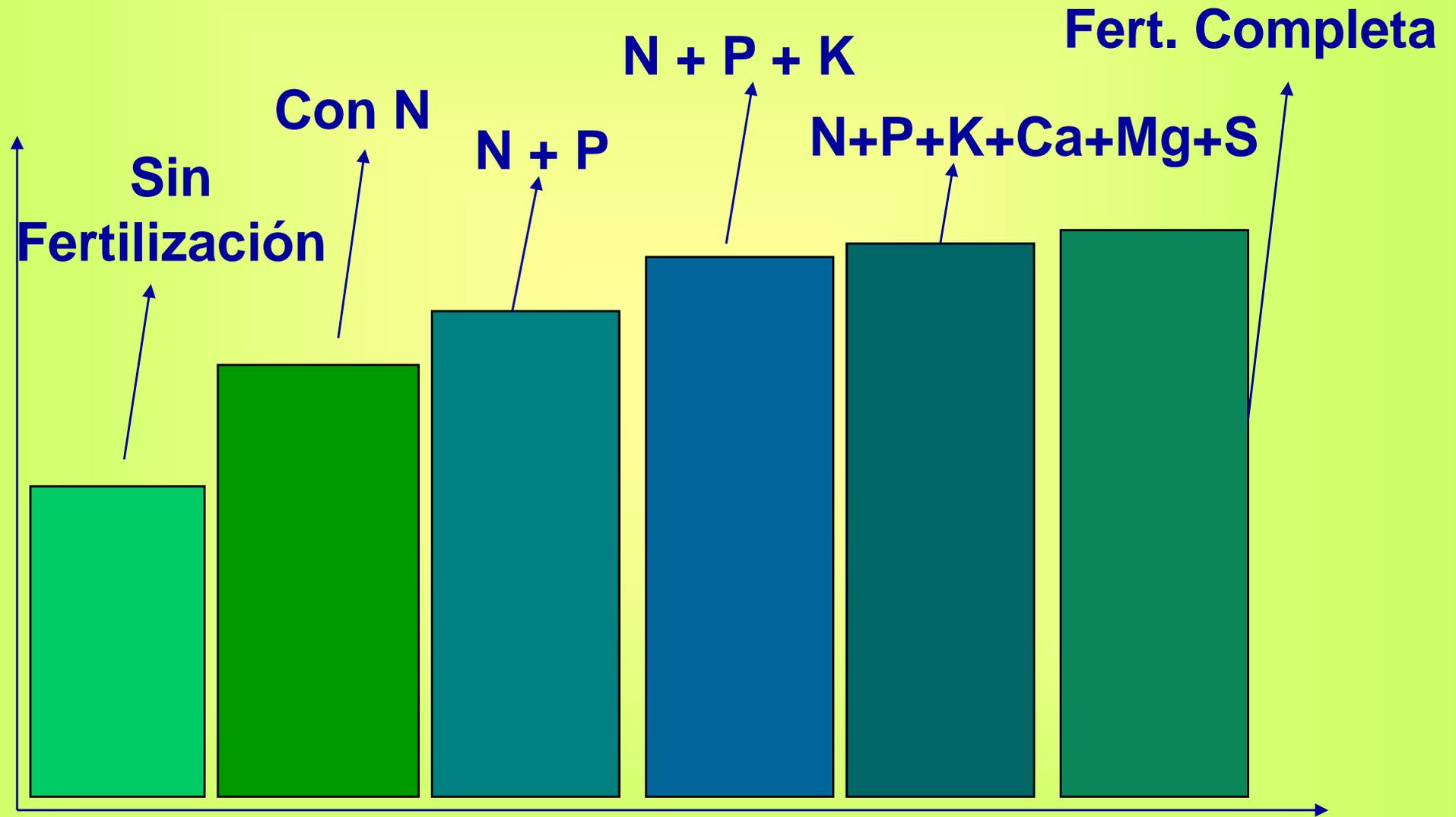




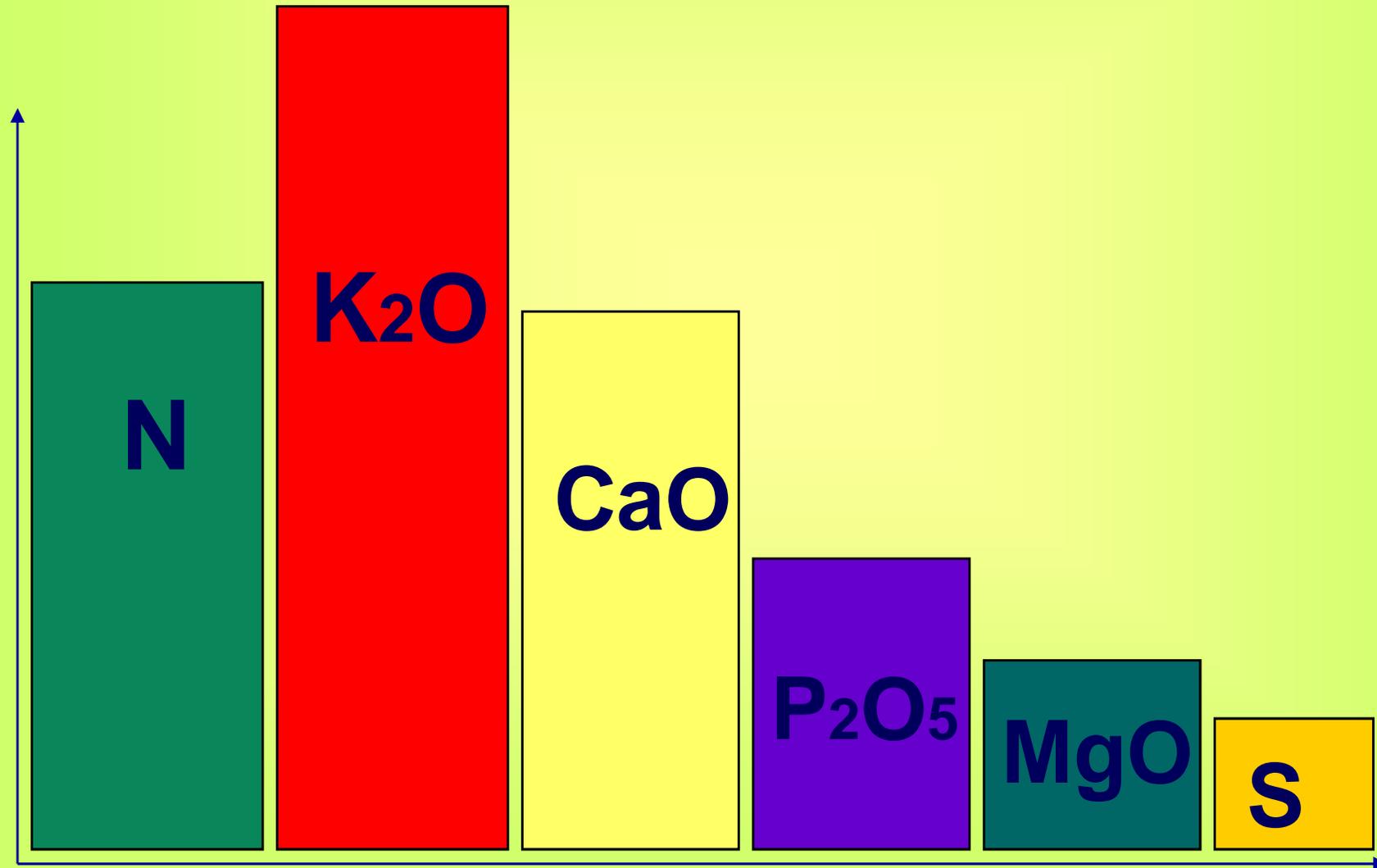
MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN DE POSTCOSECHA EN POMÁCEAS

Juan Hirzel Campos
Ingeniero Agrónomo M.Sc. Dr.
Investigador en Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas
INIA Quilamapu
Fono 98861647
E-mail: jhirzel@inia.cl

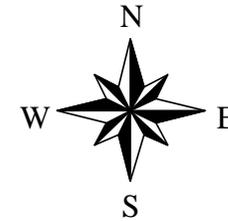
¿Cómo se relaciona el rendimiento con la fertilización?



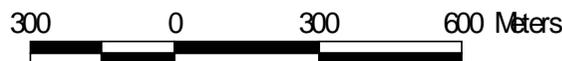
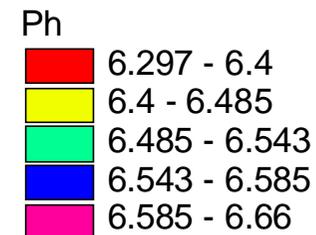
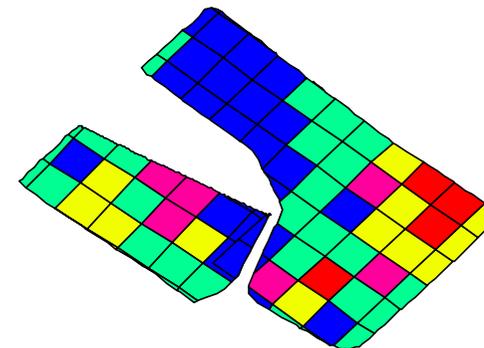
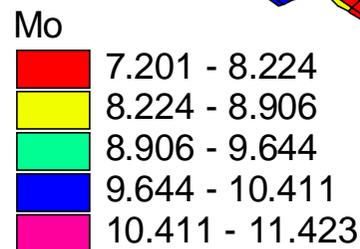
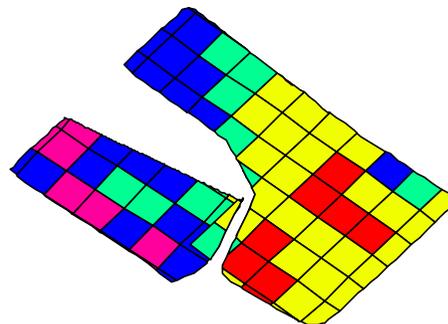
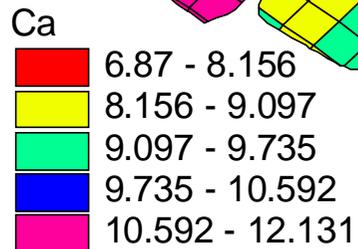
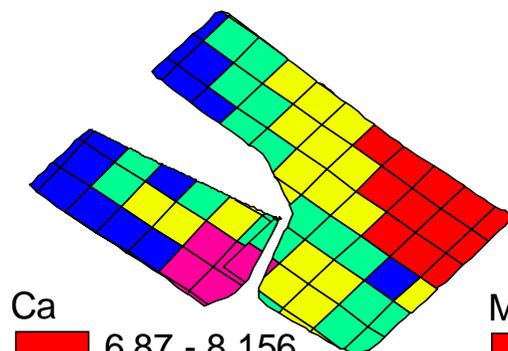
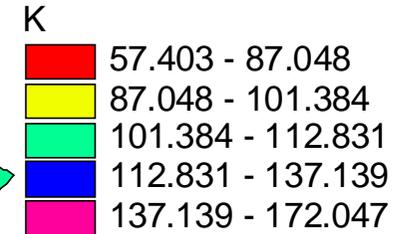
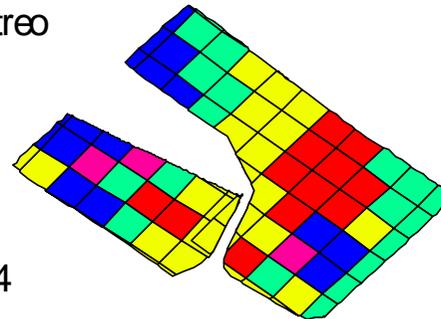
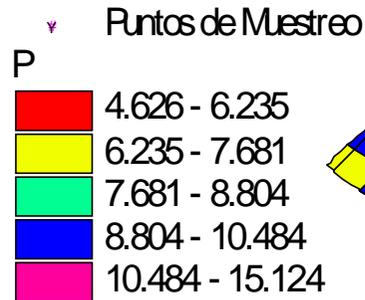
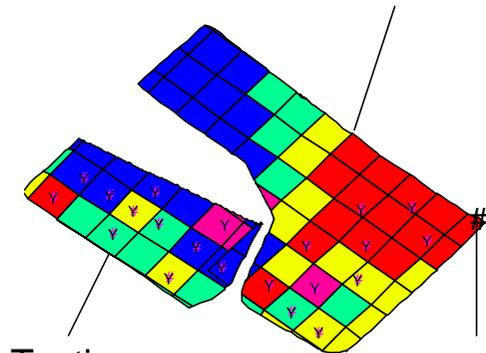
Elementos mayormente absorbidos por los frutales



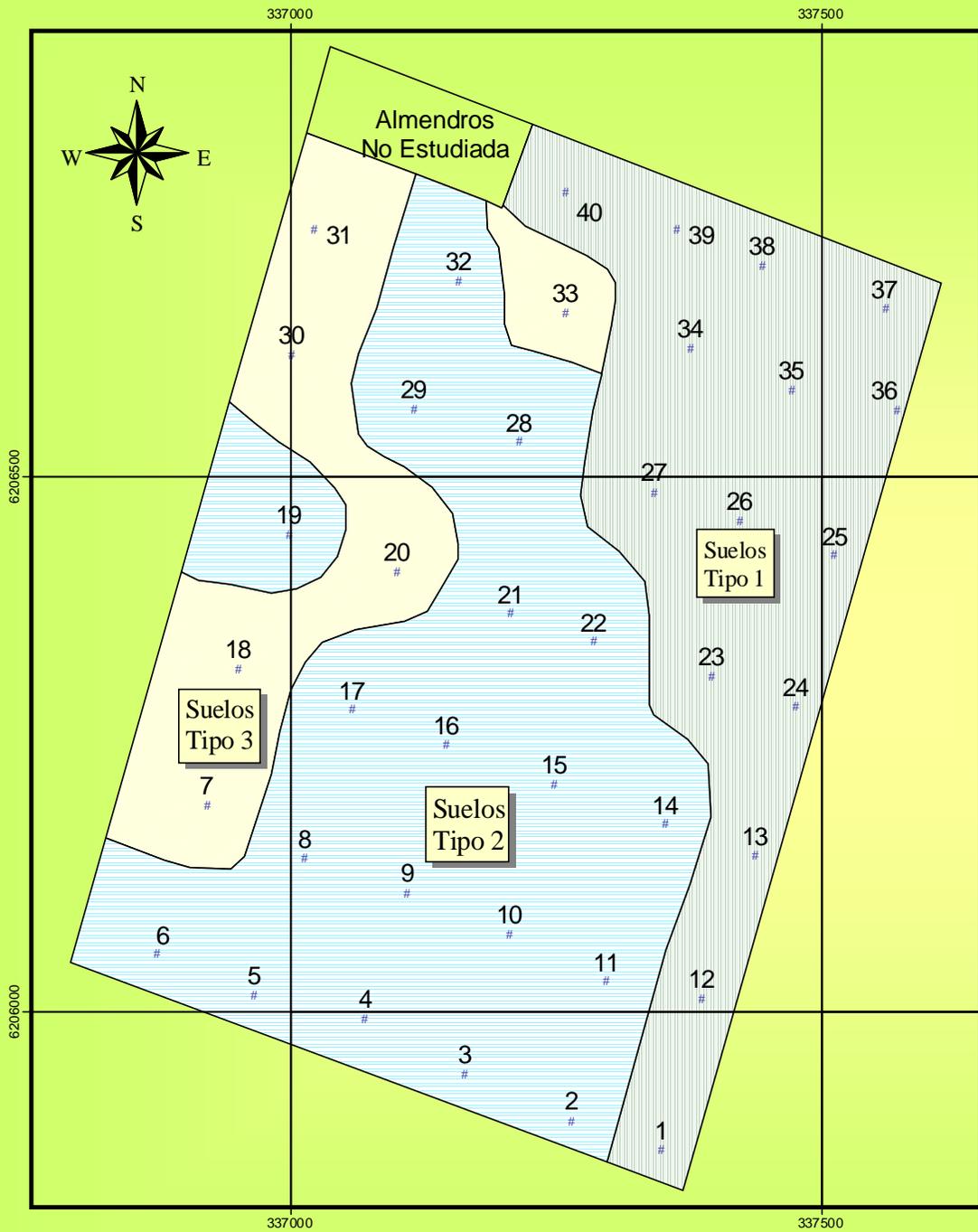
Variación Nutrientes en el Suelo



Tratamiento SQM



Sectorización de Suelos



55 has

Escala 1:5.000

Suelos Calicatas



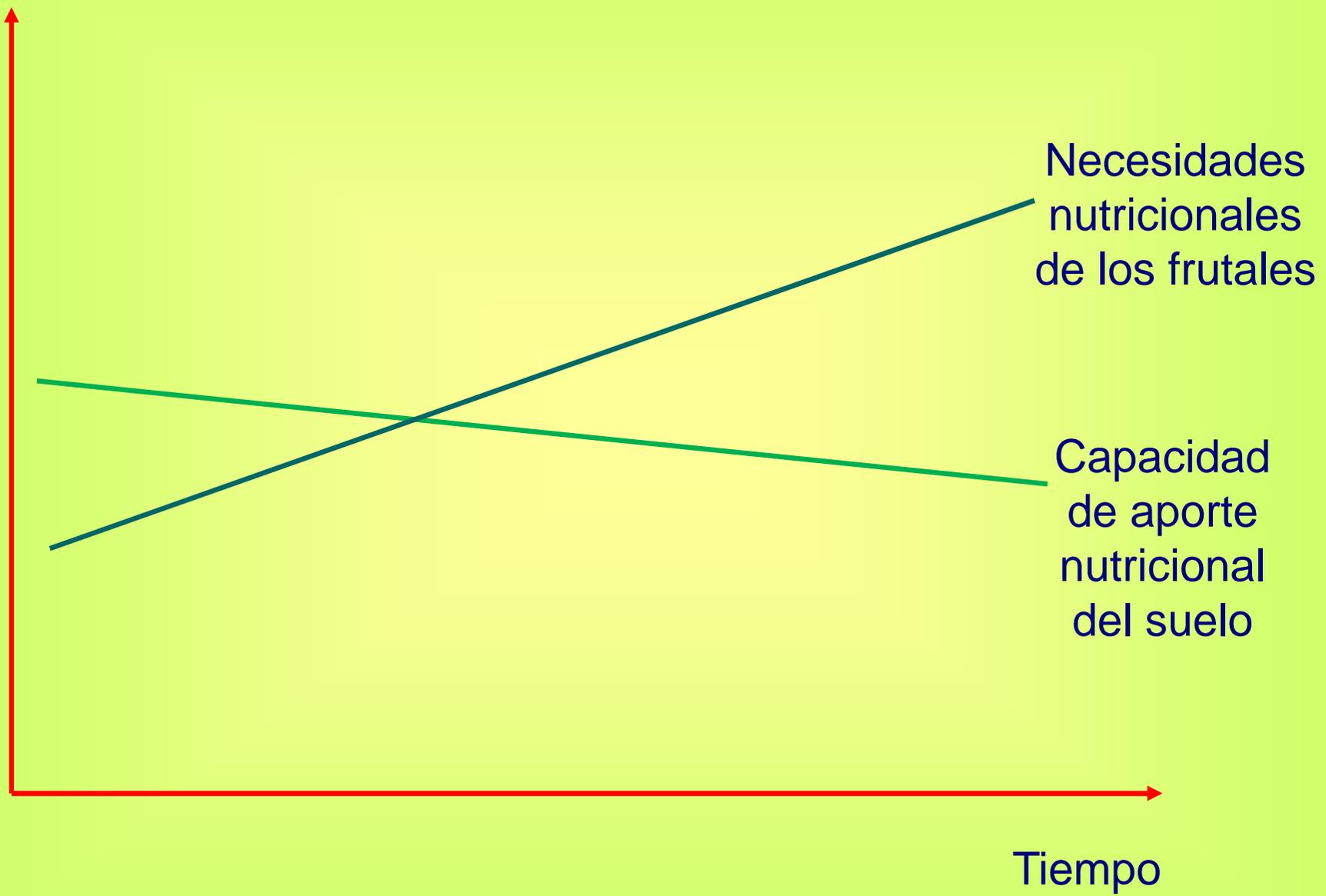
Suelos Tipo 1



Suelos Tipo 2



Suelos Tipo 3

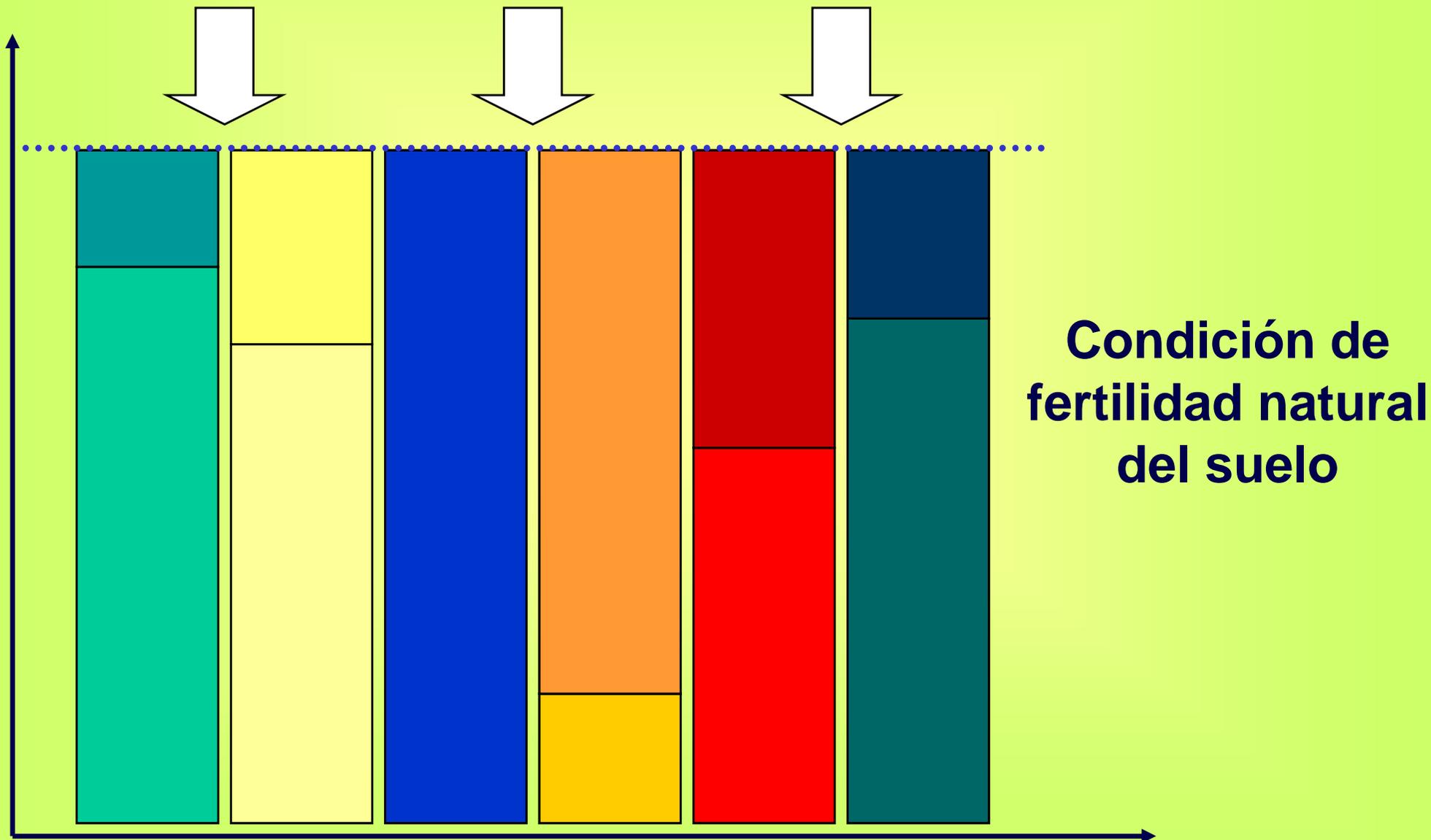


Necesidades
nutricionales
de los frutales

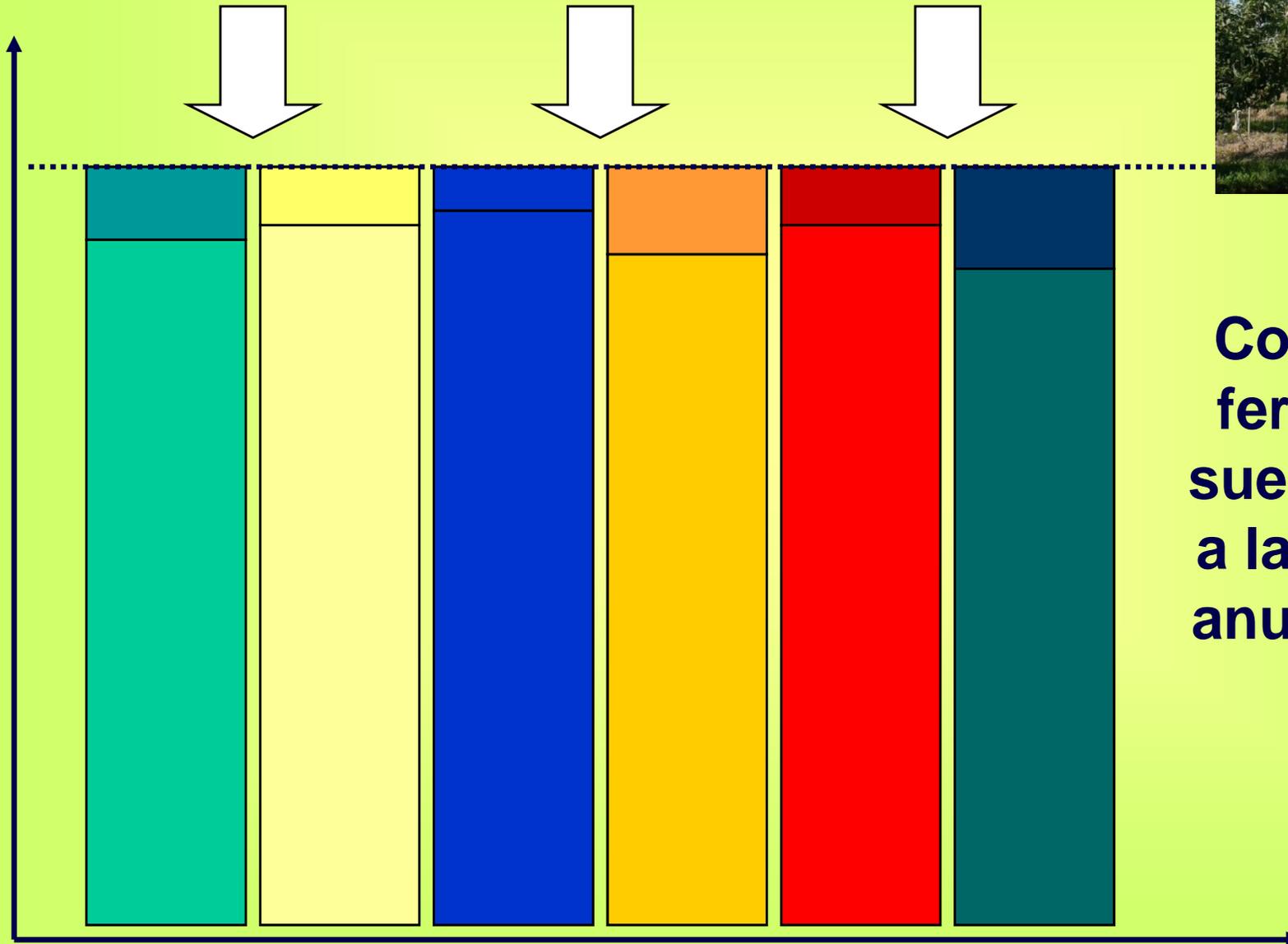
Capacidad
de aporte
nutricional
del suelo

Tiempo

Fertilización de Corrección



Fertilización de Producción



Condición de fertilidad del suelo posterior a la extracción anual del frutal

Características químicas de suelo apropiadas a los huertos de frutales y de uva de mesa

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	--	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	cmol(+) kg ⁻¹	8 – 15	15 – 30
Nitrógeno	mg kg ⁻¹	15 – 30	20 – 40
Fósforo	mg kg ⁻¹	Mayor a 15	Mayor a 20

Características químicas de suelo apropiadas a los huertos de frutales y de uva de mesa

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a Franco limo arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Potasio	cmol(+) kg ⁻¹	0,3 – 0,5	0,4 – 0,6
Calcio	cmol(+) kg ⁻¹	7 – 10	8 – 12
Magnesio	cmol(+) kg ⁻¹	1,0 – 1,5	1,2 – 2,0
Sodio	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

Características químicas de suelo apropiadas a los huertos de frutales y de uva de mesa

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a Franco limo arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Azufre	mg kg ⁻¹	Mayor a 8	Mayor a 10
Hierro	mg kg ⁻¹	2 – 4	2 – 10
Manganeso	mg kg ⁻¹	1 – 2	2 – 5
Zinc	mg kg ⁻¹	0,8 – 1,5	1 – 2
Cobre	mg kg ⁻¹	0,5 – 1	0,5 – 1
Boro	mg kg ⁻¹	0,8 – 1,5	1 – 2

Distribución de materia seca y nutrientes en un frutal

Frutos	→	MS_F $N_F P_F K_F Ca_F Mg_F S_F$ Microelementos $_F$
Hojas	→	MS_H $N_H P_H K_H Ca_H Mg_H S_H$ Microelementos $_H$
Madera de Renovación	→	MS_{MR} $N_{MR} P_{MR} K_{MR} Ca_{MR} Mg_{MR} S_{MR}$ Microelementos $_{MR}$
Madera Permanente	→	MS_{MP} $N_{MP} P_{MP} K_{MP} Ca_{MP} Mg_{MP} S_{MP}$ Microelementos $_{MP}$
Raíces de Renovación	→	MS_{RR} $N_{RR} P_{RR} K_{RR} Ca_{RR} Mg_{RR} S_{RR}$ Microelementos $_{RR}$
Raíces Permanentes	→	MS_{RP} $N_{RP} P_{RP} K_{RP} Ca_{RP} Mg_{RP} S_{RP}$ Microelementos $_{RP}$

(Hirzel, 2007)

Concentración de nutrientes en racimos y frutos

Especie y variedad	Concentración de nutrientes (mg 100 gr fruto fresco ⁻¹)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Arándanos Bluejay	120 – 130	25 – 30	90 – 100	10 – 12	7 – 9
Arándanos Elliot	95 – 120	22 – 30	105 – 120	12 – 15	8 – 10
Cerezos	190 – 225	25 – 45	180 – 300	25 – 32	9 – 24
Frambuesas Heritage	180 – 220	80 – 120	180 – 220	35 – 45	38 – 48
Frutillas	90 – 120	35 – 45	150 – 180	20 – 30	15 – 20
Kiwis Hayward	180 – 200	75 – 100	300 – 360	35 – 45	22 – 28
Limonos Génova	260 – 300	50 – 70	360 – 400	120 – 150	25 – 35
Manzanas Braeburn	35 – 46	17 – 25	96 – 151	6 – 9	7 – 9
Manzanas Fuji	31 – 47	17 – 28	103 – 168	5 – 10	7 – 10
Manzanas Gala	32 – 48	19 – 26	126 – 170	6 – 11	8 – 11
Manzanas Granny Smith	90 – 130	20 – 25	160 – 190	10 – 12	12 – 16
Palto Hass	100 – 120	35 – 45	220 – 260	28 – 35	75 – 90
Uva de Mesa Princes	80 – 90	34 – 40	190 – 200	10 – 12	9 – 10
Vid vinífera Carmenere	45 – 60	22 – 25	170 – 190	5 – 6	7 – 9

(Hirzel, 2007)

Dosificación de Nutrientes en Manzanos

Dosificación de Nutrientes

Frutos
Hojas
Madera de Renovación
Madera Permanente
Raíces de Renovación
Raíces Permanentes



$$\text{Dosis de N (kg ha}^{-1}\text{)} = N_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (2,0 - 3,0)}$$

$$\text{Dosis de P}_2\text{O}_5 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{P}_2\text{O}_{5F} \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (2,0 - 2,5)}$$

$$\text{Dosis de K}_2\text{O (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{K}_2\text{O}_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (1,8 - 2,5)}$$

$$\text{Dosis de CaO (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{CaO}_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (10 - 20)}$$

$$\text{Dosis de MgO (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{MgO}_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (6 - 8)}$$

$$\text{Dosis de S (kg ha}^{-1}\text{)} = S_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (5 - 6)}$$

(Hirzel, 2007)

Dosificación de Nutrientes en Perales

Dosificación de Nutrientes

Frutos
Hojas
Madera de Renovación
Madera Permanente
Raíces de Renovación
Raíces Permanentes



$$\text{Dosis de N (kg ha}^{-1}\text{)} = N_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (3,0 - 4,0)}$$

$$\text{Dosis de P}_2\text{O}_5 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{P}_2\text{O}_{5F} \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (2,0 - 2,5)}$$

$$\text{Dosis de K}_2\text{O (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{K}_2\text{O}_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (2,5 - 3,5)}$$

$$\text{Dosis de CaO (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{CaO}_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (10 - 15)}$$

$$\text{Dosis de MgO (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{MgO}_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (6 - 8)}$$

$$\text{Dosis de S (kg ha}^{-1}\text{)} = S_F \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} * \text{Factor (5 - 6)}$$

(Hirzel, 2007)



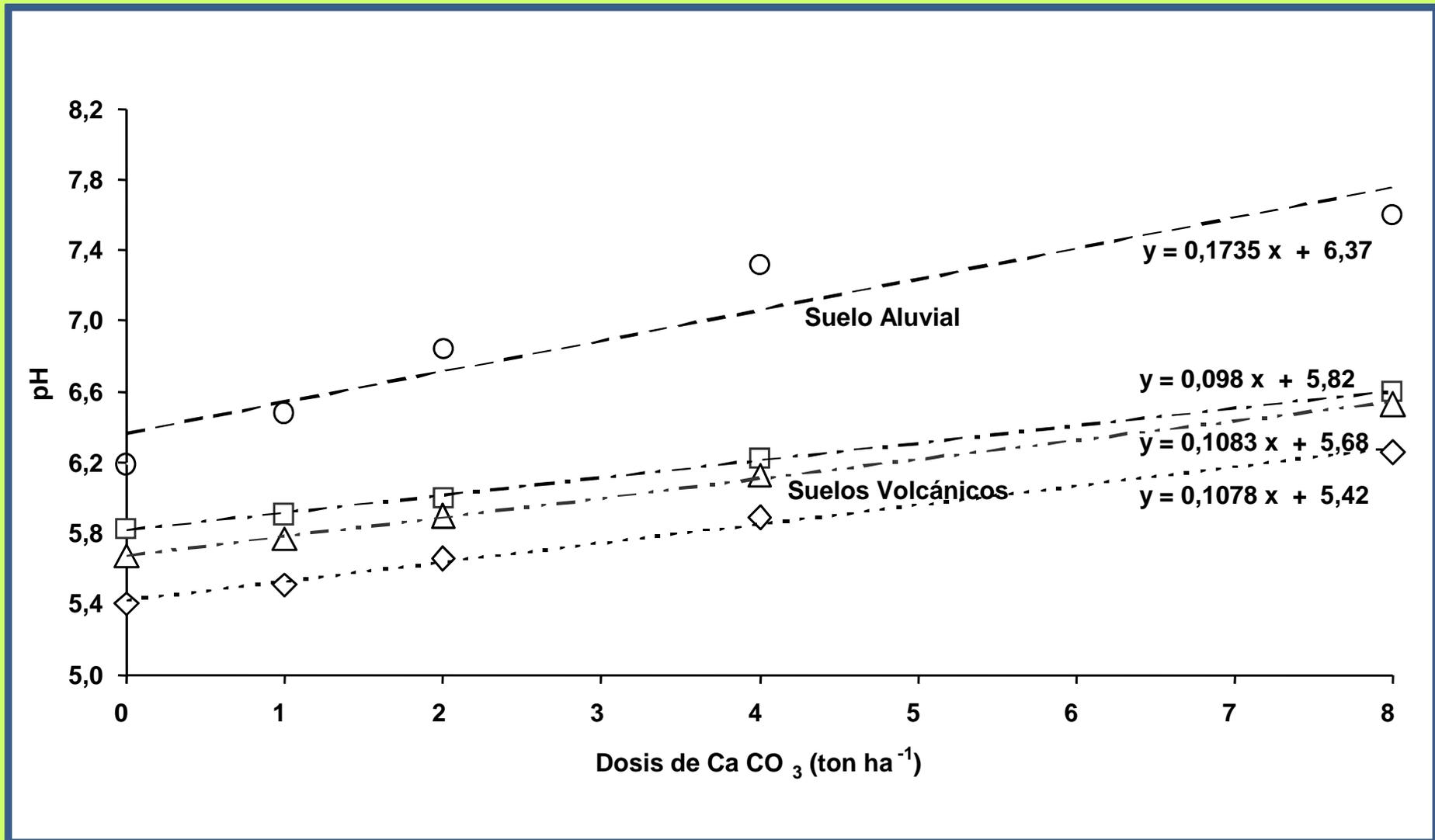
La vegetación espontánea es indicador directo de la capacidad de aporte de N desde el suelo.

Las gramíneas son N dependientes, por tanto cuando dominan un ambiente sugieren alta capacidad de aporte natural de N desde el suelo y se debe reducir la dosis de N a usar en el huerto.

Las leguminosas por su parte prevalecen en ambientes pobres en N y pueden crecer cuando no hay gramíneas que les compitan.



Además, la biomasa total de vegetación indicará la magnitud comparativa de capacidad de aporte natural de N (la MS de una gramínea en estado vegetativo previo a un corte de rana presenta entre 1,5 y 2,5% de N, y cada corte corresponde estimativamente entre 2 a 3 ton de MS/ha).



Incremento en el pH del suelo frente a dosis crecientes de CaCO_3 para tres suelos de origen volcánico y un suelo de origen aluvial de la VII región de Chile.

Disponibilidad de nutrientes en relación al pH del suelo

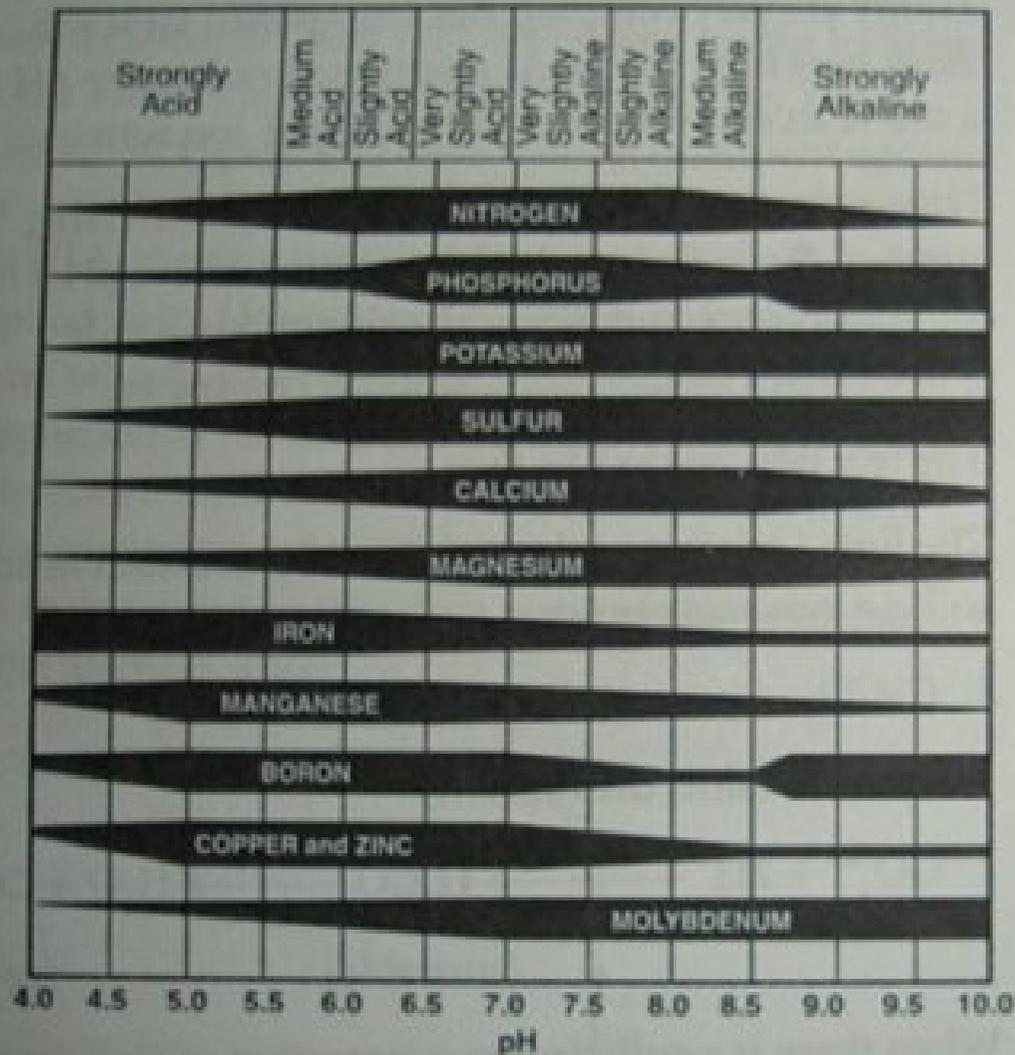
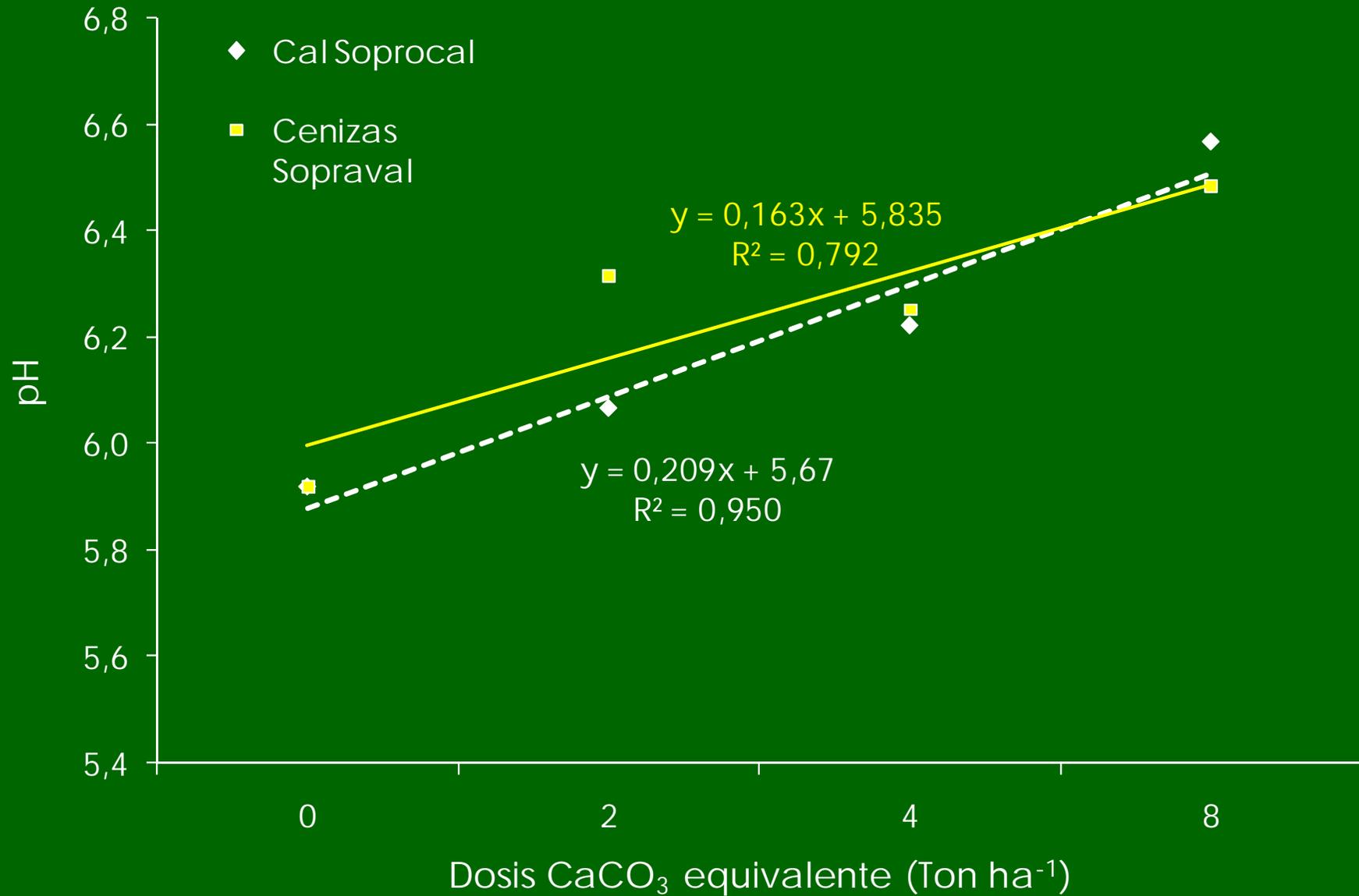
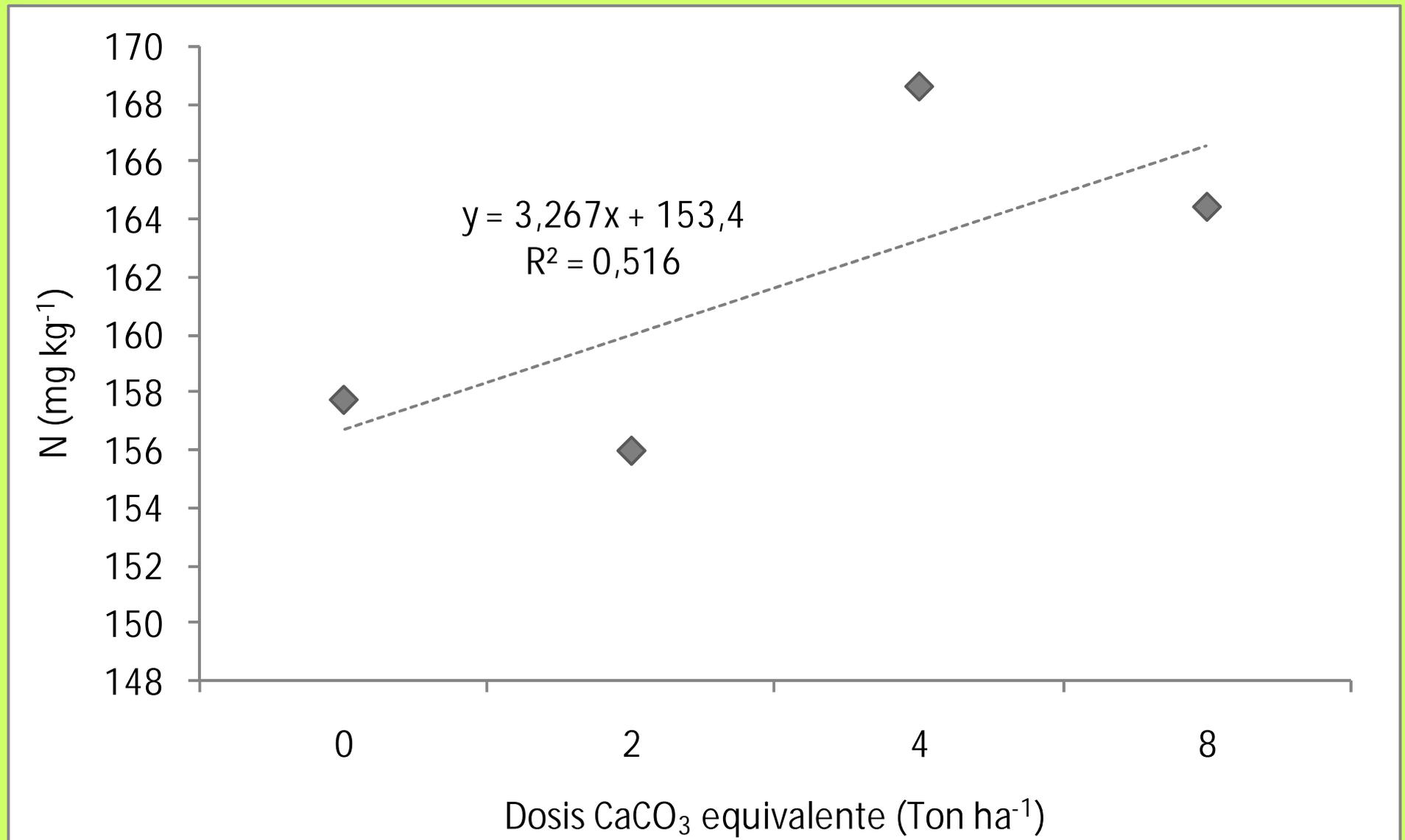
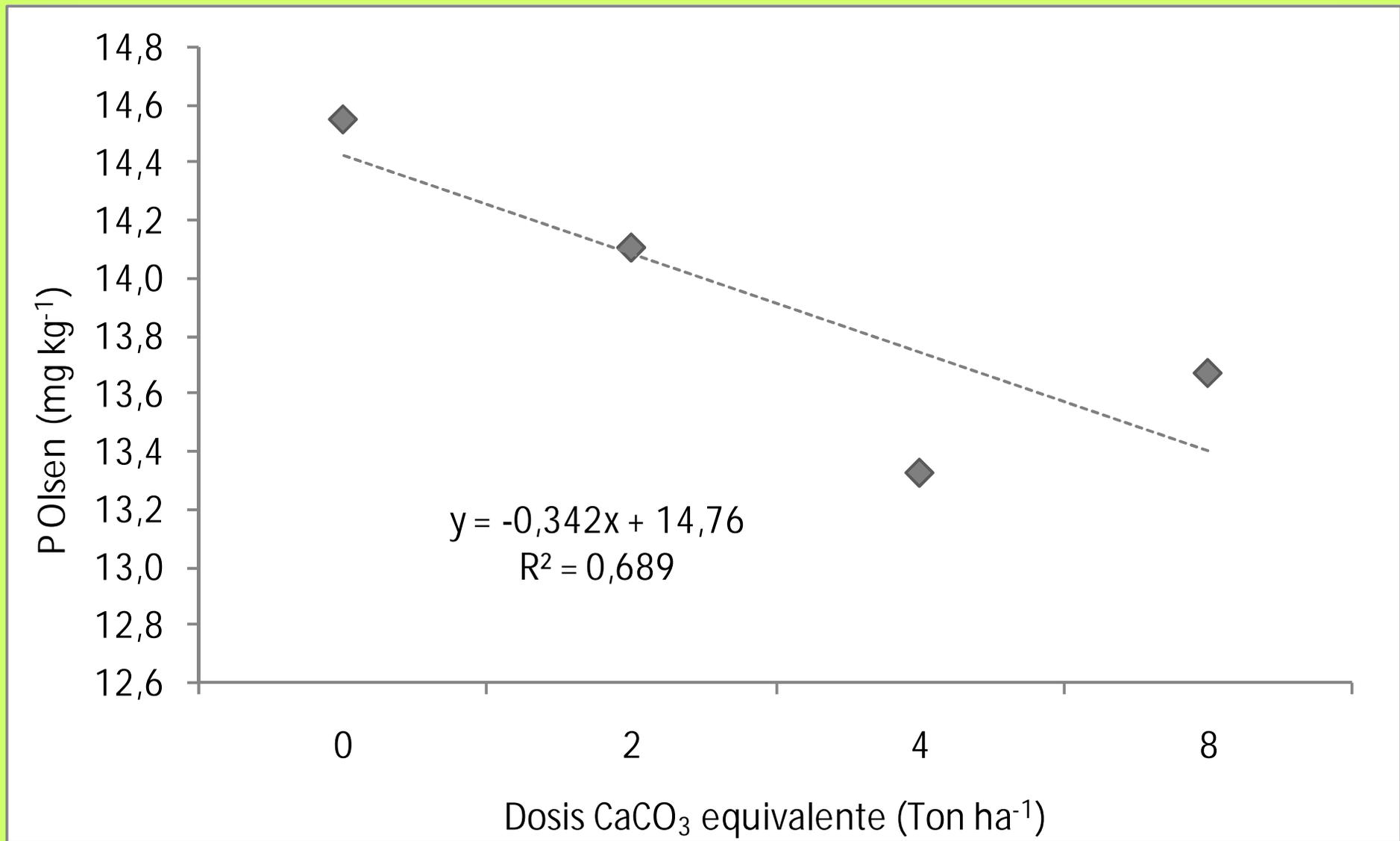


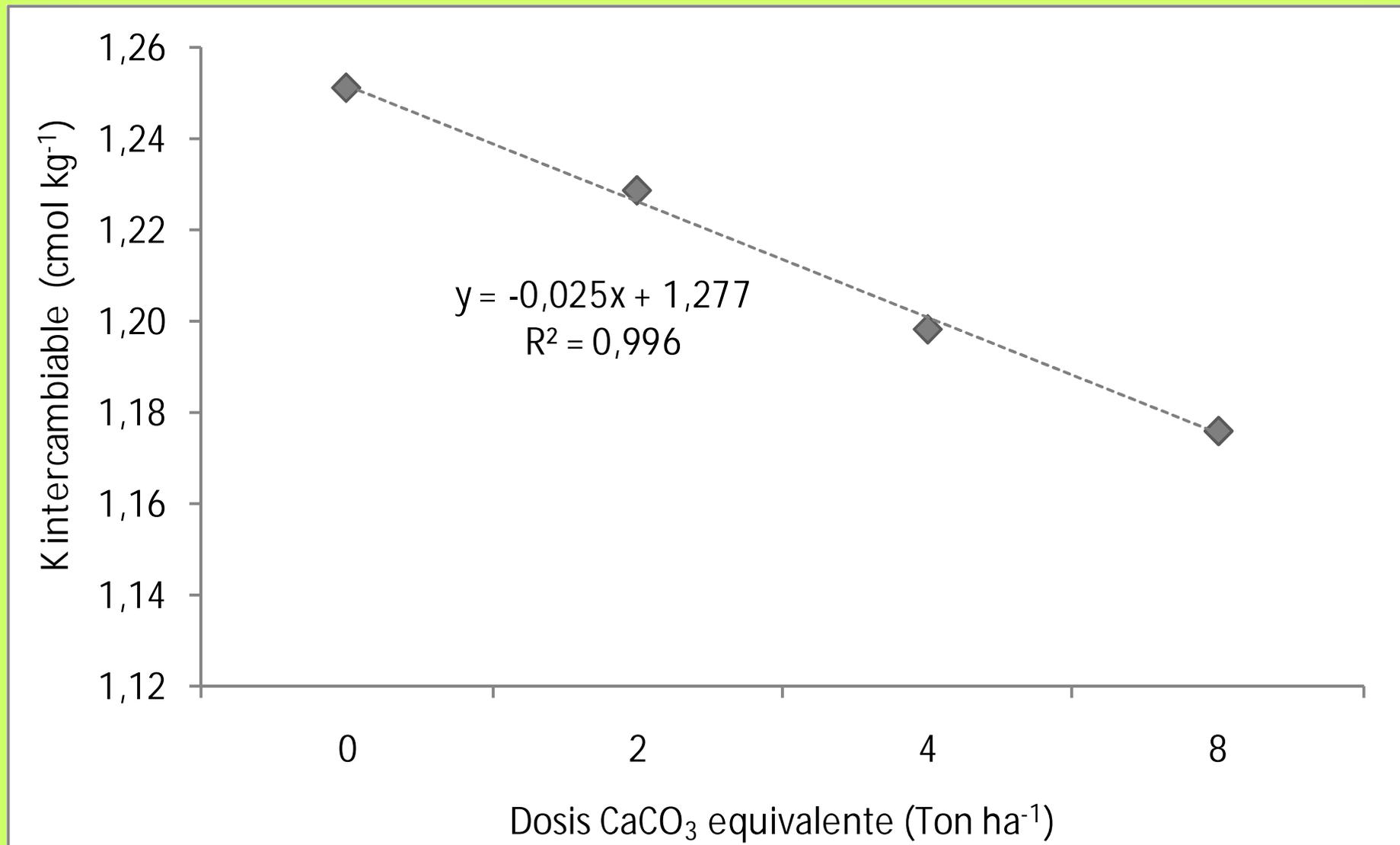
Figure 2.6 Influence of pH on nutrient availability.
(After Truog)

Efecto de la aplicación de dosis crecientes de 2 fuentes encalantes sobre el pH de un suelo volcánico de la VIII región

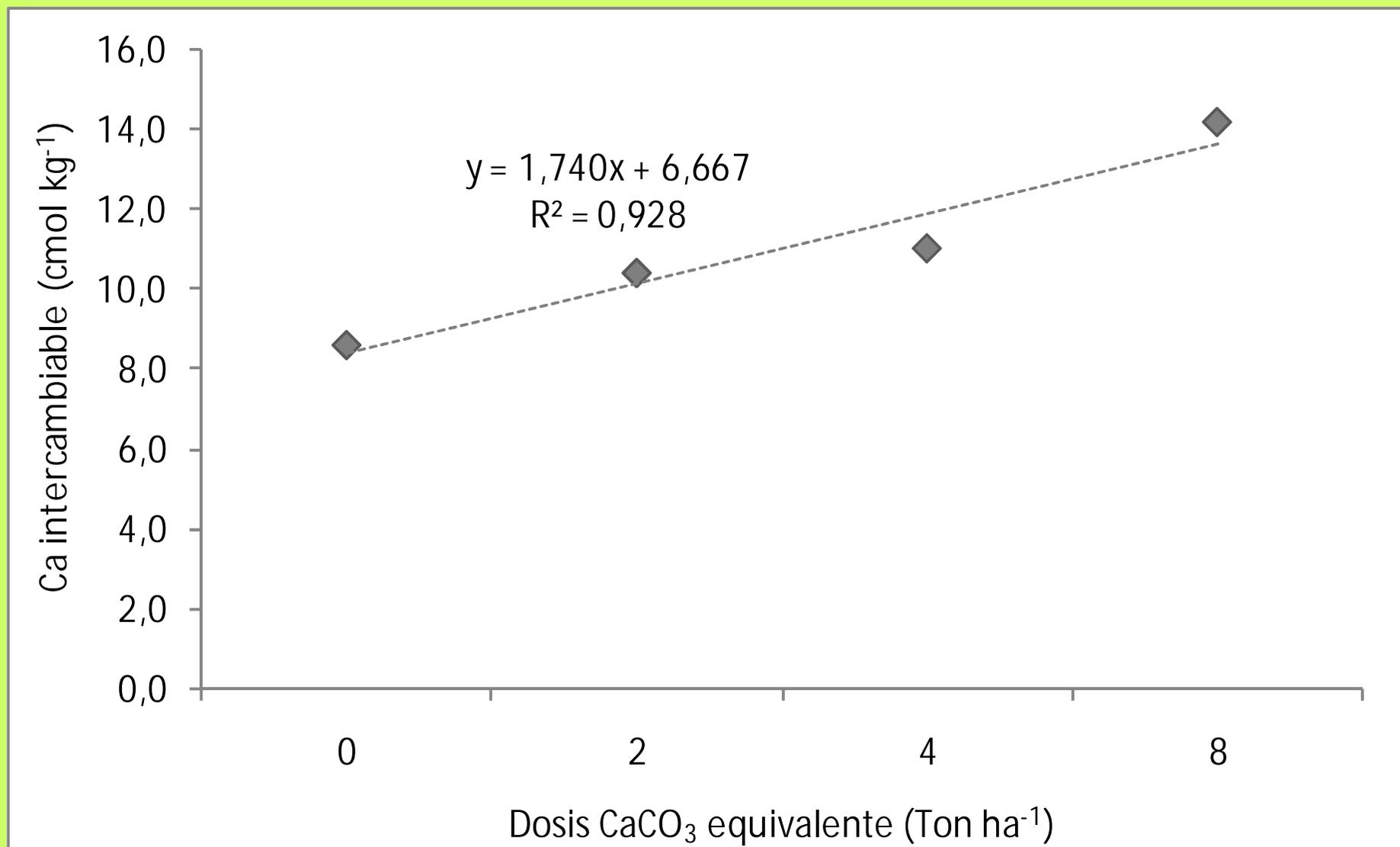




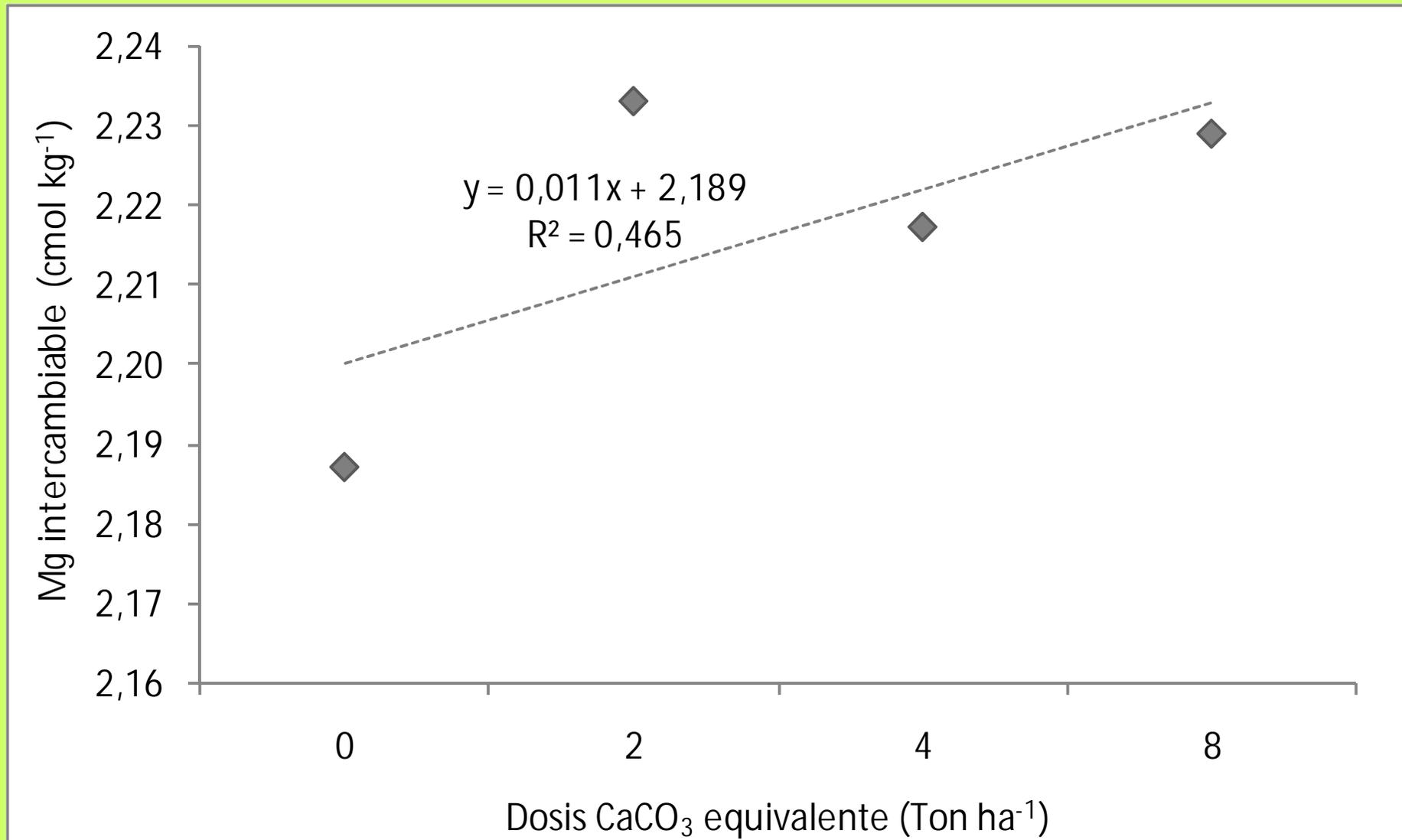




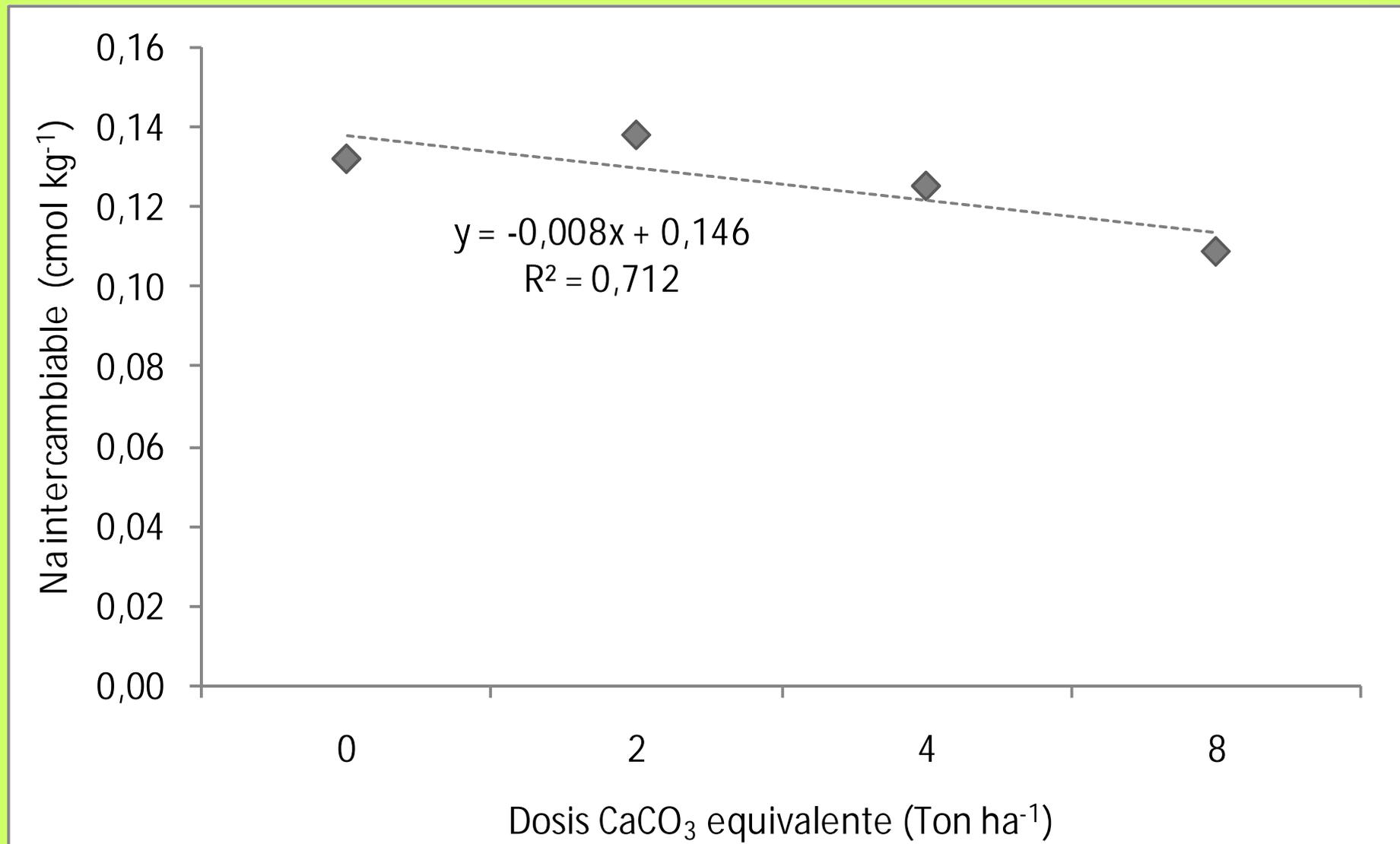
1 cmol₊ de K = 390 mg kg⁻¹ = 390 ppm



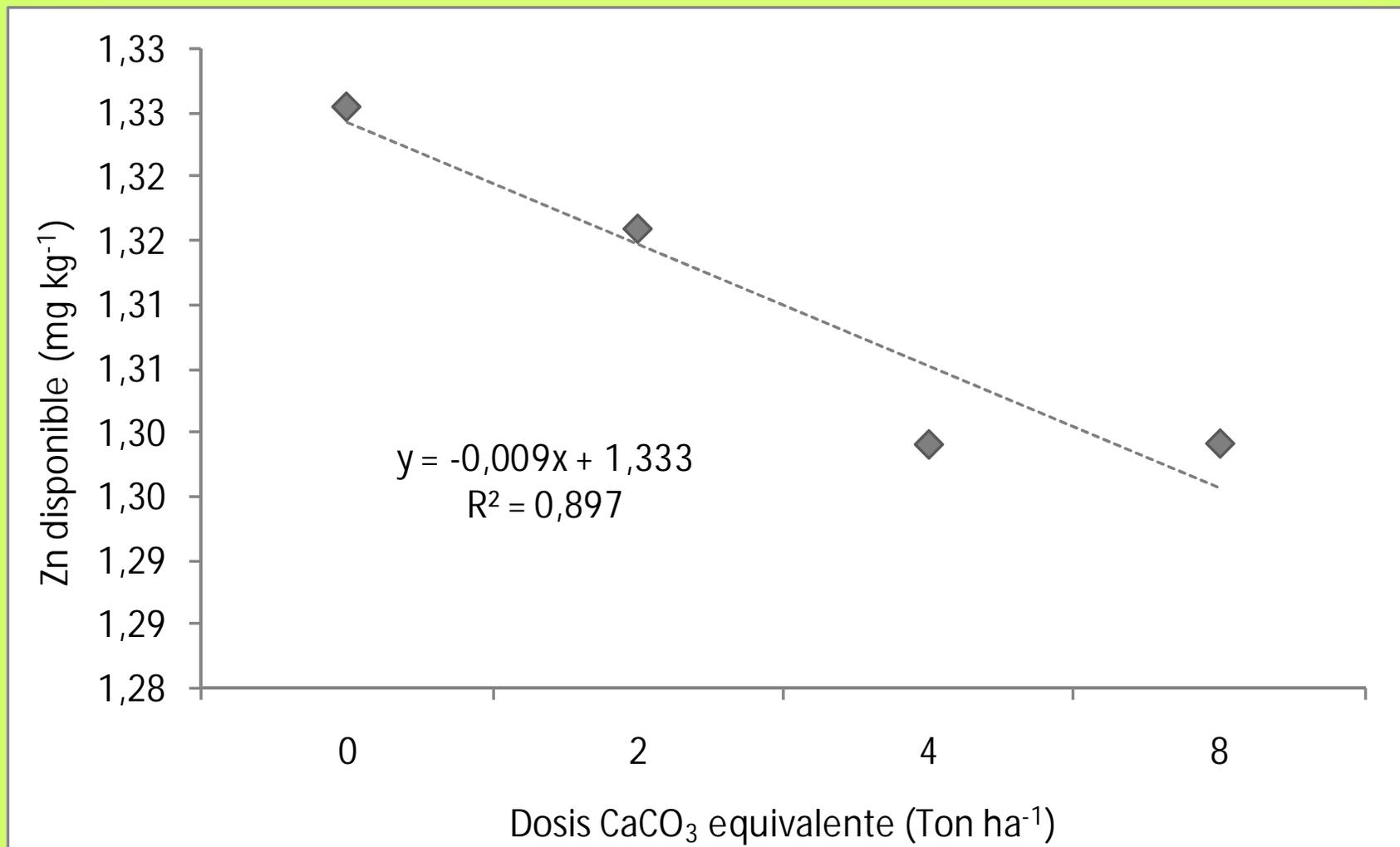
1 cmol₊ de Ca = 200 mg kg⁻¹ = 200 ppm

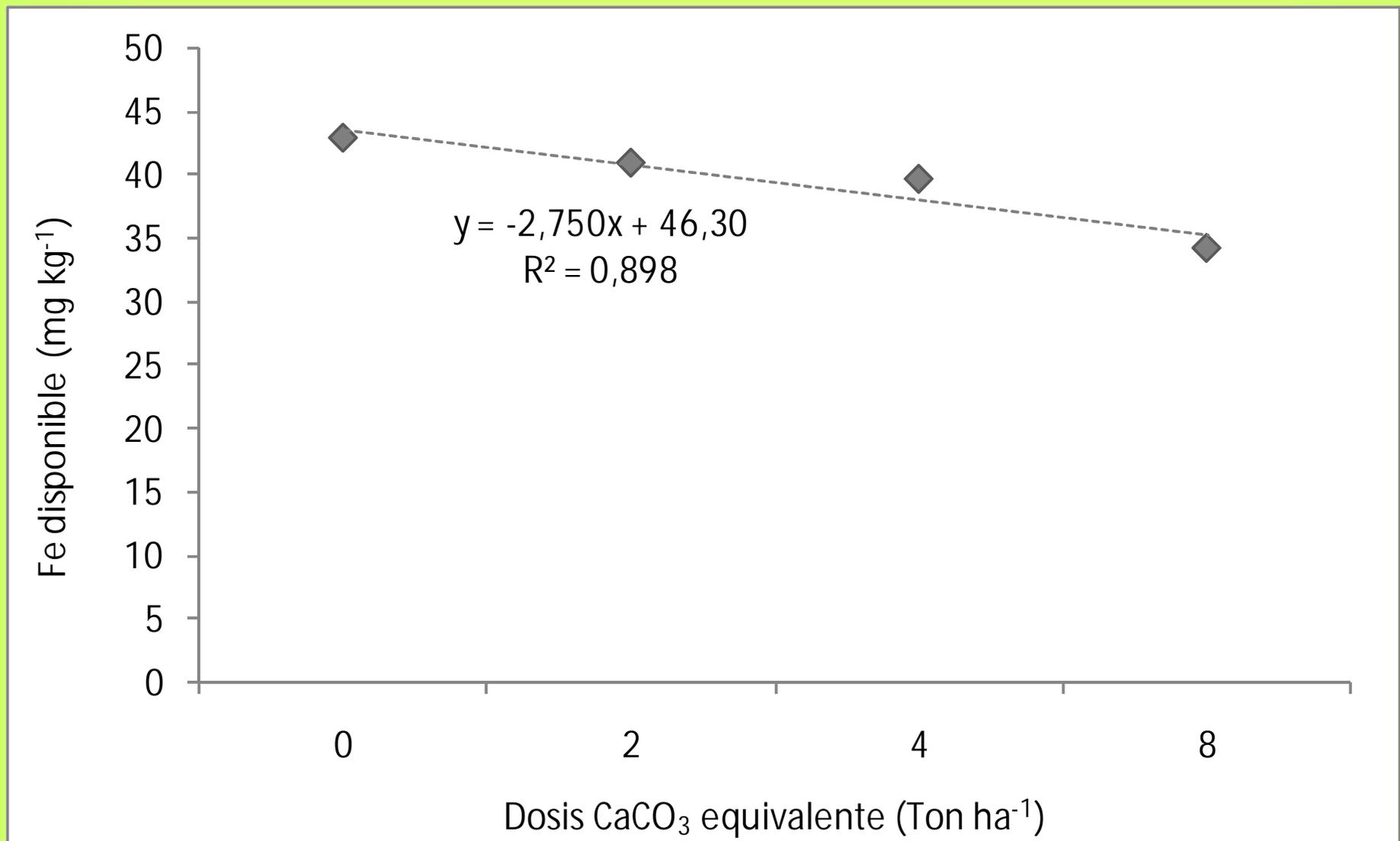


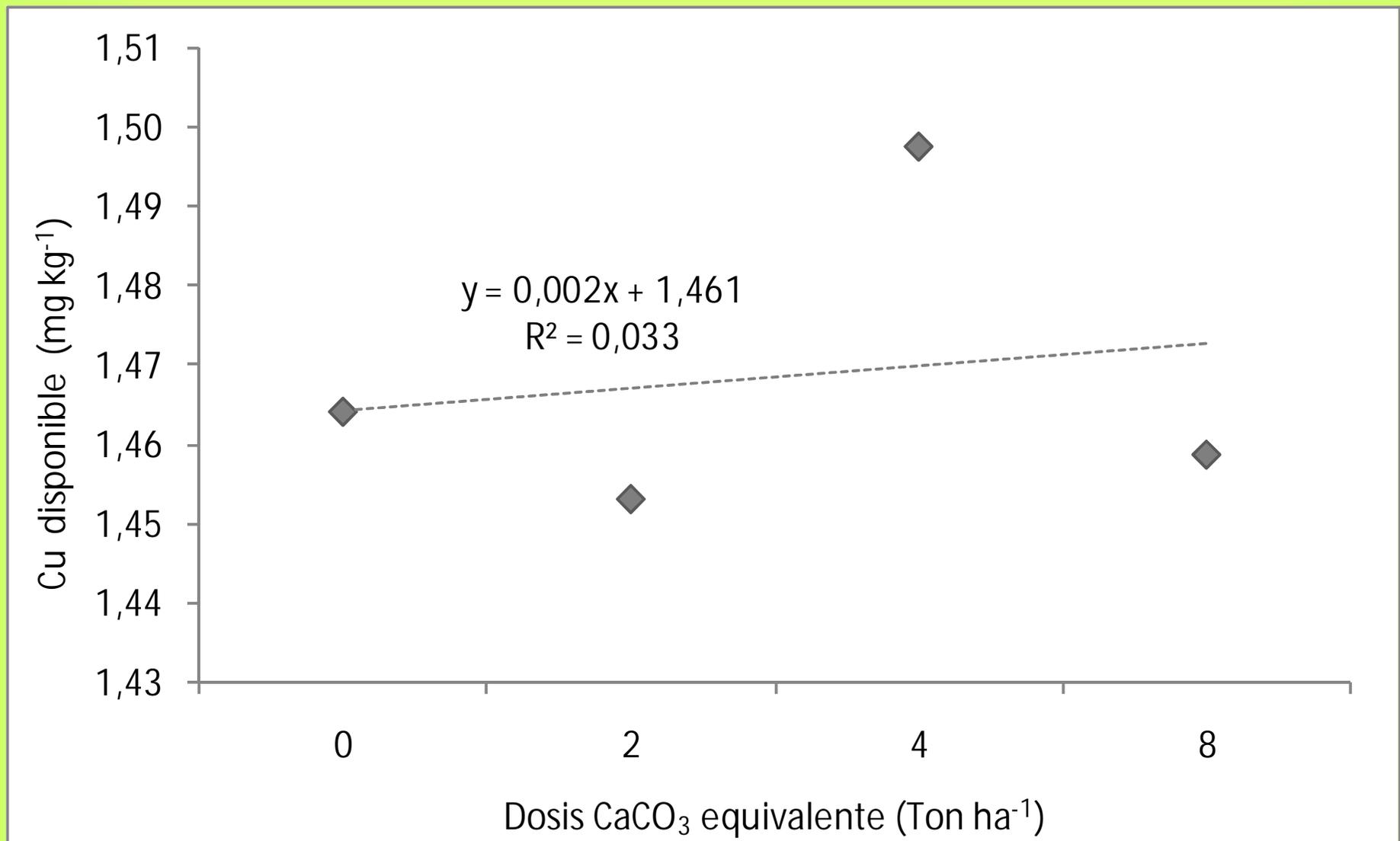
1 cmol₊ de Mg = 120 mg kg⁻¹ = 120 ppm

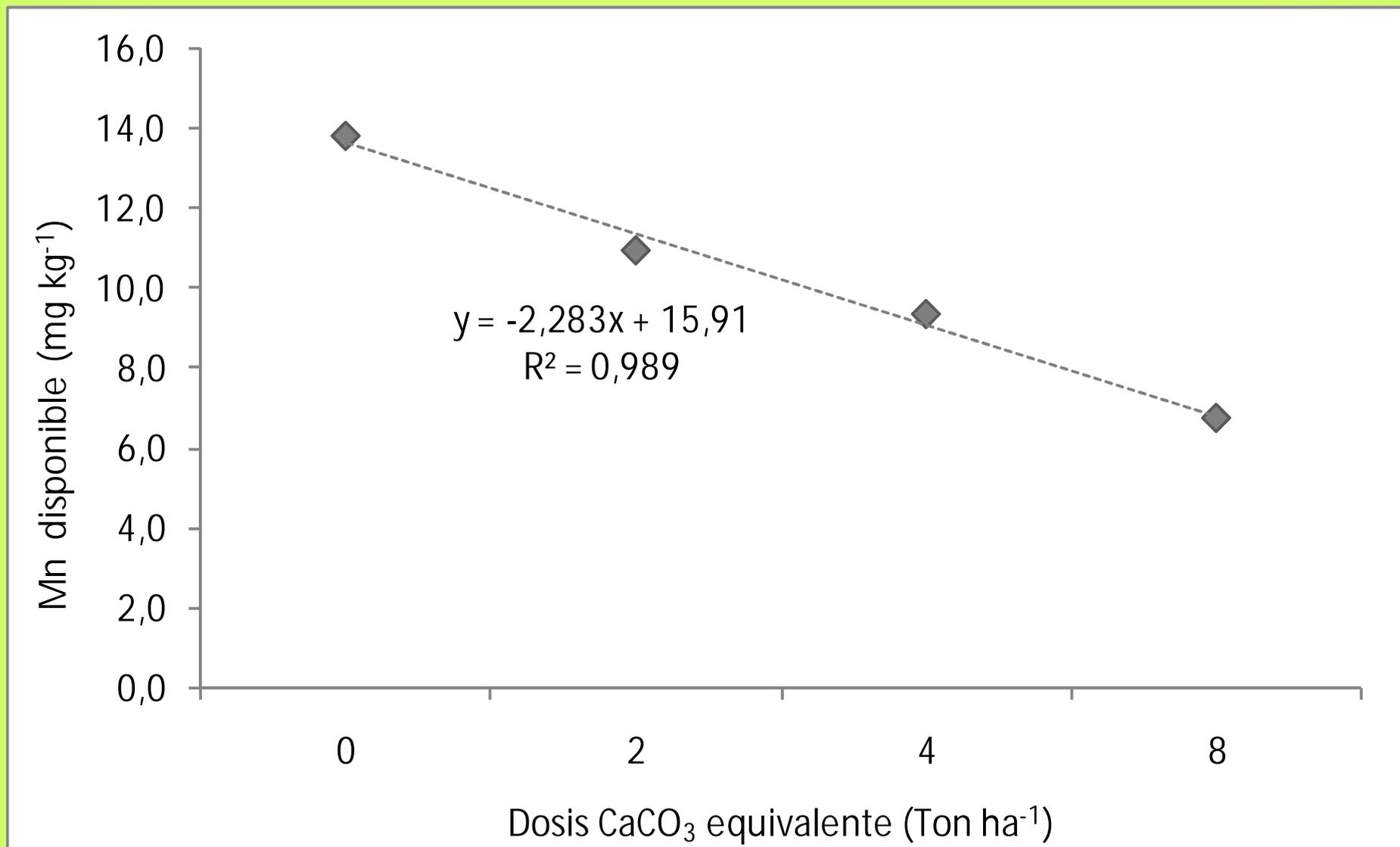


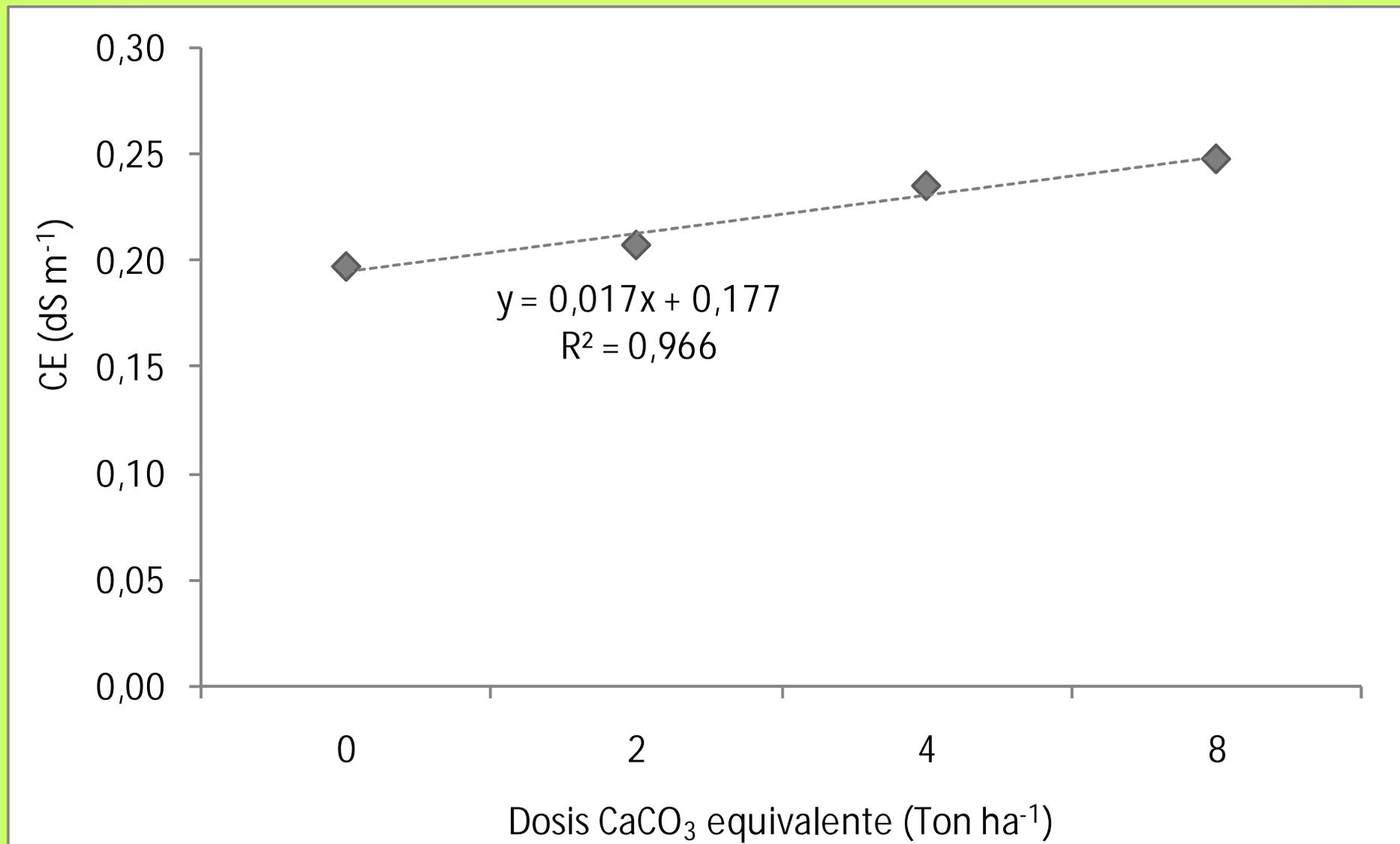
1 cmol₊ de Na = 230 mg kg⁻¹ = 230 ppm

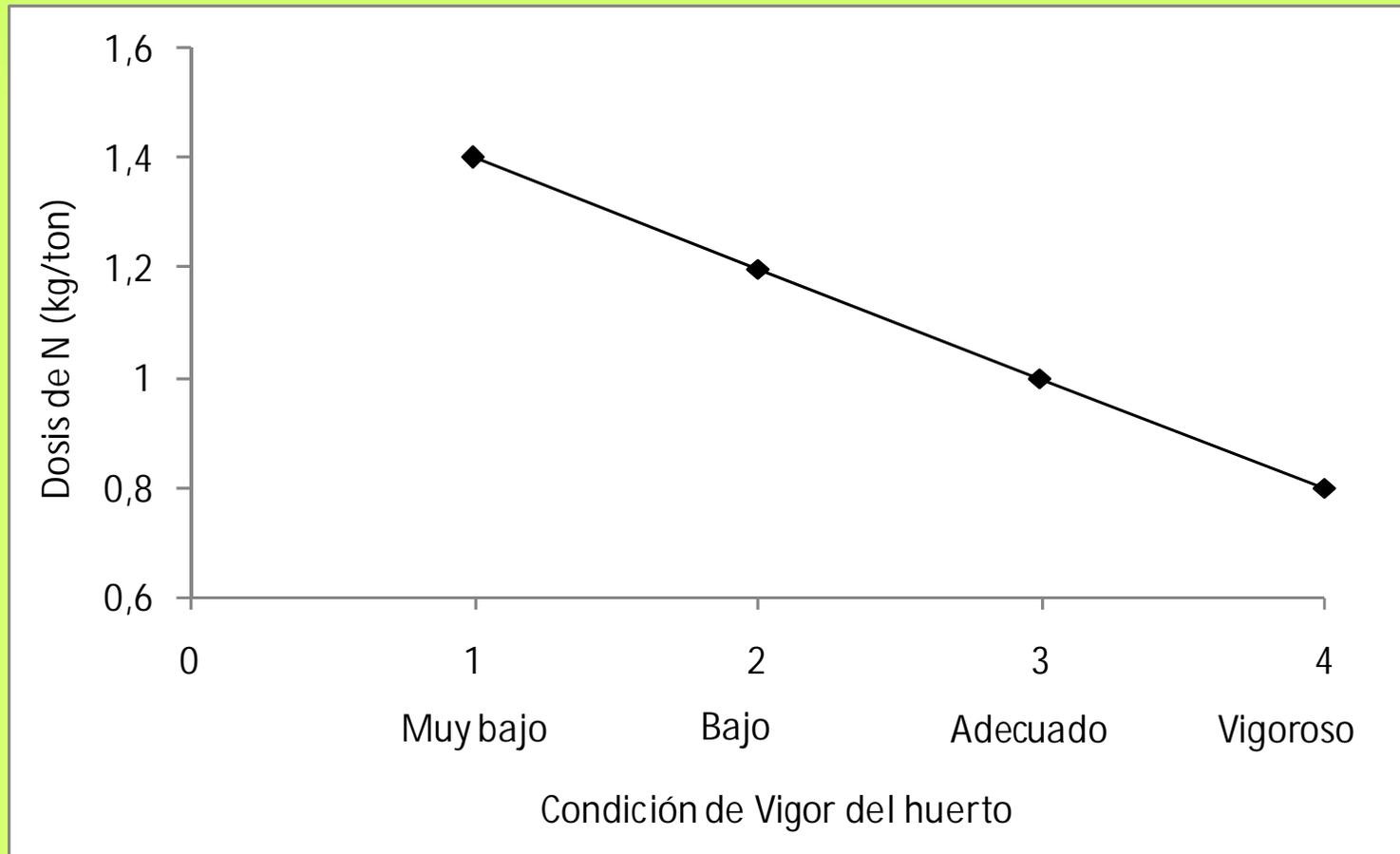




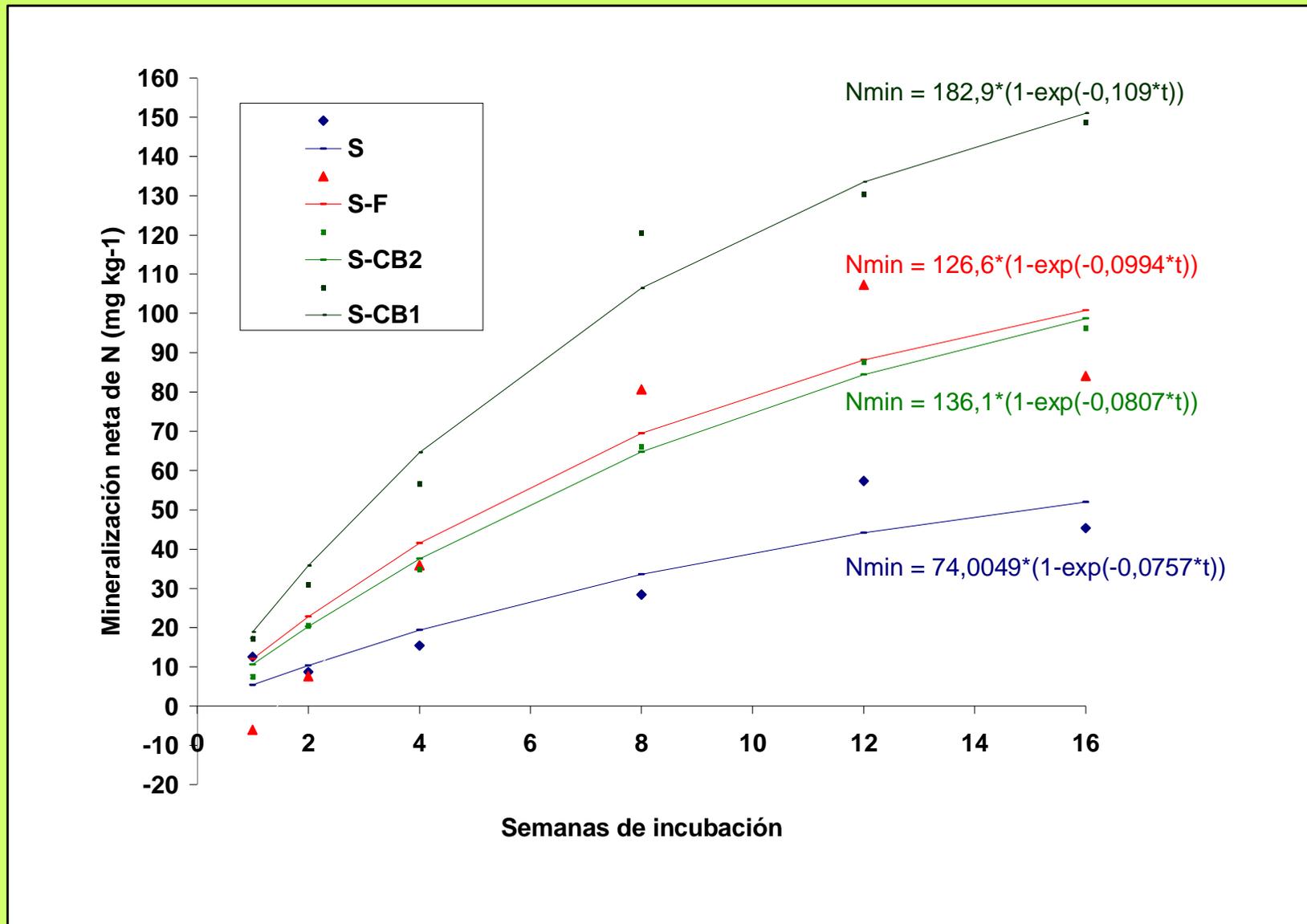




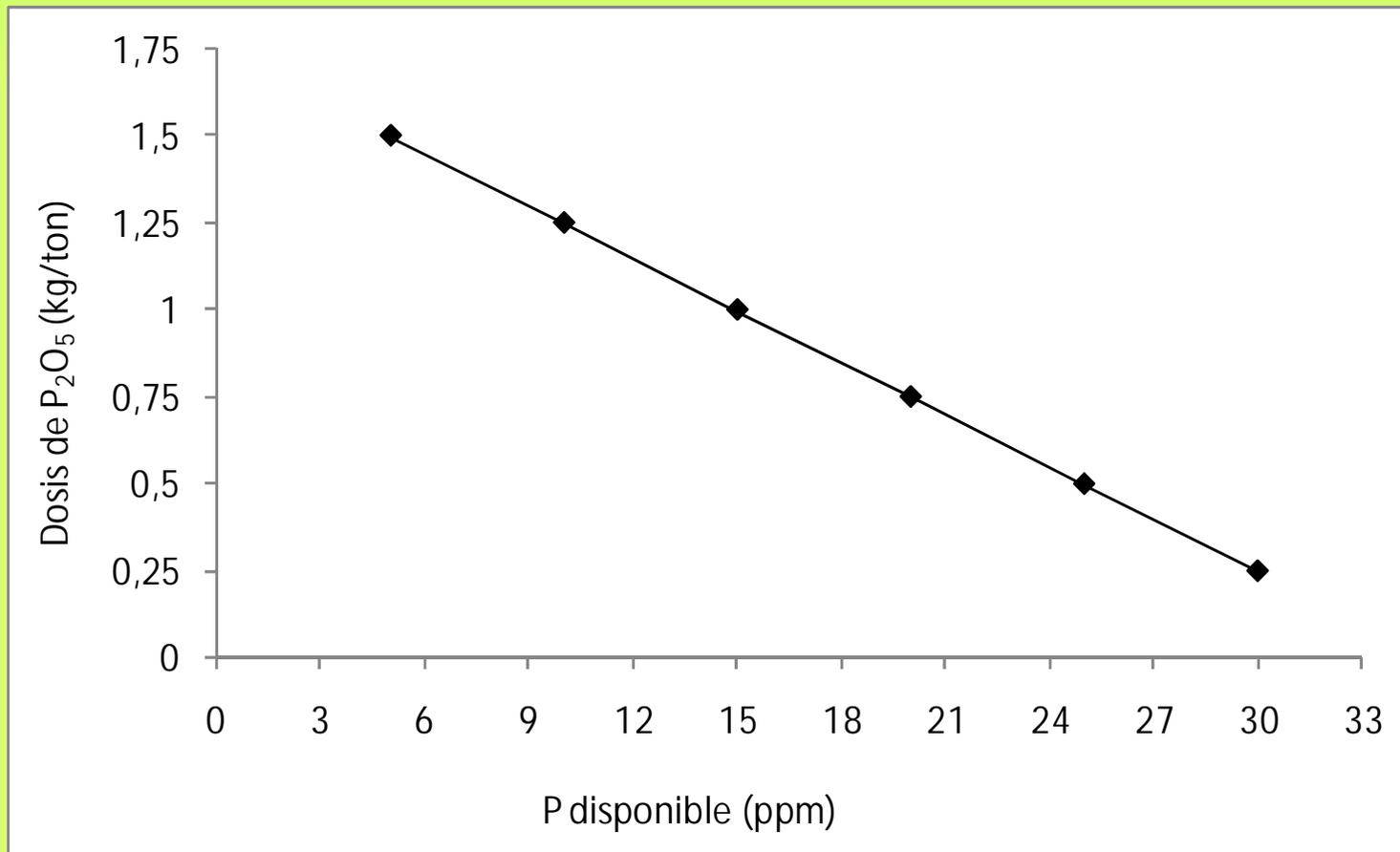




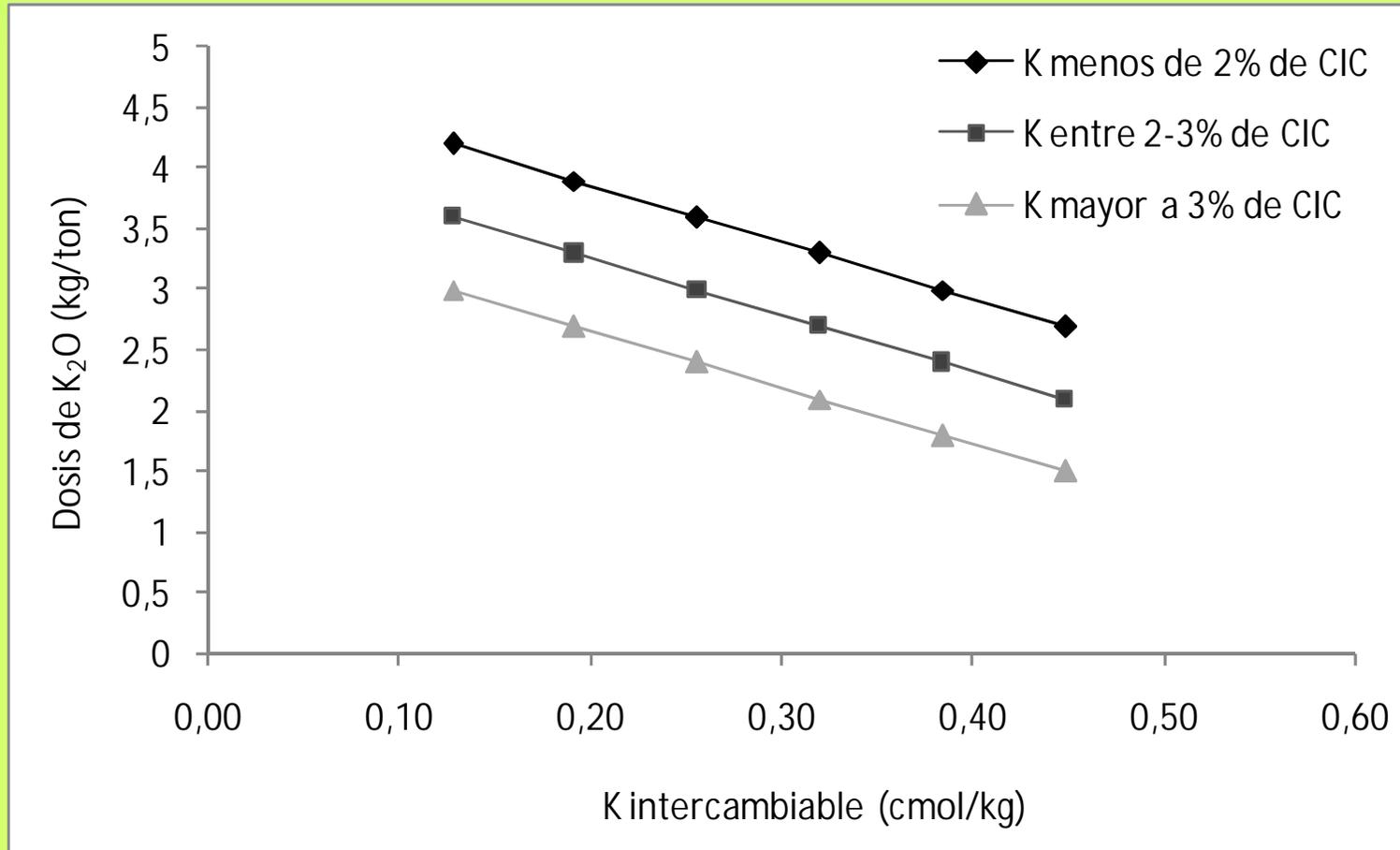
Dosis de Nitrógeno a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes condiciones de vigor en el huerto.



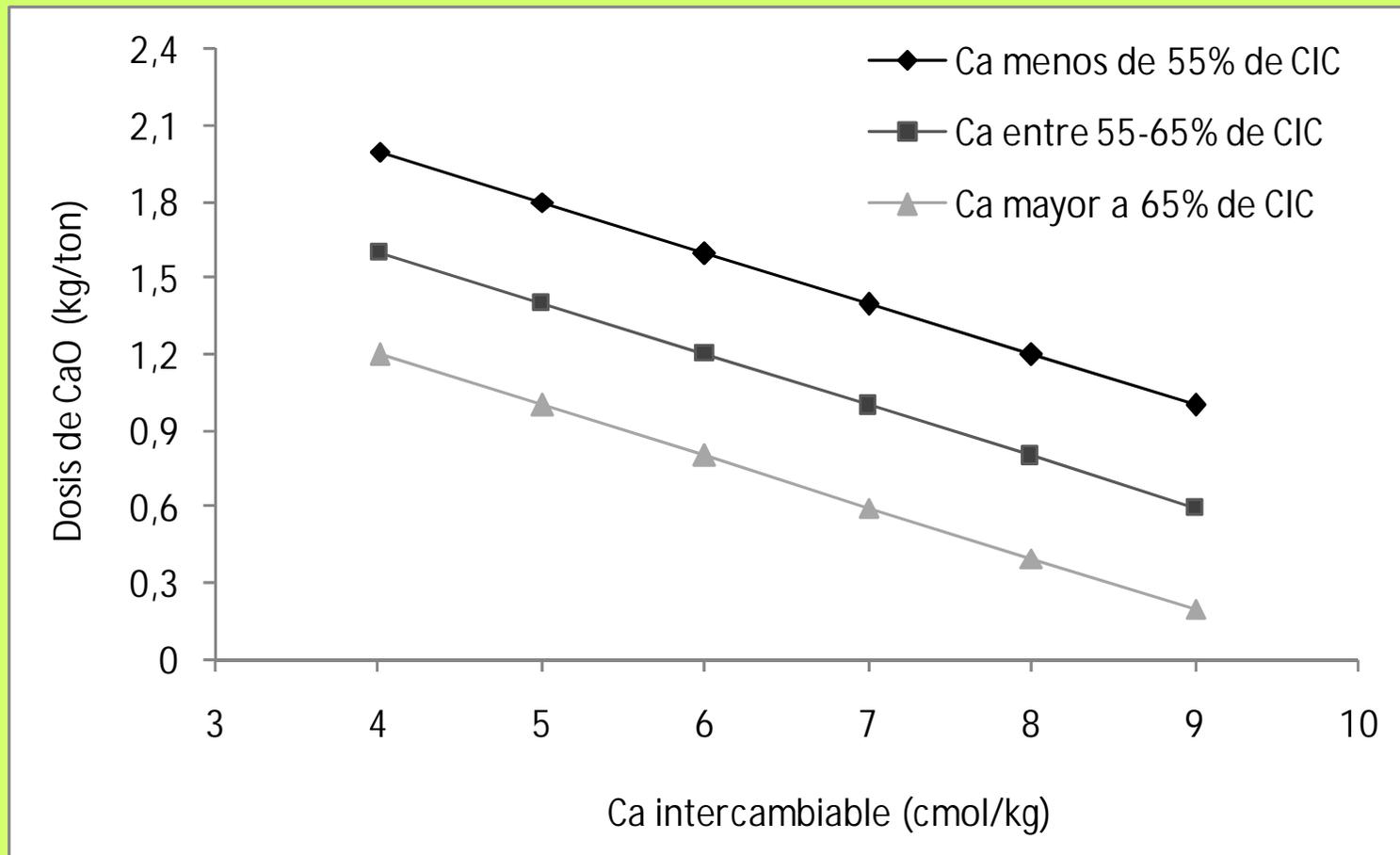
N mineralizable en un suelo con diferentes tamaños en el pool de N lábil



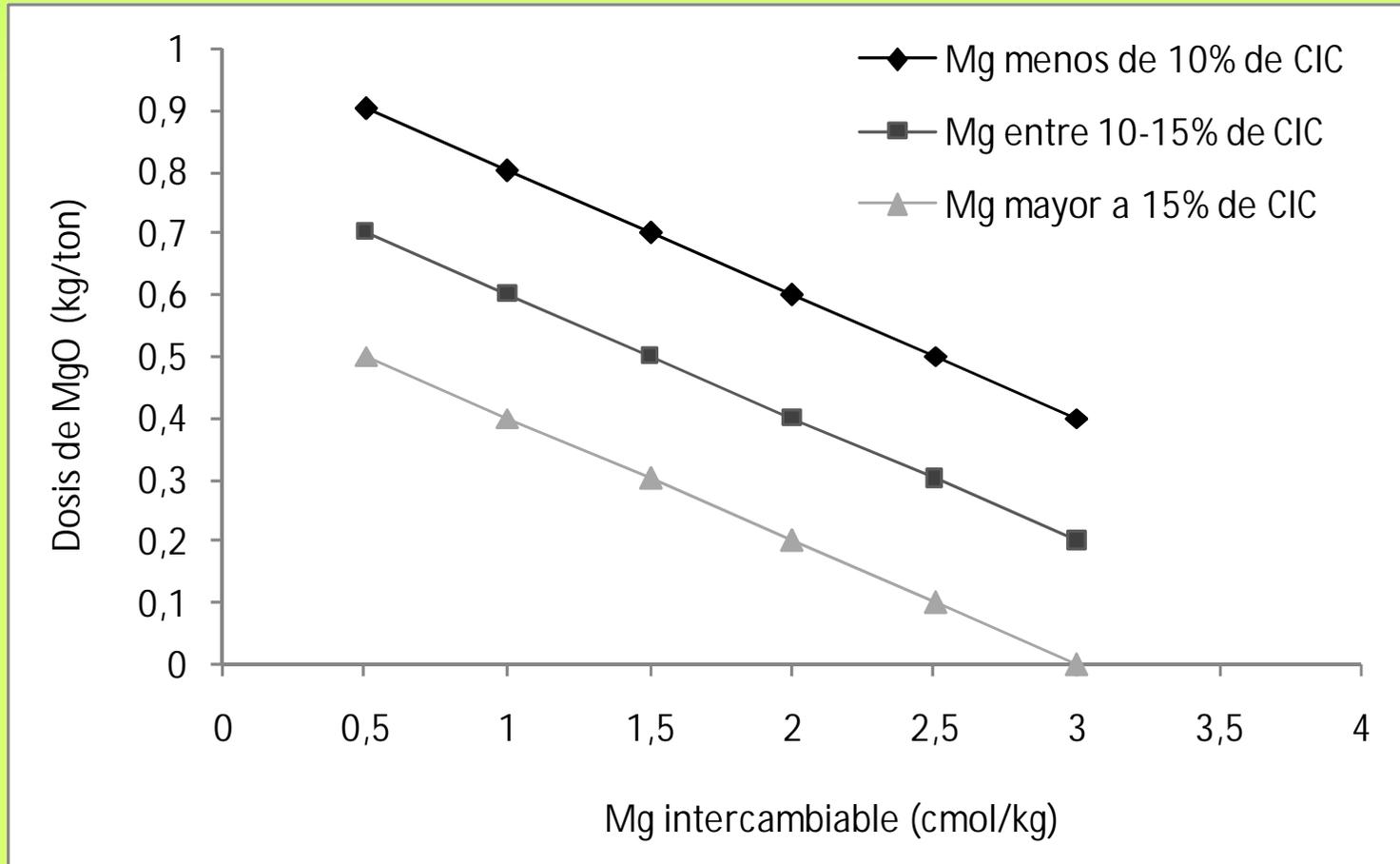
Dosis de Fósforo (P₂O₅) a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Fósforo en el suelo (concentración de P Olsen).



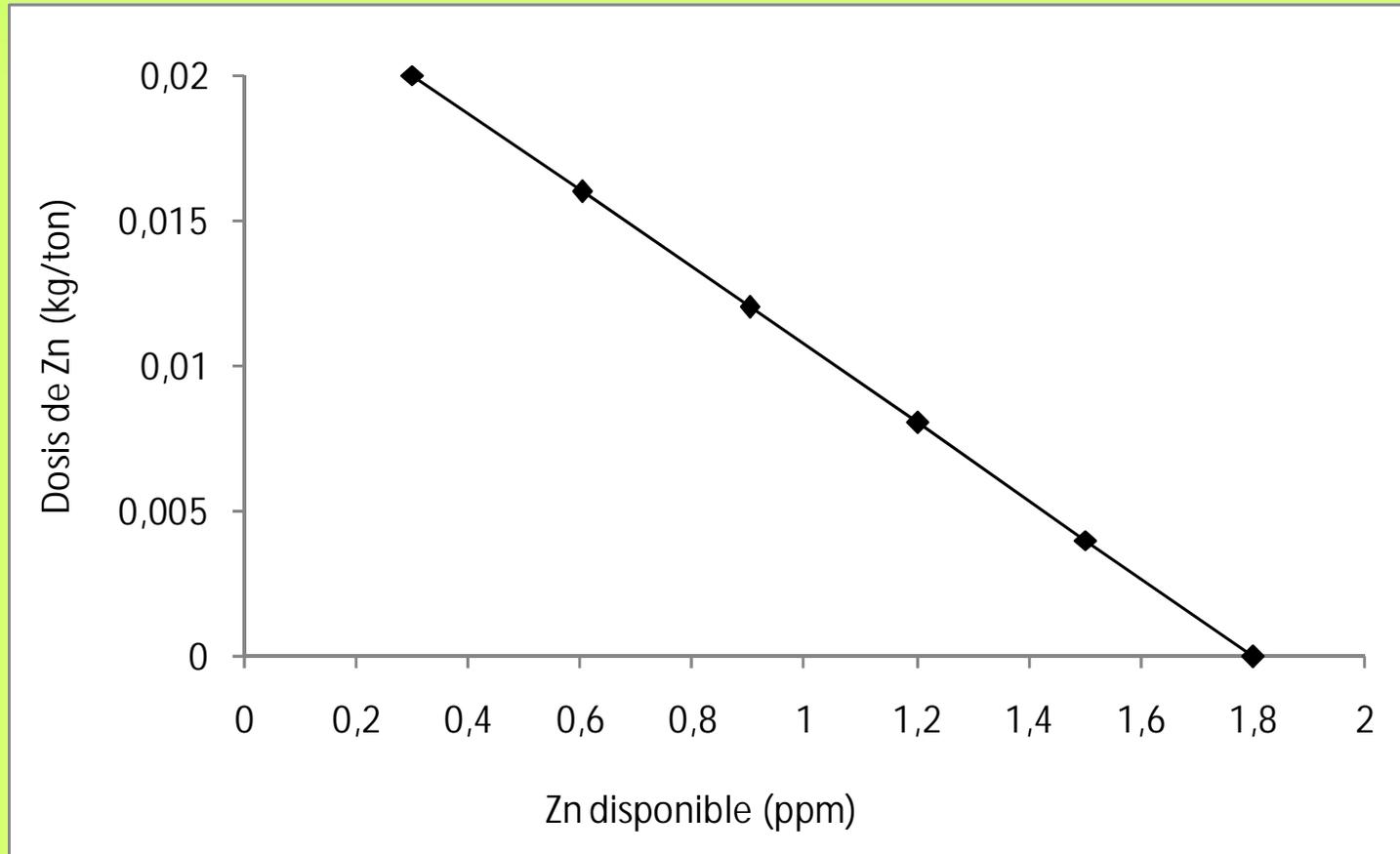
Dosis de Potasio (K_2O) a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Potasio (concentración de K intercambiable) y su participación porcentual en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo.



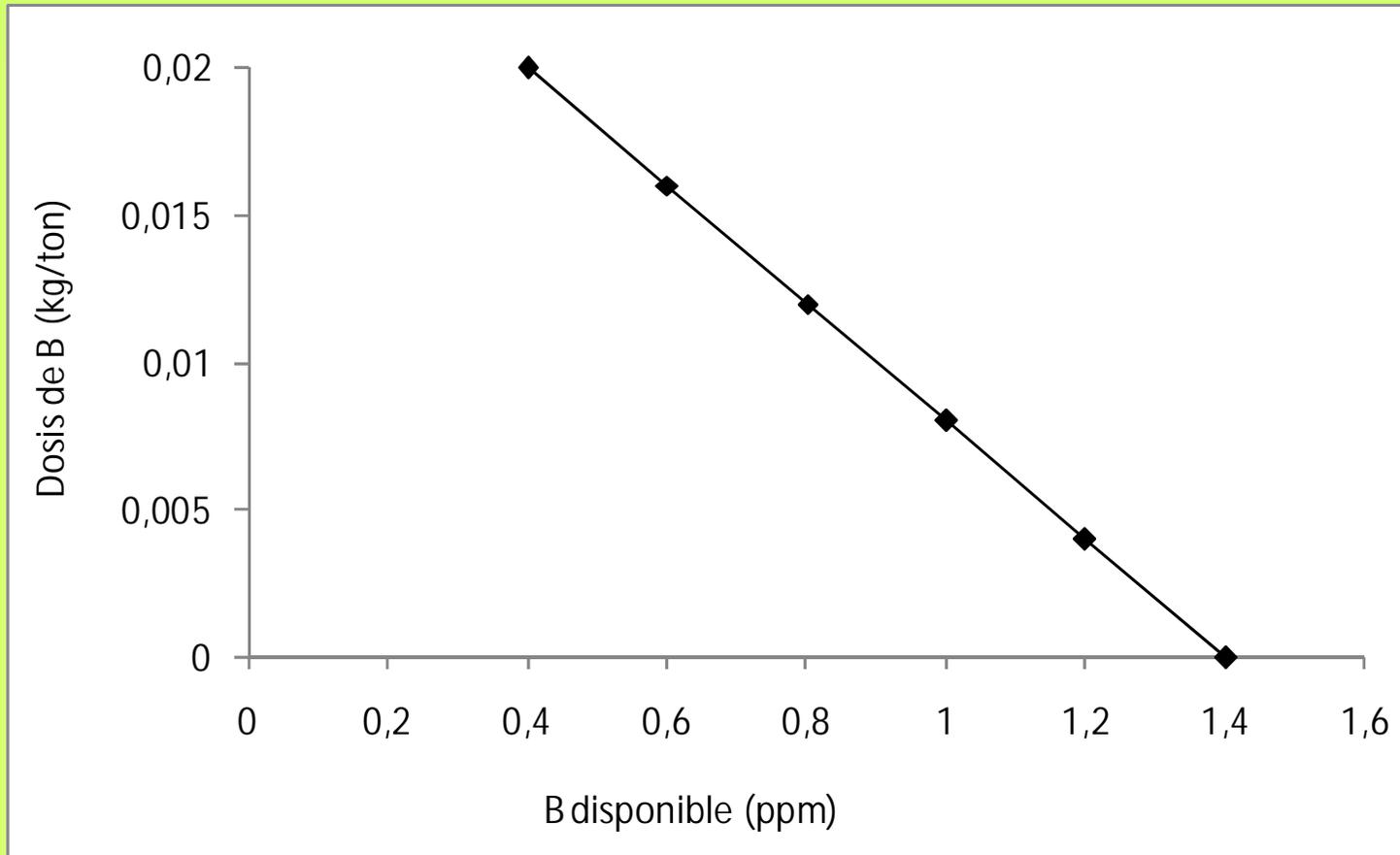
Dosis de Calcio (CaO) a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Calcio (concentración de Ca intercambiable) y su participación porcentual en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo.



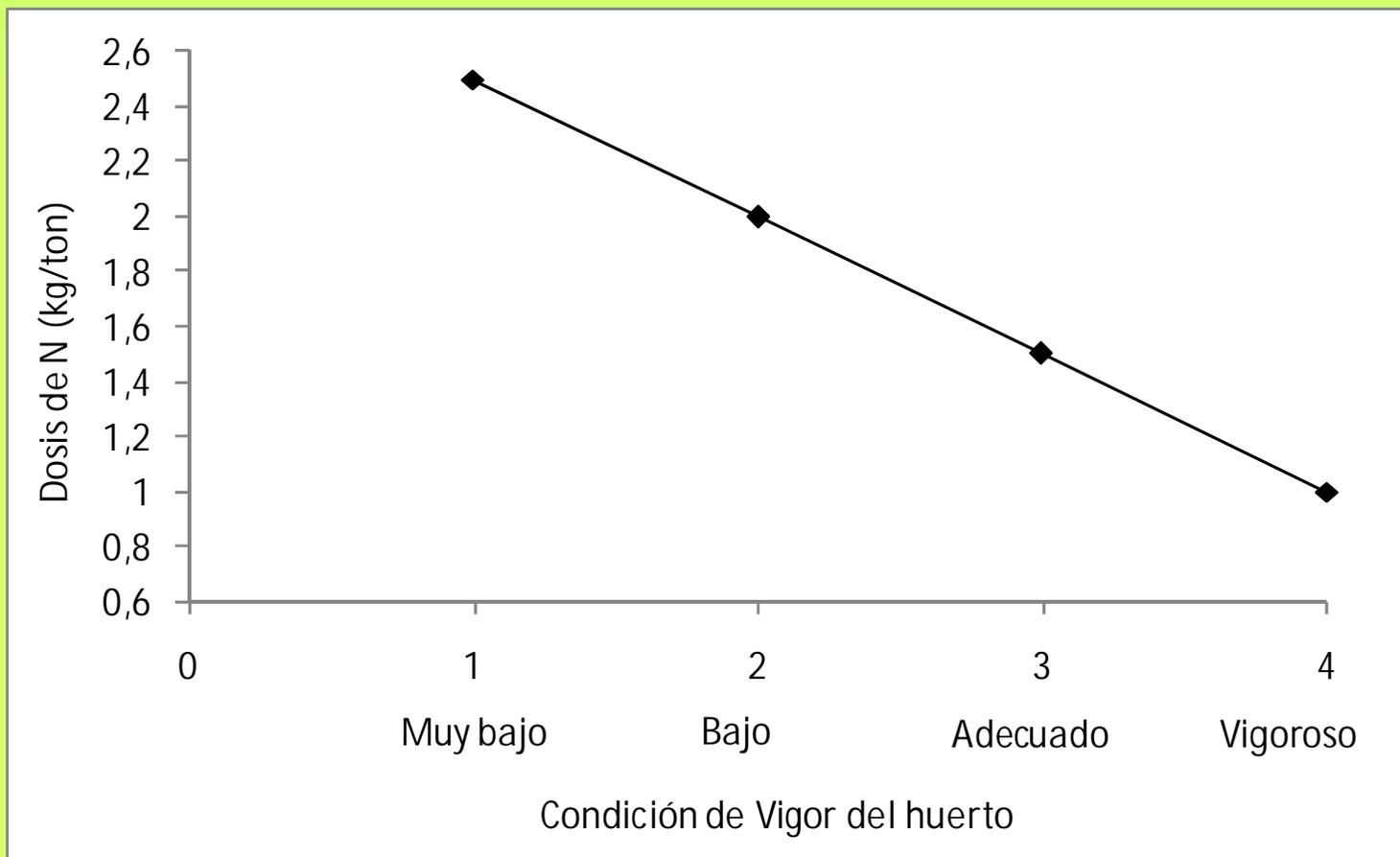
Dosis de Magnesio (MgO) a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Magnesio (concentración de Mg intercambiable) y su participación porcentual en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo.



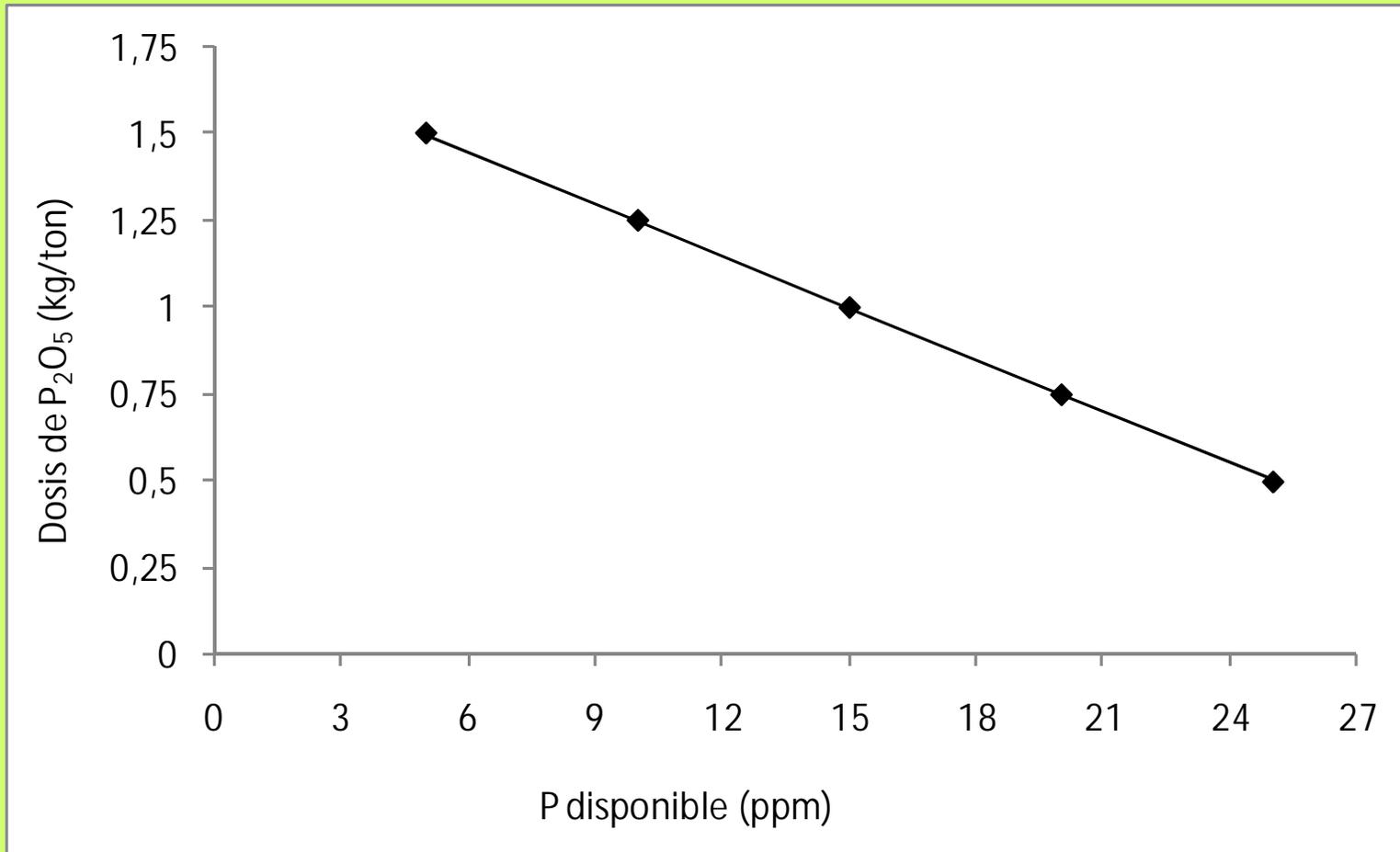
Dosis de Zinc a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Zn en el suelo (concentración de Zn).



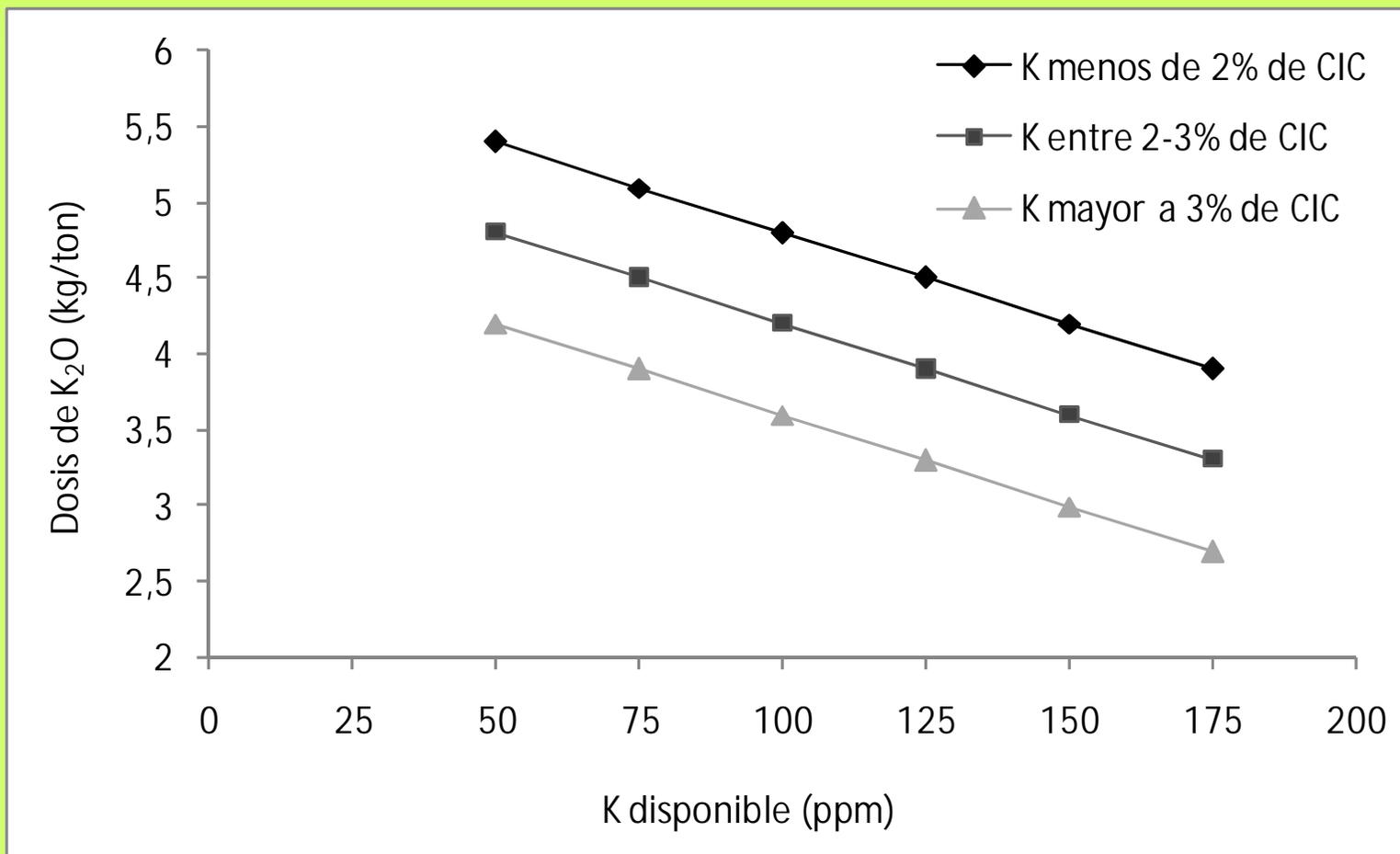
Dosis de Boro a utilizar en huertos de manzano en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de B en el suelo (concentración de B).



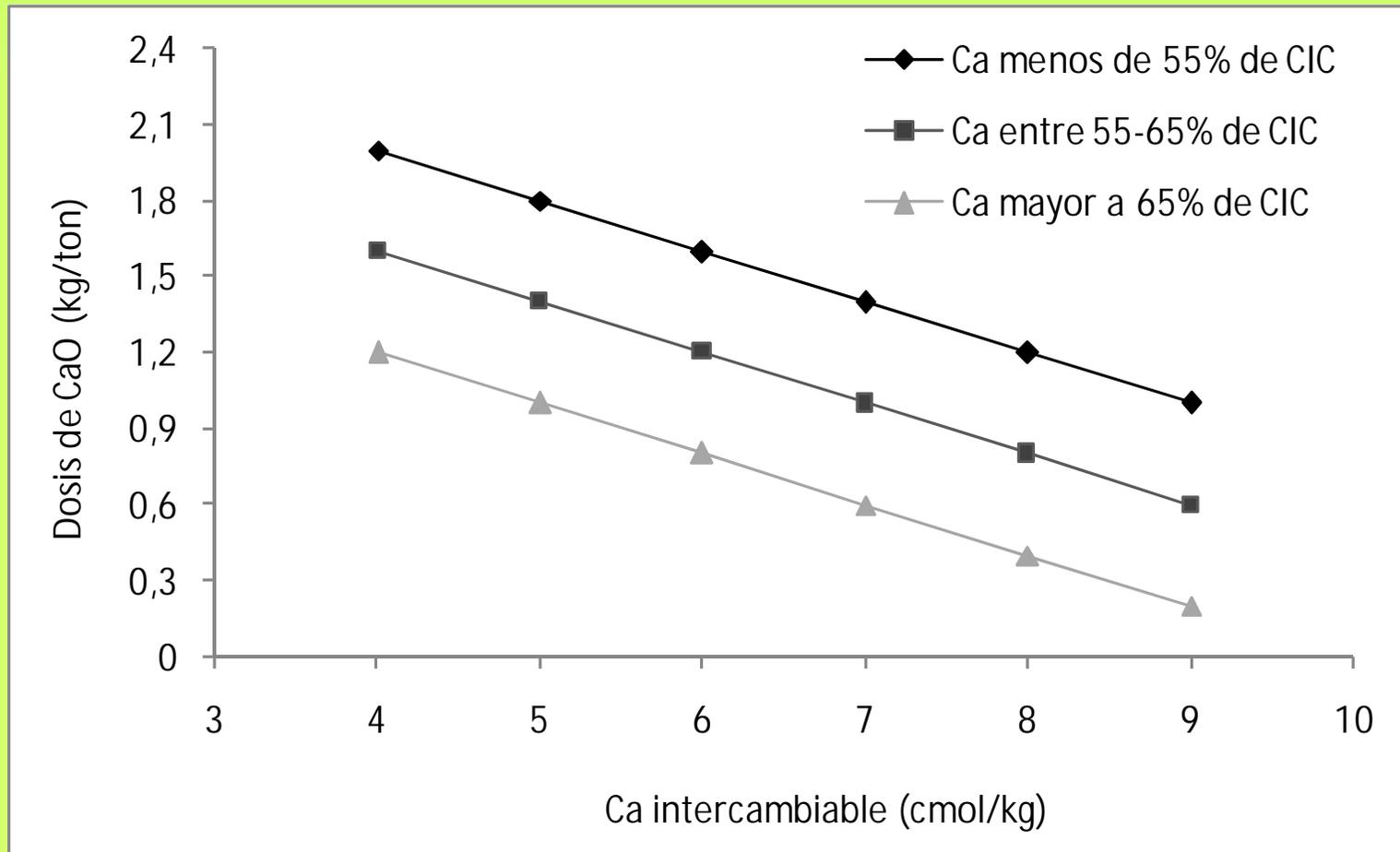
Dosis de Nitrógeno a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes condiciones de vigor en el huerto.



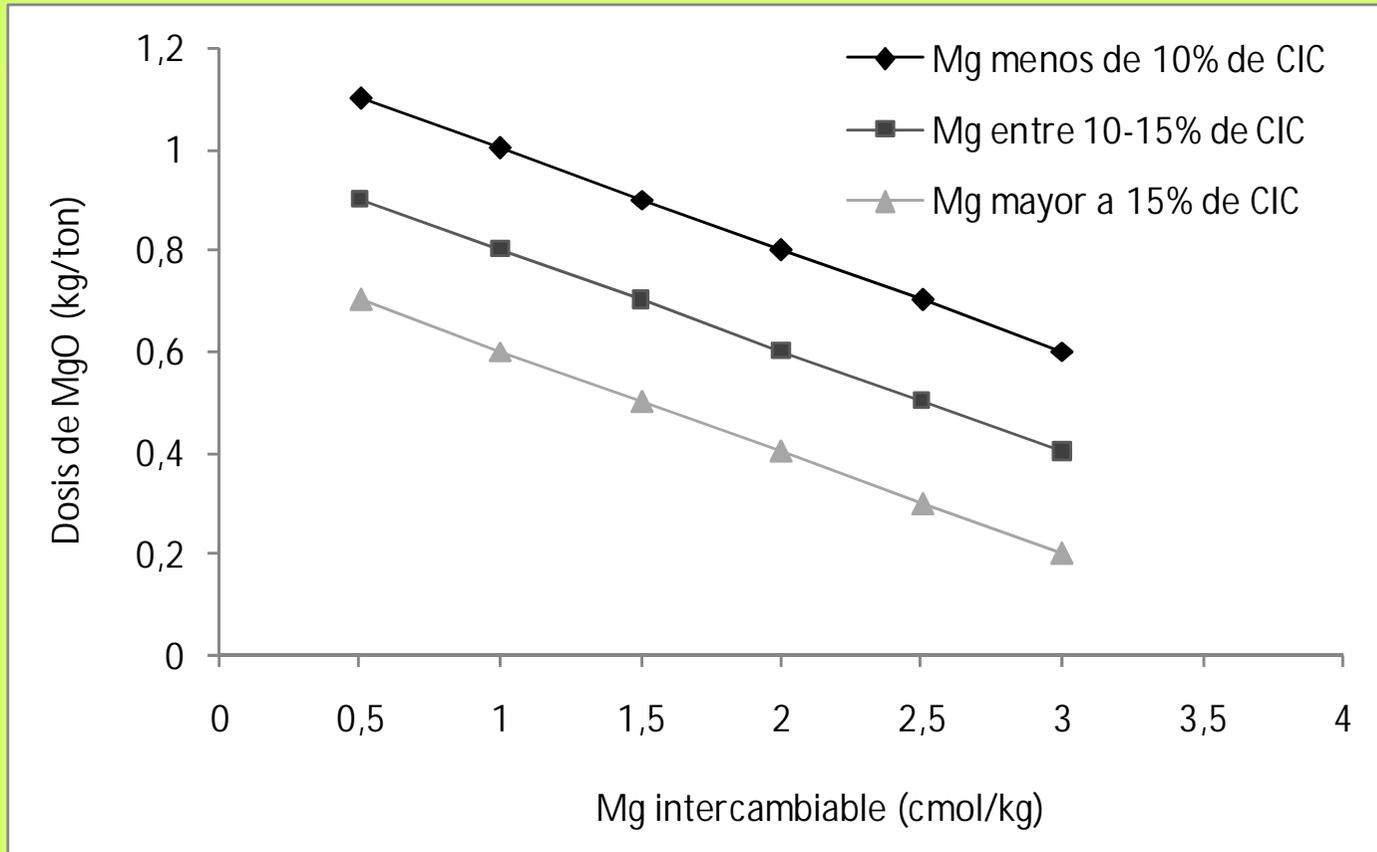
Dosis de Fósforo (P_2O_5) a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Fósforo en el suelo (concentración de P Olsen).



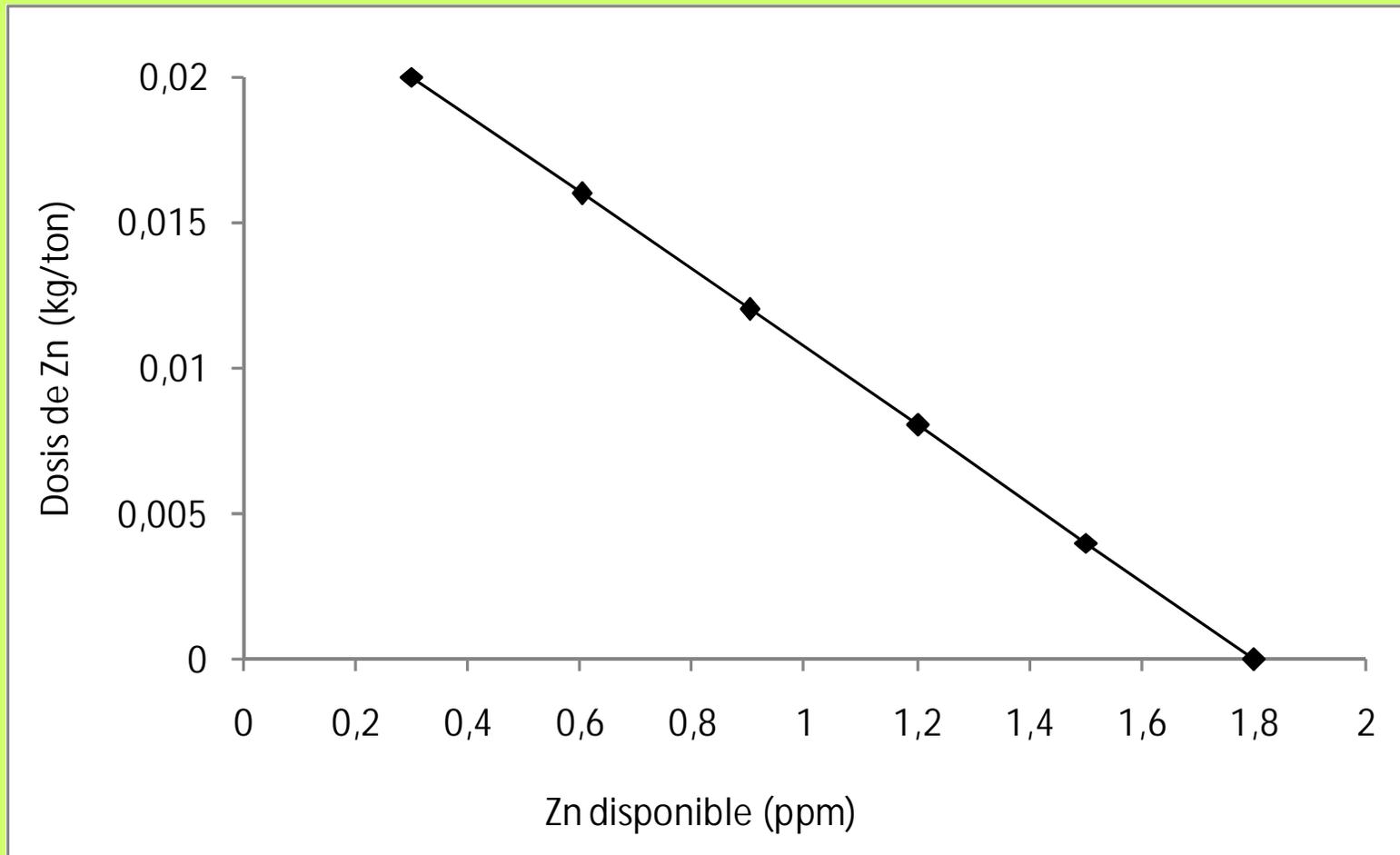
Dosis de Potasio (K₂O) a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Potasio (concentración de K intercambiable) y su participación porcentual en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo.



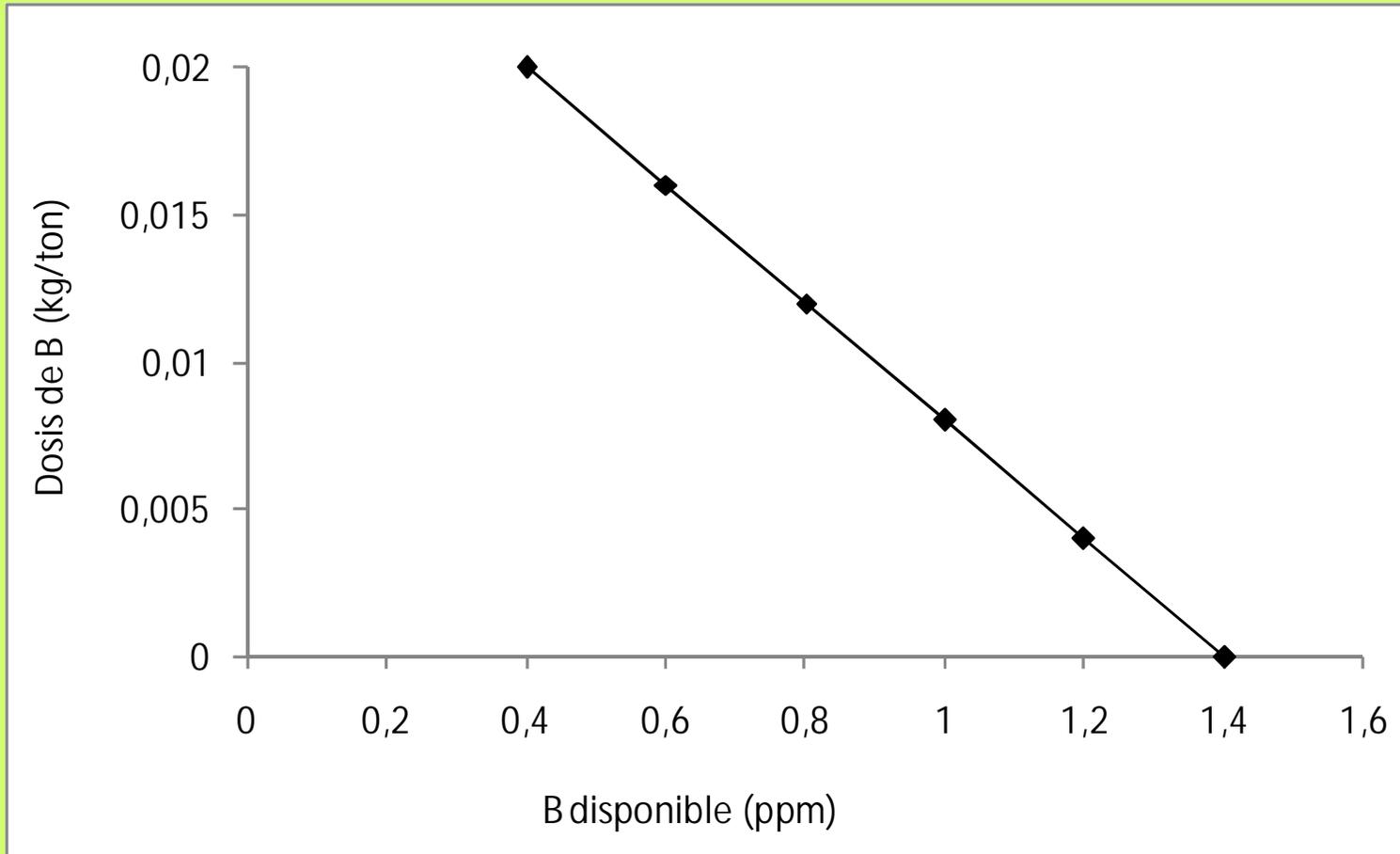
Dosis de Calcio (CaO) a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Calcio (concentración de Ca intercambiable) y su participación porcentual en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo.



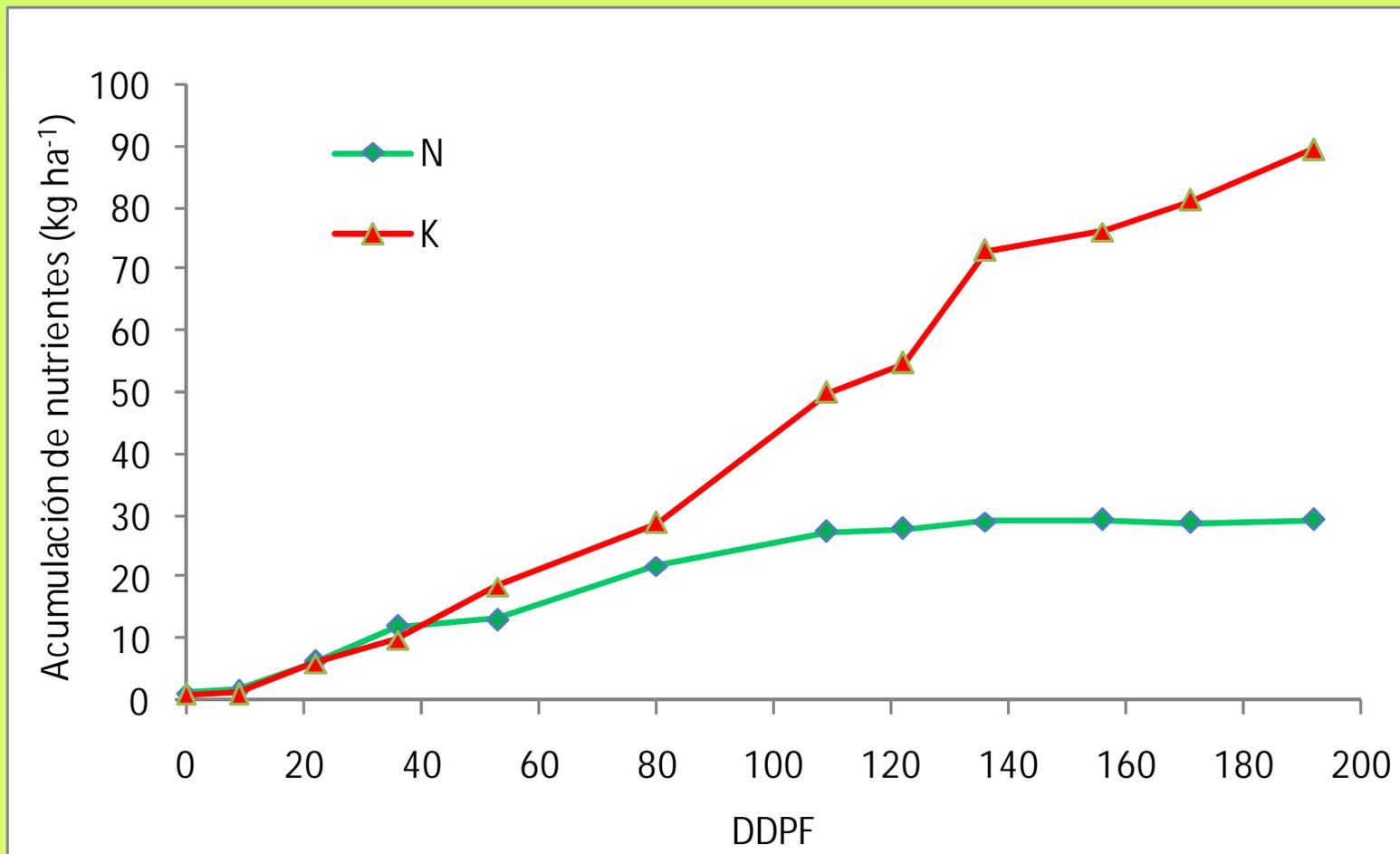
Dosis de Magnesio (MgO) a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Magnesio (concentración de Mg intercambiable) y su participación porcentual en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo.



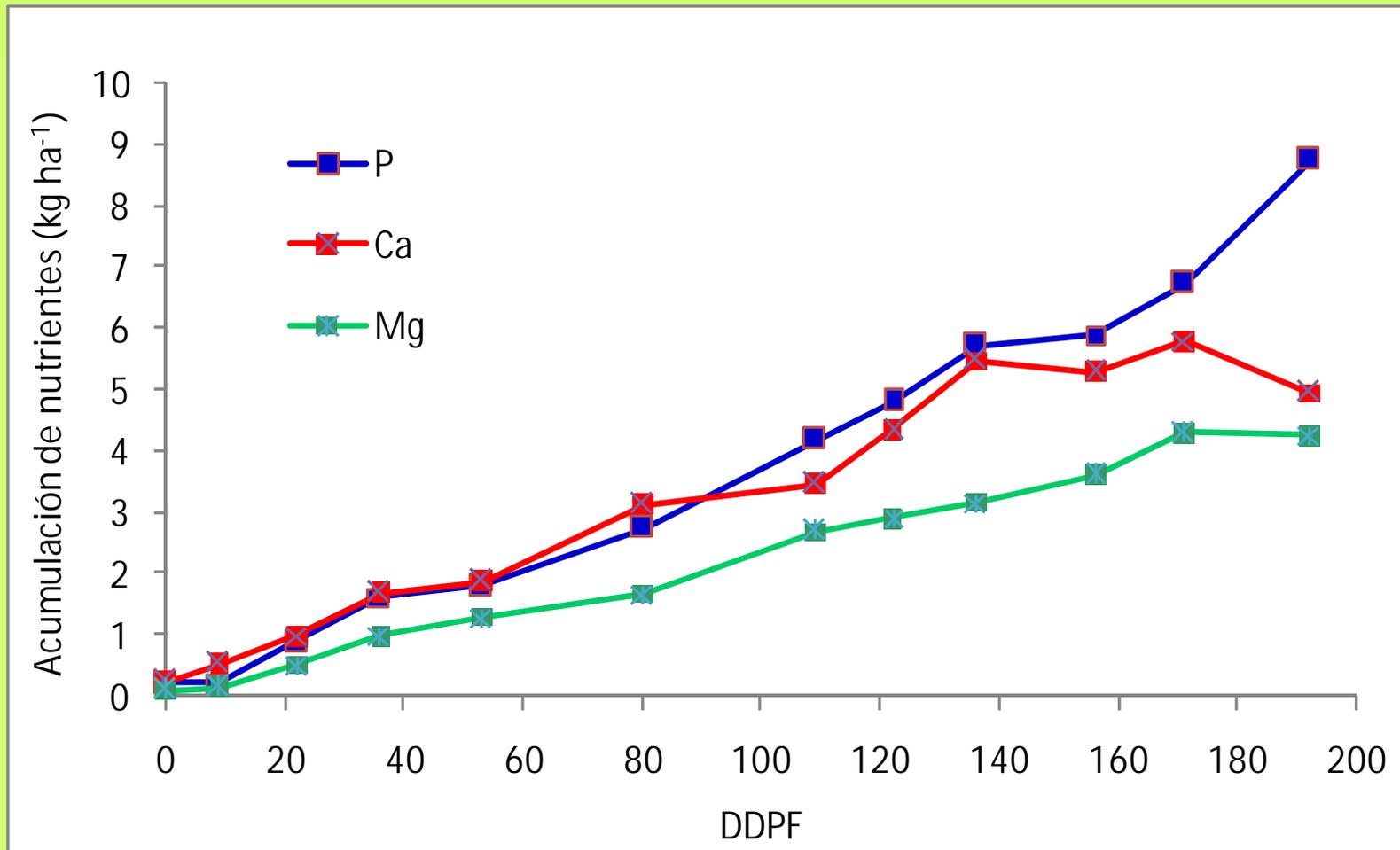
Dosis de Zinc a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de Zn en el suelo (concentración de Zn).



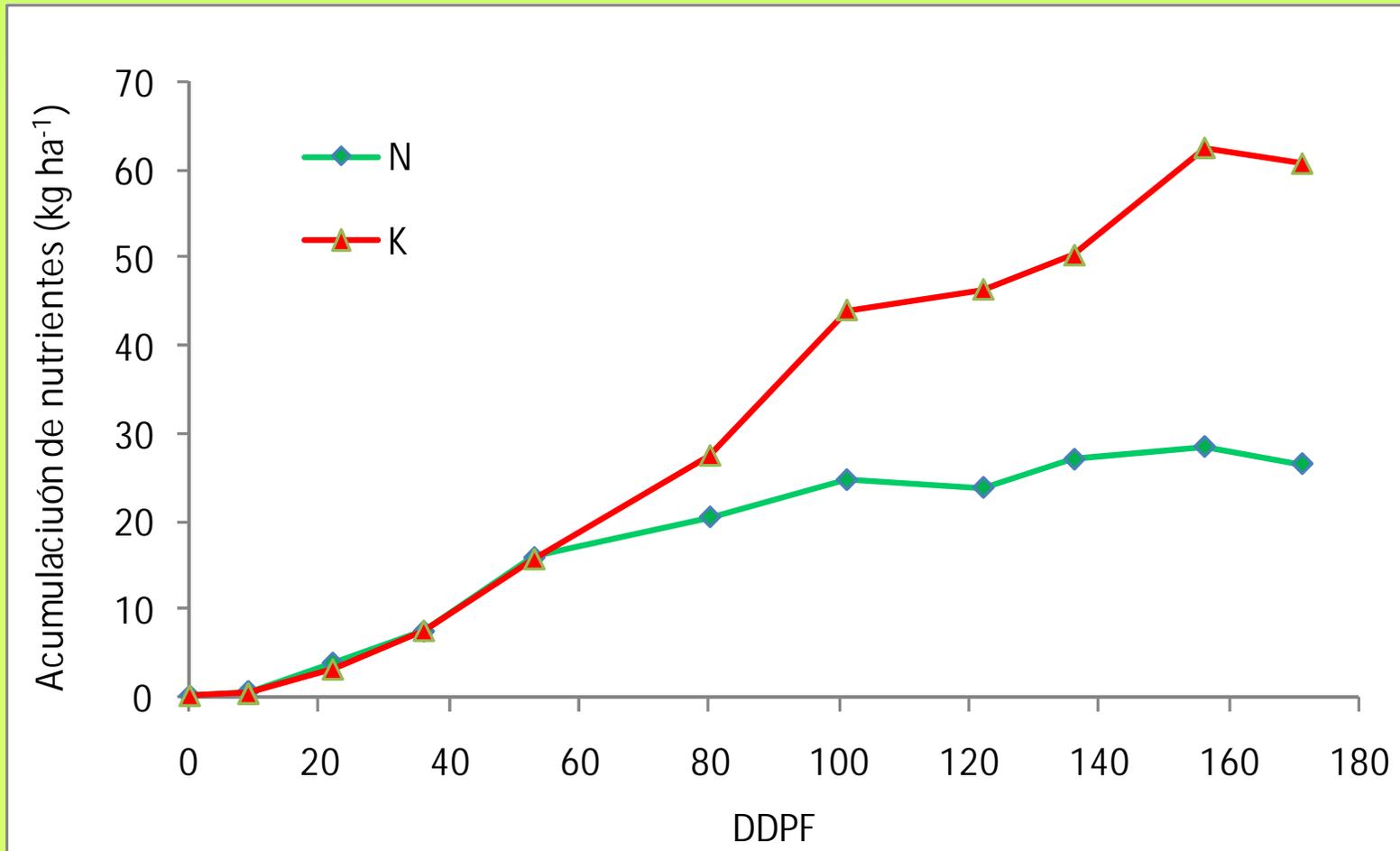
Dosis de Boro a utilizar en huertos de perales en función de la unidad de rendimiento para diferentes niveles de disponibilidad de B en el suelo (concentración de B).



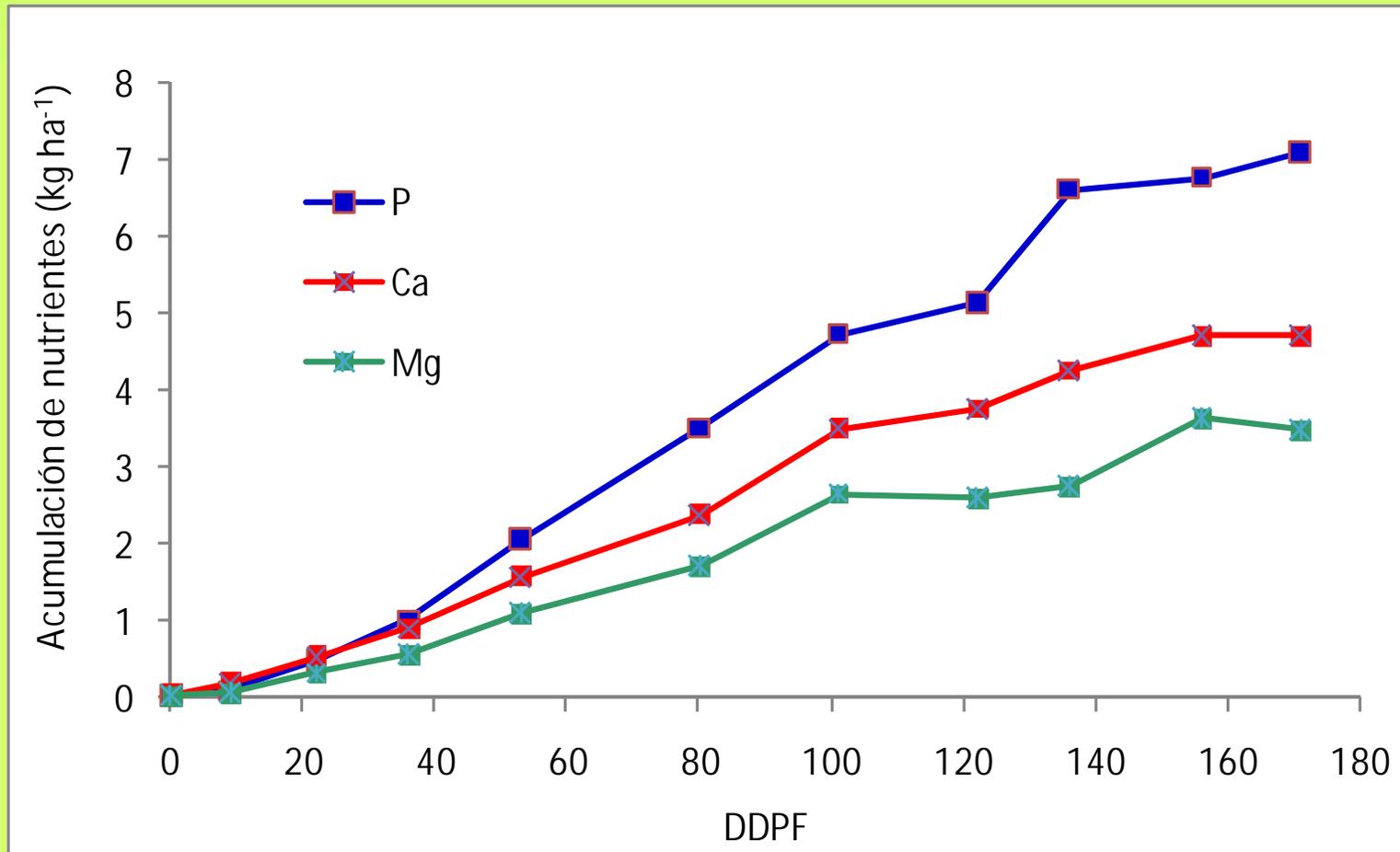
Acumulación de nitrógeno (N) y potasio (K) en frutos de manzano variedad Pink Lady (90 ton/ha). La Montaña de Teno 2009-10.



Acumulación de fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en frutos de manzano variedad Pink Lady (90 ton/ha). La Montaña de Teno 2009-10.



Acumulación de nitrógeno (N) y potasio (K) en frutos de manzano variedad Fuji (70 ton/ha). La Montaña de Teno 2009-10.



Acumulación de fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en frutos de manzano variedad Fuji (70 ton/ha). La Montaña de Teno 2009-10.

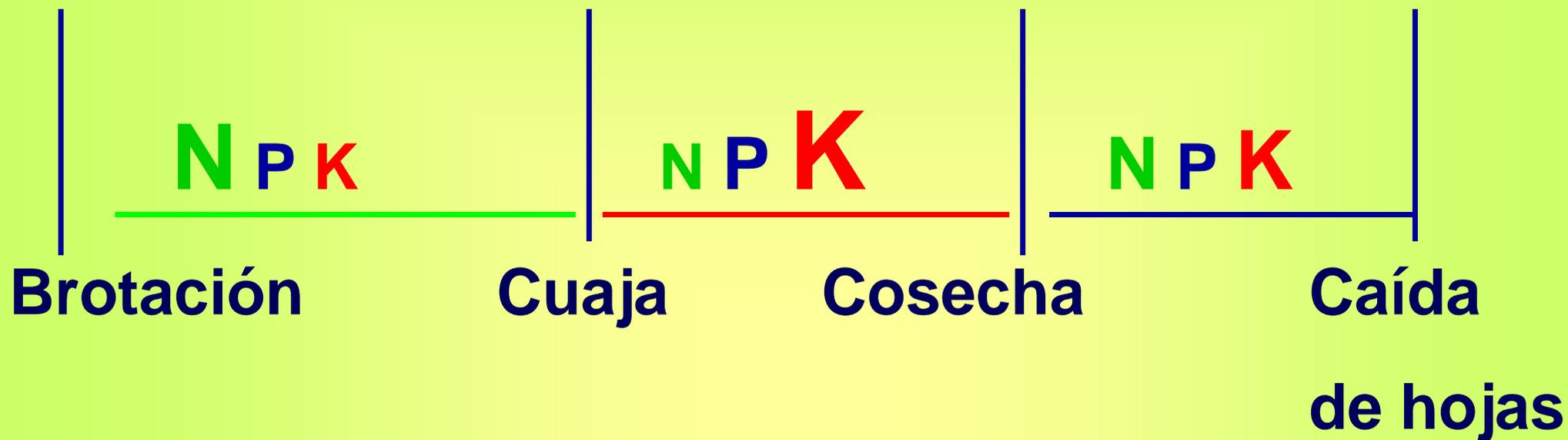
La fertilización empleada fue la siguiente:

Variedad Pink Lady: 100 kg de N; 45 kg de P_2O_5 ; 200 kg de K_2O ; 40 kg de CaO; 30 kg de MgO; 16 kg de S; y 1 kg de B.

Estado fenológico	Nutrientes aplicados y distribución porcentual de las aplicaciones				
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Brotación a Cuaja	25	30	15	25	20
Cuaja a cosecha	55	50	70	75	60
Postcosecha	20	20	15	0	20
Total (%)	100	100	100	100	100

Variedad Fuji: 65 kg de N; 25 kg de P_2O_5 ; 120 kg de K_2O ; 20 kg de CaO; 16 kg de MgO; 8 kg de S; y 1 kg de B.

Estado fenológico	Nutrientes aplicados y distribución porcentual de las aplicaciones				
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Brotación a Cuaja	20	30	10	30	20
Cuaja a cosecha	50	40	70	70	50
Postcosecha	30	30	20	0	30
Total (%)	100	100	100	100	100



IMPORTANCIA RELATIVA DE N-P-K DURANTE EL CICLO DEL FRUTAL

Rol de elementos esenciales en las plantas

Constituyentes químicos

Rol bioquímico

C **H** **O**

N **P**

K

Mg

S

Ca

P

K

Ca

Mg

Fe

Mn

Cu

Zn

B

Mo

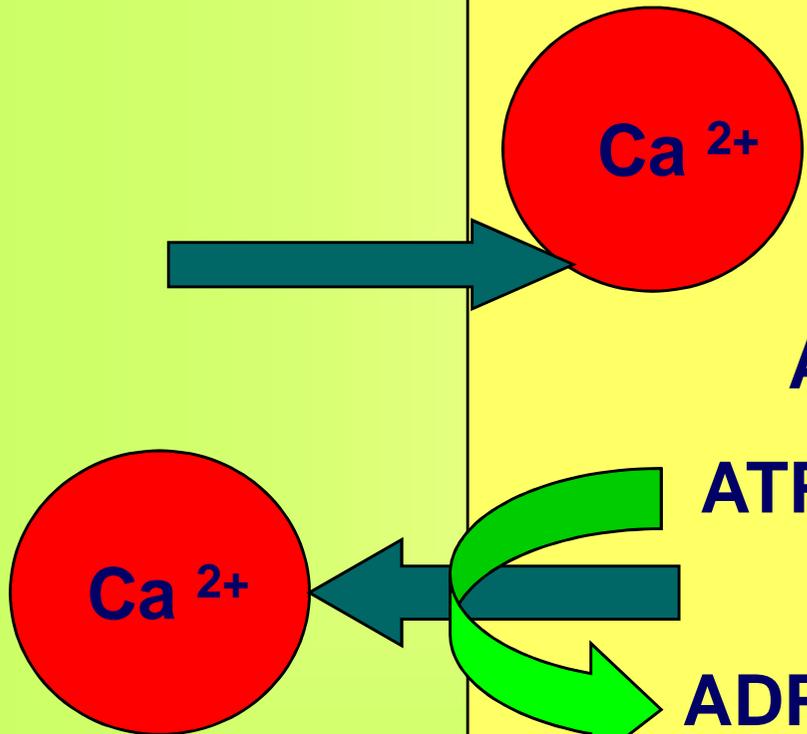
$[Ca^{2+}] = 10^{-3} M$
pH = 5,5

$[Ca] = 10^{-6} - 10^{-7} M$
pH = 7,2
 $\psi = -120 mV$

Vacuola
 $[Ca^{2+}] = 10^{-3} M$
pH = 5,5
 $\psi = -90 mV$
 $Ca^{2+} H^+$

Retículo endoplásmico
 Ca^{2+}

Mitocondria
 $Ca^{2+} Pi$



ATP
ADP + Pi

ATP
ADP + Pi

Ca^{2+}

$[Ca^{2+}] = 10^{-3} M$

pH = 5,5

$\psi = -90 mV$

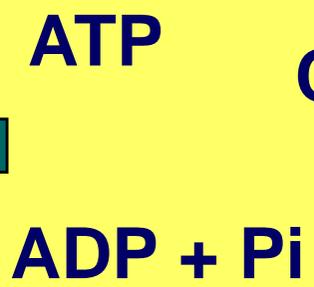
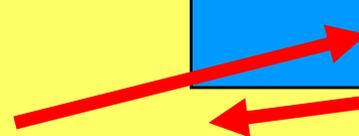
$Ca^{2+} H^+$

Retículo endoplásmico

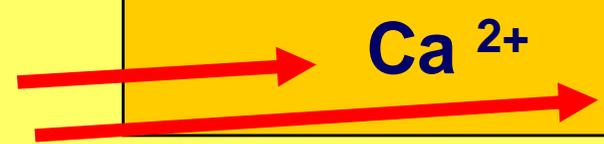
Ca^{2+}

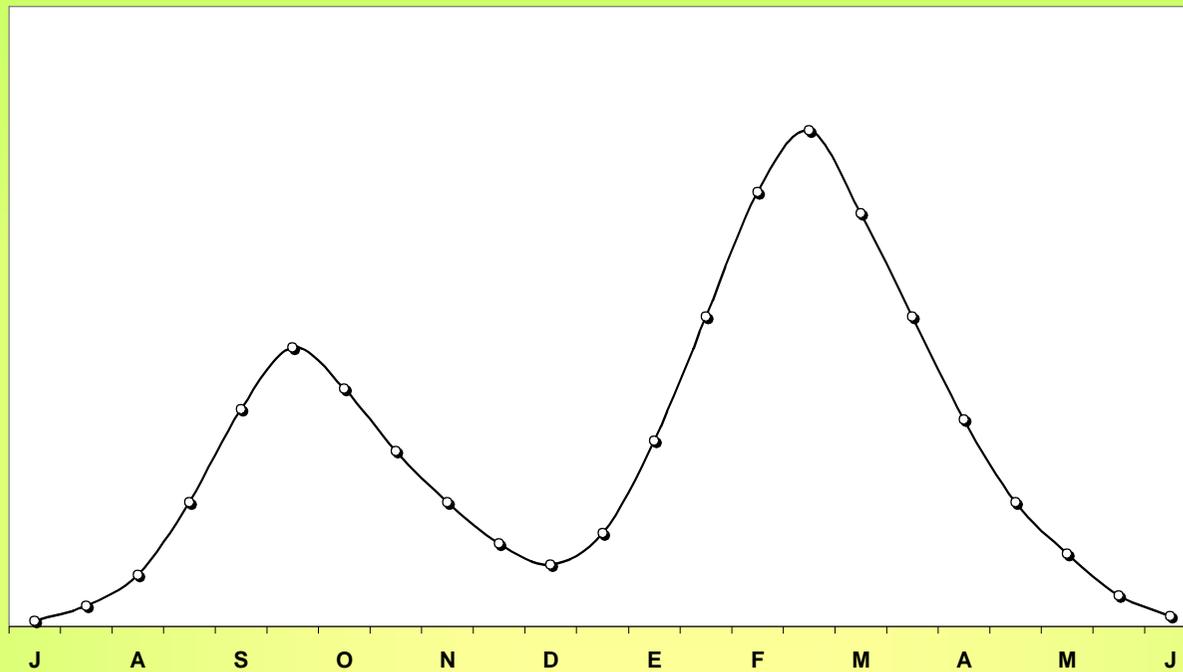
Mitocondria

$Ca^{2+} Pi$

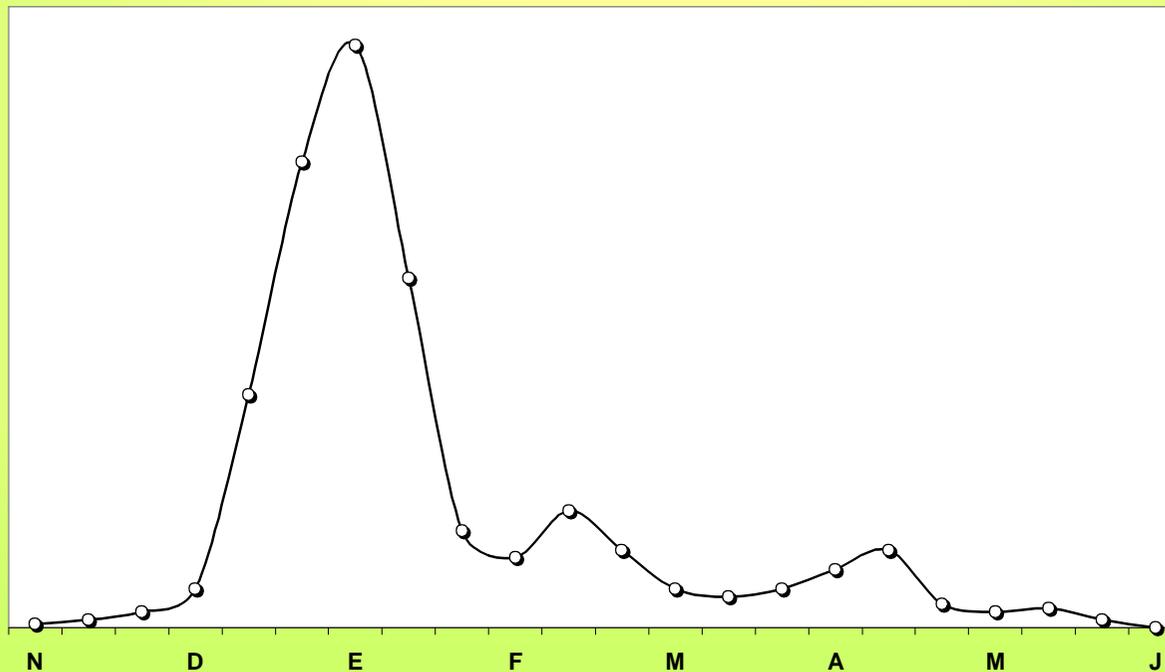


Ca^{2+}





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



Patrón de crecimiento estacional de raíces en Cerezo. INIA Raihuén 2005.

Guía orientativa de parcialización de nutrientes en huertos de pomáceas con producción de media temporada.

Nutriente	Periodo fenológico	Porcentaje de la dosis a aplicar
Nitrógeno	Brotación a cuaja	10 – 20%
	Cuaja a cosecha	40 – 50%
	Postcosecha	30 – 40%
Fósforo	Brotación a cuaja	20 – 30%
	Cuaja a cosecha	40 – 50%
	Postcosecha	20 – 30%
Potasio	Brotación a cuaja	10 – 20%
	Cuaja a cosecha	50 – 60%
	Postcosecha	20 – 30%
Calcio	Brotación a cuaja	20 – 40%
	Cuaja a cosecha	60 – 80%
Magnesio	Cuaja a cosecha	50 – 60%
	Postcosecha	40 – 50%

Guía orientativa de parcialización de nutrientes en huertos de pomáceas con producción tardía.

Nutriente	Periodo fenológico	Porcentaje de la dosis a aplicar
Nitrógeno	Brotación a cuaja	10 – 20%
	Cuaja a cosecha	60 – 70%
	Postcosecha	10 – 20%
Fósforo	Brotación a cuaja	20 – 30%
	Cuaja a cosecha	40 – 50%
	Postcosecha	20 – 30%
Potasio	Brotación a cuaja	10 – 20%
	Cuaja a cosecha	50 – 60%
	Postcosecha	20 – 30%
Calcio	Brotación a cuaja	20 – 40%
	Cuaja a cosecha	60 – 80%
Magnesio	Cuaja a cosecha	60 – 70%
	Postcosecha	30 – 40%