

# Beneficios de la aplicación de silicio en el cultivo de palma de aceite

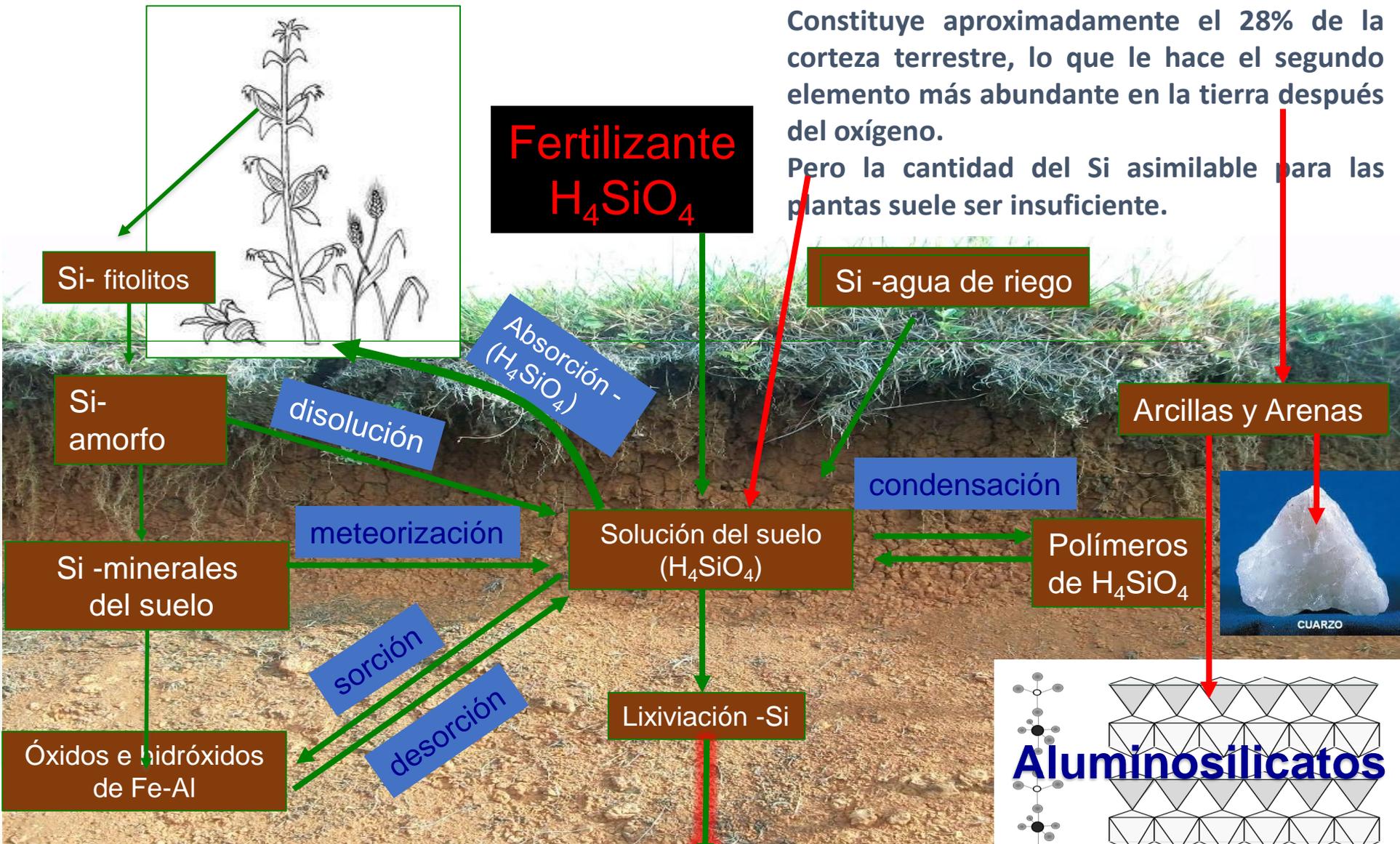
Francisco E. Restrepo Higueta

# Silicio en la naturaleza

## Ciclo del Si... Acido ortosilícico ( $H_4SiO_4$ )

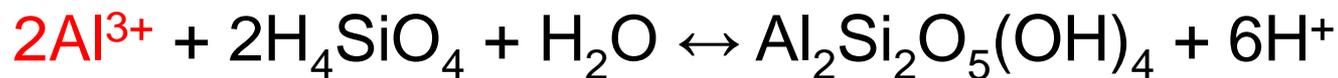
Constituye aproximadamente el 28% de la corteza terrestre, lo que le hace el segundo elemento más abundante en la tierra después del oxígeno.

Pero la cantidad del Si asimilable para las plantas suele ser insuficiente.



# Silicio en el suelo

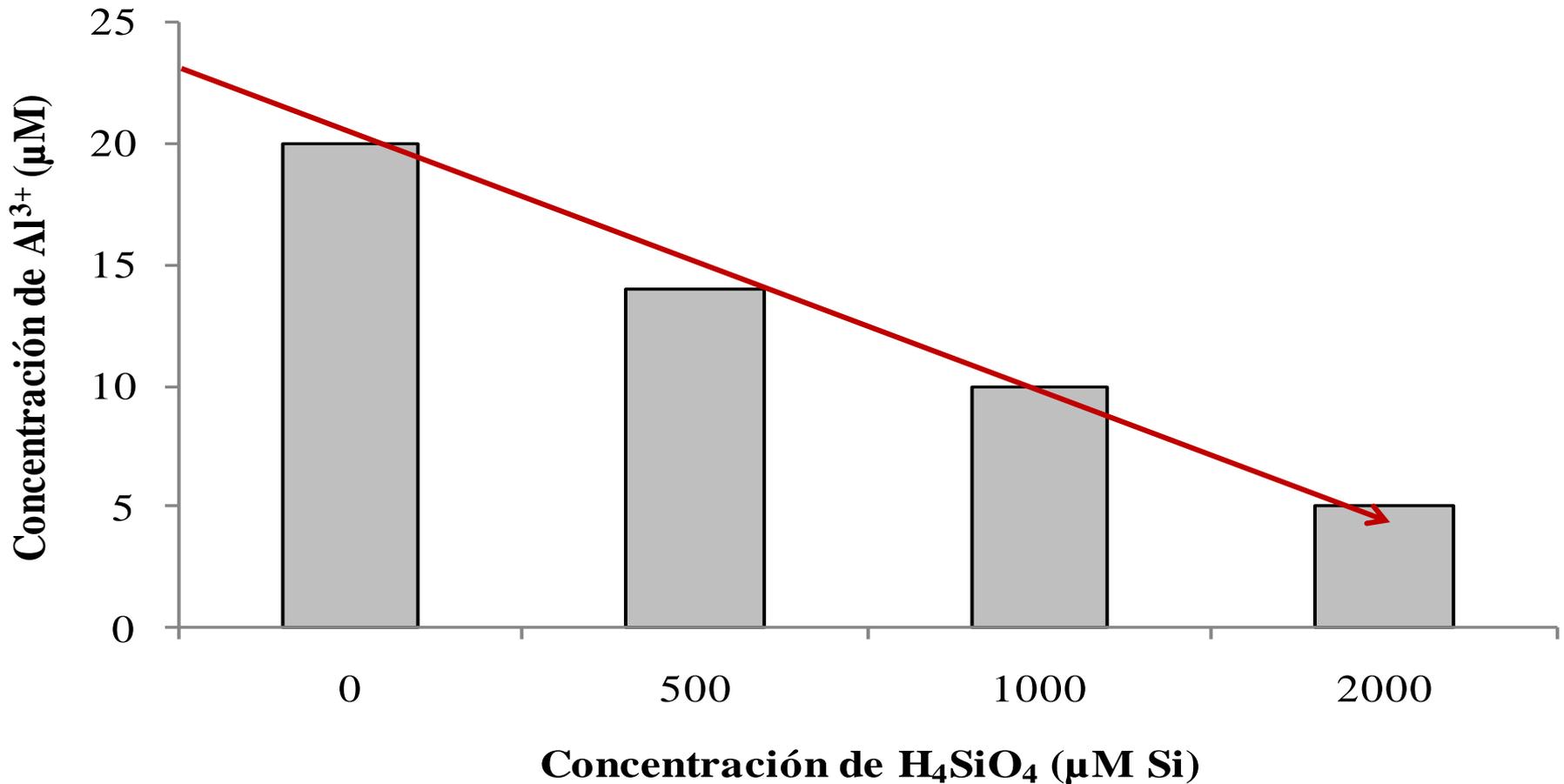
- El Si es parte estructural de las arcillas del suelo... Al meteorizarse se lixivia el Si y queda el Aluminio soluble.
- Al aplicar el  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  al suelo, reacciona con el Al formando hidroxialuminosilicatos (HAS) que no son tóxicos para las plantas y precipitan en el suelo



- De esta forma, el proceso de METEORIZACIÓN DEL SUELO SE REVERSA. En Japón se afirma que EL SILICIO REJUVENECE EL SUELO! El aluminio vuelve a su estado original y deja de ser tóxico! Además se mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes...

# Silicio en el suelo

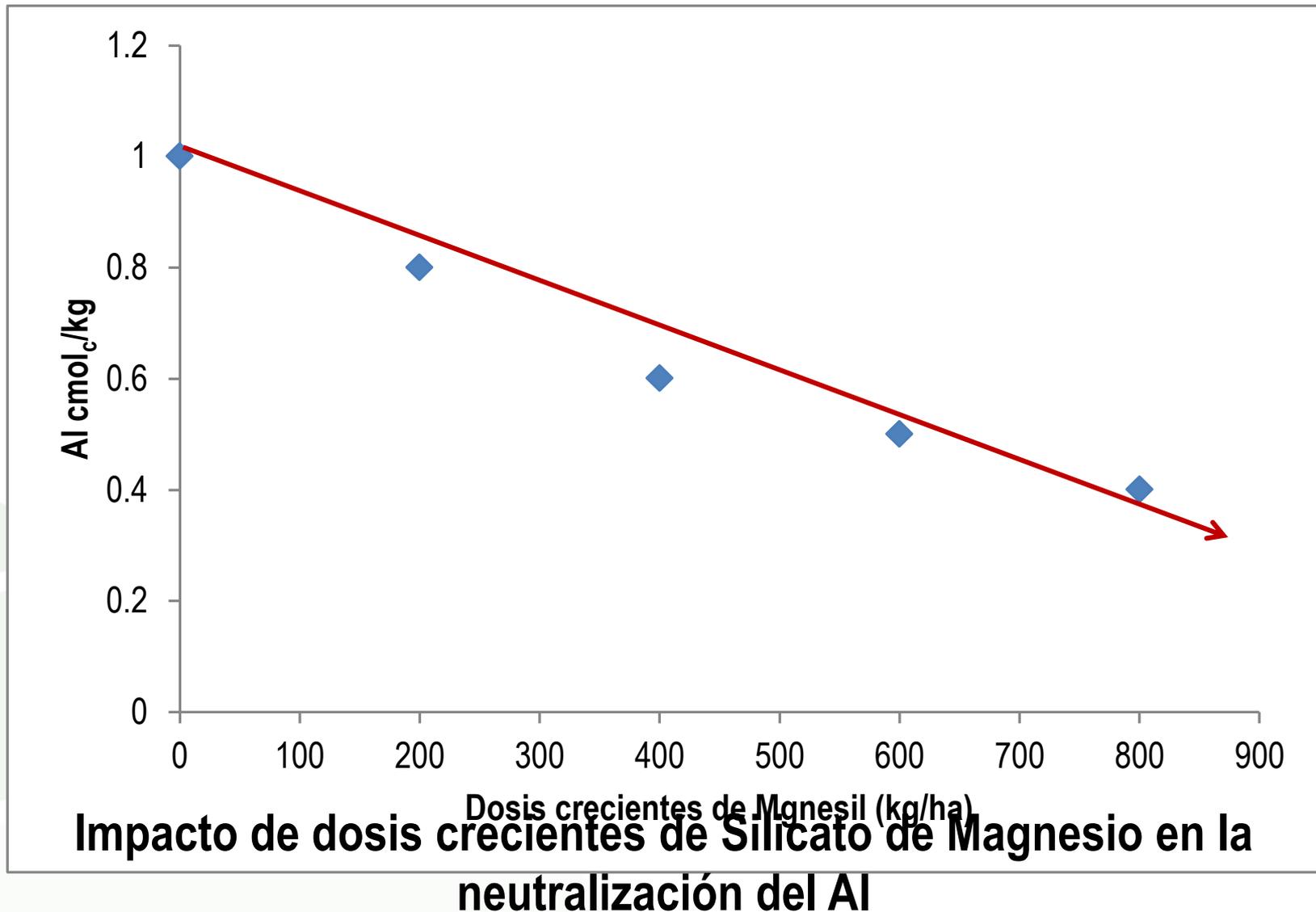
## Acomplejamiento y neutralización del Al



Al<sup>3+</sup> en solución en función de la concentración de ácido ortosilícico. Fuente: Ma y Takahashi (2002).

# Silicio en el suelo

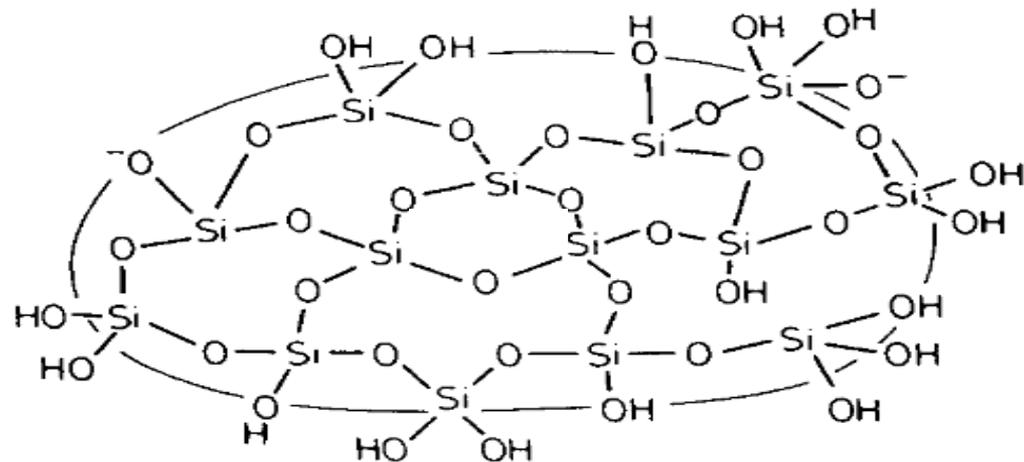
## Acomplejamiento y neutralización del Al



# Silicio en el suelo

## Polimerización y precipitación

**En altas concentraciones se forman polímeros no disponibles para las plantas, los cuales se pueden precipitar en el suelo para formar sílica hidratada amorfa.**



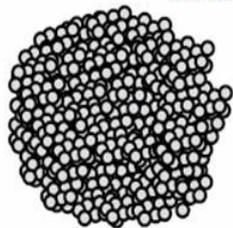
**En general, estos están altamente saturados de agua por lo tanto tienen un efecto benéfico en la capacidad de retención de agua del suelo.**

**Se ha reportado que son importantes para la formación de estructura del suelo al crear puentes de sílice entre partículas (Matichenkov *et al.* 1995; Matichenkov *et al.* 1996; Norton *et al.* 1984).**

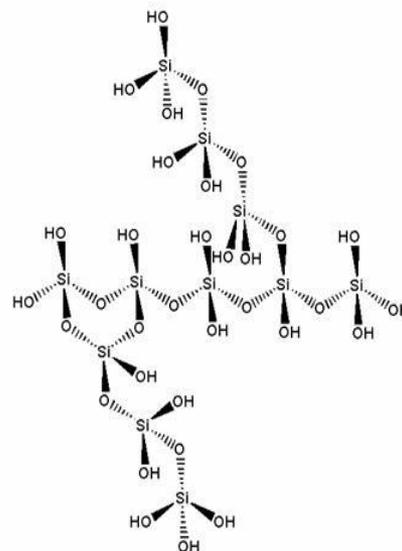
# Silicio en el suelo

## Polimerización y precipitación

### AGREGADOS DE SILICIO EN LA SOLUCIÓN DEL SUELO

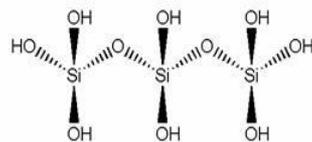
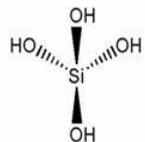


COLOIDES

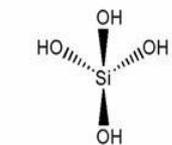


Los ácidos poli-silícicos actúan como adsorbentes y forman partículas coloidales (Hodson and Evans 1995). Son un componente integral de la solución del suelo, y benefician principalmente las propiedades físicas y la CIC del suelo (Matichenkov *et al.* 1996).

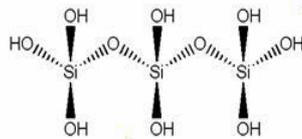
AGREGADOS COLOIDALES



POLIMERIZACIÓN



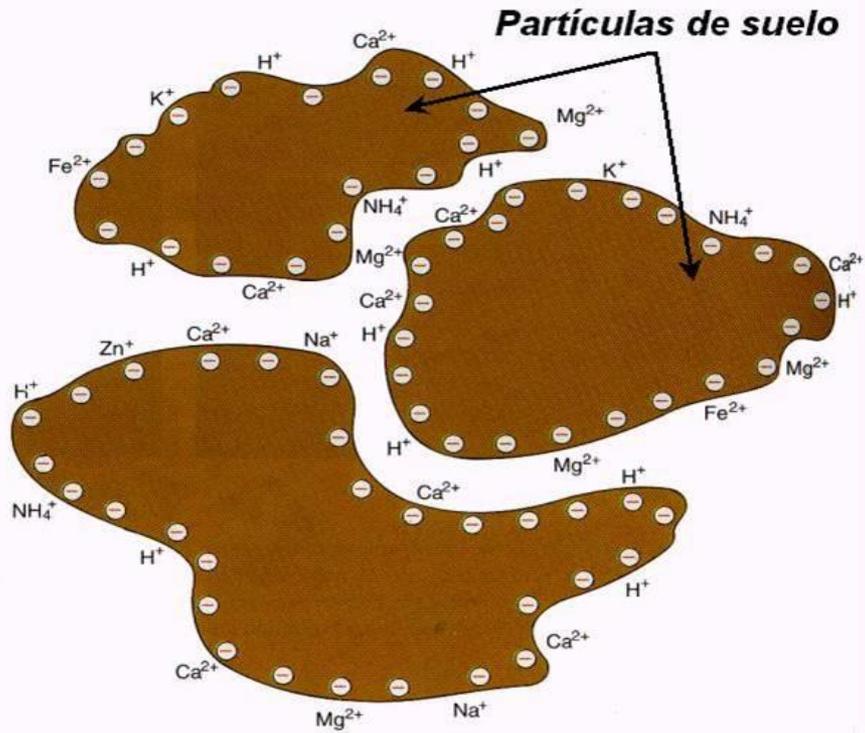
MONÓMEROS



POLÍMEROS

# Silicio en el suelo

## Formación de Coloides



El Si en la tabla periódica... Afinidades ...

5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.007	8 <b>O</b> 15.999
13 <b>Al</b> 26.9815	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.9738	16 <b>S</b> 32.064
31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.60	33 <b>As</b> 74.922	34 <b>Se</b> 78.96

Los coloides del suelo son los responsables de la **RETENCIÓN DE HUMEDAD**, **FORMACIÓN DE ESTRUCTURA** y la **CIC** del suelo. Por tanto, definen su **PRODUCTIVIDAD**, por las condiciones físicas ...  
La **CIC** es la **FERTILIDAD DEL SUELO**, por la capacidad de retener e intercambiar cationes.

# Silicio en el suelo y la Nutrición Vegetal

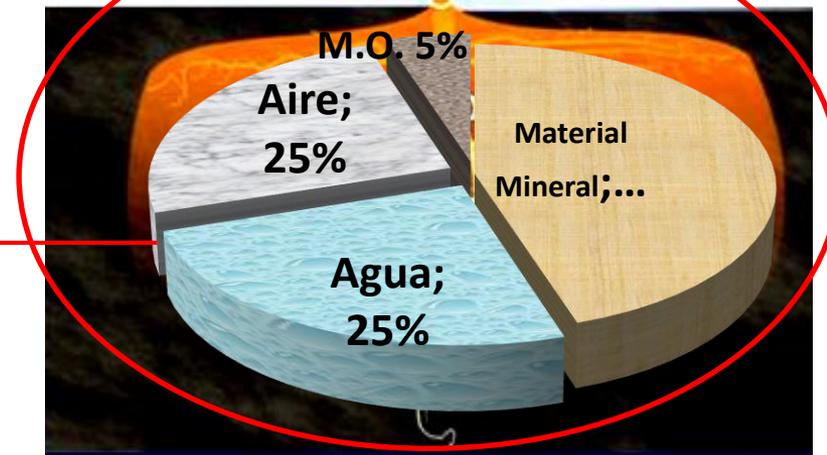
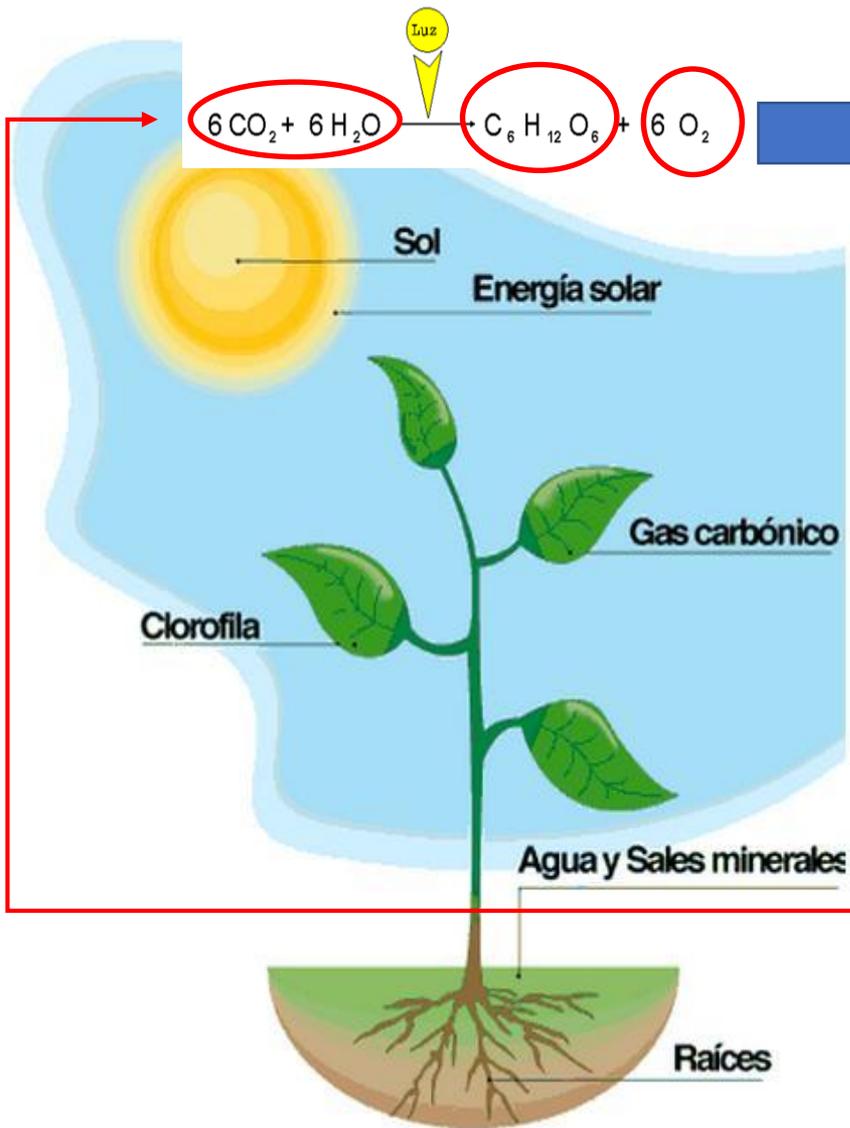
## Nutrientes Requeridos

No minerales	Primarios	Secundarios	Micronutrientes	Benéficos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Carbono</li><li>• Hidrógeno</li><li>• Oxígeno</li></ul> <p>• Aportados por CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, dependen de equilibrio físico del suelo, mejorado por el <b>Silicio</b>.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nitrógeno</li><li>• Potasio</li><li>• Fósforo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Magnesio</li><li>• Azufre</li><li>• Calcio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zinc</li><li>• Boro</li><li>• Molibdeno</li><li>• Cloro</li><li>• Hierro</li><li>• Manganeso</li><li>• Cobre</li><li>• Níquel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Silicio</b></li><li>• Sodio</li><li>• Cobalto</li></ul>

El Silicio no es simplemente un nutriente. Es un acondicionador y catalizador del suelo que, conjuntamente con la M.O.S definen la capacidad productiva de un suelo, ya que promueve la absorción de C, H y O.

C–H–O representan el 95% de la biomasa vegetal, y su suministro depende del equilibrio entre macro y microporos, para la toma de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O por las raíces.

# La Nutrición de las plantas



# Silicio en el suelo

## Interacción entre silicio y fósforo

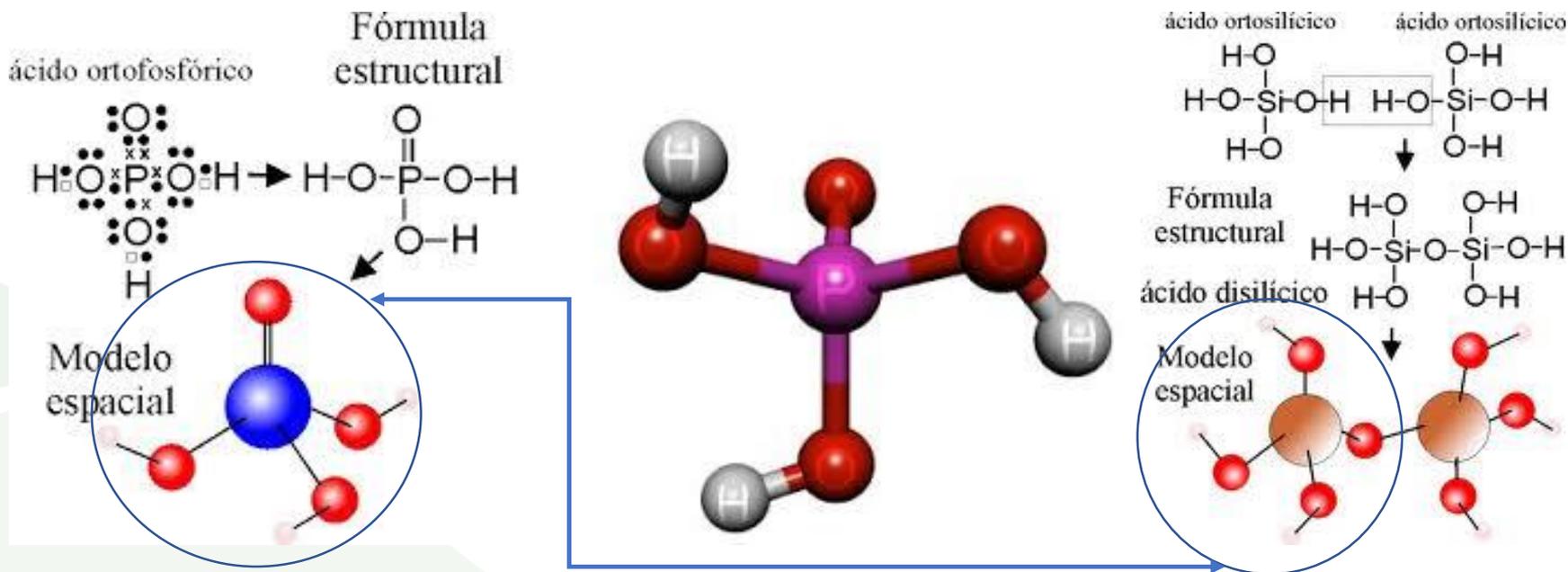
- Una de los efectos más importantes de la aplicación de fertilizantes/enmiendas silicatadas es **mejorar la disponibilidad de P** en el suelo y así mejorar la absorción de P por las plantas cultivadas y, por ende, el rendimiento de los cultivos.
- Estos efectos resultan muy evidentes y valiosos **en suelos tropicales** donde la fijación de P limita la efectividad de los fertilizantes.
- Esto es debido a la **competencia** entre el ión  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y el  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  por **sitios de adsorción** sobre la superficies de arcillas y óxido e hidróxidos de Fe y Al.



# Silicio en el suelo

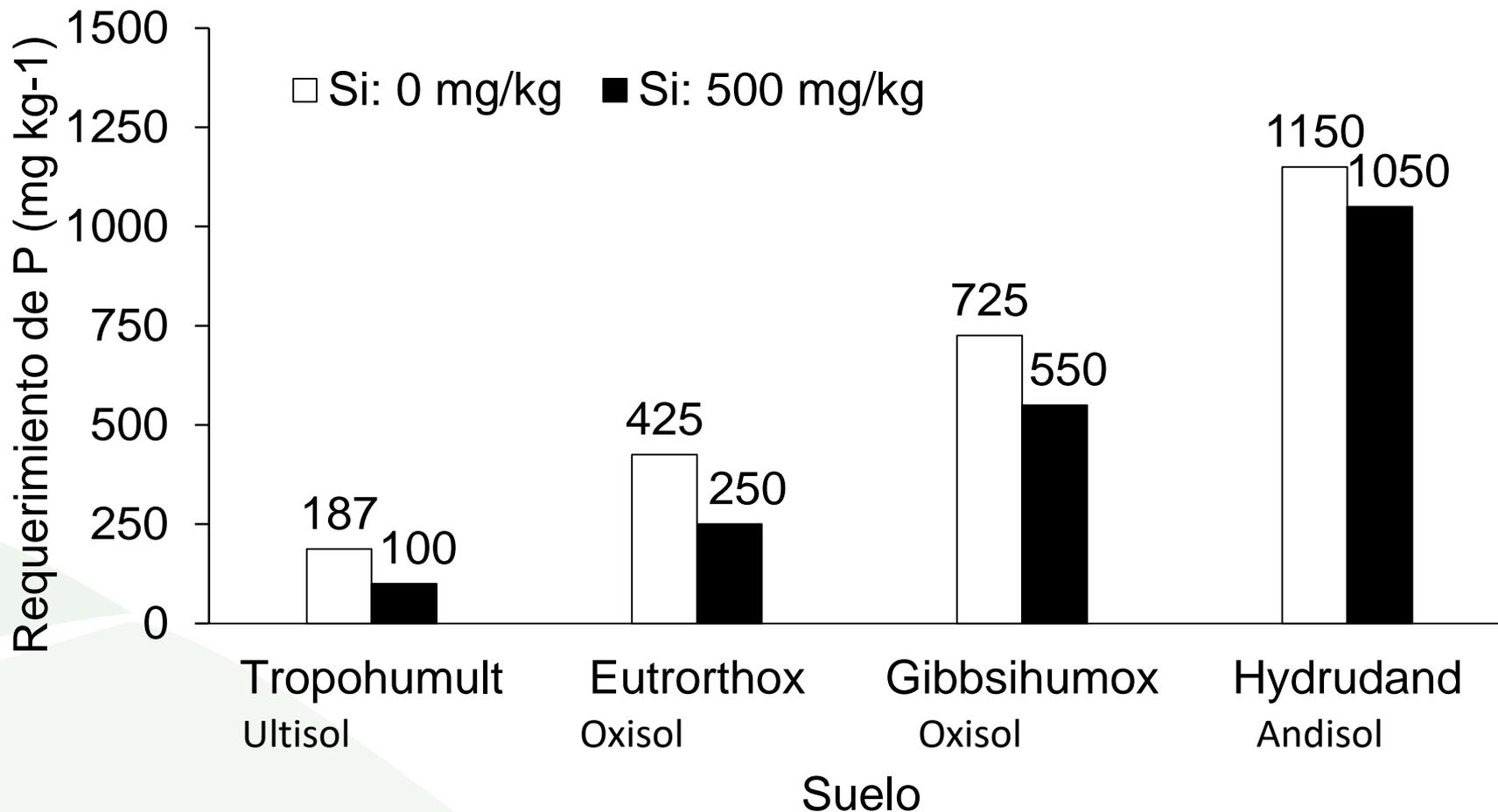
## Interacción Silicio – Fósforo

- **Sustitución** del ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  por el  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  en los **sitios de adsorción** sobre la superficies de arcillas y óxido e hidróxidos de Fe y Al.



# Silicio en el suelo

## Interacción Silicio – Fósforo



Reducción de P: 47%

41%

24%

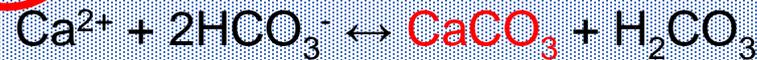
9%

Con la competencia entre  $H_4SiO_4$  y fosfatos sobre los óxidos de Fe en el Suelo se reduce la cantidad de P requerida ( $0.2 \text{ mg L}^{-1}$ ) (Roy *et al.* 1971)

# Silicio en el Suelo

Reacciones de los Silicatos: FIJAN CO<sub>2</sub> !!!

## Reacción de los Silicatos: Captura y fijación de CO<sub>2</sub>



Con el incremento de la actividad del CO<sub>2</sub> es posible formar magnesita y no serpentina:



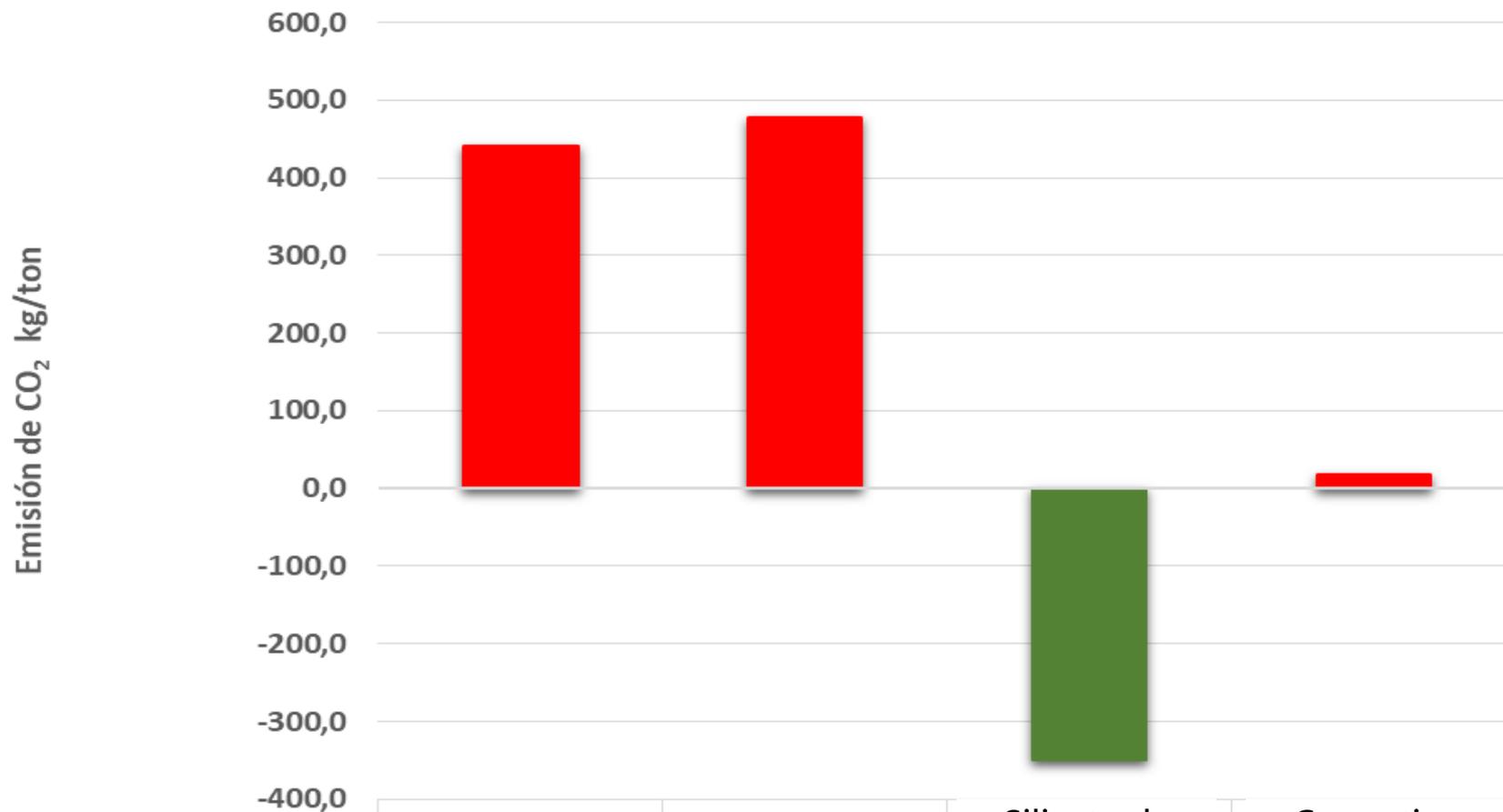
Con los silicatos de calcio (wollastonita) es posible formar calcita (CaCO<sub>3</sub>).



De esta manera, la meteorización de los minerales silicatados es un importante reservorio de CO<sub>2</sub> para la atmósfera a escala de tiempo geológica y podría ejercer una gran influencia sobre el cambio climático global (Struyf *et al.* 2009).

# Los Correctivos de acidez y LA HUELLA DE CARBONO

## Huella de Carbono



■ Emisión CO<sub>2</sub> Kg/ton

Cal Agrícola

Cal dolomita

Silicato de  
Magnesio

Correctivo  
compuesto

440,0

476,7

-349,1

17,2

# Absorción de Si por la planta



Efecto de la aplicación de silicio y Fósforo en almácigos de Café Var. Colombia (Chinchiná – Caldas 2006. Tesis U de Caldas)



Las plantas toman silicio sólo como Ácido Ortosilícico



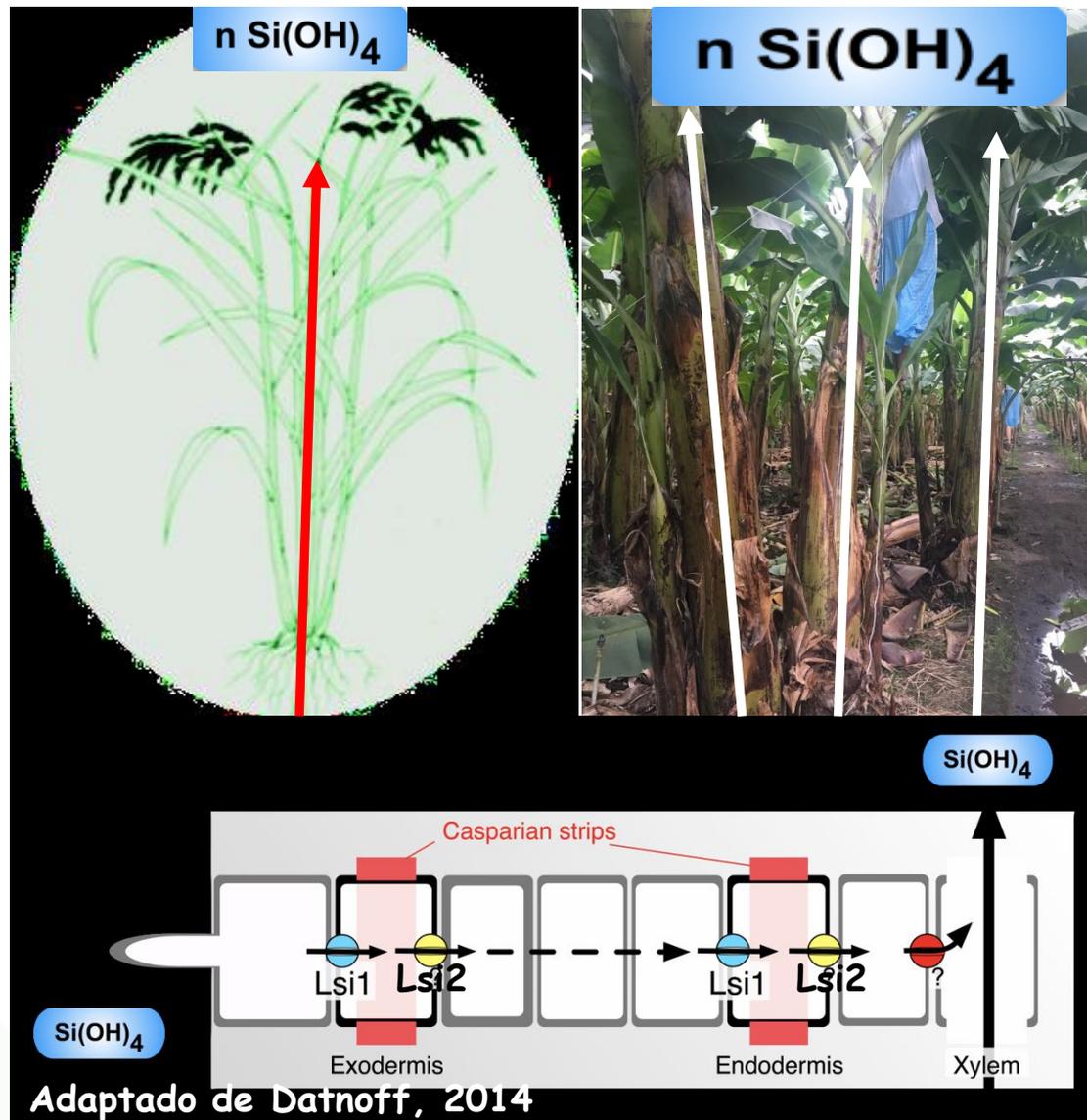
# Silicio en las plantas

## Absorción y Translocación

El Si es absorbido por las plantas desde la solución del suelo, se transporta desde la solución externa a las células corticales y se libera hacia el interior del xilema.

Allí se deposita en las paredes celulares de los vasos del xilema y evita la compresión de los vasos bajo condiciones de alta transpiración causado por sequía o stress por calor. (Mitani y

Ma 2005; Matichenkov y Bocharnikova 2001)



# Silicio en las plantas

## Papel en contrarrestar plagas y enfermedades

### ✓ HIPÓTESIS I - Resistencia Mecánica de la Pared Celular (Japón) – Plagas & Enfermedades



### ✓ HIPÓTESIS II - Se induce la formación de Fenoles (fitoalexinas) – Enfermedades fungosas

### BARRERA MECÁNICA

Capa doble de silicio - cutícula (Yoshida et al., 1966)



# Efectos del silicio en el cultivo de palma de aceite

¿Por qué aplicar fuentes de Si en el cultivo de palma de aceite?

## SOIL AND PLANT SILICON STATUS IN OIL PALM CROPS IN COLOMBIA

By F. MUNEVAR M.‡ and A. ROMERO F.

*Centro de Investigación en Palma de Aceite, CENIPALMA, Calle 21 No. 42-55, Bogotá,  
Colombia, South America*

*(Accepted 18 September 2014)*

### SUMMARY

A study was conducted, including 17 oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) crops distributed throughout Colombia, to determine how much silicon (Si) this plant species accumulates in their leaves, and also to determine the available Si levels in the soils. The study was conceived as a preliminary step of a research project aimed at determining whether the beneficial effects of Si, which have been identified for other species also, occur in the oil palm crop. Available Si varied among soils; lower levels were found in the soils with characteristics associated with greater weathering as compared with less weathered soils. Relatively high leaf Si levels were found in all of the sites studied and this was interpreted as an indication that oil palm could be considered a Si accumulator. An increase in Si concentration with leaf age was found, indicating that this element probably behaves as a non-mobile element in the plant. A defined relationship between soil available Si and Si concentration in the leaves was not found, however. The results indicate that it is worthwhile conducting specific studies to determine the effects of Si on oil palm growth and behaviour, and provide useful criteria for the design of future studies.

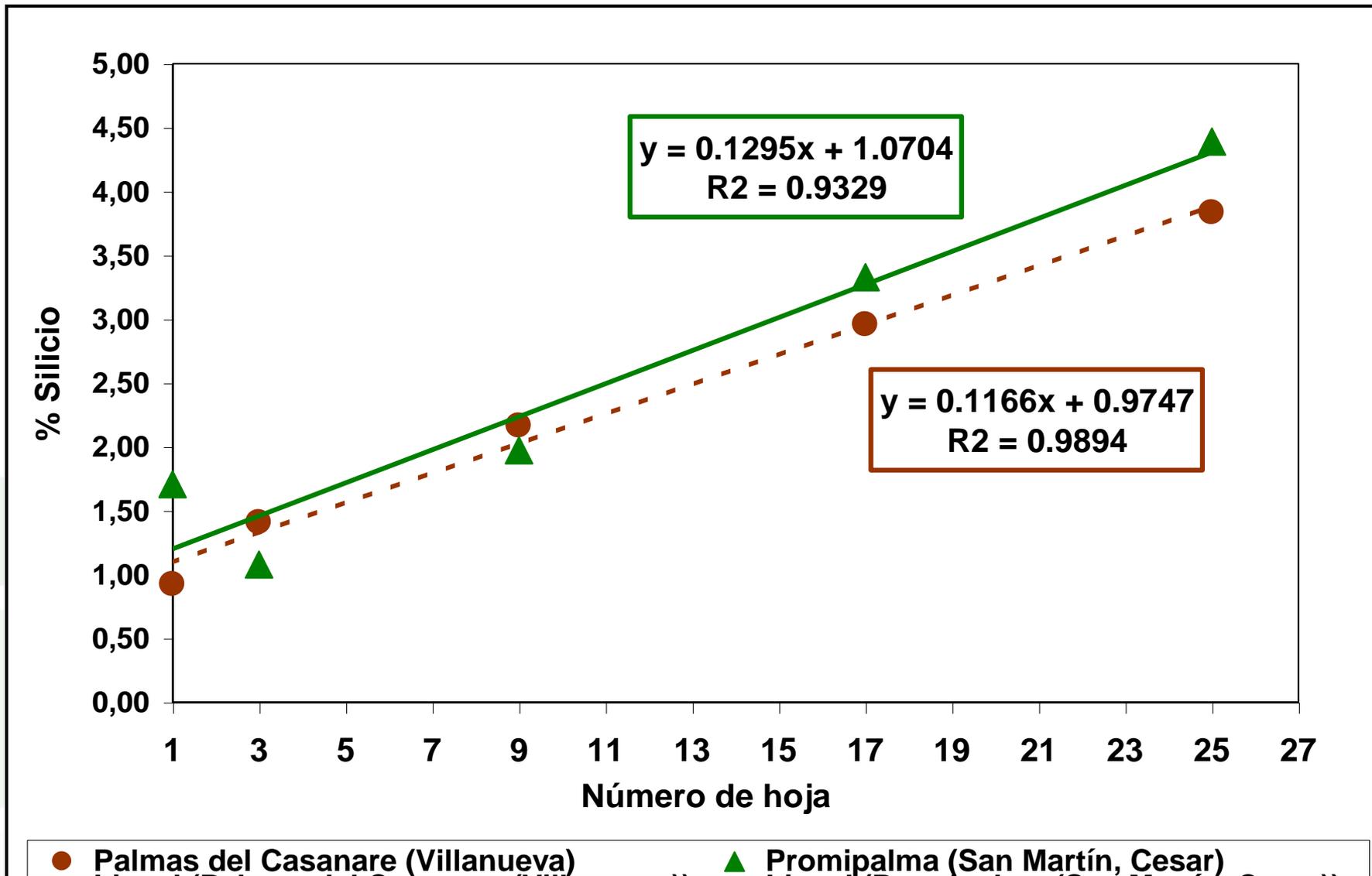
# Si disponible en diferentes puntos del sistema de la palma y regiones de Colombia

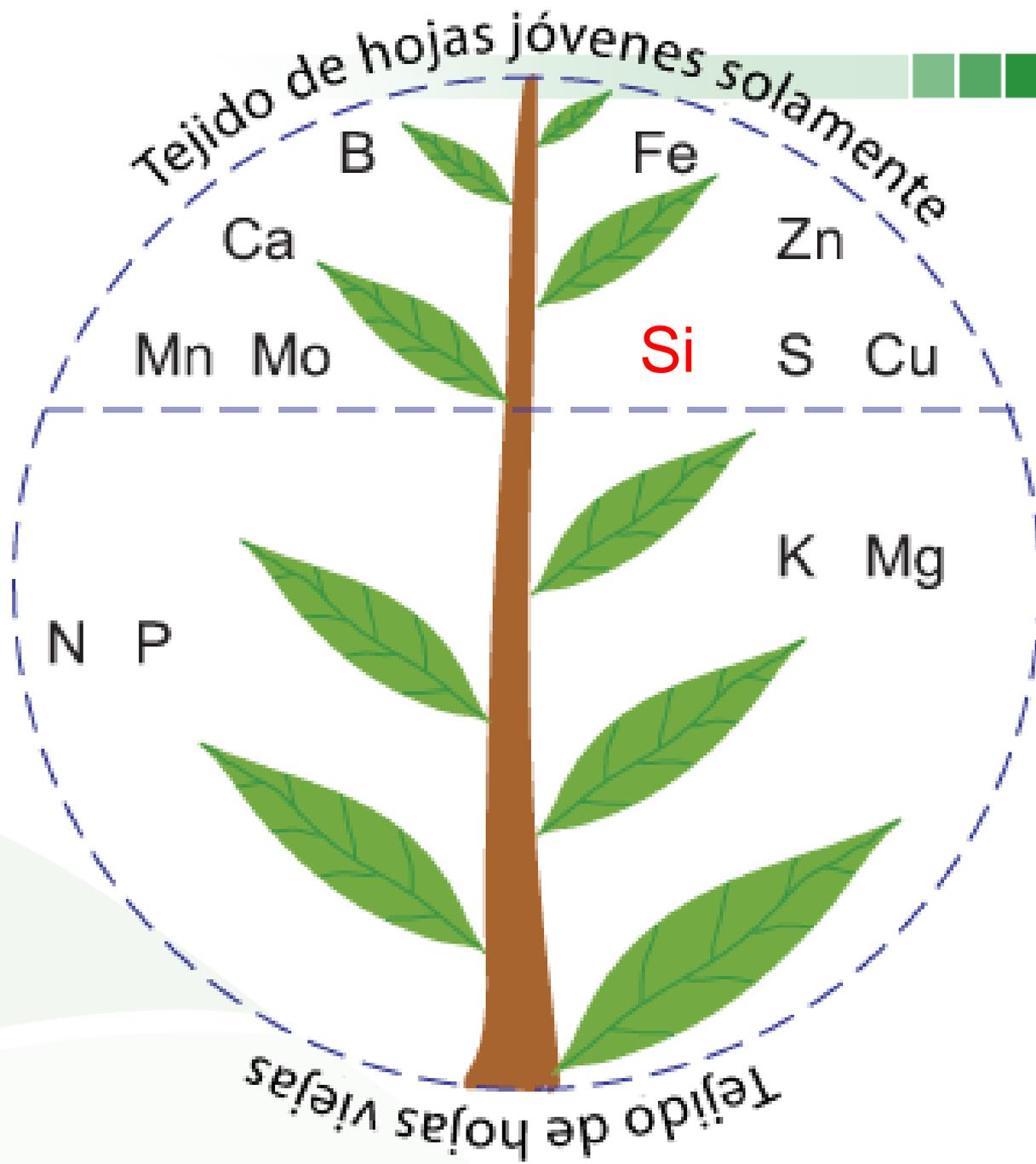
Region	Characteristics of dominant soils	Estate	Sampling position			Region mean
			Circle 0–10 cm	Circle 10–20 cm	Alley 0–10 cm	
North	Inceptisols, neutral to slightly basic, high base status, 2:1 clays, low organic matter	Padornelo	60.8	63.9	55.6	74.5 <sup>a</sup>
		El Carmen	67.1	82.0	67.3	
		Alamosa	122.0	69.3	84.2	
Tumaco – aluvial	Entisols and Inceptisols, strongly acid, low base status, kaolinitic, low organic matter	Astorga	39.6	83.2	54.3	74.9 <sup>a</sup>
		Salamanca	75.3	102	95.1	
Tumaco – hills	Inceptisols (mainly oxic intergrades), very strongly acid, low base status, kaolinitic, low organic matter	Astorga	17.5	20.6	20.1	24.4 <sup>b,c</sup>
		Palmeiras	23.1	35.3	30.5	
Tumaco – poorly drained cuvetts	Inceptisols, very strongly acid, low base status, kaolinitic, high organic matter	Astorga	17.9	n.d.	23.2	62.3 <sup>a</sup>
		Santafé	36.8	80.1	69.9	
Puerto Wilches	Inceptisols (mainly oxic intergrades), very strongly acid, low base status, kaolinitic, low organic matter	Monterrey	8.5	8.9	6.8	7.3 <sup>c</sup>
		Bucarelia	5.8	6.7	6.9	
South Cesar	Inceptisols, slightly acid, high base status, 2:1 clays and kaolinite, low to medium organic matter	Promipalma	35.8	47.6	45.4	60.0 <sup>a</sup>
		Indupalma	73.6	86.0	71.3	
Eastern Plains	Inceptisols (mainly oxic intergrades), strongly acid, low base status, kaolinite and gibbsite, low organic matter	Casanare	11.4	16.4	14.5	10.9 <sup>b,c</sup>
		La Cabaña	6.5	7.8	14.1	
		Araguatos	10.1	7.5	11.0	
		San Antonio	9.4	11.0	10.8	

# Concentración de Si y relación Si:Ca en la hoja 3 y 17

Region	Estate	Si (%)		Si:Ca	
		Leaf 3	Leaf 17	Leaf 3	Leaf 17
North	Padornelo	1.03	2.89	3.22	4.82
	El Carmen	1.57	4.07	2.75	4.79
	Alamosa	1.07	2.29	1.95	3.14
Tumaco – aluvial	Astorga	1.06	2.58	2.52	3.97
	Salamanca	1.40	3.76	3.04	5.37
Tumaco – hills	Astorga	1.03	2.71	1.47	5.02
	Palmeiras	0.92	2.78	2.56	4.03
Tumaco – poorly drained cuvetts	Astorga	0.87	2.29	2.90	4.49
	Santafé	1.19	1.82	2.29	2.46
Puerto Wilches	Monterrey	0.73	1.55	2.28	2.82
	Bucarelia	0.96	1.73	3.20	2.84
South Cesar	Promipalma	1.71	2.30	3.64	3.07
	Indupalma	1.28	2.33	4.41	3.15
Eastern Plains	Casanare	0.88	3.04	2.10	3.70
	La Cabaña	1.41	2.40	2.88	3.69
	Araguatos	1.49	3.64	3.04	4.60
	San Antonio	1.29	2.76	3.58	5.63
Mean		1.17	2.64	2.81	3.98
SD		0.28	0.70	0.71	0.97

# Concentración de Si en función de la hoja (Munévar y Romero 2014)





# Estadística descriptiva para análisis de Si en la hoja 17 – 418 muestras

Statistics	Si (%)	Ca (%)	Si:Ca
Mean	2.25	0.66	3.56
Maximum	4.73	1.30	8.07
Minimum	0.91	0.34	1.20
Median	2.10	0.64	3.37
Mode	1.48	0.66	1.72
SD	0.74	0.14	1.35
CV (%)	32.9	21.2	37.9

# Impacto del Silicio en PC (Flecha Seca)



## Revista Palmas

[Inicio](#) [Acerca de](#) [Iniciar sesión](#) [Registrarse](#) [Buscar](#) [Actual](#) [Archivos](#)

[Inicio](#) > [Vol. 28, núm. especial, \(2007\)](#) > [Acosta G.](#)

### El Papel del silicio en el desempeño de palmas con flecha seca en una plantación comercial de palma aceitera en Quepos, Costa Rica

Álvaro Acosta G., Floria Ramírez, Héctor Albertazzi

#### Resumen

En muchos cultivos el silicio ha sido relacionado con tolerancia a enfermedades. El presente informe describe los resultados de pruebas semi-comerciales donde se evaluó el efecto de una fuente de silicio en la evolución de focos de flecha seca en la División de Quepos. Centros fruteros completos de 1,1 hectárea en promedio fueron utilizados como parcelas experimentales en las cuales alternadamente se aplicó el equivalente a 30 kg de Si/ha. La fertilización complementaria a los tratamientos fue similar en N, P, K, Mg y B. En total fueron aplicadas 148 parcelas, en un área experimental total de 1.44.4 hectáreas. Como variable de respuesta se evaluó el porcentaje de palmas sanas, palmas enfermas y en recuperación. Además, se evaluó el Índice de Recuperación Vegetativa, como una razón de la cantidad de palmas en recuperación entre el total de palmas enfermas acumuladas. Al cabo de un año de evaluaciones se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, encontrándose que aquellas parcelas que recibieron silicio lograron aumentar la recuperación en 62 por ciento y 94 por ciento en los dos casos evaluados.

#### Palabras clave

#### HERRAMIENTAS DEL ARTÍCULO

-  [Cómo citar un elemento](#)
-  [Publicar un comentario](#)  
(Inicie sesión)

#### OPEN JOURNAL SYSTEMS

#### [Ayuda de la revista](#)

#### USUARIO/A

Nombre de usuario/a

Contraseña

No cerrar sesión

#### NOTIFICACIONES

- [Ver](#)
- [Suscribirse](#)

# Efecto del Si en Palma de aceite sobre la PC (Flecha Seca)

Índice de recuperación vegetativa inicial, final y el cambio para cada tratamiento, luego de un año de la aplicación de los fertilizantes. Comparación de medias según Tukey  $\alpha=0.05$ .

(Acosta et al. 2007)

Lote	Tratamiento	IRV inicial	IRV final	D IRV	Probabilidad
140	Kieserita ( $MgSO_4$ )	0.49	0.68	0.18	0.0000
	Sulfato de Mg agrícola ( $MgSO_4 - SiO_2$ )	0.31	0.66	0.35	
100	Kieserita ( $MgSO_4$ )	0.15	0.41	0.26	0.0017
	Sulfato de Mg agrícola ( $MgSO_4 - SiO_2$ )	0.09	0.51	0.42	

# Contraste de los contenidos de Si en palmas sanas (PS) y palmas enfermas (PE)

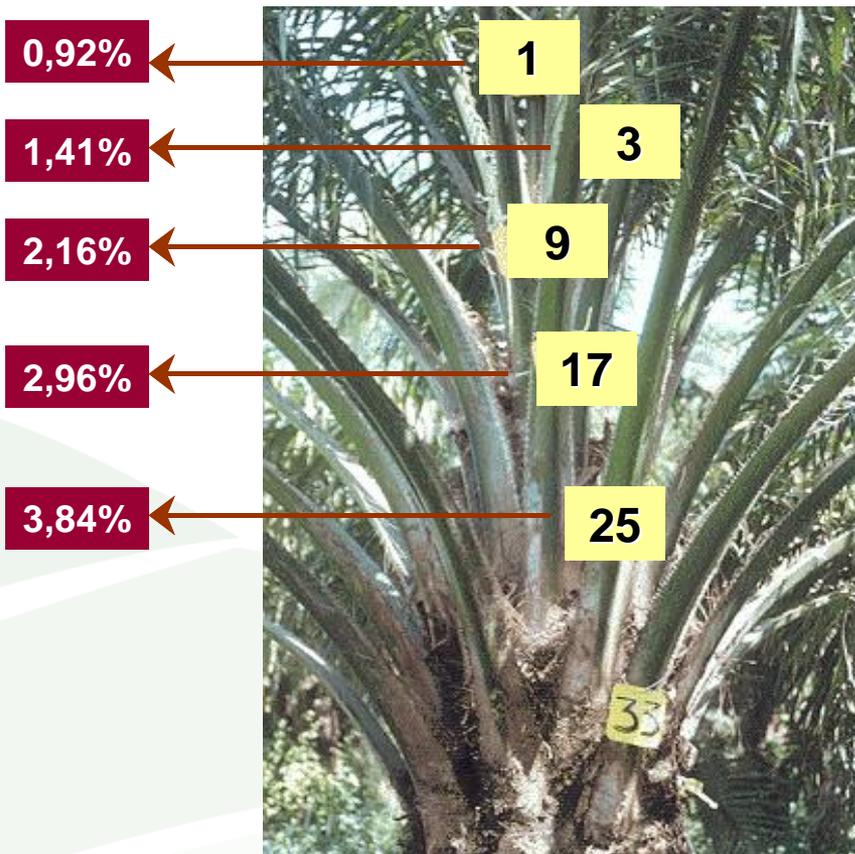
Tabla 4-4 Concentración de silicio expresada en base seca en los tejidos por el estado sanitario de las palmas [N=Número de datos, DS= desviación estándar].

Estado	N	% Si (Promedio de plantaciones)									
		Cogollo		Flecha		Hoja 1		Hoja 3		Hoja 17	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
PS	12	0,739	0,155	0,539	0,075	0,591	0,088	0,663	0,171	1,506	0,852
PE	12	0,716	0,101	0,479	0,032	0,523	0,090	0,605	0,204	1,722	1,005

Se observa una mayor concentración de Si en los tejidos jóvenes de palmas sanas

# Distribución del silicio en el follaje

## Variabilidad de la concentración de silicio en función de la edad de las hojas... PC en Palma de Aceite



- ✓ La concentración del silicio en las hojas de la palma de aceite aumenta con la edad de ellas
- ✓ El silicio en la palma de aceite posiblemente se comporte como un elemento no móvil en el floema

# Silicon treatment in oil palms confers resistance to basal stem rot disease caused by *Ganoderma boninense* (Najihah et al. 2014 Crop Science)

## Abstract

Basal stem rot (BSR) disease, which is caused by the fungus *Ganoderma boninense*, is the major disease of oil palm in Malaysia and causes economic losses in the oil palm industry around the world. Plants that are treated with silicon (Si) show enhanced host resistance, perhaps because the accumulation of silica in host cell walls deters the pathogen from penetrating host tissues. In this study, oil palm seedlings were treated with five Si sources (silicon oxide, potassium silicate, calcium silicate, sodium silicate, and sodium meta-silicate) at four concentrations (0, 800, 1200, and 2000 mg L<sup>-1</sup>) to evaluate the effects of Si treatment on the growth and resistance to *G. boninense* of oil palm. Treatment played a role in keeping the *G. boninense* infection below the threshold for BSR initiation by restricting the fungus from entering and traveling through host tissues, as assessed by foliar symptoms and examinations of the root and bole for infection. At eight months after inoculation, palms in the control group, which had received no supplemental Si fertilizer, demonstrated the highest levels of disease severity, with estimated 95% cell damage and high physiological stress caused by *G. boninense*. Inoculation of seedlings with SiO<sub>2</sub> at a concentration of 1200 mg L<sup>-1</sup> was most effective in suppressing BSR and provided a 53% disease reduction compared with other treatments. Silicon nutrition also reduced the numbers of primary roots infected and of stem tissues that developed lesions.

## Keywords

*Elaeis guineensis*; *Ganoderma boninense*; Silicon; Photosynthesis; Transpiration; Host defense

# Efectos del Silicio en la Emisión foliar y en la asimilación de nutrientes en Palma

Dosis (kg SiO <sub>2</sub> /ha)	Emisión foliar hojas/12 meses	----- % Hoja 9 -----					
		Si	Mg	K	N	P	Si/Ca
0	24,16 b	0,66 c	0,26 c	1,08 a	2,80 b	0,172 b	1,04 c
150	24,74 b	0,72 b	0,3 b	0,97 a	2,84 a	0,172 b	1,17 b
300	26,5 a	0,78 a	0,33 a	0,98 a	2,81 b	0,174 a	1,23 a

# Algunos Resultados de la aplicación de silicio



Caña de Azúcar:  
Incremento en Producción Prom.: 21%  
# de Ensayos Documentados: 7  
Área Cultivada (Col): 245.551 ha



Hortalizas:  
Incremento en Producción Prom.: 22%  
# de Ensayos Documentados: 11  
Área Cultivada (Col): 49.568 ha

Arroz:  
Incremento en Producción Prom.: 10%  
# de Ensayos Documentados: 7  
Área Cultivada (Col): 297.180 ha



Café:  
Incremento en Producción Prom.: 12%  
# de Ensayos Documentados: 4  
Área Cultivada.: 948.477 ha



Pastos:  
Incremento en Producción Prom.: 17%  
# de Ensayos Documentados: 7  
Área Cultivada (Col): N/D



Palma:  
Incremento en Producción Prom.: 18%  
# de Ensayos Documentados: 3  
Área Cultivada (Col): 543.715 ha

Maíz:  
Incremento en Producción Prom.: 14%  
# de Ensayos Documentados: 7  
Área Cultivada (Col): 354.000 ha



Frutales:  
Incremento en Producción Prom.: 19%  
# de Ensayos Documentados: 8  
Área Cultivada (Col): 410.044 ha



# Resultados de la Corrección de Acidez del suelo

Impacto en el mejoramiento del pH del suelo en la región del plato después de la aplicación de Silicorrector (Promedio)

2,7 kg/palma  
386 kg/ha

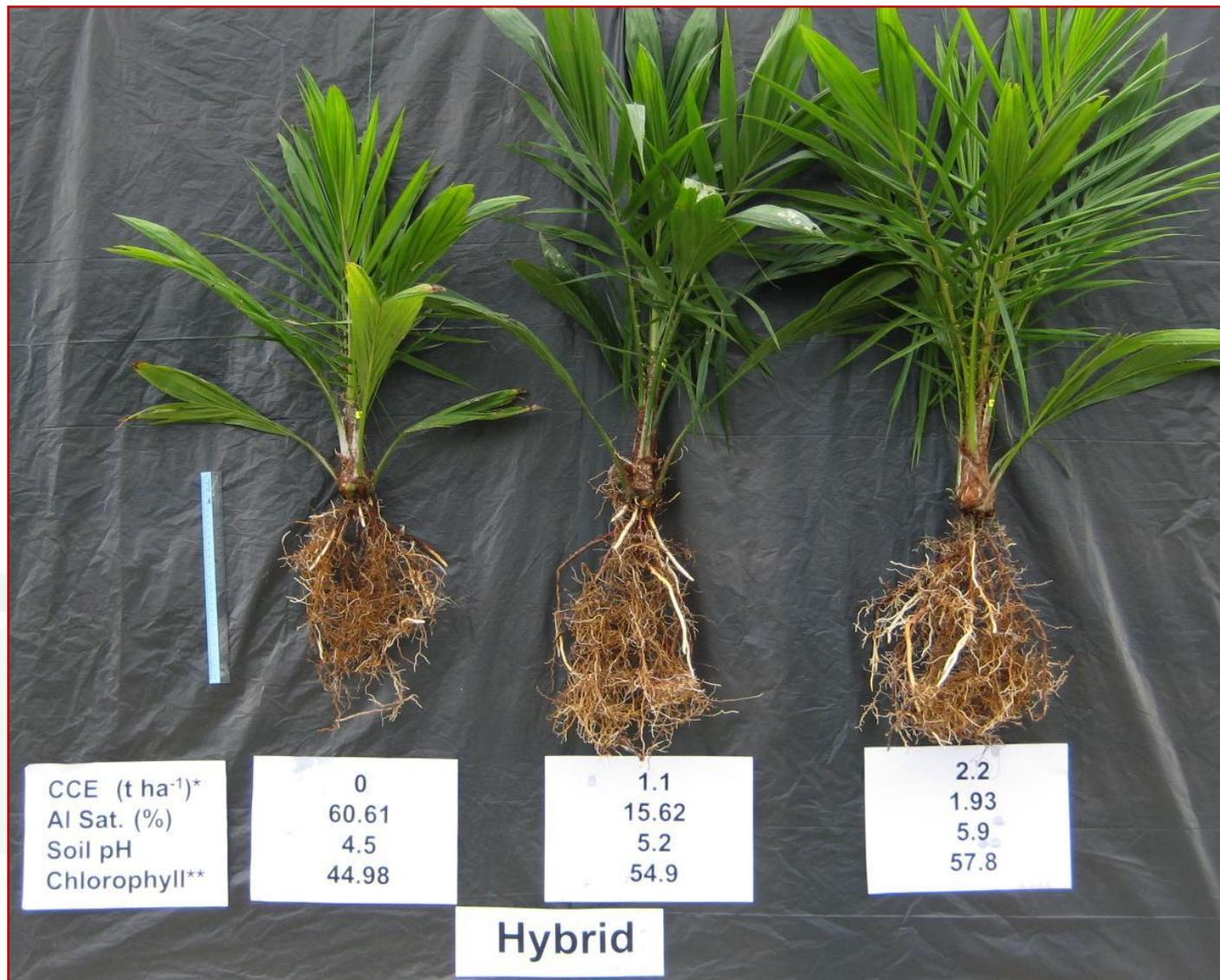
1,7 kg/palma  
243 kg/ha

1,5 kg/palma  
215 kg/ha

**5.9 kg/palma**  
**844 kg/ha**

LOTE	2013	2014	2015	2016	Incremento
3	3.7	4.4	4.4	4.7	1.0
4	3.9	4.5	4.8	5.1	1.2
11	3.7	4.4	5.0	5.3	1.6
23	4.0	4.4	4.5	4.9	0.9
Promedio	3.8	4.4	4.7	5.0	1.2

# Efecto de la acidez sobre el desarrollo aéreo y de raíces en palma D×P



# Efecto sobre el rendimiento

Impacto en la producción por el mejoramiento del pH del suelo con la aplicación de Silicorrector. Ton RFF /ha promedio.

2,7 kg/palma  
386 kg/ha



1,7 kg/palma  
243 kg/ha



1,5 kg/palma  
215 kg/ha



**5.9 kg/palma**  
**844 kg/ha**

LOTE	2013	2014	2015	2016	2017	Incremento
3	15	23	24	22.23	28,78	13.3
4	15	23	21	14,67	20,70	5,7
11	15	16	19	20,09	23,93	8,9
22	15	18	28	23,29	33,10	18,1
Promedio	15.0	17,94	22.3	18.84	24,49	9,5 (+63,3%)

# Análisis Económico:

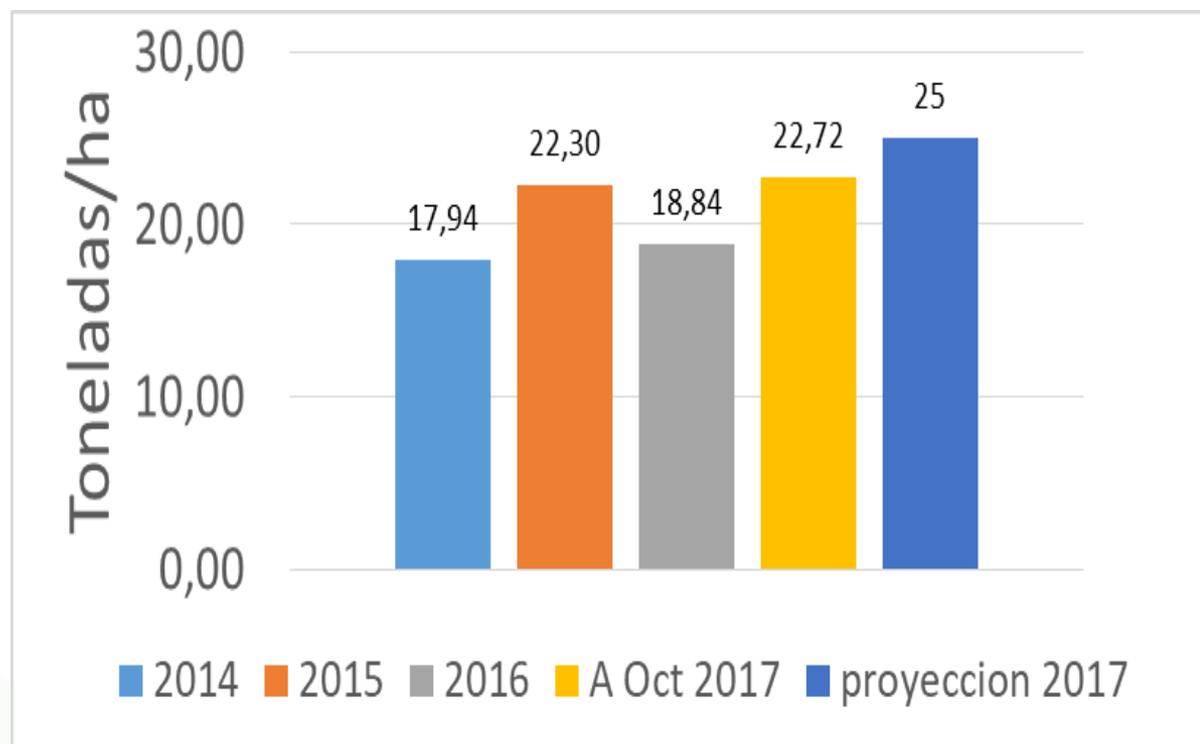
## Relación Beneficio : Costo (B/C)

El costo de aplicación por hectárea → \$406.000/ha. Las toneladas de racimos de fruta fresca adicional fueron 4.4, teniendo en cuenta que el precio de venta fue aproximadamente de \$340.000 menos el costo de corte \$50.000, se tiene que valor por tonelada de RFF fue de  $290.000 \times 4.4 = \$1.276.000$ .

$$R \text{ B/C} =$$

$$\$1.276.000/406.000 =$$

$$3.14.$$



*Producción anual promedio del cultivo de palma de aceite (Ton RFF/ha)*

# El silicio puede aplicarse solo o incorporarlo en las mezclas con fertilizantes NPK

El Silicato de Magnesio GR (Granulado) es compatible con fertilizantes NPK,

Y con el Silicato de Magnesio DP (polvo) puede mezclarse con enmiendas, como aportante de silicio y magnesio

# **Cómo seleccionar una buena fuente de Silicio?**

**Si Total?... ( $\text{SiO}_2$ )?**

**O Si soluble?... ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ )?**

# Minerales con alto contenido de Silicio total

**Liberación de ácido monosilícico de algunos minerales presentes en el suelo y que tienen un alto contenido de silicio.**

<b>MINERAL</b>	<b>% SILICIO SiO<sub>2</sub></b>	<b>LIBERACION DE ACIDO MONOSILICICO EN EL SUELO</b>
Cuarzo	99.9	Nula
Feldespatos	65	Minima
Caolinita	46.5	Nula
<u>Montmorrillonita</u>	45	Nula
Olivino	45-70	Nula
Diatomita	80-98	Mediana
Talco	63.5	Nula
Serpentina	45	Buena
Wollastonita	51.7	Buena

# Características de una buena fuente de Silicio

-  Altos contenidos de Si "activo" ( $H_4SiO_4$ ), de disponibilidad inmediata,
-  Altos contenidos de CaO y MgO,
-  Alta reactividad (Poder de neutralización),
-  Buenas propiedades físicas - granulometría fina y facilidad de aplicación (densidad alta),
-  Efecto residual prolongado,
-  Bajos contenidos de contaminantes (metales pesados y radioactivos),
-  Buena relación Beneficio/Costo para el productor.

# Características de una buena fuente de Silicio

 Altos contenidos de Si "activo" ( $H_4SiO_4$ ), de disponibilidad inmediata ... Ejemplos (Costa Rica):

## Identificación de la Muestra

Número de muestra: 1

Fecha de muestreo:

Fecha de recibo: 02/04/2014

Producto: Silicio 35 %

Procedencia: MAGNESIL GR.

Nº Lote:

Muestreado por: Cliente

ANÁLISIS	RESULTADO	MÉTODO
Silicio soluble ( $H_4SiO_4$ )	<b>242.0 mg/kg</b>	AA - Llama

Número de muestra: 2

Fecha de muestreo:

Fecha de recibo: 02/04/2014

Producto: Silicio 75 %

Procedencia:

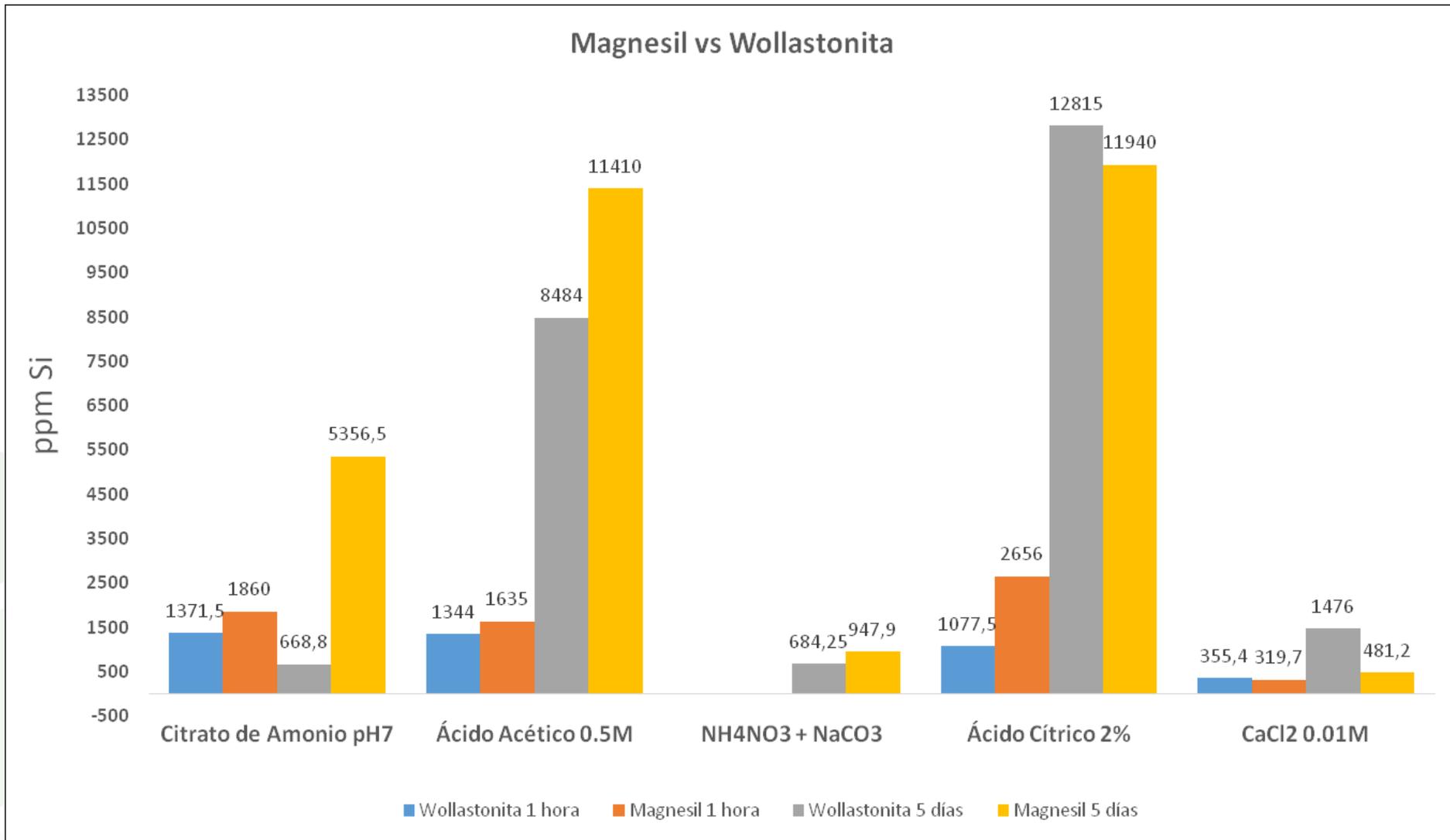
Nº Lote:

Muestreado por: Cliente

ANÁLISIS	RESULTADO	MÉTODO
Silicio soluble ( $H_4SiO_4$ )	63.5 mg/kg	AA - Llama

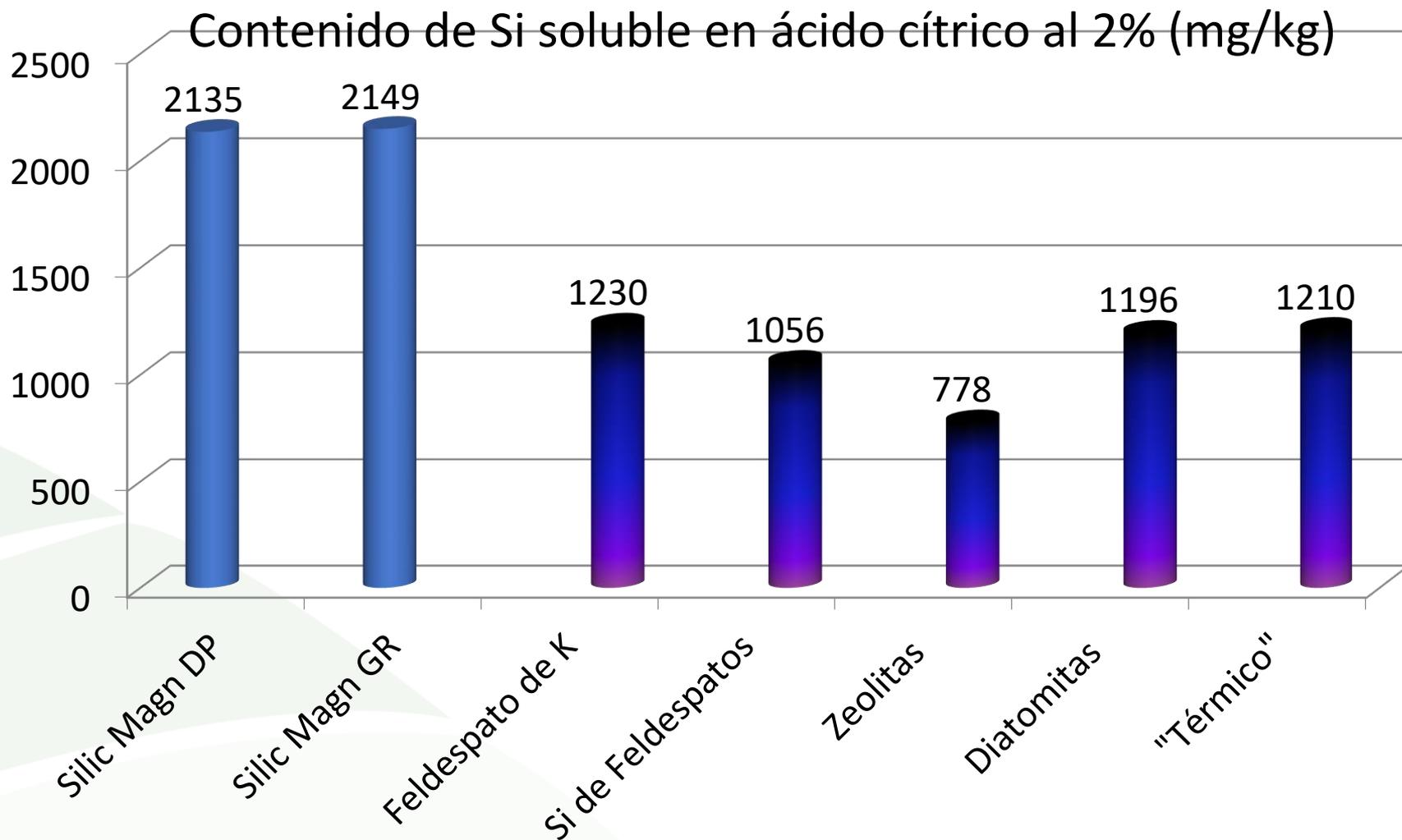
# Liberación de Silicio soluble

## distintas fuentes por diferentes métodos



# Liberación de Silicio soluble

distintas fuentes por diferentes métodos



# Características de una buena fuente de Silicio

LABORATORIO	 <p>THORNTON LABORATORIES TESTING &amp; INSPECTION SERVICES, INC.</p> <p>1145 E. Cass St, Tampa, FL 33602 Phone: 813-223-9702 Fax: 813-223-9332 WWW.THORNTONLAB.COM</p>				 <p><b>AGRILAB®</b> Servicios ambientales y agrícolas</p>	
Fabricante:						
Producto: Determinación:	Silicato de Mg Polvo	Silicato de Mg GR	Silicato Acidulado	Silicio Térmico	Silicato GR (Granulado)	Silicio Térmico
Magnesio total (MgO)	36,6%	36,03%	21,92%	0,13%		
Mg soluble en agua (MgO)	0,18%	1,12%	16,7%	0,017%		
Silicio total (SiO <sub>2</sub> )	36,52%	36,08%	20,95	52,5%		
SiO <sub>2</sub> soluble (Método 5 días)	0,064%	0,75%	3,42%	-		
SiO <sub>2</sub> soluble (Ácido Cítrico 2%)	3,81%	3,38%	0,73%	< 0,1%		
Si soluble (SiO <sub>2</sub> – Nitrato-amonio-Carbonato-sodio)					1,03%	ND
Si asimilable (SiO <sub>2</sub> – Ácido Acético 0,5M)					0,41%	ND

# Conclusiones

- ✓ Las aplicaciones de Silicio asimilable sólo o en mezcla con los fertilizantes compuestos tienen efectos positivos en las condiciones físico – químicas del suelo, lo cual permite aprovechar mejor los fertilizantes y ver su efecto directo en el incremento de los rendimientos.
- ✓ La aplicación de correctores con silicio, mejoran las condiciones químicas y físicas del suelo, permitiendo el adecuado desarrollo de raíces, mejora la asimilación de los fertilizantes que se suministran y, por consiguiente, se incrementan las toneladas de racimo de fruta fresca por hectárea (RFF), mejorando la rentabilidad del cultivo.

# Conclusiones

- ✓ El contenido total de Silicio no es un buen indicador de la capacidad aportante de silicio asimilable por las plantas, ya que existen productos en el mercado con altos contenidos de silicio total, pero que al evaluar sus aportes de silicio soluble o asimilable, se encuentran datos mínimos o no detectables (ND).
- ✓ Las aplicaciones continuadas de Silicato de Magnesio en los cultivos, pueden ayudar a reducir la huella de carbono y convertirse en un importante reservorio de CO<sub>2</sub> para la atmósfera, logrando un impacto ambiental ampliamente favorable.



**MUCHAS GRACIAS!!**

**Beneficios del Silicio  
en el cultivo de palma de aceite**

**2018**

