

LA PALMA

BOLETÍN TÉCNICO



NO. 8 - NOVIEMBRE 2016

IMPORTANCIA DEL SILICIO EN PALMA DE ACEITE Y OTROS CULTIVOS

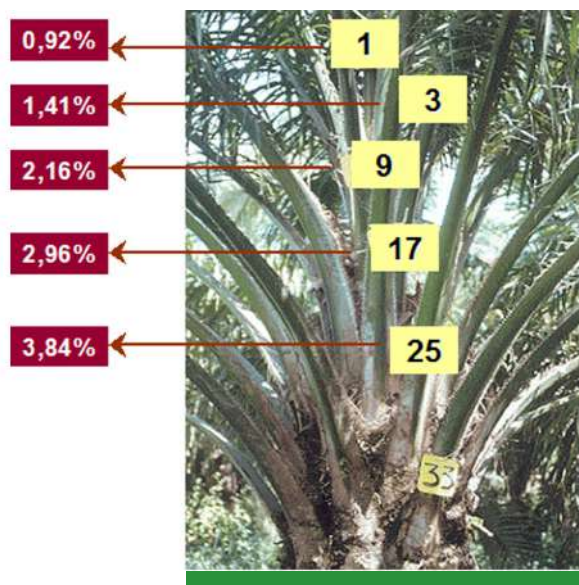


Por:
Ing. Agro. Libardo
Santacruz



Foto: Ing. César A. Guaicaramo B 327 - Siembra 2005. CIRAD.

El silicio (Si), es el segundo elemento más abundante sobre la corteza de la tierra luego del oxígeno y es considerado un elemento benéfico para el desarrollo y crecimiento de las plantas. El silicio permite que las plantas logren sobreponerse a los efectos del estrés biótico y abiótico. En muchas condiciones agronómicas las plantas están enfrentadas a severas condiciones de estrés, especialmente en suelos con disponibilidad baja o limitante de silicio (Si).



Acumulado de silicio foliar por número de hoja. Romero y Munevar 2004



Soluciones específicas para el aceite de palma

En TIBA cuidamos al máximo las condiciones de transporte de aceite de palma con un equipo de expertos y las mejores soluciones logísticas para la descarga del producto, gracias a los más eficientes sistemas de calentamiento para flexitank.

- **Eficiencia:** Sistema de calentamiento por vapor o agua caliente.
- **Reducción de tiempo:** Menor tiempo de calentamiento en la descarga.
- **Máxima optimización:** Reducción de las mermas durante la descarga.
- **Experiencia:** Supervisión técnica permanente en la carga y la descarga del producto.

¡Contáctanos para más información!

Confianza • Experiencia • Calidad



Argelia | Angola | Argentina | Cabo Verde | Chile | Cuba | El Salvador | España | Guatemala
México | Mozambique | Panamá | Portugal | Santo Tomé y Príncipe

Guatemala

4 Avenida 20-29, Zona 14,
Ciudad de Guatemala,
Guatemala
tiba-gua@tiba.com.gt
Tel: (+502) 2301 9494

México

Jaime Balmes, No. 8, Int. 201
Col. Los Morales Polanco
CDMX
tiba-mex@tiba.com.mx
Tel: (+52 55) 4777 8800

Panamá

Calle 50 Edificio Credicorp Bank,
Piso 29, Of 29-01
Ciudad de Panamá, Panamá
tiba-pty@tiba.com.pa
Tel: (+507) 300 5047

Zona Libre de Colón

Av. 2da. Entre calle A y calle 1ra.,
France Field. Zona Libre de
Colón, Rep. De Panamá.
tiba-onx@tiba.com.pa
Tel: (+507) 474 8263

www.tibagroup.com

Cuadro 1. Silicio en la corteza terrestre y algunos suelos en el horizonte A. Fuente: Barber (1995).

ELEMENTO	MOLISOL	ARIDISOL	ULTISOL	OXISOL	CORTEZA TERRESTRE
	%				
Si	33,98	31,53	27,27	9,26	27,62
Fe	202	3,71	4,46	10,91	4,77
Al	6057	7,87	10,96	20,27	8,32
Mn	0,08	0,08	0,05	0,2	0,09
Ca	0,56	1,46	Trazas	0,18	3,64
Mg	0,49	0,92	0,35	0,3	2,08
K	1,86	2,27	1,83	0,12	2,59
Na	1,01	1,28	0,33	0,17	2,75

El silicio es un elemento, que a pesar de ser tan abundante en la corteza terrestre (**Cuadro 1**), (28% de su composición), no se encuentra disponible para las plantas, porque la formación del **ácido silícico (forma asimilable del Silicio)** depende de la acción de los ácidos y enzimas, (producto de la actividad de los microorganismos en la materia orgánica), sobre las partículas de rocas y las arcillas del suelo. Las plantas toman el Si (**Foto 1**) en forma de Ácido Ortosilícico (H_4SiO_4).



Foto 1. Absorción de Si por las plantas. J.A. Cristancho



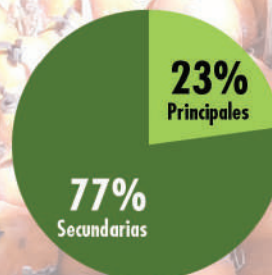
Mejor estado de su plantación y mayor producción en Palma Aceitera

BENEFICIO EN LA NUTRICIÓN VEGETAL

- Mayor crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Mayor tasa de emisión de hojas.
- Liberación de fósforo y potasio en el suelo.
- Incrementa la resistencia a la sequía y al estrés hídrico.
- Eficiencia en fertilización.
- Reducción de la contaminación del suelo por productos químicos.

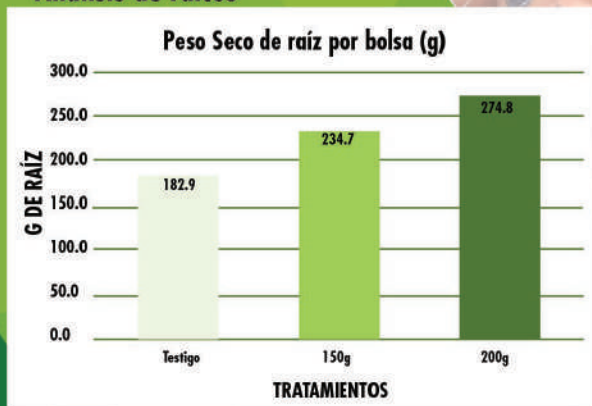


Distribución de raíces 200g Silicato Agrícola Térmico

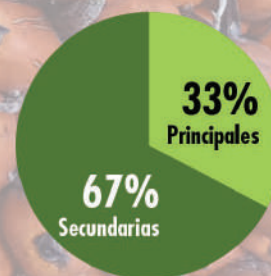


● Raíces principales ● Raíces secundarias

Análisis de raíces



Distribución de raíces Testigo



● Raíces principales ● Raíces secundarias

DISTRIBUIDOR REGIONAL EXCLUSIVO

DISAGRO DE GUATEMALA, S.A.

Anillo Periférico, 17-36 zona 11, Guatemala 01011 +502 2474-9300/ventas@disagro.com

El silicio (Si) es un componente importante del sistema suelo-planta de la naturaleza. El Si se debe considerarse como elemento benéfico o como un nutriente “cuasi esencial” para las plantas. En base seca su rango es de 0.1 a 10 de % Si.

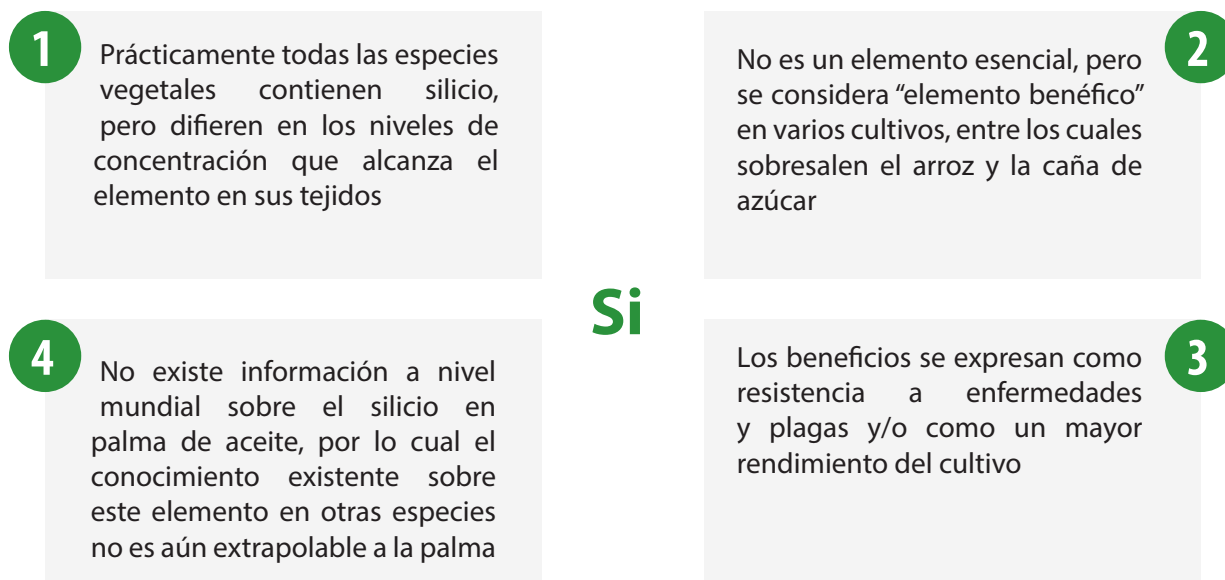


Figura 1. Justificaciones uso del Silicio en palma de aceite. Fuente Cenipalma.

Se ha comprobado los efectos benéficos del silicio (Si), directo o indirecto, sobre las plantas bajo **estrés abiótico** (Tabla 1) en una variedad de cultivos, especialmente en arroz. Las hojas, tallos y panoja de las plantas de arroz que crecen en presencia de Si muestran un crecimiento erecto. El silicio puede afectar positivamente el efecto de la actividad de algunas enzimas que participan en la fotosíntesis en arroz y a su vez reducir la senescencia de la hoja del arroz.

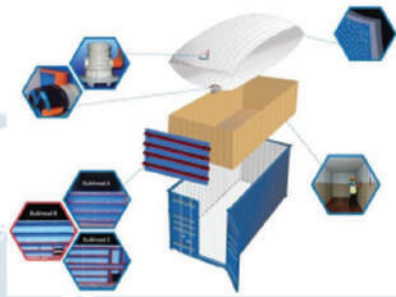
Tabla 1. Estrés Abiótico que mejora con aplicaciones de Silicio

QUÍMICO
• Ayuda a superar la toxicidad por metales (Al,Cs,As, Mn y Fe) • Ayuda a superar estrés por sales • Ayuda a superar desajustes nutricionales (excesos de N y deficiencias de P)
FÍSICO
• Previene la compactación • Aumenta la resistencia a altas y bajas temperaturas • Mejora la resistencia a estrés hídrico

FLEXITANK



CALIDAD INTEGRAL



CERTIFICACIONES



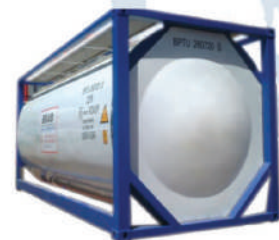
HEATER



PRODUCTOS



ISOTANK



Producción de 80,000 flexitanks anuales.

20,000 Flexitanks cargados con aceite de palma por año.

Garantía de seguro y de soporte por U\$ 5 millones.

Oficinas y agentes alrededor del mundo.



Euromex Logística Internacional
Project Management & Tank Containers

Santiago Carús
Director Comercial

scarus@euromex-li.com
Tel. Of. +52 (33) 3817.3535
Cel. Intl. +521 (33) 1603.7867

www.euromex-li.com



TOP TRADERS
SPACE > RATES > 3PL

Erick Archila
Space Consulting Manager

earchila@toptraders.com.gt
Cel. 5204.0294
Tel. 2386.9977

www.toptraders.com.gt

Teniendo en cuenta que no existe la información necesaria del silicio en la palma de aceite, Ma y Takahashi, 2002, establecen unos criterios para identificar a la palma de aceite como una "planta acumuladora de silicio" (**Tabla 2**).

Tabla 2. Criterios utilizados para identificar las plantas acumuladoras de silicio (Ma y Takahashi, 2002)

Tabla de plantas			
Criterio	Acumuladoras	Intermedias	Excluyentes
Concentración de silicio (%)	> 1.0	1.0 - 0.5	< 0.5
Si / Ca	> 1.0	1.0 - 0.5	< 0.5
Grado de acumulación de silicio	+	+ / -	-

Con base a los criterios de la concentración de silicio (%) y la relación de silicio y calcio (Si/Ca), la palma de aceite cumple con los criterios propuestos por Ma y Takahashi para identificar la planta como acumuladora de silicio (**Tabla 3**), como lo demostraron Munévar y otros.

Tabla 3. Criterios de palma de aceite como acumuladora de Silicio. **Fuente Cenipalma**

Variables	Media	Mínimo	Máximo
Si (%)	2,26	0,91	5,41
Ca (%)	0,67	0,36	1,30
Si / Ca	3,53	1,20	10,01
Muestra		334	
Plantaciones		9	
Zonas		7	

En el 99% de las muestras se encontraron valores de Si > a 1

La relación Si/Ca en todas las muestras fue > a 1

La palma de aceite cumple con los criterios propuestos por Ma y Takahashi para identificar la planta como acumuladora de Silicio



SILICIO AGRÍCOLA

- Potencializa el metabolismo de diversas enzimas.
- Aumenta la resistencia a altas y bajas temperaturas.
- Mejora la rigidez estructural de tejidos. (resistencia a viento y enfermedades)
- Mejor absorción del P cuando este bajo y limitando su absorción P alto.
- Similar consideración en K, N y Ca.
- Incrementa la resistencia al estrés hídrico salino y térmico la permeabilidad de las membranas y la transpiración a través de las cutículas.
- Incrementa las cosechas desde un 15% hasta un 150% dependiendo del techo genético.

CONTACTOS:

(502) 4132-5325, (502) 3070-8437,
(502) 4228-0126, (502) 5460-5902

E-mail:



■ FUNCIONES DEL SILICIO EN EL SUELO Y EN LA PLANTA

El silicio es un elemento de vital importancia debido a las funciones que éste cumple tanto en el suelo como en la planta.

Los suelos, dependiendo de la Capacidad de Intercambio Catiónico que posean, pueden adsorber los nutrientes en las cargas eléctricas de los coloides. Dependiendo de su fuerza de adsorción, los suelos pueden dificultar en algunos casos la absorción de nutrientes por las plantas.

Para lograr que los nutrientes entren a la solución del suelo, el silicio se intercambia con éstos, quedando adherido a los coloides, liberándolos y permitiendo de ésta manera que queden disponibles para las plantas.

Algunos suelos tienen bajos niveles de Si disponible. Este tipo de suelos son comúnmente suelos muy lavados, lixiviados, ácidos, con una baja base de saturación y que contienen grandes cantidades de sesquióxidos (ejemplo, óxido de aluminio, Al_2O_3). Por esta razón, suelos altamente lavados como Oxisoles y Ultisoles pueden tener niveles bajos de silicio (Si) disponible para las plantas, y suelos altamente orgánicos, como los Histosoles, que son bajos en minerales, también pueden tener bajos niveles de silicio (Si).

La disolución del silicio (Si) desde los minerales del suelo es lenta y su adsorción por el suelo y las prácticas agrícolas intensivas hacen que los niveles de silicio (Si) disponible se reduzcan considerablemente hasta el punto de que es necesario suplementar con productos a base de silicio (Si) para obtener las producciones agrícolas deseadas.

Las plantas monocotiledóneas como la palma de aceite, acumulan más Si en sus tejidos que las plantas dicotiledóneas.

Al aplicar silicio al suelo:

1. Aumenta la nutrición de P en las plantas de un 40 a 60% sin la aplicación de fuentes fosfatadas, e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200%, previniendo la transformación del P en compuestos insolubles.
2. El silicio, como mejorador del suelo, puede reducir la lixiviación de los nutrientes en los suelos arenosos, especialmente N y K, guardándolos en una forma disponible para la planta.
3. El silicio se hidroliza transformándose en ácido monosilícico, siendo absorbido por las plantas y moviéndose rápidamente dentro de ellas a través del xilema.
4. Cuando la planta transpira, pierde el agua que ha absorbido el silicio en el suelo y se inmoviliza en cristales de silicio, formando una barrera protectora que presenta "resistencia mecánica" al ataque de enfermedades e insectos.
5. La aplicación de SILICIO ACTIVADO (Silicato Térmico), incrementa la resistencia de la planta a las condiciones adversas del clima (estrés y heladas), incrementando el aprovechamiento del agua de riego en un 30 a 40%.
6. Un buen contenido de silicio en las plantas hace que de las hojas y tallos se incremente la cantidad de oxígeno que expulsan las plantas hacia la raíz, llegando al parénquima y logrando que el Fe y Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, evitando una excesiva toma de éstos elementos que pueden llegar a ser tóxicos para la planta.

7. El silicio refuerza en la planta su capacidad de distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha.
8. El silicio tiene acción sinérgica con el calcio, el magnesio y el potasio.

BENEFICIOS DE SILICIO:

- Mayor eficiencia de la fertilización, evitando déficit de nutrientes
- Aumento de la eficiencia del agua de riego en 30%, incentivando su ahorro
- Prevención del daño por heladas
- Prevención de daños por plagas y enfermedades
- Incrementa la resistencia de la planta a las condiciones adversas del clima (estrés hídrico y salino).

El silicio también puede ayudar a aliviar el estrés hídrico al disminuir la pérdida de agua en las hojas y disminuir la transpiración. La transpiración ocurre principalmente a través de los estomas y parcialmente a través de la cutícula y debido a que el Si es depositado bajo la cutícula, se puede disminuir la transpiración de esta parte de la planta. En adición, las plantas suplementadas con Si pueden mantener una mayor conductancia estomática, mayor contenido de agua y de potencial hídrico.

Se ha reportado que el silicio protege a la planta de la toxicidad por metales, como Al, Cd, Fe, Mn y Zn. Para los metales Al, Cd, Fe y Zn, se atribuyen los efectos del Si a la interacción entre este elemento y estos metales en el simplasto o apoplasto.

Estas mismas razones deberían explicar el impacto positivo de este elemento frente al estrés por calor. Bajo situaciones de estrés por deficiencia de P, el Si potencia la disponibilidad de P interno al reducir la extracción en exceso de Mn y Fe. Ante altas concentraciones de P, el silicio puede reducir el daño al reducir la extracción de P o al reducir la transpiración. También se ha reportado que el silicio protege a la planta de la toxicidad por metales, como Al, Cd, Fe, Mn y Zn.

La reducción del estrés por sales generado por el silicio se ejecutaría a través de dos mecanismos:

1. El silicio podría generar un bloqueo parcial del flujo de transpiración, reduciendo el paso de Na.
2. La deposición de Si en las raíces impediría que el Na se transporte al xilema.

Igualmente se ha comprobado los efectos benéficos del silicio (Si), sobre las plantas bajo **estrés biótico**. Muchos cultivos suplementados con silicio (Si) ganan en resistencia contra enfermedades foliares y del suelo, provocadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. Con las aplicaciones de silicio (Si) se reduce la severidad y el progreso de las enfermedades. Y se puede lograr que las especies susceptibles ganen resistencia, equiparando a las especies parcial o completamente resistentes. El silicio puede suprimir enfermedades en forma tan efectiva como un fungicida. Como la concentración de Si (soluble e insoluble) aumenta en los tejidos de la planta, la supresión de enfermedades aumenta. Sin embargo, es importante destacar que el aporte de Si debe ser continuo porque, de lo contrario, el efecto protector disminuye o desaparece. La resistencia a enfermedades es mayor cuando el Si se aplica al suelo y es absorbido por las raíces, en oposición a la eficacia de las aplicaciones foliares.

El silicio también podría formar complejos con compuestos orgánicos en las paredes de las células de la epidermis, aumentando la resistencia a la degradación por las enzimas liberadas por los hongos y bacterias fitopatógenas. Hay otras investigaciones que apuntan a un rol más activo del Si en las plantas, sugiriendo que el silicio podría ser una señal que medie entre las enfermedades y la respuesta defensiva de las plantas.

En la **Gráfica 1**, Corzo y Acosta en la plantación de NaturAceites, S.A. (Guatemala), referenciados por J.A. Cristancho, encontraron una disminución de casos de Pudrición de Cogollo entre el periodo de 2008 a 2013, después de iniciar las aplicaciones de silicio térmico.



Gráfica 1. Efecto del silicio en casos de P.C. Fuente: Corzo y Acosta 2014.

Acosta y otros, en una plantación comercial en cultivo de palma de aceite en Quepos Costa Rica, encontraron un efecto positivo del silicio térmico, en palmas afectadas con flecha seca. (Revista palmas – volumen 28 – 2007)

■ ¿POR QUÉ APLICAR FUENTES A BASE DE SI EN EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE?

POR LA BARRERA MECÁNICA QUE DESARROLLA EL SILICIO (**Gráfica 2**).

HIPÓTESIS I - Resistencia Mecánica de la Pared Celular (Japón) – Plagas y Enfermedades

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

Las dos hipótesis planteadas:

- Se ha demostrado que el Silicio después de una infección por hongos estimula la actividad de la quitinasa y activa rápidamente las peroxidases y polifenoxidasas. Se ha demostrado que fenoles glicosilados extractados de plantas a las que se les aplicó Si tienen una potente actividad fungistática. También se ha demostrado que en plantas atacadas por patógenos a las que se les adicionó Si se generaron flavonoides y fitoalexinas momilactonas, compuestos de bajo peso molecular que tienen propiedades anti fúngicas. Estos compuestos anti fúngicos aparentemente juegan un rol muy activo en la supresión de las enfermedades.

- También se ha demostrado que el silicio (Si) otorga resistencia a las plantas contra ataques de insectos barrenadores y chupadores. Estos efectos pueden ser directos o indirectos. Los efectos directos pueden incluir una reducción en el crecimiento y la reproducción del insecto plaga. Y los efectos indirectos pueden incluir efectos en la tasa de mortalidad de la plaga que resultará en una menor penetración en la planta y también el silicio puede tener un rol en la generación de volátiles de la planta que pueden atraer enemigos de la plaga que ataca a la planta. Un claro mecanismo de acción del silicio (Si) contra los ataques de plaga es el aumento en la dureza de los tejidos vegetales. Las plantas atacadas por insectos aumentan su liberación de enzimas de defensa como peroxidasa, polifenoloxidasas y fenilalanina amonioliasa cuando reciben suplementos de silicio. La peroxidasa participa en la lignificación y en la síntesis de suberina que incrementa la dureza de los tejidos de la planta y al mismo tiempo genera quinones que poseen propiedades antibióticas. La actividad de la enzima PAL aumenta la producción de compuestos fenólicos. Claramente, muchos de los compuestos de defensa producidos por las plantas suplementadas con Si cuando son atacadas por insectos funcionan de forma similar a aquellos generados cuando la planta es atacada por enfermedades.



Figura 2. El papel del silicio para contrarrestar plagas y enfermedades

Con base a los conceptos del aumento de enzimas de defensa que produce el silicio (Si) y teniendo en cuenta los múltiples beneficios que cumple el silicio en diferentes cultivos, en la Plantación Guaicaramo S.A ubicada en el municipio de Barranca de Upia, departamento del Meta en los Llanos Orientales de Colombia, a partir del año 2005 se comenzó a evaluar el silicio térmico a nivel comercial y pruebas experimentales, con el fin de determinar la respuesta de la palma de aceite con relación a crecimiento vegetativo, nutricional, productivo y su efecto sobre ataques de plagas y enfermedades.

Una prueba experimental y con colaboración de la Universidad Nacional fue el **“Cuento de tricomas y porcentaje de fitolitos en tejido vegetal en cultivo de Palma de aceite tratadas y no tratadas con silicio”**.

Para esta prueba se realizó un muestreo foliar aleatorio de plantas tratadas con silicio térmico en palmas de aceite, en dos materiales que corresponden a DxP (IRHO) y OxG (Coarí x La Mé). Las palmas de 5 años de edad a las cuales se aplicaron 1,5 a 2 kilogramos de silicio térmico anualmente, se contrastaron con palmas a las cuales no se aplicó el silicio como plan de fertilización.

El material fresco fue enviado al laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, donde se realizó el cuento de trócomas y de extracción de fitolitos mediante la técnica de calcinado de Labouriau (1983).

Al observar al microscopio óptico (40X) los cortes de tejido tratados con silicio mostraron inclusiones de Silicio las cuales fueron ausentes en las palmas no tratadas (**Figura 2 y Tabla 4**).

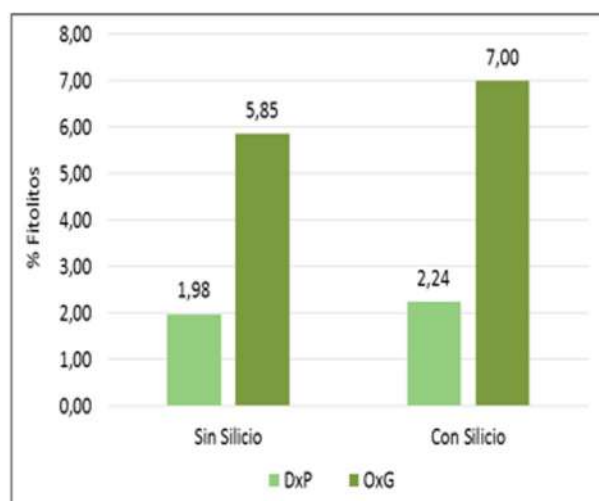


Figura 2. % Fitolitos en dos materiales de palma de aceite.

Tratamiento	Material	Peso inicial	Peso final	%Fitolitos
Sin Silicio	DxP	8,973	0,170	1,98
	OxG	9,878	0,578	5,85
Con Silicio	DxP	9,941	0,223	2,24
	OxG	8,376	0,586	7,00

Tabla 4. % de fitolitos con y sin Silicio Térmico.

Las palmas tratadas con silicio presentaron un mayor porcentaje de presencia de fitolitos, en los dos materiales evaluados. El silicio (Si) que las raíces absorben en forma de ácido monosilícico (H_4SiO_4) de la solución del suelo es depositado como sílice amorfa hidratada ($SiO_2 \cdot nH_2O$) en espacios inter o intracelulares (Blackman, 1971; Piperno, 1988, 2006).

Los fitolitos son cristales de sílice que se forman en la epidermis de las plantas, esto es células vegetales que se han mineralizado. Se forman por la precipitación del silicio disuelto en agua que las plantas absorben del suelo, que se deposita principalmente en los espacios intercélulares del tejido epidérmico de hojas, tallos y raíces. Al depositarse esta sustancia toma la forma de las células que **recubre y encapsula** y por ende le brinda una mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Un **fitolito** (de origen vegetal) (Bertoldi de Pomar, 1975; Zucol, 1992) es una biomineralización de origen vegetal. Una biomineralización es la precipitación de un mineral resultante del metabolismo de un organismo vivo, es decir, de su actividad celular. Es un proceso vital por el cual los organismos ganan en estructura y masa. En general las biomineralizaciones están relacionadas a una función fisiológica específica, resultando entonces los biominerales beneficiosos para la estructura de los organismos, frente a la acción de la gravedad.

En la plantación Guaicaramo S.A., igualmente se desarrolló el proyecto del uso del silicio en vivero y al evaluar dosis crecientes entre 100 g hasta 600 g de silicio térmico y la reducción del 0% hasta el 50% de la cantidad de óxidos de N-P-K, **Tabla 5**; se pudo evidenciar que los contenidos de nutrimentos en las hojas se mantuvieron en los niveles deseados referenciados por varios autores, **Tabla 6**.

Tabla 5. Cantidad de nutrimentos en gramos aplicados en la fertilización

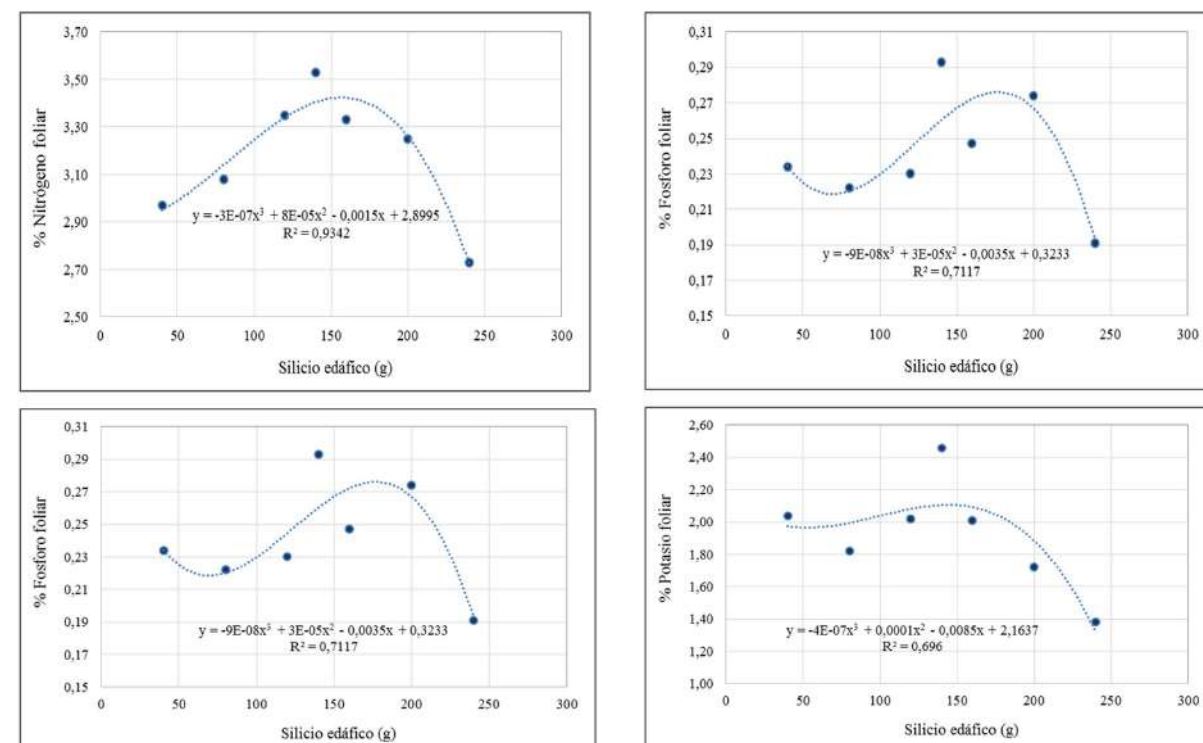
Tratamiento	Silicio (g)	Reducción N-P-K (g)	Dosis NPK (g)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	SiO ₂
T1	100	5%	233	42	57	42	18	40
T2	200	10%	221	40	71	40	35	80
T3	300	20%	196	35	82	35	53	120
T4	400	30%	172	31	93	31	70	160
T5	500	40%	147	26	104	26	88	200
T6	600	50%	123	22	115	22	105	240
T7	0	0%	245	44	44	44		
T8	350	0%	245	44	98	44	61	140

Los nutrientes nitrógeno y calcio mostraron una correlación alta mayor a 0,9 y el fósforo y potasio con una correlación mayor a 0,7 en un modelo de regresión polinómica de tercer grado indicando un rango en la dosis de 120, 140 y 160 gramos de SiO₂ es decir 300 a 400 gramos de silicio térmico por planta donde se presentan los mayores contenidos de los nutrientes; **Gráfica 2.**

Tabla 6. Contenido de nutrientes en los folíolos.

Tratamiento	CARACTERÍSTICA	%						mg/kg
		N	P	K	Ca	Si	Mg	B
T1	100-(5%)	2,97	0,23	2,04	0,33	0,99	0,21	11,50
T2	200-(10%)	3,08	0,22	1,82	0,37	1,19	0,23	14,74
T3	300-(20%)	3,35	0,23	2,02	0,43	1,07	0,22	14,30
T4	400-(30%)	3,33	0,25	2,01	0,58	1,35	0,29	21,12
T5	500-(40%)	3,25	0,27	1,72	0,53	0,95	0,29	14,70
T6	600-(50%)	2,73	0,19	1,38	0,39	0,95	0,22	15,70
T7	TESTIGO-(0%)	2,91	0,20	1,63	0,35	1,15	0,27	13,50
T8	350-(0%)	3,53	0,29	2,46	0,53	1,75	0,38	26,30
	Rarkine y Fairhurst, 1999	3,3 - 3,5	0,19-0,21	1,5-2	0,3-0,4		0,5-0,6	8,00
	Cristancho et al., 2010	1,6-1,89	0,15-0,19	1,65-1,79	0,34-0,46		0,22-0,24	

La **Gráfica 2**, muestra la tendencia de los niveles foliares de los nutrientes con relación a la cantidad de silicio aplicado en la fertilización. En la mayoría de los nutrientes se observa que los mayores contenidos foliares se observan cuando se aplicó dosis de 120 140 y 160 gramos de SiO₂ es decir 300, 350 y 400 gramos de silicio térmico.



Gráfica 2. Relación de las dosis de silicio térmico y los contenidos foliares de los nutrientes.

En trabajos desarrollados por Cristancho, se encontró unos valores deseados a nivel de vivero, hoja 9 y 17, como se referencia en la **Tabla 5**.

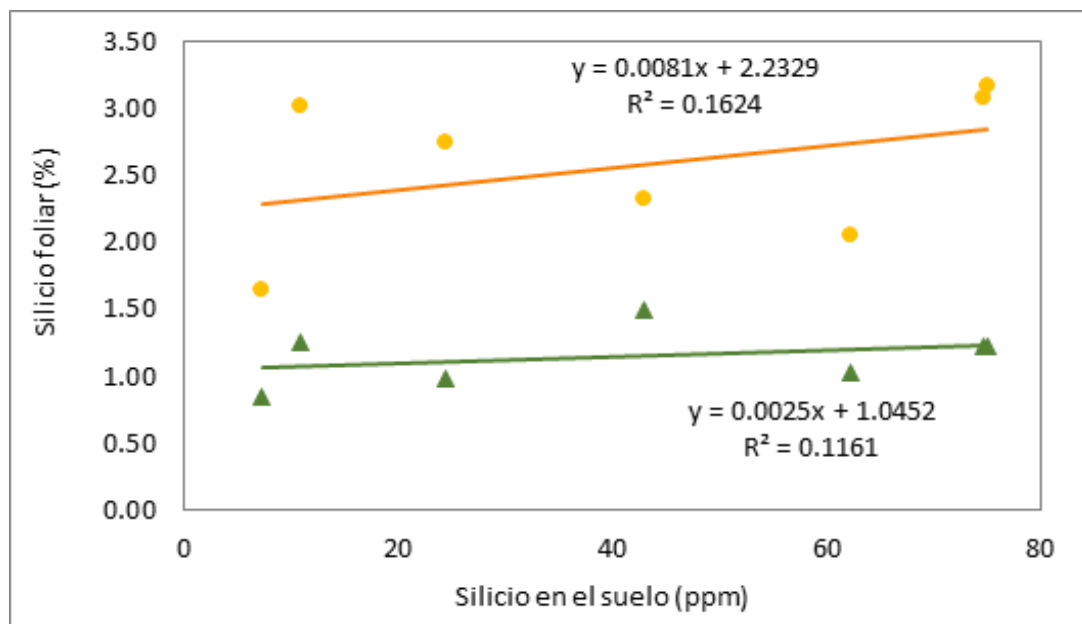
Tabla 5. Valores deseados de Silicio en dos materiales de palma de aceite.

Material	Vivero	H9	H17	Suelo
	%			mg/kg
DxP	2,55	2,75	2,90	>25
OxG		3,00	3,10	

Munévar y otros, en las diferentes zonas palmeras, realizaron un reconocimiento general sobre los niveles foliares y edáficos de silicio disponible en cultivos de palma de aceite en Colombia y determinaron que no había diferencias significativas entre regiones y en el análisis de correlación entre la relación del silicio edáfico y el foliar se encontró una correlación (Statistix 8.0) no significativa (**Tabla 6 y Gráfico 3**).

Tabla 6. Variabilidad del silicio entre regiones

Región	Si%		Si (ppm)
	Hoja 17	Hoja 3	Suelo
Norte	3,08	1,22	74,54
Tumaco - Aluvial	3,17	1,23	74,92
Tumaco - Colina	2,75	0,98	24,35
Tumaco - Guandal	2,06	1,03	62,27
Puerto Wilches	1,64	0,85	7,26
Sur del Cesar	2,32	1,5	42,9
Oriental	3,02	1,26	10,87



Gráfica 3. Relación entre el silicio edáfico y el foliar

RESUMEN: IMPORTANCIA DEL SILICIO EN PALMA DE ACEITE

- Su deficiencia puede inducir efectos adversos
- Se acumula en la pared celular de las plantas
- Mejora la tolerancia de las plantas a enfermedades e insectos fitófagos
- Reduce la toxicidad por metales (Al, Fe, Mn, Cd, Pb)
- Incrementa la eficiencia de uso del Fósforo
- Disminuye el estrés por sequía y salinidad
- Promueve la formación de nódulos en leguminosas, entre otros
- En viveros el uso de silicio ha mostrado efectos evidentes en mejoramiento del desarrollo de las plantas y reducción de problemas fitosanitarios.
- La sustitución de un 10% del fertilizante por silicio ha permitido mantener por tres años consecutivos la concentración foliar de Potasio por encima de las parcelas con 100% de fórmula año 1= 0,06; año 2= 0,06; año 3= 0,04 (Corso – NaturAceites, S.A.)

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Á., Ramírez, F., & Albertazzi, H. (2007). El Papel del silicio en el desempeño de palmas con flecha seca en una plantación comercial de palma aceitera en Quepos, Costa Rica. *Revista Palmas*, 28(especial,), 389-393.
- Kordörfer, GH; Lepsh, I. Effect of silicon on plant growth and crop yield. In: *Silicon in Agriculture*. Ed. L.E. Datnoff, G.H. Zinder, G.H. Korndörfer. Elsevier, Amsterdam. P.403
- Numpaque, Á. H. R., González, E. M. G., & Rodríguez, J. Á. C. (2012). Contenidos de nutrimentos en diferentes estructuras de palmas híbridas O× G bajo condiciones comerciales de viveros. *Revista Palmas*, 33(1), 11-21.
- Munévar, F; Romero, A; Cuéllar, M; Cristancho, A. 2004. Estudios preliminares sobre el silicio disponible en el suelo y las hojas en cultivos de palma aceitera. En: XVI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, XII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Cartagena de Indias, Colombia 26 septiembre al 1 de octubre. Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo. p.73.
- Romero, F., AliciaCayón, G. M., Romero, F., AliciaCuéllar, S., Romero, F., & AliciaMunevar, F. (2009). Variabilidad del silicio y sus relación con la ocurrencia de la pudrición de cogollo en la palma.

LA PALMA

BOLETÍN TÉCNICO



info@grepalma.org

SÍGUENOS EN



[FACEBOOK.COM/GREPALMA](https://www.facebook.com/grepalma)

WWW.GREPALMA.ORG