

Importancia del boro en la productividad y conformación del racimo en el cultivo de palma de aceite.



AUTOR

Ing. Agrónomo Libardo H. Santacruz A.
Gerente Investigación Guaicaramo S.A.S.
Asesor y Consultor Nutrición y Manejo Integrado
Palma de Aceite.

“La palmicultura sostenible,
nuestro compromiso”

Importancia del boro en la productividad y conformación del racimo en el cultivo de palma de aceite

Muchos son los factores que afectan la formación y conformación del racimo (M. Corzo y otros, 2021).

La palma de aceite con base a la producción y formación de racimos y como objeto principal de este artículo, “se puede analizar como el resultado de una compleja interacción de factores genéticos, fisiológicos y agro-ecológicos, que operan a varias escalas (suelo, plantas, atmósfera, técnicos), y que tiene importantes componentes temporales (la edad de las hojas, el ciclo fenológico de las plantas, la variabilidad climática) (Chapman y Gray 1949, Smith 1962, Faihurst y Mutert 1999)”.

El boro es uno de los micro-nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidades óptimas del cultivo y su deficiencia puede afectar seriamente el rendimiento y calidad de la producción de un cultivo debido al importante papel que juega en diversos eventos bioquímicos y fisiológicos (Christian Door, 2021). El rol principal del boro en la palma de aceite es actuar como componente clave en diversos procesos vitales, como la división celular, el desarrollo de la raíz, la formación de las paredes celulares, **la polinización**, el transporte de azúcares y la absorción de calcio.

El cultivo de palma de aceite es de gran importancia en Guatemala, ya que es el cultivo que más aceite y energía produce por hectárea y Guatemala es el mayor productor de aceite/ha en el mundo.

Este trabajo de la fertilización de la palma de aceite con énfasis en el boro, está basado en la revisión de literatura y en las experiencias personales y de varios técnicos, tanto a nivel de Guatemala, como de otros países tropicales.

Una de las características fundamentales del déficit de boro en la agricultura es que su **carencia inhibe los tejidos de crecimiento de las plantas, especialmente las estructuras reproductivas.**

La palma de aceite tiene un alto requerimiento de nutrientes

La fertilización y las dosis de fertilizantes en la palma de aceite, están basadas en los requerimientos del cultivo, la fertilidad del suelo, el análisis químico, el análisis foliar y de raquis. La aplicación básica es N, P, K, Mg, B, Zn y Si. Las dosis, frecuencias y fuentes, dependen en cada país de la fertilidad del suelo, condiciones ecológicas y facilidades en la consecución de los fertilizantes.

Tabla 1. Requerimientos según Kee y Goh (2006).

Kee y Gho (2006) Variedades altamente productivas						
Año	N	P2O5	K2O	MgO	B2O3	Zn
0	0.25	0.20	0.30	0.15	0.014	0.029
1	0.40	0.30	1.00	0.20	0.024	0.048
2	0.60	0.50	1.50	0.25	0.034	0.067
3	0.75	0.60	1.75	0.30	0.041	0.082
4	1.25	0.65	2.5	0.35	0.048	0.096
5	1.5	0.70	2.75	0.35	0.053	0.106
6	1.7	0.70	2.60	0.40	0.058	0.115
7	1.75	0.70	2.50	0.40	0.060	0.120
8	1.75	0.70	2.50	0.40	0.060	0.120
9	1.75	0.70	2.50	0.40	0.060	0.120

Los rangos óptimos dependen de la edad de la palma, material genético, lugar de establecimiento del cultivo y el rendimiento estimado. Se anexa, la concentración media de los nutrientes en los tejidos de palmas de 8-15 años de edad cultivadas en Malasia.

Tabla 2. Concentración media de los nutrientes en los tejidos de palmas de aceite.

	Edad	Deficiente	Óptimo	Exceso	Niveles óptimos
Nitrógeno	3 - 7	< 2.50	2.60 - 2.80	> 3.1	2.6
	8 - 15	< 2.40	2.50 - 2.70	> 3.0	2.6
Fósforo	3 - 7	< 0.15	0.16 - 0.19	> 0.25	0.18
	8 - 15	< 0.14	0.15 - 0.18	> 0.25	0.18
Potasio	3 - 7	< 1.0	1.10 - 1.30	> 1.8	1.2
	8 - 15	< 0.90	1.00 - 1.25	> 1.7	1.2
Magnesio	3 - 7	< 0.20	0.30 - 0.45	> 0.7	0.28
	8 - 15	< 0.20	0.30 - 0.46	> 0.8	0.28

Tabla 3. Concentración media de los nutrientes en los tejidos de palmas de aceite.

Componente	N	K	P	Mg	Ca	S
Folíolo	2.50	0.88	0.128	0.233	0.356	0.174
Raquis	0.37	1.49	0.074	0.193	0.213	0.182
Flecha	1.33	1.7	0.14	0.198	0.187	0.157
Cogollo	2.86	4.06	0.55	0.92	0.422	0.409
Tronco	0.54	1.54	0.07	0.168	0.179	0.311
Raíces	0.32	0.8	0.027	0.083	0.048	0.308
Palma Total	0.54	1.6	0.078	0.16	0.18	0.296

La **nutrición**, en el cultivo de palma de aceite tiene como objetivo, el de impactar el número y peso de los racimos. Para ello es fundamental un equilibrio entre los nutrientes que la planta absorbe y las reservas del suelo.



Su éxito crece con nuestros materiales de siembra



CLONES DE ALTA DENSIDAD

DENSIDAD DE SIEMBRA DE 160 - 180 PALMAS/HA

TORNADO, TITÁN, SUNRISE, SABRE Y DRAKE

- PRECOCIDAD Y ALTA PRODUCCIÓN DE RACIMOS
- EXTRACCIÓN COMERCIAL DE ACEITE MAYOR DE 25%
- MENORES COSTOS DE COSECHA Y MAYOR VIDA COMERCIAL DE LA PLANTACIÓN
- PLANTACIONES ALTAMENTE UNIFORMES (CLONES)

VARIEDADES DE ALTA DENSIDAD

DENSIDAD DE SIEMBRA DE 160 - 170 PALMAS/HA

CHALLENGER, AVALANCHE, SUPREME Y EVOLUTION BLUE

VARIEDADES PARA DIFERENTES AMBIENTES Y NECESIDADES:

- THEMBA, SPRING BLACK, SPRING GREEN (VARIEDADES PREMIUM)
- LA MÉ (VARIEDAD ESTÁNDAR)
- KIGOMA, BAMENDA (VARIEDADES ESPECIALES)

ADÉMÁS TENEMOS:

- AMAZON (HÍBRIDO COMPUESTO ALTAMENTE TOLERANTE A PC)

NUESTROS MATERIALES DE SIEMBRA ESTÁN RESPALDADOS POR UN SÓLIDO PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y UNA DE LAS MÁS AMPLIAS COLECCIONES DE GERMOPLASMA EN EL MUNDO.

GARANTIZAMOS:

- LA MÁS ALTA CALIDAD
- 99.9% DE PUREZA DE TÉNERAS
- PRECOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO SOSTENIDO



CLON TORNADO PALMA DE 4 AÑOS DE EDAD



AVALANCHE PALMA DE 6 AÑOS DE EDAD



SPRING BLACK PALMA DE 4 AÑOS DE EDAD

El boro en el suelo

Por su origen, hay dos grandes zonas de suelos en Guatemala: volcánicos y sedimentarios.

- Volcánico de la mayoría de los suelos de la plataforma central de Guatemala y;
- Sedimentarios, los suelos de Petén, muchos de ellos a partir de piedras calizas sedimentarias. Ello explica por qué son poco profundos (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008).

El boro total de los suelos se encuentra bajo cuatro formas:

1. Formando parte de minerales silicatados prácticamente inasimilable por las plantas.
2. Presente en la disolución del suelo.
3. Adsorbido por arcillas e hidróxidos de hierro y aluminio.
4. Ligado a la materia orgánica de la que es liberado.

En la región de la costa sur de Guatemala la fertilidad de los suelos es de los factores más importantes para el cultivo de palma de aceite (Suárez L, 2014). Los suelos ácidos y alcalinos presentan problema en cuanto a la disponibilidad de boro y otros nutrientes, principalmente porque estos no se solubilizan y no son absorbidos por las plantas (IMSA, 2014). El contenido de boro total en el suelo varía de 2 a 200 ppm, del cual la mayor parte no es asimilable por las plantas, generalmente la cantidad de boro total que puede hallarse de forma asimilable es inferior al 5%.

Existen suelos con $\text{pH} > 6.5$, lo cual no permite que este se solubilice (B), impidiendo la disponibilidad para el cultivo de la palma. El contenido total de boro en los suelos tropicales es de 5 a 150 ppm y correlaciona muy bien con el contenido del material parental. Se esperan deficiencias de boro en suelos con un contenido entre 0.3 - 0.5 ppm (Chapman 1966).

Se encuentra en cantidades suficientes en suelos de origen sedimentario marino y deficiente en suelos de texturas gruesas (arenosas a arenosas francas), bajos en materia orgánica, pH cercano al neutro a alcalino (ricos en calcio con una relación Ca/B mayor de 600), en suelos altos en potasio (K 0.30 me/100 g) con una relación K/B 200 y altos en nitratos y bajos en fósforo (Lucas y Knezek 1972). Las aplicaciones de boro al suelo no son recomendables para condiciones de $\text{pH} > 6.5$. El intervalo de pH en el que es máxima la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes está entre 5.5 a 6.5 (Miguel Muñoz 2015).

Tabla 4. Características de suelos de dos zonas palmeras.
(La Gomera-Escuintla – Las Palmas y Sayaxché-Peten - Unipalma).

La Gomera - Escuintla																
		mg/ Kg	Cmol/Kg			mg/Kg	Cmol(c)/L			Miligramos/litro (mg/L)					%	Cmol (+)/L
	pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Aluminio	Acid. Total	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro	Materia Orgánica	CICE	
Niveles Adecuados	5.5-6.8	10-30	0.-0.6	4-20	1-5	10 - 100	0 - 0.99	0.3 - 1.5	0.1 - 2.5	20 - 150	10 - 250	2 - 25	0.5 - 1	3 - 6	5 - 25	
Promedio	6.69	52.52	0.58	12.54	4.87	20.62	0.1	1.68	4.5	75.81	6.44	2.19	0.43	3.38	17.21	
Mínimo	6.01	33.57	0.47	9.49	4.08	4.11	0.06	0.58	3.69	47.48	2.9	1.25	0.11	2.75	12.95	
Máximo	7.55	67.83	0.72	14.87	6.66	42.66	0.11	2.41	5.86	119.25	8.81	3.59	1.01	4.53	20.1	

Sayaxché - Petén																
		mg/ Kg	Cmol/Kg			mg/Kg	Cmol(c)/L			Miligramos/litro (mg/L)					%	Cmol (+)/L
	pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Aluminio	Acid. Total	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro	Materia Orgánica	CICE	
Niveles Adecuados	5.5-6.8	10-30	0.2 - 0.6	4 - 20	1 - 5	10 - 100	0 - 0.99	0.3 - 1.5	0.1 - 2.5	20 - 150	10 - 250	2 - 25	0.5 - 1	3 - 6	5 - 25	
Promedio	7.62	9.4	1.1	27	4.1	4.7	1.6		1.4	30	24.4	2	0.7	5.7	26.8	
Mínimo	6.57	1.8	0.1	7.3	1	0.7	0		0.5	10.2	9.7	0.5	0.2	1.6	9.9	
Máximo	8.22	23.3	2.5	48.1	9.5	25.6	60.1		3.3	77.7	62.5	6.1	1.55	9.5	50	

En la tabla 4, se encuentran valores de referencia promedio y las diferencias de los contenidos nutricionales de los suelos de La Gomera-Escuintla y Sayaxché-Petén, referenciados especialmente en las bases (Ca, K y Mg). Los suelos de la zona sur tienen una buena relación de nutrientes mayores, mientras la zona de Sayaxché - Petén, el calcio es el predominante, ocasionando alto antagonismo con K y Mg.

El boro en la palma de aceite

En palma de aceite, el micronutriente más importante es el boro, se presentan deficiencias en todas las regiones palmeras de Sur y Centroamérica. Estas deficiencias en algunas regiones son tan fuertes que hasta producen la muerte de la palma. La concentración de boro en las hojas de las plantas superiores fluctúa alrededor de 20 mg/kg y en la palma aceitera, concentraciones foliares entre 15 y 25 mg/kg se consideran adecuadas (Fairhurst y Härdter 2003).

La deficiencia se acentúa al comienzo de la producción de fruto entre 24-30 meses cuando los desarrollos de los racimos requieren de altos niveles de carbohidratos. Aplicaciones de 100-150 gm/pal en 2 a 3 aplicaciones al comienzo del segundo año, corrige el problema. Químicamente existe buena sinergia con la materia orgánica, y es liberado por el metabolismo de los microorganismos. La liberación se disminuye durante la época seca por la menor actividad microbial y es más severo en la época seca (Bowen y Kratky 1983).

FUNCIONES DEL BORO EN LAS PLANTAS: Cumple múltiples funciones.

1. División celular y estabilidad (resistencia) de la pared celular.

El boro participa, junta con el calcio (Ca), en la estructura de las paredes celulares. Sin este elemento la división celular no se produce correctamente ya que el 90% del boro está asociado con las paredes celulares y de este, más del 70% está asociado con las pectinas. Esta relación es de suma importancia para determinar el tamaño y la forma de las células. Este elemento es esencial en los tejidos en crecimiento activo, tanto en los ápices radiculares como foliares.

2. Floración, polinización y cuajado de fruto

Se necesita un adecuado nivel de boro para que cuaje la fruta y se desarrolle. Esto es debido a que es indispensable para un mayor tamaño y fertilidad de los granos de polen y para que se desarrolle el tubo polínico. Por otro lado, se necesita en el estigma para que el polen germine y con un adecuado nivel de este elemento hay más néctar en la flor y por lo tanto más presencia de insectos polinizadores. En la mayor parte de las plantas la necesidad de boro para el crecimiento reproductivo es mucho mayor que para el crecimiento vegetativo. Además, aumenta la producción y retención de las flores.

Polinización. El boro es requerido para el crecimiento del tubo polínico, y es adsorbido por el tubo cuando crece a través del estigma. Hay casos donde la germinación del polen depende de la cantidad de B exudado por el estigma. Además, incrementa los néctares y reduce la longitud del tubo de la corola, haciendo las flores más atractivas para los polinizadores, lo cual incrementa la producción (Singh 1987).

3. Síntesis de citoquininas.

Está comprobado que la deficiencia de boro provoca una reducción en la síntesis de citoquininas. Las citoquininas o citosinas son un grupo de hormonas vegetales (fitohormonas) que promueven la división y la diferenciación celular. La citoquinina regula una serie de procesos de la planta, incluyendo la división celular, el crecimiento de los brotes y las raíces.

4. Crecimiento y desarrollo de las raíces.

El boro está directamente relacionado con el crecimiento y desarrollo de las raíces. Sin boro las raíces no crecen o se deforman y la planta no puede explorar el suelo viéndose afectada la nutrición de la planta.

Tabla 6. Funciones del boro en cada estructura vegetativa.

Funciones del boro en la palma de aceite	
FLORES DE LA INFLORESCENCIA	Producción de flores
	Formación de anteras
	Polinización
	Germinación del polen
	Crecimiento del tubo polínico
FRUTO	Montaje de Semillas
	Calidad y vida útil de la fruta
	Productividad de la planta
RAICES	Desarrollo radicular lateral
	Formación de pelos de raíz
	Fijación de nitrógeno
	Absorción de iones
PUNTOS DE CRECIMIENTO	Integración estructural de membranas y paredes celulares
	Flujos de iones a través de la membrana
	Enzimas unidas a plasmalema
	División y elongación celular
HOJAS	Transporte de K hacia los estomas foliares
	Apertura y cierre de estomas
	En las relaciones hídricas
	Contenido de clorofila
	Fotosíntesis
GENERAL	Metabolismo fenólico y nitrogenado
	Ácido nucleico y metabolismo del IAA
	Respiración vegetal
	Transporte de azúcar

5. Síntesis y transporte de azúcares.

La fotosíntesis transforma la energía de la luz solar en hidratos de carbono (azúcares) y estos deben ser transportados desde las hojas hacia los sitios de reserva (frutos, bulbos y raíces, por ejemplo). El boro aumenta la tasa de transporte de estos azúcares a regiones en crecimiento activo (ápices foliares y radicales) y también a los frutos en desarrollo y otros órganos de reserva ya que es esencial para la síntesis de los precursores de la coenzima esencial en la formación de sacarosa, principal forma de transportar los azúcares.

6. Metabolismo de los fenoles.

El boro participa en el metabolismo de fenoles impidiendo su acumulación en los tejidos. En situaciones de deficiencia la acumulación de compuestos fenólicos afecta la síntesis de lignina lo cual debilita las paredes celulares.

7. Síntesis de ácidos nucleicos.

En situaciones de deficiencia, estos tejidos cesan su división celular dando lugar a la formación de raíces más cortas.

8. Resistencia a la infección por patógenos.

En plantas con un adecuado nivel de boro las paredes celulares son más fuertes y esto dificulta la infección por patógenos del suelo. Por otro lado, coadyuva a la resistencia a enfermedades fúngicas, bacterianas, diversas virosis e incluso a insectos debido a que promueve la síntesis de leucocianidina que actúa como sustancia inmunológica (Christian Door, enero 2021). Rajaratnam y Hock (1975), observaron que, con el aumento en el contenido de boro en las hojas de palma, había una reducción en la infestación de ácaro rojo (*Tetranychus pioroei*) y que había una estrecha correlación entre el contenido de boro y la producción de cianidina, un polifenol que es tóxico a los ácaros rojos, y que puede transformar algunos compuestos nitrogenados complejos, haciéndolos no digeribles por los ácaros rojos.

Por las funciones que desempeña el boro, es muy importante mantener un adecuado nivel de este elemento en los cultivos para poder lograr un adecuado crecimiento y desarrollo de las palmas y cosechas con alto rendimiento y buenas características de calidad. La absorción de elementos menores incrementa significativamente a los 40 meses de plantada la palma. El contenido de B y Cu es menor, Zn es 2 a 3 veces más que los anteriores, manganeso es 11 a 12 veces más que el boro y el hierro es 21 a 22 veces mayor que el boro. Con base a su movilidad, la toma de muestras foliares para conocer sus niveles **debe ser en hoja 3 o 9**. El boro se mueve con el agua en los tejidos de la palma y se acumula en las hojas. Por lo tanto, la absorción y la acumulación del boro dependen directamente de la tasa de transpiración. Por esta característica, se considera que el boro se debe aplicar con **buena humedad del suelo** y con lluvias que no superen los 40 mm/día de agua.

El boro como mejorador del racimo

Ilustración 1. Partes de la inflorescencia femenina

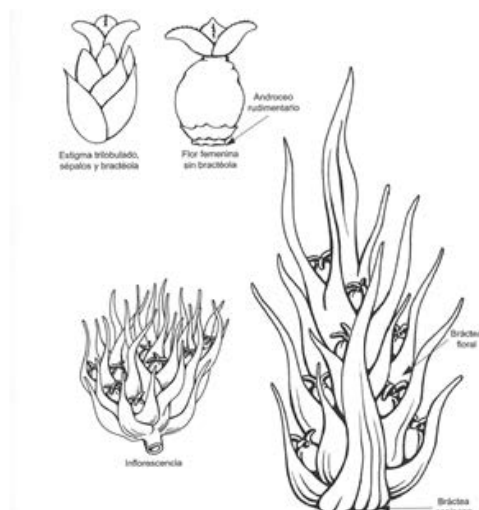


Figura 5. Composición de una inflorescencia femenina mostrando en primer plano bráctea, flores y espigas (Jacquemart, 1998).

La inflorescencia femenina está constituida por un raquis central sobre el cual están distribuidos, espirales en series, un centenar de espigas que terminan en una punta muy dura. Las flores femeninas tienen tres estigmas carnosos, de color blanco cremoso mientras son receptivos, y luego el color se torna rosado o rojo, hasta que se secan. La receptibilidad de los estigmas dura más de dos o tres días. (Fairhurst & Härdter – reportado por M. Corso 2021).

El boro, se encuentra directamente relacionada a la formación y al peso de los racimos, debido a que los frutos son resultado de la fecundación producida por medio de la polinización.

Es un nutriente catalogado como esencial para las plantas y afecta muchos procesos en forma indirecta y uno fundamental en la producción: **la polinización y cuajado de los frutos, mejora el tamaño y la fertilidad de los granos de polen, tiene un importante papel en la germinación del polen y el crecimiento de los tubos polínicos**, (Marschner, 1995; Goh y Härdter, 2012).

Con base a la intervención en el proceso de fecundación, el boro debe estar siempre presente en la palma en sus niveles adecuados, en un rango mayor a 20 ppm, teniendo en cuenta la tasa de floración tanto masculina como femenina. Es importante conocer los ciclos productivos y la distribución de los racimos a través del año, para suministrar los nutrientes que la palma necesita en su momento por las estructuras florales que referencia.

Ejemplo: Épocas de buena floración, suministro de boro por lo menos un mes antes de su ocurrencia. Presencia de cargas productivas, necesidad de potasio para llenado. Racimos a cosechar, aplicar magnesio entre 120 y 160 días antes de cosecha (Cenipalma).

El boro no se moviliza de hojas viejas a hojas nuevas. Debido a su inmovilidad, los síntomas se presentan en primer lugar en las zonas más jóvenes, tanto de raíces como de tallos y los ápices pueden acabar muriendo. Las hojas presentan una textura dura y coriácea y los tallos se vuelven quebradizos y agrietados.

Las aplicaciones de boro mejoran la apetencia de los insectos polinizadores por las flores, ya que resulta aumentado el nivel de néctar y se acorta la longitud del tubo de la corola, mostrándose las flores más atractivas para los insectos polinizadores y las abejas. El contenido en boro de los órganos reproductivos (anteras, estilos, estigmas, ovarios) es especialmente alto y tiene un importante efecto positivo en el cuajado de frutos y el proceso de formación de semillas.

Tabla 7. Factores que afectan la disponibilidad del boro.

Factores que afectan la disponibilidad del boro	
Cómo y quién lo afecta	
pH	Adsorción
	Encalado
MATERIA ORGÁNICA	Aplicación de materia orgánica - aumenta la concentración de boro en superficie
TEXTURA	Texturas gruesas, bien drenadas y suelos arenosos presentan concentraciones bajas de boro
	El boro aplicado al suelo permanece soluble y hasta un 85% puede ser lixiviado en suelos con bajo contenido de M.O.
	Suelos arcillosos pueden retener más boro que suelos arenosos. Parte de este Boro no es disponible para las plantas
INTERACCIÓN CON OTROS ELEMENTOS	Principalmente $Ca_2+Ca/B = 325$
	Las fertilizaciones nitrogenadas en grandes cantidades atenúan los excesos de boro, ya que disminuyen la absorción de boro por las plantas.
	Otros estudios muestran una sinergia entre las absorciones de boro y fósforo, potasio, calcio y magnesio, estando estos macroelementos en cantidades no excesivas.
	Por el contrario, potasio, magnesio, hierro y molibdeno a elevadas concentraciones ejercen un antaonismo en la absorción de boro.
HUMEDAD DEL SUELO	Baja humedad restringe la liberación de boro de la M.O. y dificulta la difusión y le flujo de masas. Periodos prolongados de sequía favorece la fijación de este elemento pasando a formas no disponibles.
	Alta humedad del suelo: las lluvias fuertes pueden lavar el boro del perfil del suelo, sobre todo en suelos ácidos y de textura gruesa.
TEMPERATURA Y LUMINOSIDAD	Una elevada temperatura e intensidad luminosa: acentúan los síntomas de deficiencia de boro. Las exigencias de boro son inferiores en presencia de intensidades luminosas bajas.

Síntomas por deficiencias de boro.

La deficiencia de boro ocurre en un rango de cultivos y condiciones climáticas, mucho más extenso que cualquier otro nutriente y, probablemente incide más que cualquier otro micronutriente en la calidad y rendimiento de las cosechas. Los síntomas de deficiencia son inferiores a 15-20 ppm de boro en hoja.



Cuando hay deficiencias de boro, durante la división celular no hay una completa separación de las células en división, permaneciendo cortas las paredes longitudinales. Por ende, incompleto e irregular desarrollo de la hoja. Hojas pequeñas, hojas gancho. Espina de pescado, hojas ciegas, hojas redondas.

HOJA CORTA, CIEGA, REDONDEADA, ESPINA DE PESCADO



HOJA GANCHO



Períodos excesivamente secos, a continuación de inviernos lluviosos, son propensos para la manifestación de los síntomas de deficiencia de boro. El mejor momento de aplicación dependerá de diversos factores, tales como el régimen local de lluvias, la capacidad de retención del boro en el suelo, estado fenológico, grado de deficiencia del cultivo, etc

Las deficiencias afectan

Reducción del crecimiento terminal:

- Las hojas jóvenes se ven deformadas, pequeñas y curvadas hacia adentro.
- Los pecíolos y los tallos son más gruesos y se hacen fibrosos y frágiles.
- Aparición de grietas y hendiduras en los pecíolos, en los tallos y algunas veces en los frutos.
- Alteración en la formación de flores y frutos. Deficiencia de boro en frutos frescos conduce a frutos partenocarpicos (sin semilla), frutos pequeñas
- Alteración en la germinación del polen y formación desuniforme de frutos. Disminuye cuaje de fruto.
- A veces aparecen frutos partenocárpicos, pequeños.
- Las raíces se espesan, a veces se hacen más finas y débiles, y presentan las puntas necrosadas, deteniéndose el crecimiento.

Manejo del boro

Una correcta nutrición en boro facilita:

- a. Resistencia a gran número de enfermedades fúngicas, bacterianas, diversas virosis e incluso a insectos, al parecer por que el boro promueve la síntesis de leucocianidina que actúa como sustancia inmunológica.
- b. También a factores climáticos (resistencia a daños causados por heladas).
- c. Aumenta los niveles de vitamina C y carotenos en la planta.

Las principales fuentes de boro son el bórax y los quelatos de boro. El bórax se aplica al plato y el quelato al follaje. **Bórax** ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), tanto en aplicación al suelo como gránulos de lenta liberación, así como aplicación vía sistema de riego o foliar en forma de gránulos solubles. **Tetra borato sódico** ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ o $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), **Pentaborato sódico** ($\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), **Solubor** ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), boro en polvo soluble al 21 % para aplicación vía sistema de riego o foliar., **Ácido bórico** (H_3BO_3), **Colemanita** ($\text{Ca}_2\text{B}_7\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). **Granubor**, boro granulado al 15 % de lenta liberación para aplicación directa al suelo. **Fertibor**, boro al 15% en gránulos finos de lenta liberación para aplicación directa al suelo.

Palmas con 6-8 ppm en las hojas al aplicar boro al suelo aumenta en dos meses a 15 ppm.

En zonas húmedas el boro es fácilmente lavado del perfil del suelo, mientras que en regiones áridas puede acumularse hasta niveles tóxicos en las capas superficiales.

Resumiendo, el boro asimilable consiste básicamente en ácido bórico, y representa una pequeña cantidad respecto al boro total (entre 0.1 y 3 ppm).

Existe también una estrecha correlación entre el contenido en materia orgánica y la cantidad de boro asimilable presente en un suelo.

Los suelos arenosos, con textura ligera, contienen generalmente menos boro asimilable que los suelos arcillosos, además el boro es fácilmente lavable de los suelos de textura ligera.

El boro asimilable está preferentemente concentrado en las capas superficiales de los suelos bien drenados, donde está íntimamente ligado a la materia orgánica. Los síntomas de carencia de boro se presentan a partir de unos niveles críticos en el suelo, los cuales dependen de muchas condiciones (cultivo, climatología, pH del suelo, etc.).

La dosis aplicada a los suelos varía entre 0.3 y 3 Kg de boro por Ha, dependiendo de la sensibilidad y edad del cultivo, el tipo de suelo, la climatología, grado de deficiencia, localización de la aplicación, etc.

La palma responde frecuentemente a la aplicación de boro (B) durante todas las fases de crecimiento del cultivo, acumulando en general entre 7.0-8.5 mg B kg⁻¹ de materia seca.

Una palma adulta puede acumular aproximadamente 500 g de B por hectárea, y hasta 70 g año/ha B se exportan fuera del lote en los frutos cosechados (Goh y Härdter, 2012).

Bibliografía

Arias, A.N., y M.F. Munévar. 2006. Riesgos de toxicidad de boro en viveros de palma de aceite. Palmas 27:1.

Goh, K., J y R. Härdter. 2012. Nutrición General de la Palma de Aceite. En Palma de Aceite: Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles. IPNI. (<http://nla.ipni.net/article/NLA-3063>).

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. 889 p. London: Academic Press.

Marcel Barbier. Disponibilidad de boro a partir de diferentes fuentes minerales y su interacción con otros nutrientes. Boletín Técnico Grepalma.



GREPALMA

GREMIAL DE PALMICULTORES DE GUATEMALA

BOLETÍN LA PALMA NO. 19

WWW.GREPALMA.ORG

E-mail: info@grepalma.org

SÍGUENOS EN:



GREPALMA miembro de



8-0250-20-100-00
valid license number



Red Guatemala
APOYAMOS