Compost** : 0,25 a 0,4 (25 a 40%)
- **Cama de vacuno** : 0,4 a 0,5 (40 a 50%)
- **Cama de broiler o pavo**: 0,6 (60%)
- **Purines** : 0,9 (90%)

Por ejemplo, se aplican 20 ton/ha de Compost, con un contenido de humedad de 40%, N total de 1,5% y N disponible de 0,2%, entonces el nitrógeno total aportado con la aplicación incorporada del Compost sería el siguiente:

12.000 kg de materia seca (20 ton * 0,6 * 1.000 kg/ton).

N orgánico = 1,3% (1,5% – 0,2%)

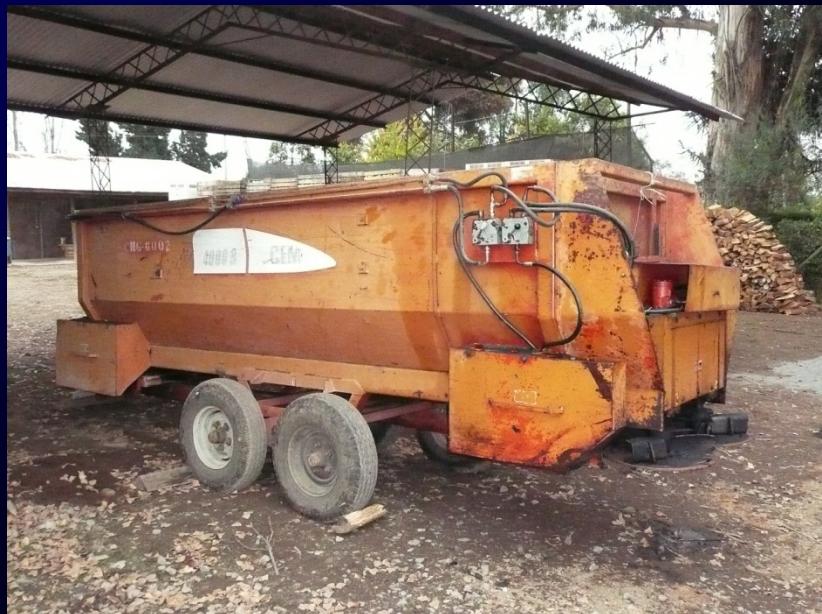
N total (kg ha⁻¹ año⁻¹) =

N inorgánico inicial (kg ha⁻¹) + N orgánico inicial (kg ha⁻¹) * 0,4

N total (kg ha⁻¹ año⁻¹) = 12.000 * 0,002 + 12.000 * 0,013 * 0,4 = 86 kg ha⁻¹.

$$N \text{ total (kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}\text{)} = 12.000 * 0,002 + 12.000 * 0,013 * 0,4 = 86 \text{ kg ha}^{-1}.$$

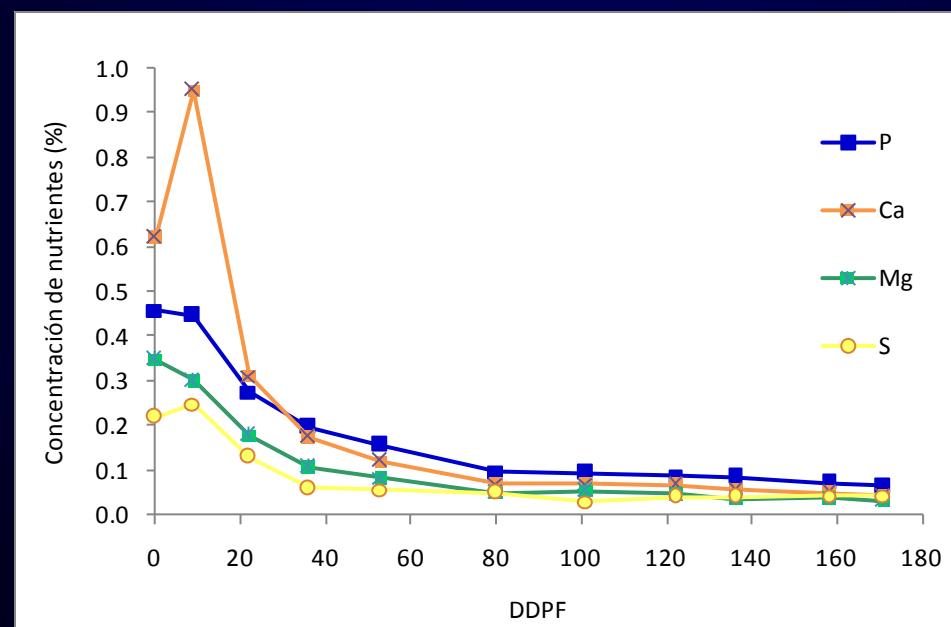
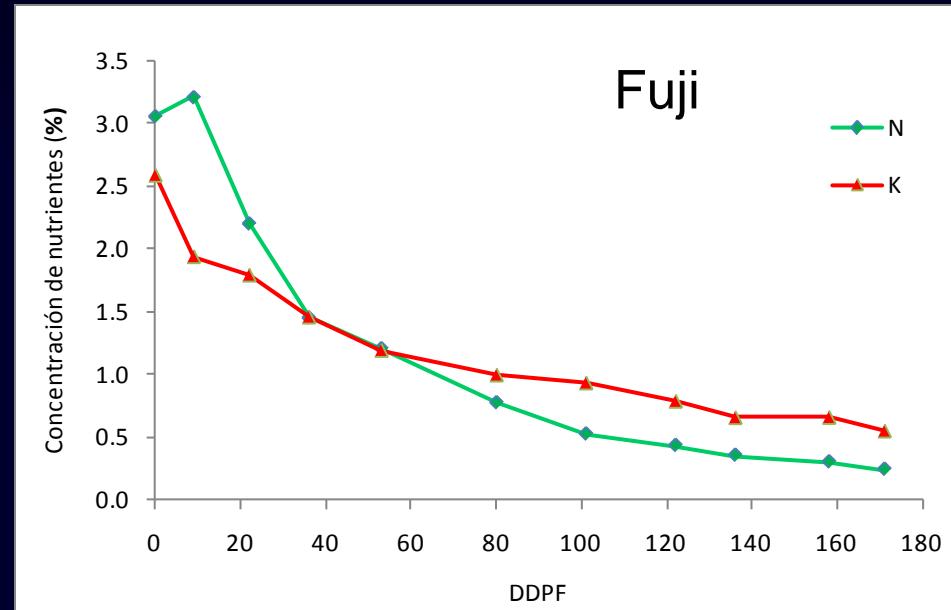
24 62,4



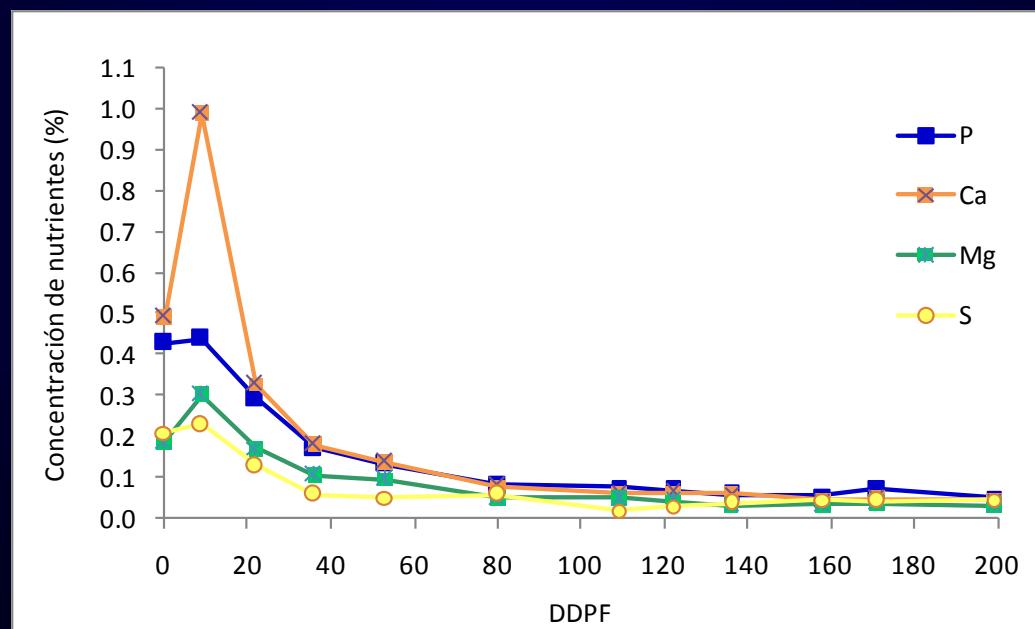
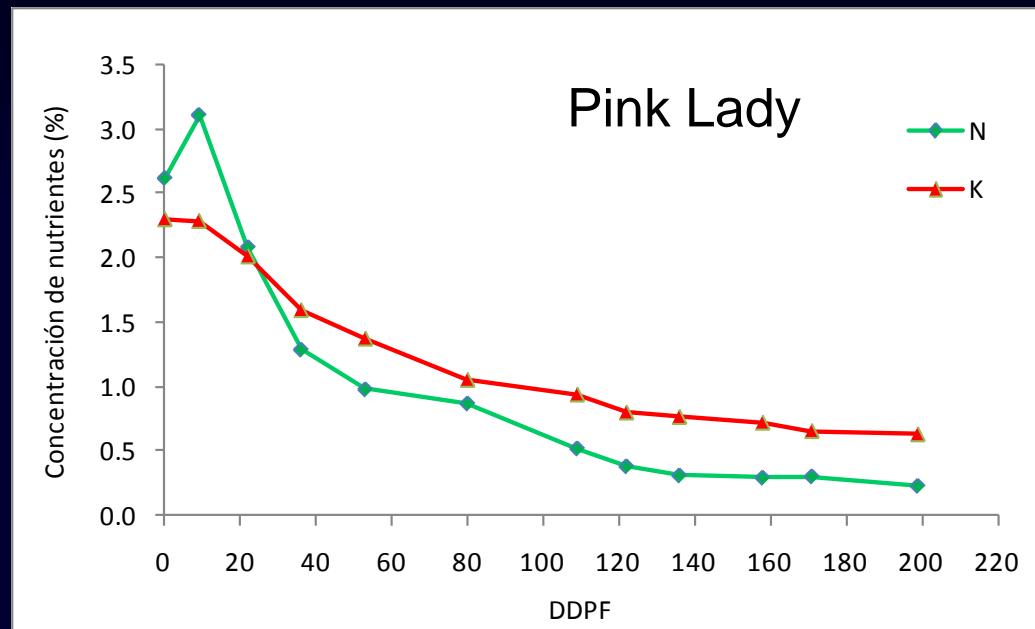




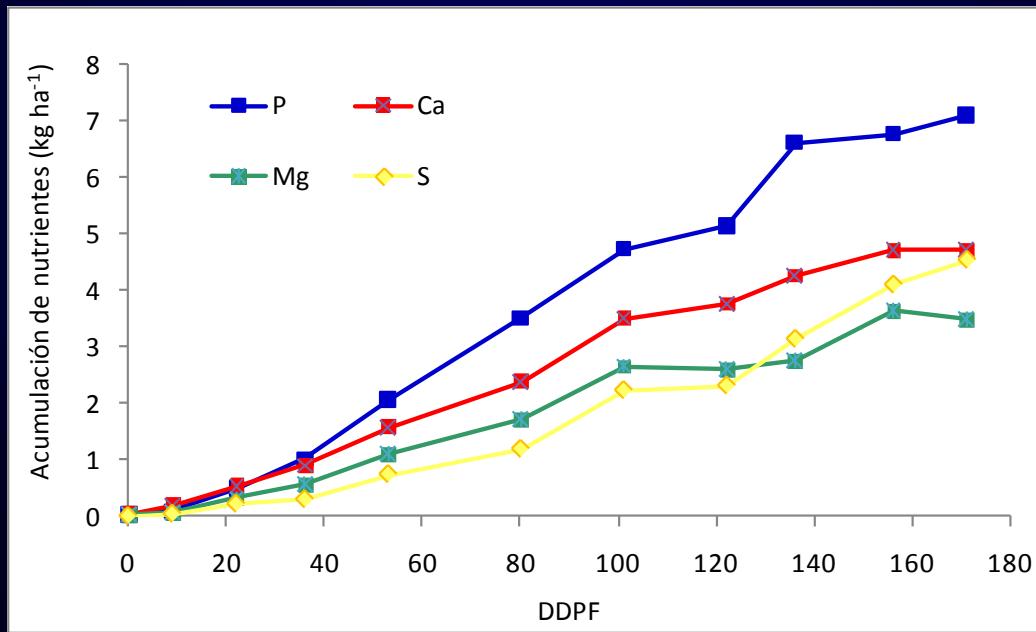
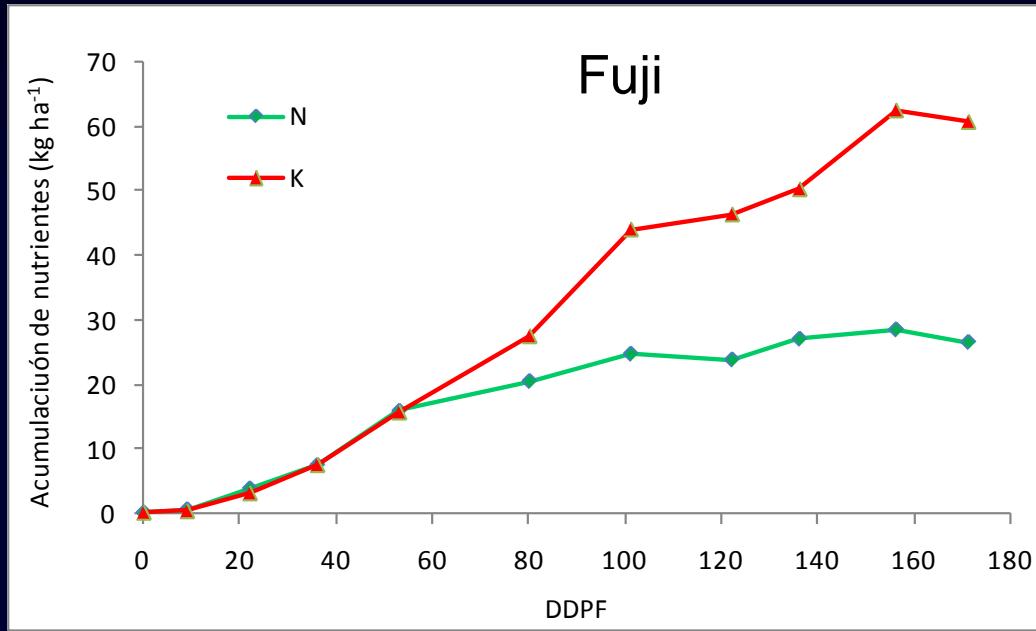
Evolución de la concentración de nutrientes en frutos de Manzano



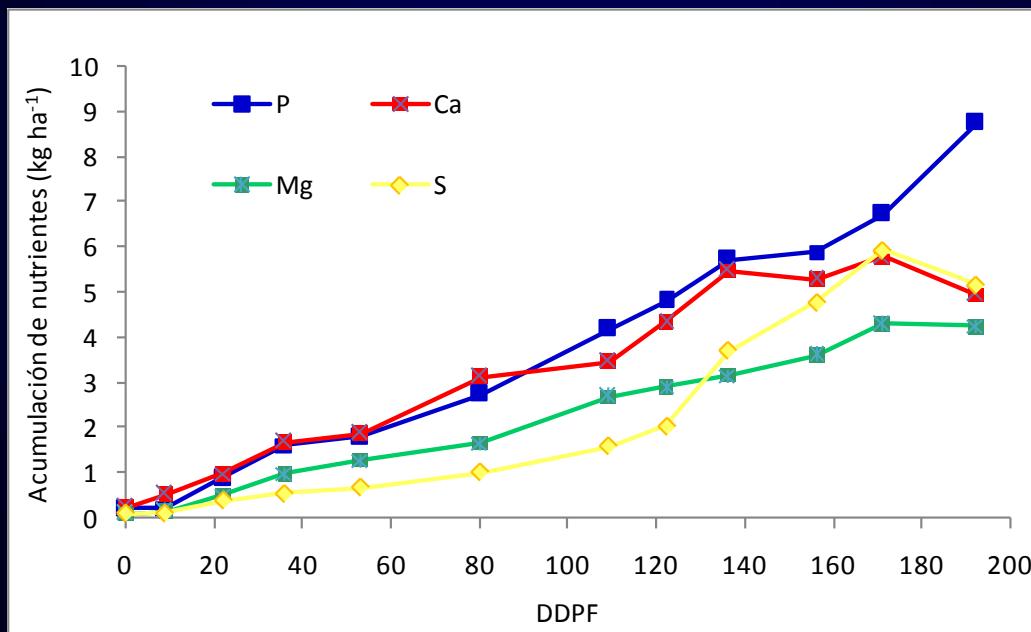
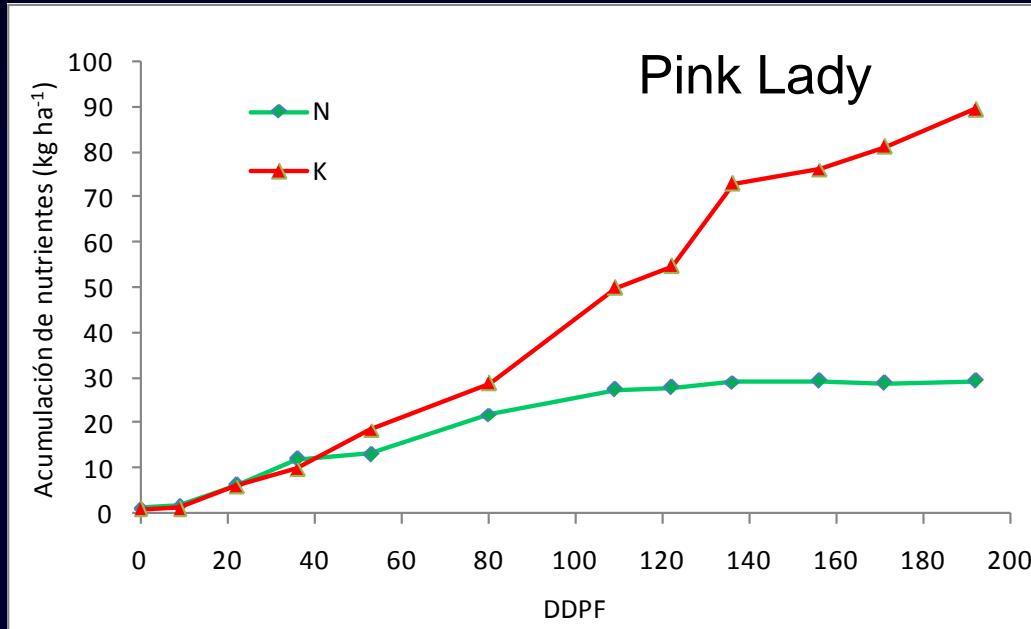
Evolución de la concentración de nutrientes en frutos de Manzano



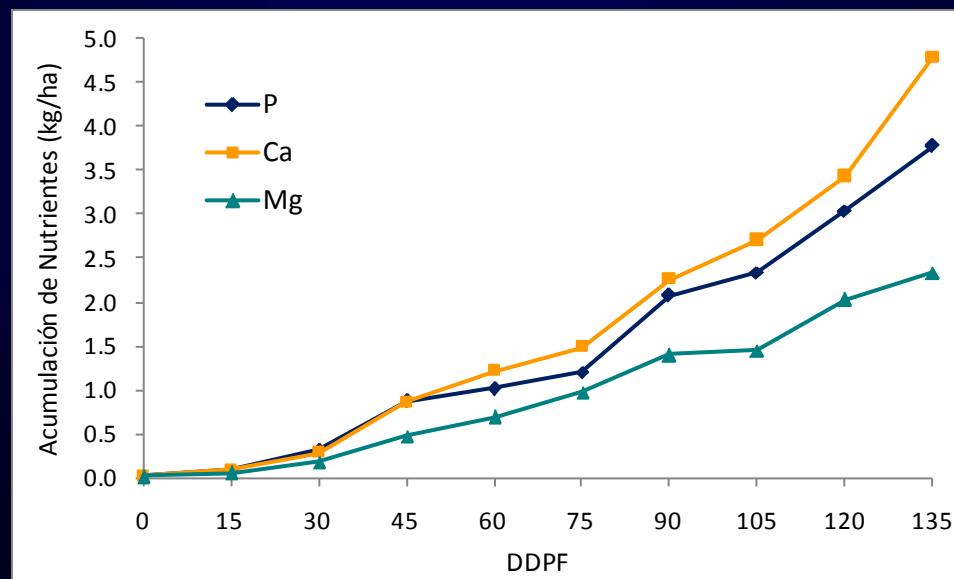
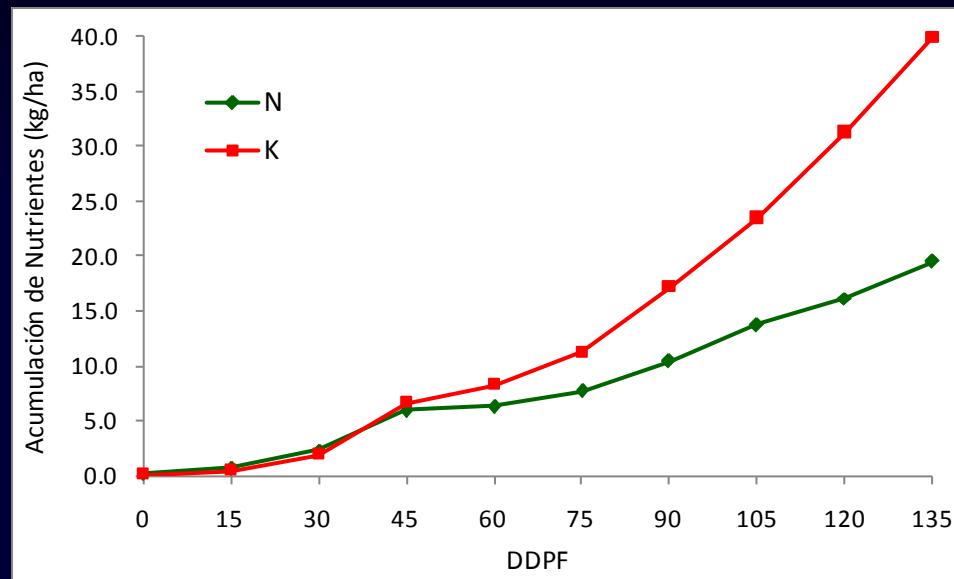
Acumulación de Nutrientes en frutos de Manzano



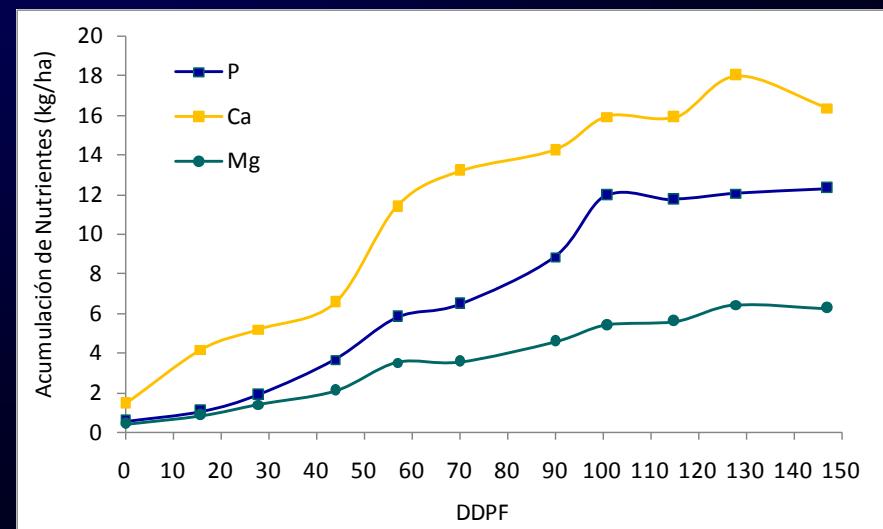
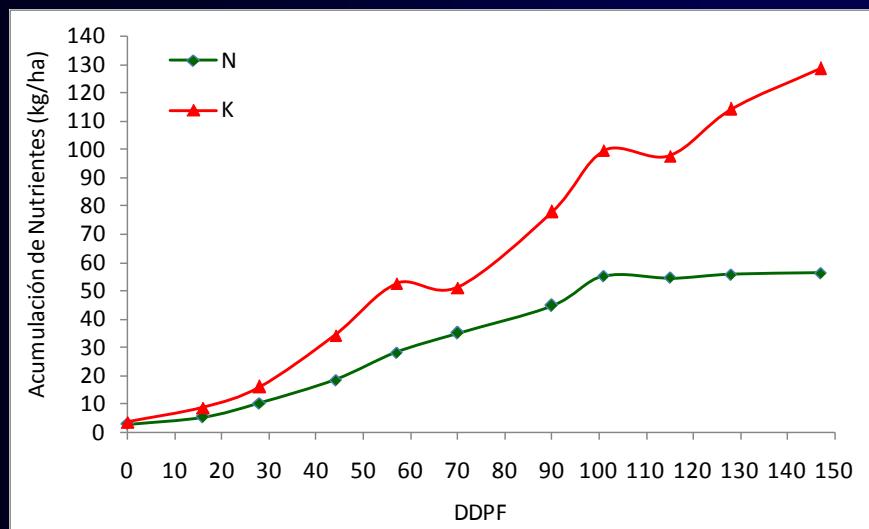
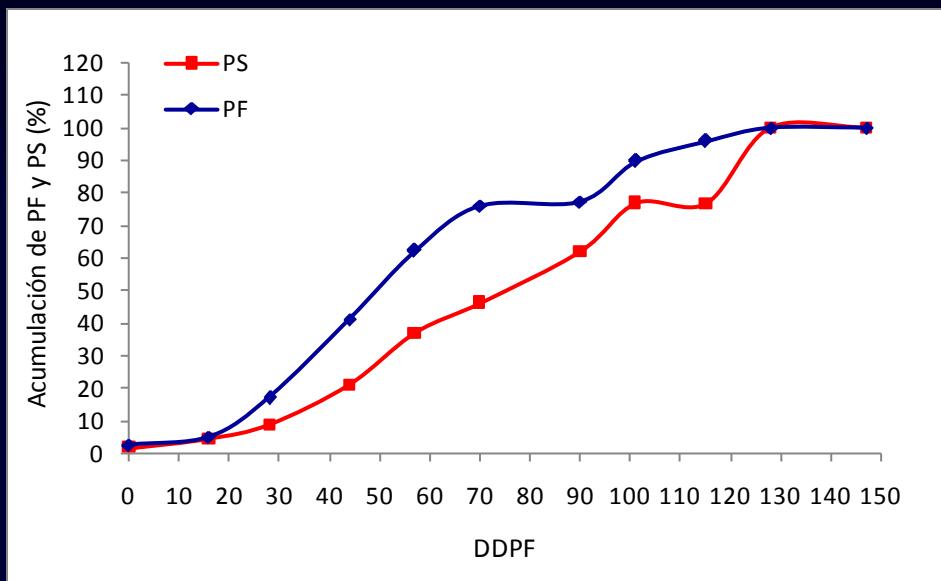
Acumulación de Nutrientes en frutos de Manzano



Acumulación de Nutrientes en frutos de Pera: Abate Fetel



Acumulación de Nutrientes en frutos de Kiwi



Coeficientes de correlación y valores de significancia para las relaciones entre los desórdenes nutricionales “Bitter pit” y “Lenticelosis”, y la composición nutricional de frutos analizados a los 60 días después de plena flor y al momento de cosecha, como también con la composición nutricional en hojas analizadas en el periodo de muestreo de rutina. Resultados acumulados de las temporadas 2010-11 y 2011-12, para huertos ubicados entre la VI y VIII región.

Variable	Variable	Número de muestras	Coeficiente de Correlación (R)	Significancia
Lenticelosis	Relación N/Ca en frutos a 60 DDPF	32	-0,06	NS
Lenticelosis	Relación K/Ca en frutos a 60 DDPF	32	-0,24	NS
Lenticelosis	Relación Mg/Ca en frutos a 60 DDPF	32	-0,32	NS
Lenticelosis	Relación (K+Mg+N)/Ca en frutos a 60 DDPF	32	-0,17	NS
Lenticelosis	Relación N/Ca en frutos a Cosecha	33	0,18	NS
Lenticelosis	Relación K/Ca en frutos a Cosecha	33	0,09	NS
Lenticelosis	Relación Mg/Ca en frutos a Cosecha	33	-0,06	NS
Lenticelosis	Relación (K+Mg+N)/Ca en frutos a Cosecha	33	0,12	NS
Bitter pit	Relación N/Ca en frutos a 60 DDPF	39	0,25	NS
Bitter pit	Relación K/Ca en frutos a 60 DDPF	39	0,46	**
Bitter pit	Relación Mg/Ca en frutos a 60 DDPF	39	0,26	NS
Bitter pit	Relación (K+Mg+N)/Ca en frutos a 60 DDPF	39	0,38	*
Bitter pit	Relación N/Ca en frutos a Cosecha	40	0,57	**
Bitter pit	Relación K/Ca en frutos a Cosecha	40	0,49	**
Bitter pit	Relación Mg/Ca en frutos a Cosecha	40	0,35	*
Bitter pit	Relación (K+Mg+N)/Ca en frutos a Cosecha	40	0,55	**
Bitter pit	N en hojas	30	0,14	NS
Bitter pit	K en hojas	30	-0,14	NS
Bitter pit	Ca en hojas	30	-0,13	NS
Bitter pit	Mg en hojas	30	0,05	NS

Niveles de referencia para el análisis foliar en Manzanos

Nutriente	Unidad de medida	Nivel deficiente	Nivel adecuado	Nivel excesivo
N	%	< 1,6	2,0 – 2,4	> 3,0
P	%	< 0,09	0,1 – 0,3	> 0,5
K	%	< 0,8	1,2 – 1,5	> 2,0
Ca	%	< 0,7	1,0 – 2,0	> 2,5
Mg	%	< 0,15	0,25 – 0,35	> 0,45
S	%	< 0,1	0,2 – 0,4	> 0,8
Fe	mg kg ⁻¹	< 60	100 – 250	> 500
Mn	mg kg ⁻¹	< 25	50 – 160	> 200
Zn	mg kg ⁻¹	< 10	20 – 50	> 80
Cu	mg kg ⁻¹	< 3	5 – 20	> 25
B	mg kg ⁻¹	< 15	20 – 50	> 80

Necesidades nutricionales del Manzano.

Dosis de N (kg/ha) = Rdto (ton/ha) * N en frutos (kg/ton) * 0 – 2

Dosis de P₂O₅ (kg/ha) = Rdto (ton/ha) * P₂O₅ en frutos (kg/ton) * 2 – 4

Dosis de K₂O (kg/ha) = Rdto (ton/ha) * K₂O en frutos (kg/ton) * 1,2 – 2

Dosis de CaO (kg/ha) = Rdto (ton/ha) * CaO en frutos (kg/ton) * 4 – 8

Dosis de MgO (kg/ha) = Rdto (ton/ha) * MgO en frutos (kg/ton) * 4 – 6

Antes de decidir el INDICE a usar en la multiplicación es necesario conocer el nivel de cada nutriente en el suelo, resultado del análisis foliar y el poder de fijación de ese nutriente en el suelo.

Ejemplo;

Manzano Pink Lady Vigor normal con rendimiento de 80 Ton/ha.

Dosis de N (kg/ha) = 80 ton/ha * 0,4 kg N/ton * 1,5 = 48 kg/ha

Dosis de P₂O₅ (kg/ha) = 80 ton/ha * 0,2 kg P₂O₅/ton * 3 = 48 kg/ha

Dosis de K₂O (kg/ha) = 80 ton/ha * 1,5 kg K₂O/ton * 1,5 = 180 kg/ha

Dosis de CaO (kg/ha) = 80 ton/ha * 0,1 kg CaO/ton * 6 = 48 kg/ha

Dosis de MgO (kg/ha) = 80 ton/ha * 0,1 kg MgO/ton * 5 = 40 kg/ha

Ejemplo;

Manzano Fuji Vigor alto con rendimiento de 60 Ton/ha.

Dosis de N (kg/ha) = 60 ton/ha * 0,4 kg N/ton * 0,5 = 12 kg/ha

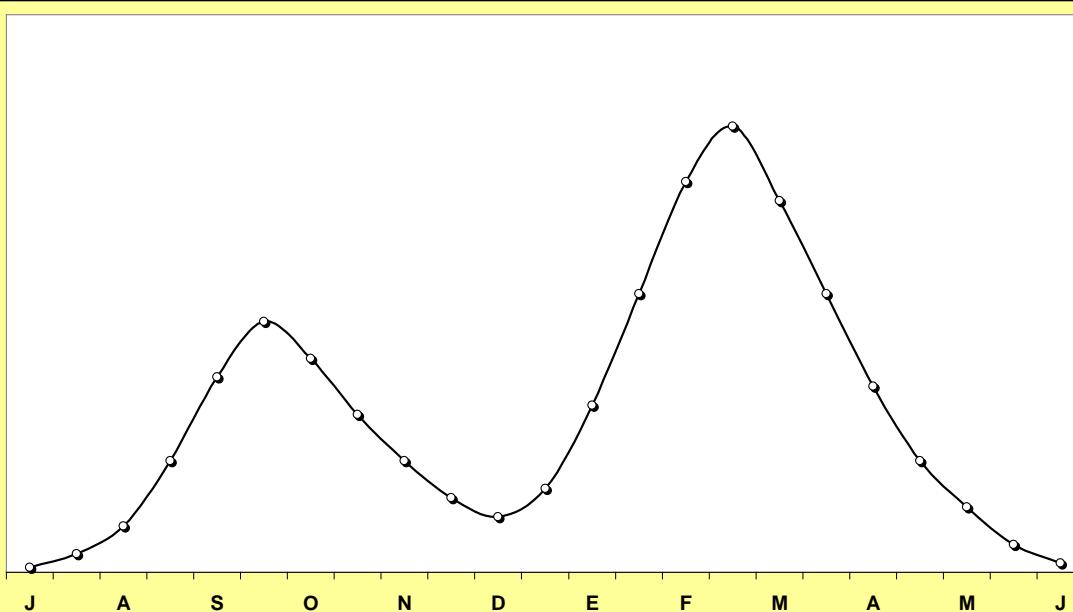
Dosis de P₂O₅ (kg/ha) = 60 ton/ha * 0,2 kg P₂O₅/ton * 3 = 36 kg/ha

Dosis de K₂O (kg/ha) = 60 ton/ha * 1,5 kg K₂O/ton * 1,5 = 135 kg/ha

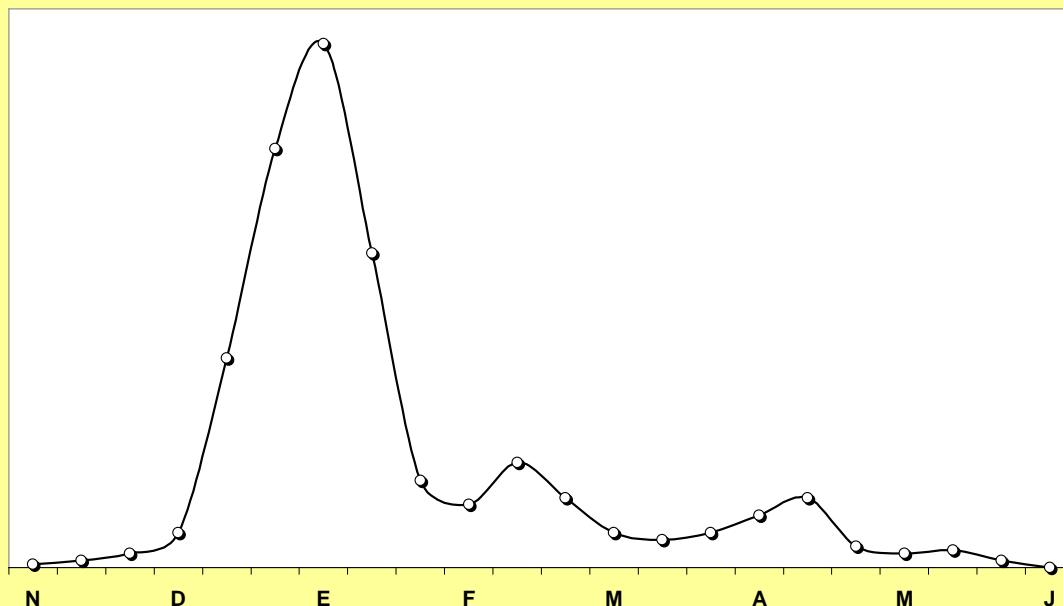
Dosis de CaO (kg/ha) = 60 ton/ha * 0,1 kg CaO/ton * 6 = 36 kg/ha

Dosis de MgO (kg/ha) = 60 ton/ha * 0,1 kg MgO/ton * 5 = 30 kg/ha





Patrón de crecimiento estacional de raíces en manzano. Adaptado de Brooke y Stevens (1994).



Patrón de crecimiento estacional de raíces en cerezo. INIA Raihuén, Villa Alegre (2005-2006)

Aplicaciones foliares:

Floración: Calcio – Zinc – Boro

Inicio de Cuaja: Calcio – Zinc – Boro

Crecimiento de Frutos: Aminoácidos- Algas – Calcio – Potasio

Previo a Cosecha: Potasio – Fósforo.

Postcosecha: Aminoácidos - Algas.

Removilización de reservas: Zinc – Boro.

Condiciones de Estrés: Aminoácidos - Algas.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL Y PRINCIPIOS DE FERTILIZACIÓN EN FRUTALES Y VIDES



EDITOR

JUAN HIRZEL CAMPOS
Ingeniero Agrónomo M.S. Dr.

ISSN 0717-4713

COLECCIÓN LIBROS INIA - 24



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
MINISTERIO DE AGRICULTURA

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL Y PRINCIPIOS DE FERTILIZACIÓN EN FRUTALES Y VIDES

Segunda edición aumentada y corregida



EDITOR

JUAN HIRZEL CAMPOS
Ingeniero Agrónomo M.Sc., Dr.

ISSN 0717-4713

COLECCIÓN LIBROS INIA - 31

Muchas Gracias