



Recomendaciones nutricionales para

# BANANA



Pioneering the Future

## Recomendaciones nutricionales para

# BANANO

Nombre científico: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*

Nombres comunes: plátano, banana

### Contenido:

<b>1. Cultivo del banano</b> .....	<b>3</b>
1.1. Descripción .....	3
1.2. Tipo de suelo .....	3
1.3. Variedades .....	3
1.4. Clima .....	3
1.5. Riego .....	4
1.6. Densidad de siembra y rendimiento esperado .....	4
1.7. Consumo de nutrientes por la planta .....	4
<b>2. Nutrición de la planta</b> .....	<b>7</b>
2.1. Principales funciones de los nutrientes vegetales .....	7
2.2. Funciones de los nutrientes y síntomas de deficiencia en banano .....	8
2.2.1. Nitrógeno (N) .....	9
2.2.2. Fósforo (P) .....	12
2.2.3. Potasio (K) .....	13
2.2.4. Magnesio (Mg) .....	20
2.2.5. Calcio (Ca) .....	21
2.2.6. Azufre (S) .....	24
2.3. Micronutrientes .....	25
2.3.1. Boro (B) .....	25
2.3.2. Hierro (Fe) .....	27
2.3.3. Manganeso (Mn) .....	27
2.3.4. Zinc (Zn) .....	28
2.3.5. Cobre (Cu) .....	29
2.4. Sensibilidad a sales .....	30
<b>3. La prueba está en la eficiencia de los productos Haifa</b> .....	<b>35</b>
<b>4. Recomendaciones para la fertilización</b> .....	<b>39</b>
4.1. Absorción / remoción de nutrientes .....	39
4.2. Análisis del suelo y de las hojas .....	40
4.2.1. Análisis del suelo .....	40
4.2.2. Análisis foliar .....	41
4.2.3. Interpretación del estado del nutriente .....	43
4.3. Demanda de nutrientes .....	44
4.3.1. Nitrógeno .....	45
4.4. Dosis de fertilizante sugeridas y contenido de nutrientes .....	46
4.4.1. Software Haifa NutriNet™ en la web para programas de Nutrigación™ .....	46
4.4.2. Fertilizantes de aplicación al suelo .....	47
4.4.3. Ejemplos de prácticas de fertilización en suelo .....	49

4.5. Fertilizantes de liberación controlada .....	51
4.5.1. Recomendaciones para su aplicación .....	52
4.5.2. Beneficios comprobados de Multicote® Agri.....	52
4.6. Nutrigación™ (Fertigación) .....	55
4.7. Nutrición foliar .....	57
4.7.1. Prácticas de nutrición foliar .....	57
4.7.2. Recomendaciones de aplicación foliar .....	59
<b>Apéndice I: Fertilizantes especiales de Haifa .....</b>	<b>60</b>
<b>Apéndice II: Tablas de conversión .....</b>	<b>71</b>

## 1. Cultivo del banano

### 1.1 Descripción

La planta de banana es una hierba perenne de gran tamaño con vainas foliares que forman pseudotallos como troncos. La planta tiene de 8 a 12 hojas con una longitud de 270 cm y un ancho de 60 cm. El desarrollo de la raíz puede ser extenso en suelos sueltos, en algunos casos de hasta 9 m hacia los laterales. La altura de la planta, el tamaño de los racimos y otras características dependen de la variedad de banano.

El desarrollo de las flores se inicia desde el verdadero tallo subterráneo (cormo) de 9 a 12 meses después de la plantación. La inflorescencia (tallo de la flor) crece a través del centro del pseudotallo. Las flores se desarrollan en pequeñas "manos" o también llamadas pencas formadas en espiral alrededor del eje principal. En la mayoría de los cultivos, las flores hembra son seguidas por un racimo de flores neutras que tienen abortadas sus ovarios y estambres. Las flores neutras son seguidas en sus extremos por flores macho que están encerradas en brácteas. Las flores macho tienen estambres funcionales aunque ovarios abortados.

Los frutos maduran en un término de 60 a 90 días luego de la aparición de las flores. Cada racimo de frutos consiste en un número variable de pencas a lo largo del tallo central. Cada penca consta de dos filas transversales de frutos.

La calidad del fruto se determina por su tamaño (largo y grosor del dedo), por la uniformidad de maduración, por la ausencia de manchas y defectos, y por la disposición de los racimos. Los estándares de calidad pueden diferir de acuerdo a los distintos mercados.

### 1.2 Tipo de suelo

Las bananas crecen bien en un amplio rango de suelos. El suelo ideal debe estar bien drenado pero a su vez debe tener una buena capacidad de retención de agua. El pH del suelo debe estar entre 5,5 y 6,6. Además, el suelo no debe ser compacto.

### 1.3 Variedades

Las Cavendish y las Brasileñas son los dos grupos principales de bananas para postre. El grupo Cavendish incluye a las variedades 'Williams', 'Valery', 'Hamakua', 'Grand Nain', y 'China'. Las bananas Brasileñas son denominadas, en forma frecuente pero incorrecta, como 'Dwarf Brazilian'. Este grupo incluye al 'Dwarf Brazilian'. El grupo Bluefields, que incluye a 'Bluefields' y a 'Dwarf Bluefields', fue la variedad comercial líder. Actualmente, este grupo representa menos del 1% de la producción de bananas en algunos países debido a su susceptibilidad a la enfermedad de Panamá. Las bananas con contenido de fécula para cocción, o plátano, son cultivadas también en algunos países. Largo, Maia maole y Popoulu son algunos de los grupos de plátanos más conocidos.

### 1.4 Clima

Las bananas crecen mejor en áreas con precipitaciones anuales bien distribuidas de 2.500 mm o más. El riego resulta necesario si las precipitaciones son inadecuadas o irregulares. Las plantas de bananas crecen mejor en áreas protegidas debido a que son susceptibles a sufrir daños por viento. Una temperatura promedio de 27°C (81°F) y mucho sol son los factores que benefician al óptimo desarrollo de la planta y a sus rendimientos.

Las condiciones óptimas para la maduración de las bananas son: temperaturas de 20-21°C (68-70°F) y humedad relativa del 90%. A medida que la fruta madura, el almidón interno se va convirtiendo gradualmente en azúcar.

## 1.5 Riego

El agua es probablemente el factor abiótico más limitante en la producción de bananas. La estricta necesidad de agua por parte de este cultivo puede ser satisfecha mediante una efectiva precipitación o por riego. El uso de estas dos fuentes de agua varía ampliamente a lo largo del mundo.

La banana es una planta con una rápida tasa de crecimiento, alto consumo de agua, una distribución de las raíces poco profunda y extendida, raíces con débil fuerza de penetración en el suelo, pobre capacidad para extraer agua de suelos secos, baja resistencia a las sequías, y una rápida respuesta fisiológica al déficit de agua en el suelo.

Estos factores indican que las plantas de bananas son sensibles aún a pequeñas variaciones en el contenido de agua en el suelo y que llevar a cabo un estricto cronograma de riego resulta un factor crítico. La capacidad de retención de agua en el suelo, una efectiva profundidad de las raíces de la planta, y el porcentaje de disminución del agua total disponible permitido antes del riego, determinan la cantidad de agua a aplicar, mientras que el coeficiente del cultivo en forma conjunta con los datos de evapo-transpiración determinan el intervalo de riego.

En Israel, en donde la escasez de agua es crucial, los huertos de bananos generalmente crecen en malla sombra para reducir los efectos de pérdidas de agua por transpiración y reducir el daño en las hojas por viento.

## 1.6 Densidad de siembra y rendimiento esperado

Las plantas de banana son normalmente plantadas a una distancia no menor de 2 a 3 metros. La densidad del plantado depende de la variedad de banana y de las prácticas de manejo. El número de yemas (o chupones) en desarrollo debe ser mantenido en un máximo de 4 o 5 por mata, dependiendo de la distancia de plantado y de otras prácticas.

Se pueden obtener rendimientos de 15, 20 y hasta 45 ton/ha por parte de las variedades 'Brasileña', 'Bluefields' y 'Cavendish' respectivamente. Se han reportado rendimientos de 84 ton/ha bajo condiciones óptimas.

## 1.7 Consumo de nutrientes de la planta

La banana es rica en potasio (K) en comparación con otros cultivos (Tabla 1) y ello debe considerarse cuando se planifique un programa de fertilización.

**Tabla 1:** Remoción de nutrientes en cosecha de frutos de diferentes cultivos

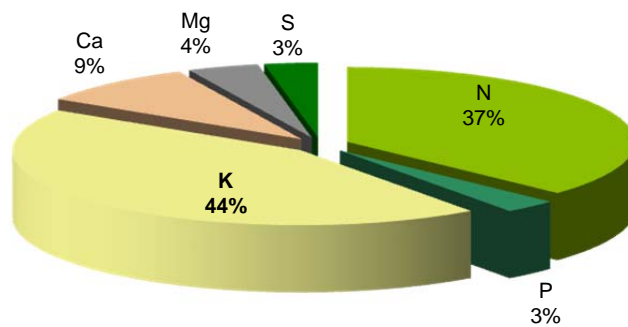
Cultivo	Rendimiento frutos (ton/ha)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		(kg/ha)		
Mango	15	100	25	110
<b>Banana</b>	<b>57</b>	<b>322</b>	<b>73</b>	<b>1.180</b>
Cítricos	20	22	12	57
Ananá	84	150	45	530
Papaya	80	225	60	180
Uvas	20	160	40	180
Litchi	10	220	35	290

**Tabla 2:** Contenido de nutrientes en diversos cultivos (kg/ha):

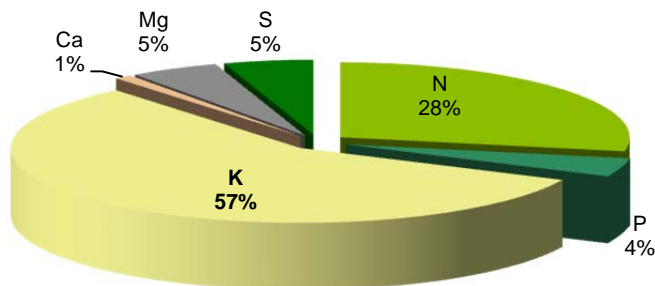
Cultivo	Rendimiento (ton / ha)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Maíz	6	120	50	120
Trigo	6	170	75	175
Papa	40	175	80	310
Tomate	50	140	65	190
Maní	2	170	30	110
Girasol	3	120	60	240
Manzana	25	100	45	180
Palta	15	40	25	80
Cítricos	30	270	60	350
<b>Banana</b>	<b>40</b>	<b>320</b>	<b>60</b>	<b>1000</b>

El contenido de potasio no es muy alto en la hoja de la planta de banana (Fig. 1), pero en los frutos sobrepasa el 50% de su peso seco (Fig. 2).

**Figura 1:** Contenidos relativos de nutrientes de plantas en hojas de bananos



**Figura 2:** Contenido relativo de nutrientes en el fruto banana

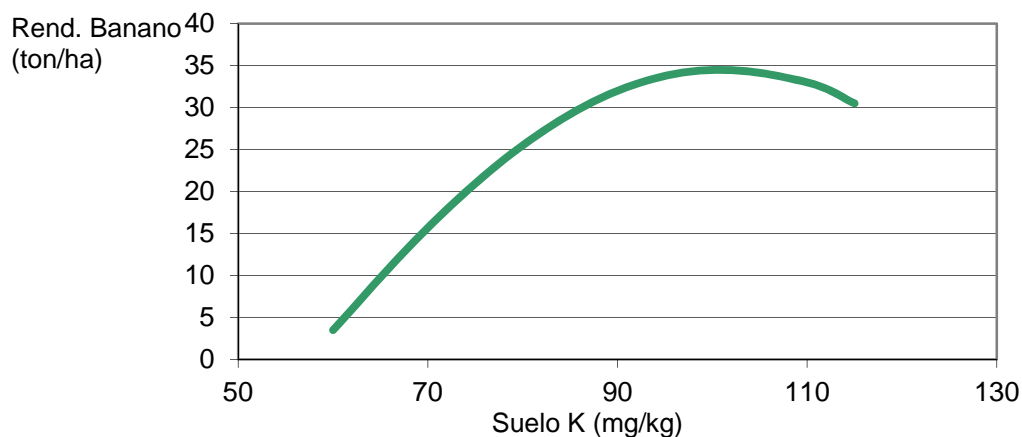




Los rendimientos de las plantas de bananas son directamente proporcionales al contenido de K en el suelo (Fig 3).

**Figura 3:** Relación entre el contenido de K en el suelo (0 – 20 cm) y el rendimiento en plantas de banano.

(B. L. Smith, South Africa, 1995. )



El nivel de potasio en el suelo afecta no solo el rendimiento, sino también el crecimiento de la planta (Tabla. 3). Cuanto mayor sea el nivel de K en el suelo, más grande será el área de follaje.

**Tabla 3:** Efecto de los niveles de potasio, bajo condiciones arenosas, sobre el tamaño de la hoja de la planta de banano (Lahav, 1972)

Nivel K (ppm)	Longitud		Ancho		Área		Período de vida		Superficie foliar total	
	cm	%	cm	%	m <sup>2</sup>	%	días	%	m <sup>2</sup>	%
292	129	100	68	100	0,66	100	111	100	75	100
146	123	95	64	94	0,62	94	107	96	67	89
73	104	81	56	82	0,45	68	94	85	44	59
36	101	78	54	79	0,42	64	71	64	32	43
18	106	82	57	84	0,47	71	40	67	30	60
0	86	67	47	69	0,29	44	56	50	18	24
SE ( <i>P</i> = 0,01)	5		4		0,06		4		6	

## 2. Nutrición de la planta

La baja fertilidad del suelo es uno de las principales restricciones para obtener un crecimiento y rendimiento óptimo del cultivo. La fertilidad del suelo puede ser manejada mediante fertilización, pero el agricultor debe prevenir posibles problemas con los nutrientes a fin de tomar decisiones correctas respecto al tipo y a la tasa de aplicación de los fertilizantes necesarios. Se utilizan numerosas técnicas de diagnóstico para evaluar el estado nutricional del suelo y determinar los requerimientos de fertilizante para cada cultivo: a saber, los síntomas de deficiencia, pruebas de campo, análisis de suelos y análisis foliares.

Está bien documentado que una fertilización equilibrada logran un buen rendimiento y mejor calidad en banano. La información respecto a la mejora en la calidad del almacenamiento de la fruta y las propiedades de almacenamiento de las bananas a través del uso adecuado de nutrientes, resultó también crucial en el momento que se comenzó a comercializar importantes cantidades de fruta a mercados remotos.

- El sistema de raíces de las plantas de banana se esparce en los 60 cm superiores del suelo. Siendo un cultivo exhaustivo, se debe realizar una aplicación correcta de fertilizante para obtener buenos rendimientos.
- La elección de fertilizantes, dosificación de nutrientes, tiempo de aplicación, etc. varían ampliamente con respecto a las regiones agroclimáticas y a la variedad.

Efectos de una fertilización adecuada en plantas de bananos:

- Aumento en el rendimiento del cultivo mejorando su clasificación o en el peso del racimo,
- Reducción del tiempo necesario para la maduración del racimo de bananas
- Aumento en el número de racimos comercializables de buena calidad por hectárea,
- Mejora la calidad, en términos de características físicas y químicas, lo que le permite lograr un alto retorno de la inversión.

### 2.1 Principales funciones de los nutrientes de las plantas

**Tabla 4:** Resumen de las principales funciones de los nutrientes de las plantas:

Nutriente	Función
Nitrógeno (N)	Síntesis de proteínas (crecimiento y rendimiento).
Fósforo (P)	División celular y formación de estructuras energéticas.
Potasio (K)	Transporte de azúcares, control de estomas, cofactor de diversas enzimas, reduce la susceptibilidad a enfermedades de las plantas.
Calcio (Ca)	Un importante componente de la pared celular, reduce la susceptibilidad a las enfermedades
Azufre (S)	Síntesis de los aminoácidos esenciales cistina y metionina
Magnesio (Mg)	Parte central de la molécula de clorofila.
Hierro (Fe)	Síntesis de la clorofila.
Manganeso (Mn)	Necesario en el proceso de fotosíntesis.
Boro (B)	Formación de la pared celular. Germinación y elongación del tubo de polen. Participa en el metabolismo y transporte de los azúcares.
Zinc (Zn)	Síntesis de las auxinas.
Cobre (Cu)	Influye en el metabolismo del nitrógeno y carbohidratos.
Molibdeno (Mo)	Componente de las enzimas nitrato reductasa y nitrogenasa



## 2.2 Funciones de los nutrientes y síntomas de su deficiencia en bananas

**Tabla 5:** Papel de los nutrientes específicos

	N	P	K	Mg	Ca	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Parámetros de rendimiento</b>											
Rendimiento	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peso racimo	+	+	+	+			+	+			
Manos / racimo	+		+					+			
Fruta / penca			+								
Número frutos			+								
Peso frutos			+				+	+			+
Diámetro fruto			+				+	+			+
Longitud fruto			+								
<b>Parámetros de calidad</b>											
Almidón	+	+	+								
Azúcares			+				+				+
Acidez	+						+				+
Relación azúcar/ácido			+								+
Sólidos Solubles	+		+				+	+			+
Acido ascórbico (Vit. C)			+				+	+			+
Desórdenes en la cáscara					-						

Las deficiencias nutricionales impiden el crecimiento de la planta de banano (Tabla 6). Cabe señalar que la deficiencia de potasio produce efectos negativos muy marcados.

**Tabla 6:** Número de hojas producidas en 158 días e intervalos entre el surgimiento de las hojas ("*Dwarf Cavendish*" en suelo arenoso)

Deficiencia de nutriente	No. de hojas	Días entre surgimiento de las hojas
Control, sin deficiencia	16.6	9.5
- K	7.0	22.6
- P	13.0	12.1
- K	11.5	13.8
- Ca	13.5	11.7
- Mg	14.5	10.9

### 2.2.1 Nitrógeno (N)

**Función:** el nitrógeno es uno de los nutrientes primarios absorbidos por las raíces de las plantas de banano, preferiblemente en la forma de ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). El nitrógeno es un componente de los aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos y coenzimas, hexosaminas, etc. Este nutriente es igualmente esencial para lograr una buena división celular, crecimiento de la planta y un proceso de respiración, adecuados.

- El nitrógeno es el principal promotor del crecimiento. Induce el crecimiento vegetativo del pseudotallo y de las hojas, brindándoles un saludable y deseable color verde.
- El nitrógeno contribuye a que el banano logre una estructura vegetativa sana y robusta que es uno de los requisitos previos esenciales para lograr altos rendimientos. Las plantas de banana que están pobremente nutridas con N producen solamente siete hojas contra las 17 hojas producidas por plantas adecuadamente provistas con N.
- Si hay deficiencia de N en las bananas, las hojas toman 23 días para desarrollo contra 10 días en el caso de hojas de plantas que tienen un suministro adecuado de N.
- La deficiencia de nitrógeno provoca un crecimiento lento y hojas más pálidas con una superficie de hoja y tasa de producción, reducidas. El nitrógeno influye positivamente en el crecimiento longitudinal de los peciolo.
- Se observó que cuanto mayor es el número de hojas grandes y sanas, producidas durante los primeros 4 a 6 meses, mayor es el tamaño de los racimos.
- El nitrógeno aumenta el grado del racimo, y la producción de yemas o chupones.
- La falta de N produce peciolo finos, cortos y comprimidos, y un menor número de yemas. La absorción de fósforo es mayor debido a la deficiencia de N.

**Tabla 7:** Nitrógeno (N) en la planta de banana

<b>Deficiencia</b>	Crecimiento vegetativo pobre
<b>Tasa óptima de N</b>	Alta contenido de materia seca A una tasa óptima N:K produce racimos más grandes
<b>Exceso</b>	Los racimos se quiebran antes de la maduración

**Tabla 8:** Tasa óptima de nitrógeno para el crecimiento de la planta\* - Cv. Pioneira (2 x 3 m)

I – Primer ciclo

Tasa N** (g/planta)	140 días después de plantado		240 días después de plantado	
	Altura planta (cm)	Circunferencia basal (cm)	Altura planta (cm)	Circunferencia basal (cm)
0	82	8.3	114	13.3
80	102	11.1	128	15.7
160	106	11.5	127	14.3
240	92	10.2	112	13.2

II – Segundo ciclo

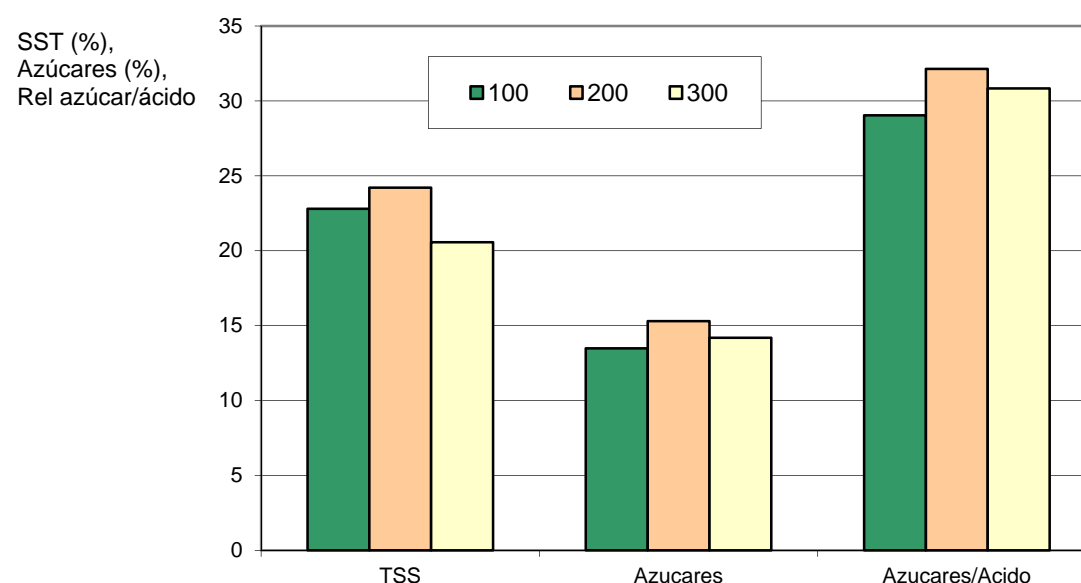
Tasa N** (g/planta)	Peso racimo (kg)	Peso total penca por racimo (kg)	Frutos /racimo	Pencas / racimo
0	4.58	4.13	54.2	5.11
80	5.00	4.50	59.7	5.49
160	5.96	5.40	63.1	5.76
240	5.88	5.22	67.2	5.87

\*\* - Fertilización: P y K, cal dolomítica. N dividido (35, 75, 115, 155 días después de la plantación).

Suelo: pH 5.4; P 2 ppm; K 0.5 meq/l; Ca+Mg 7 meq/l; Al 1 meq/l

\* Brasil et al. (2000) Brasil

**Figura 4:** Efectos del nitrógeno sobre: SST, azúcares y relación azúcar/ácido (P y K en dosis iguales) Babu (1999) India



**Síntomas de deficiencia:**

Los síntomas típicos de deficiencia de nitrógeno en las plantas de banano son clorosis o amarillamiento de las hojas, peciols, tintes de color rosa (Fig. 5, 6) y en las vainas foliares se produce un retraso del crecimiento. Además, se producen pseudotallos delgados, peciols y hojas pequeños, y un menor periodo de vida de las hojas. La planta de banana es más sensible a la falta de nitrógeno que a la falta de cualquier otro elemento, la deficiencia de nitrógeno provoca una notable reducción en los rendimientos.

**Figura 5:** Síntoma de deficiencia severa de nitrógeno en plantas de banano



**Figura 6:** Síntoma de la deficiencia de nitrógeno: peciols pasan de rosa a violeta, y la distancia entre ellos se vuelve extremadamente corta



**Figuras 7:** Deficiencia severa de nitrógeno en peciols de bananos



**Figura 8:** Exceso de nitrógeno: quemado severo de las láminas de banana debido a la excesiva aplicación de urea (los daños se localizan cerca de la nervadura central).

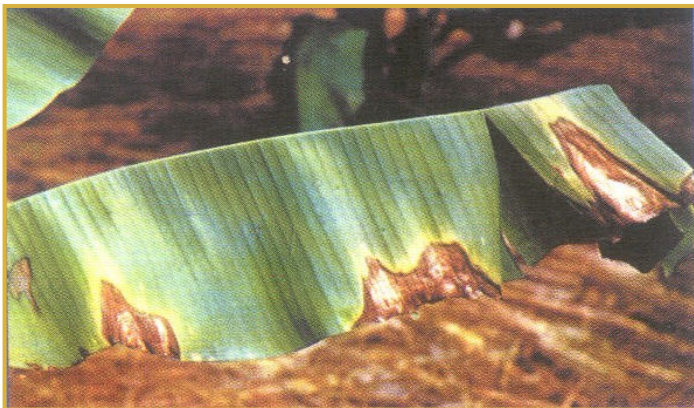


### 2.2.2 Fósforo (P)

**Función:** el fósforo ayuda a producir un rizoma sano y un sistema de raíces fuerte. Además, tiene influencia en la fijación de las flores y en el crecimiento vegetativo general. Es uno de los tres nutrientes primarios y es absorbido por las raíces de la planta de banana, principalmente en la forma de ortofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Es un componente del azúcar-fosfato, de los ácidos nucleicos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, entre otros. Juega un rol central en las reacciones que involucran a la ATP. Este elemento resulta necesario para los diversos procesos vitales tales como la fotosíntesis, el metabolismo de los carbohidratos, y la transferencia de energía dentro de la planta. Ayuda a las plantas a acumular y a utilizar la energía de la fotosíntesis, a desarrollar las raíces, acelerar la madurez y resistir el estrés.

**Síntomas de deficiencia:** los síntomas de deficiencia de fósforo muestran la aparición, en las hojas viejas, de clorosis en sus bordes. También se desarrollan manchas marrones y purpúreas. Cuando hay una severa deficiencia, las hojas afectadas se rizan, los peciolo se quiebran y las hojas más jóvenes toman un color verde profundo. La deficiencia de P provoca un completo cese en la elongación, a una altura de 60 cm las hojas se hace tipo roseta y las más viejas se vuelven irregularmente necróticas, la producción de hojas se reduce y aparece una clorosis marginal. Y en los casos severos a dichos problemas le sigue una muerte prematura.

**Figura 9:** Deficiencia severa de fósforo, síntoma en láminas de banana (cv. Dwarf Cavendish). Los bordes de las láminas se vuelven necróticas



### 2.2.3 Potasio (K)

Debido a los altos contenidos de K en el fruto y hojas de la planta (ver Fig. 1, página 5) el K es considerado el nutriente más importante en la producción de banano.

La cantidad de K que la planta toma del suelo y que es eliminada del campo en los racimos cosechados es muy alta. Se estima que la pérdida anual del suelo sólo por la remoción por parte de los frutos, puede ser de 400 kg de K elemental (equivalente a 480 kg de K<sub>2</sub>O) por hectárea con una producción de 70 toneladas de fruta. Por esta razón, la planta de banana necesita un buen suministro de K, aún en aquellos suelos en donde los niveles de K son considerados altos.

**Función:** se requiere potasio como cofactor para más de 40 enzimas. Tiene un papel en los movimientos de los estomas mediante el mantenimiento de la electro-neutralidad en las células de las plantas. Es requerido para otras diversas funciones fisiológicas, tales como: la formación de los azúcares y almidones, síntesis de las proteínas, división celular normal y crecimiento, neutralización de los ácidos orgánicos, además, está involucrado en las reacciones enzimáticas, regulando el suministro de dióxido de carbono mediante el control de la apertura de los estomas y mejorando la eficiencia del uso del azúcar. Asimismo, incrementa la resistencia de la planta al estrés biótico y abiótico en los siguientes procesos: tolerancia al congelamiento mediante la disminución del potencial osmótico de la savia celular debido a la mayor relación de ácidos grasos saturados / no saturados, tolerancia a las sequías, regulación del equilibrio interno de agua y turgencia, regulando la entrada y/o la salida de Na en el plasmalema de las células de la raíz, la eliminación de cloruro a través de la selectividad de las raíces fibrosas de K sobre el Na, y aportando tolerancia a la sal a las células mediante el incremento de la capacidad de retención de K en la vacuola, evitando pérdidas cuando el Na ha llegado al medio externo.

El potasio no tiene un rol directo en la estructura celular de las plantas, pero resulta fundamental dado que cataliza las reacciones importantes tales como la respiración, fotosíntesis, formación de clorofila y la regulación de agua. El rol del K en el transporte y acumulación de azúcares dentro de la planta es particularmente importante dado que estos procesos permiten el llenado de la fruta y por lo tanto, el incremento del rendimiento.

#### Rendimientos mejorados debido al potasio

**Tabla 9:** El efecto del K sobre el rendimiento\*\* - (Cv. *Grand Naine*, 3 x 4 m)

Tasa K <sub>2</sub> O* (g/planta)	Peso racimo (kg)	Manos / racimo	Dedo / racimo
400	25.0	12.4	217
600	26.7	12.8	220
800	29.0	13.2	225
1000	29.4	13.9	226

Tasa K <sub>2</sub> O* (g/planta)	Peso fruto (g)	Longitud fruto (cm)	Diámetro fruto (cm)	Pulpa (%)
400	95.3	18.4	3.91	70.6
600	101.6	18.5	4.30	71.4
800	108.4	18.5	4.67	72.1

\* Fertilización: Diariamente K y N (total 400 g/planta) durante 6 meses, P, Mg, S semanalmente (4 meses), Zn, Mn semanalmente (3 meses)

\*\* *Saad & Atawia (1999): Egipto*



**Tabla 10:** El efecto de K sobre el rendimiento\*\* - Cv. *Giant Governor (Cavendish)*

Tasa K <sub>2</sub> O* (g/planta)	Rendimiento (t/ha)	Frutos/ mano	Manos/ racimo	Peso fruto (g)	Dimensiones fruto (cm)	
					longitud	diámetro
100	29.3	12.2	7.0	103.2	16.6	3.53
200	37.0	13.5	7.5	115.2	17.1	3.55
300	42.4	13.8	7.3	129.7	19.5	3.72
400	50.7	14.6	7.3	132.7	19.0	3.76
500	59.3	15.4	6.7	140.3	19.9	3.95
600	55.9	15.6	8.7	138.8	19.8	3.89

\* - N 250 g/planta, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 125 g/planta; N y K en 3 dosis divididas

\*\* *Abu Hasan et al. (1999) India*

**Tabla 11:** El efecto de K sobre el rendimiento\*\* - Cv *Pioneira (2 x 3 m)*

I – Segundo ciclo.

Tasa K <sub>2</sub> O* (g/planta)	Peso racimo (kg)	Peso total mano por racimo (kg)	Dedos / racimo	Manos / racimo
0	3.30	2.95	54.5	5.11
150	5.35	4.55	59.8	5.44
300	6.05	5.50	63.2	5.76
450	6.50	5.80	67.2	5.83

II – Tercer ciclo

Tasa K <sub>2</sub> O* (g/planta)	Peso racimo (kg)	Peso total mano por racimo (kg)
0	4.00	3.50
150	5.80	5.15
300	5.90	5.25
450	6.15	5.30

\* Fertilización: P y N, cal dolomítica. K se divide (35, 75, 115, 155 días después de la plantación)

Suelo: pH 5.4; P 2 ppm; K 0.5 meq/l; Ca+Mg 7 meq/l; Al 1 meq/l

\*\* *Brasil et al. (2000) Brasil*

**Tabla 12:** El efecto de K en el rendimiento y calidad\*

Tasa K <sub>2</sub> O* (g/planta)	Peso racimo (kg)		Rendimiento (t/ha)		Azúcar total (%)		SST (%)		Acidez (%)	
	Planta	Yema	Planta	Yema	Planta	Yema	Planta	Yema	Planta	Yema
0	12.0	12.1	30.0	30.2	11.0	11.9	15.9	16.0	0.59	0.59
240	13.4	14.2	33.5	35.5	12.6	12.6	16.5	16.4	0.55	0.55
480	15.2	15.3	38.0	38.2	13.1	13.1	17.0	17.0	0.53	0.52

\* *Bhargava et al. (1993)*





**Tabla 13:** Efecto del K aplicado en el suelo sobre el rendimiento\*

Aplicación en el suelo		Peso racimo (kg)
g K <sub>2</sub> O / planta / año	kg K <sub>2</sub> O / ha / año	
0	0	21,9
240	432	26,7
480	864	30,4
720	1296	31,7

\* Población de 1800 plantas / ha

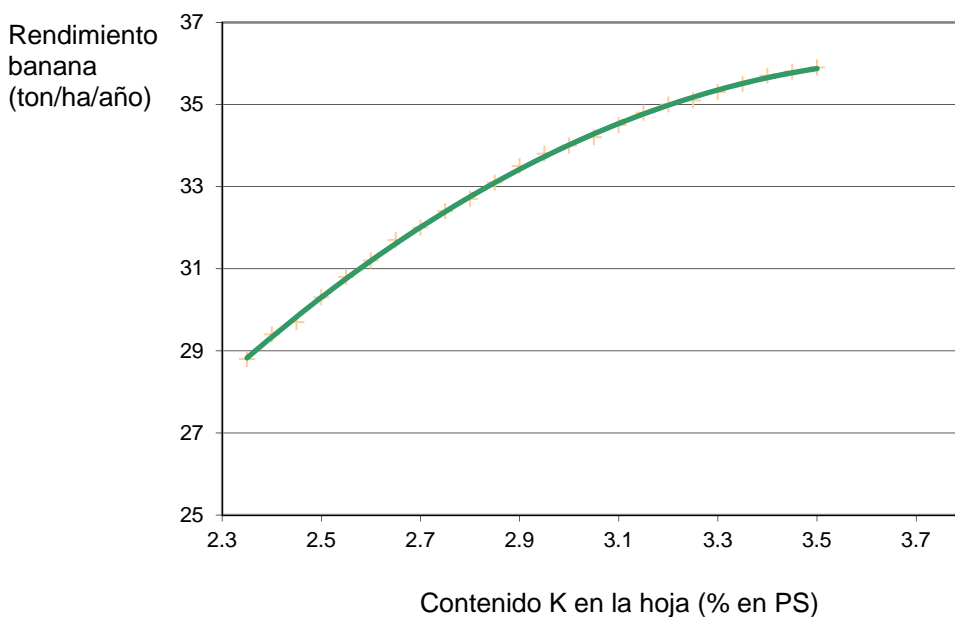
**Dinámica de la absorción de K:**

- Absorción intensiva de K en la primera fase vegetativa
- Disminución global de la concentración de K en la planta, de la yema al fruto
- Alto contenido de K en el suelo permite mayor absorción incluso en una fase tardía
- La absorción de K se estabiliza luego del surgimiento de los racimos
- Bajo suministro de K, limita el transporte de nutrientes minerales (N, P, Ca, Mg, Cu, Zn) al xilema
- Bajo suministro de K, limita la transferencia de carbohidratos

**Tabla 14:** Efecto de la aplicación Multi-K en la calidad del banano  
(Jambulingam et al. 1975)

Aplicación al suelo (g K <sub>2</sub> O/planta/año)	K en las hojas (%)	Sólidos solubles totales/ Ácidos	Monosacáridos (%)	Polisacáridos (%)
0	3.64	70	13.73	4.11
180	3.98	76	14.70	4.43
270	4.3	79	16.05	5.20
360	4.53	80	16.61	6.00

**Figura 10:** Efecto del contenido de K en la hoja cuando se aplica Multi-K por goteo.



**Síntomas de deficiencia:** los síntomas de deficiencia de potasio en las plantas de bananas son rápidamente evidentes cuando no se aplica en forma continua en cultivos intensivos de banana. Los síntomas clásicos de deficiencia de K son:

### Hojas

- Clorosis de las hojas: el síntoma más característico en las plantas con falta de K es que las puntas de las hojas más viejas se vuelven amarillas (Fig. 11 - 12). El amarilleo y la necrosis se extienden rápidamente hacia la base de la hoja, hasta que toda la hoja se seca.
- El rápido amarilleo de las hojas más viejas, que luego se tornan naranja y se secan, las hojas se pueden desgarrar y doblarse hacia abajo, las hojas presentan una apariencia con arrugas. Se desarrollan divisiones en forma paralela a las venas secundarias y la lámina se dobla hacia abajo, mientras que la nervadura central se dobla y fractura, dejando la mitad distal de la hoja colgando.

**Figura 11:** Deficiencia suave de potasio: las hojas viejas se vuelven amarillas - anaranjadas



**Figura 12:** Deficiencia moderada de potasio: la necrosis comienza en los bordes de la hoja



**Figura 13:** Deficiencia severa de potasio: las franjas necróticas llegan hasta la nervadura central de la hoja



**Figura 14:** Deficiencia extrema de potasio: la mayoría de las hojas se desecan y comienza el típico curvado



**Figura 15:** Deficiencia letal de potasio: necrosis y doblado de una gran parte de la hoja



- A medida que el tiempo pasa, las hojas se doblan hacia adentro y al poco tiempo mueren (Fig. 16).

**Figura 16:** Planta de banana con deficiencia de potasio, las hojas más viejas se vuelven cloróticas, luego necróticas, y la punta de la nervadura central se dobla hacia abajo.



- Aparecen unas manchas de color marrón a púrpura en la base de los peciolo y en casos severos el centro del cormo muestra áreas con estructuras celulares desintegradas, color marrón.

#### Fruto

- Deformación del racimo: los racimos de frutas en plantas con deficiencia de K son cortos, delgados y deformados debido al pobre llenado de los frutos.
- Las frutas deformes, con llenado pobre y no adecuadas para su comercialización.

**Figura 17:** Frutos deformes, con pobre llenado, no adecuados para su comercialización.



### **Crecimiento de la planta**

- Crecimiento atrofiado: es común que las plantas de banana con deficiencia de K muestren un crecimiento lento, entrenudos acortados y un aspecto robusto.
- Los intervalos entre la aparición de nuevas hojas son más largos que los normales, las hojas son mucho más pequeñas y se ponen amarillas en forma prematura.

### **Exceso de potasio**

Los altos niveles de potasio:

- crean un desequilibrio de la relación  $MgO/K_2O$  en el suelo
- Síntomas: "azulado"
- Deficiencia de magnesio
- Deficiencia de calcio

**Figura 18:** Síntomas del excesivo nivel de potasio

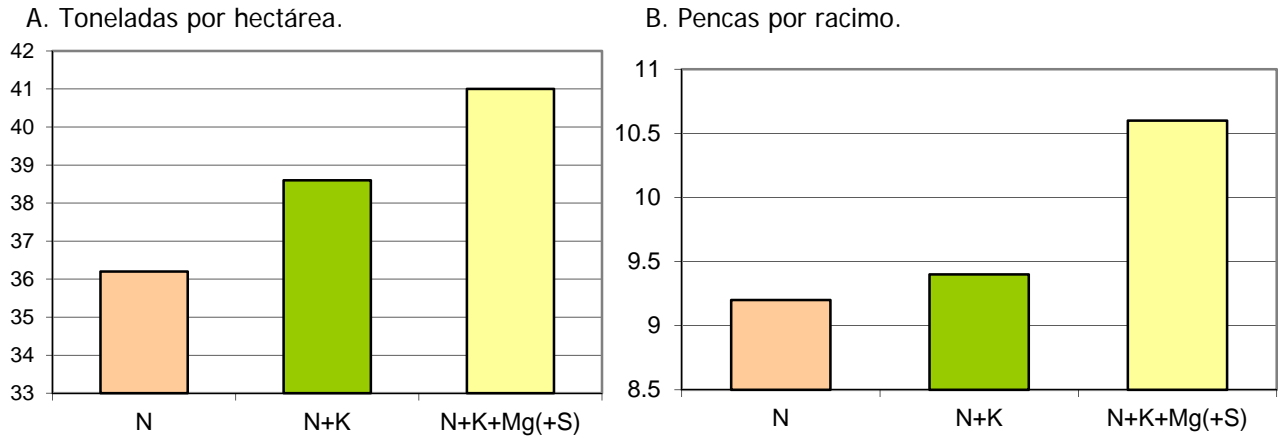




### 2.2.4 Magnesio (Mg)

**Función:** el magnesio es un macronutriente secundario absorbido como  $Mg^{2+}$ . Es un componente crucial en la molécula de clorofila. El magnesio es requerido, en forma no específica, por un gran número de enzimas involucradas en la transferencia de fosfatos. Está involucrado en la fotosíntesis, en el metabolismo de los carbohidratos y en la síntesis de los ácidos nucleicos. Además, está relacionado con el movimiento de carbohidratos desde las hojas hacia las partes superiores, y estimula la absorción y transporte de P, además de ser un activador de diversas enzimas.

**Figura 19:** El efecto del magnesio sobre el rendimiento de bananas.



N: 276 kg/ha, K<sub>2</sub>O: 585 kg/ha, MgO: 122 kg/ha (+ S: 96 kg/ha)

Fuente: REF: Kali & Salz (2002) Ecuador

**Síntomas de deficiencia:** la deficiencia de magnesio se expresa por una clorosis amarillenta de la zona central de la lámina a la vez que los bordes del área de la nervadura central permanecen verdes, otros síntomas son manchas púrpuras en los peciolo y separación de las vainas foliares del pseudotallo.

**Deficiencia:**

- Es común en bananas
- Ocurre en plantaciones viejas donde se ha aplicado muy poco Mg
- Donde se ha aplicado potasio en exceso
- Amarilleo de los bordes (Fig. 20).
- Manchas azuladas a púrpuras en los peciolo ('enfermedad azul')
- Separación de la vaina de la hoja del tallo

**Resultados**

- Menores rendimientos
- Crecimiento pobre de la planta
- Absorción deficiente de potasio y calcio

**Figura 20:** Síntomas de la deficiencia de magnesio



### 2.2.5 Calcio (Ca)

**Función:** el calcio es otro de los nutrientes secundarios de la planta, absorbido por las raíces de la planta como  $\text{Ca}^{2+}$ . El calcio es un componente de la pared celular de la lámina media como pectato de Ca. Es calcio es requerido como un cofactor por algunas enzimas involucradas en la hidrólisis del ATP y los fosfolípidos. Es un elemento importante para el desarrollo de la raíz y su funcionamiento, componente de la pared celular, y es requerido para producir flexibilidad cromosómica y división celular.

La deficiencia de calcio es un problema muy difundido en los cultivos de banana y reduce en forma significativa la calidad de la fruta. El estrés por humedad es la principal causa de la deficiencia de calcio dado que interrumpe la absorción por parte de la raíz del calcio y lleva a deficiencias localizadas en los frutos. El boro es requerido para el mantenimiento de la transpiración (absorción de agua) y por lo tanto también para la absorción de calcio. El sobre uso de los fertilizantes nitrogenados y el vigor excesivo de la planta también son causales de la deficiencia de calcio. El calcio y el boro son también esenciales para la fortaleza de la planta y por lo tanto las plantas deficientes de estos elementos son las que más sufren respecto a enfermedades provocadas por hongos y estrés ambiental. Las deficiencias de calcio son comunes tanto en suelos ácidos como en alcalinos aún cuando los niveles intercambiables de calcio en el suelo sean altos. Esto es así debido a la baja movilidad del calcio del suelo y a la competencia con otros nutrientes tales como el nitrógeno en forma de amonio, el potasio y el magnesio.

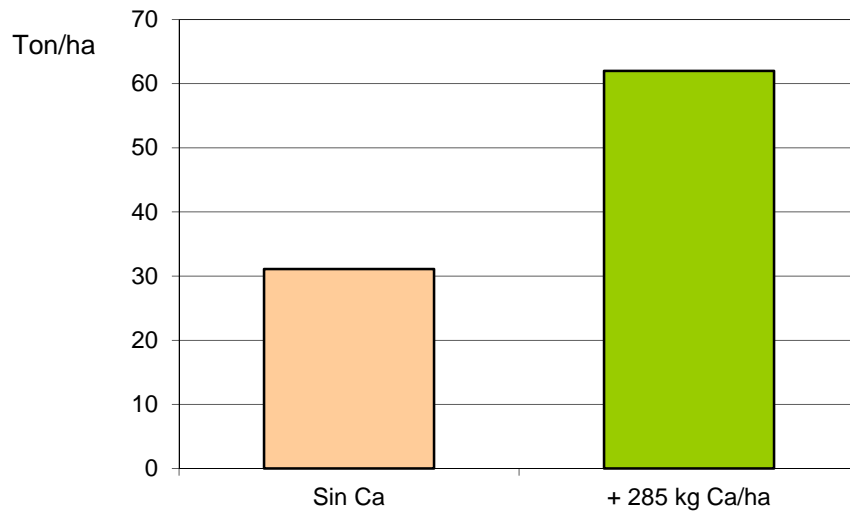
Las deficiencias de calcio son provocadas por:

- Baja transpiración – por ejemplo, cuando hay alta humedad
- La fruta tiene una tasa baja de transpiración:
  - a) La absorción reducida de Ca en frutas maduras puede resultar en una deficiencia de Ca
  - b) Los puntos maduros en las bananitas (ejemplo: situación agravada por las bolsas plásticas)
- El rápido crecimiento de la hoja puede provocar escasez de Ca
- Los inviernos fríos en los subtrópicos
- Desequilibrios con K y Mg
  - a) Las altas tasas de K, Mg o  $\text{NH}_4^+$  reducen la disponibilidad de Ca
  - b) La tasa de absorción óptima del Ca en el suelo  $\text{Ca}:(\text{K}+\text{Ca}+\text{Mg})$  es de 0.7

Source: Lahav & Turner (1989 - IPI-Bulletin No 7), C.B.I Banadex (1998 –AIM database)



**Figura 21:** Efecto de la aplicación de calcio sobre el rendimiento de la banana



Tasa N: 200 kg /ha, K tasa: 498 kg/ha

Fuente: Moreno et al. (1999) - Venezuela

### Síntomas de la deficiencia

Los síntomas típicos que indican una deficiencia de calcio en las bananas son: enanismo general, la reducción de la longitud de la hoja, reducida tasa de emisión de la hoja; las hojas son onduladas; el tejido cercano a la nervadura central se engrosa, puede a su vez volverse de color marrón rojizo. En regiones subtropicales la deficiencia de calcio, por lo general, aparece a principios del verano y luego del comienzo de la primavera. En casos severos se revela como clorosis y necrosis típica y ‘Hoja en punta’

### Hoja:

- Los síntomas se encuentran en las hojas más jóvenes, provocan una hoja en punta en la que la lámina de las nuevas hojas se deforma
- Empeora la enfermedad Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*).
- Clorosis intervenal cerca de los márgenes de las hojas
- Los síntomas aparecen luego de un pico de crecimiento
- Donde se aplican altos niveles de potasio

### Planta:

- Provoca la pudrición del cormo en plántulas de tejido recién plantado.

### Fruta:

- La cáscara se divide cuando la fruta madura
- La fruta se curva – perjudicando a otras del racimo
- Se reduce el peso y diámetro del fruto
- La calidad de la fruta es inferior.

**Figura 22:** Síntomas de deficiencia de calcio



**Figura 23:** Síntomas foliares tempranos (franjas amarillas en forma paralela a la nervadura central de la hoja)



**Figura 24:** Hoja clorótica (blanca) y/o corazón necrótico.



**Figura 25:** Síntomas foliares tempranos de deficiencia de boro (hojas arrugadas)



### 2.2.6 Azufre (S)

**Función:** el azufre también es un nutriente secundario de la planta y es esencial para la formación de proteínas, como un componente de los tres aminoácidos: cistina, cisteína y metionina.

El azufre es requerido para la formación de la clorofila y para la actividad de ATP – sulfurilase. Estas funciones esenciales permiten la producción de plantas saludables y productivas, lo que es una condición previa para obtener altos rendimientos y calidad superior.

**Síntomas de deficiencia:**

Las hojas son cloróticas y reducidas en tamaño, con un engrosamiento en las venas secundarias, ondulación en los bordes de la hoja, necrosis a lo largo del borde de las hojas inferiores.

La deficiencia de azufre es rara, dado que el azufre es frecuentemente suministrado junto con los fertilizantes que contienen azufre:

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Superfosfato o MgSO<sub>4</sub>

**Hoja:**

- Los síntomas aparecen en las hojas jóvenes
- Las hojas se ponen de color blanco-amarillentas
- Si la deficiencia es severa, aparecen parches necróticos en los márgenes de las hojas
- Se produce engrosamiento en las venas de las hojas

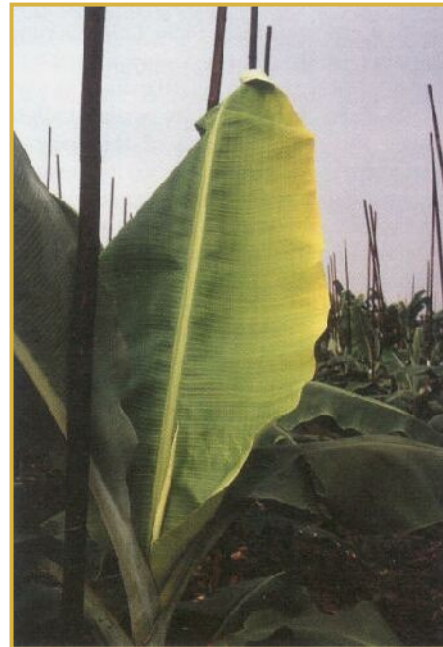
**Fruta:**

- Los racimos son pequeños o ‘estrangulados’
- Se pueden llegar a reducir los rendimientos

**Figura 26:** Deficiencia de azufre



**Figura 27:** Deficiencia de azufre, la lámina completa se torna amarilla



## 2.3 Micronutrientes

La disponibilidad de micronutrientes está marcadamente influenciada por el pH del suelo

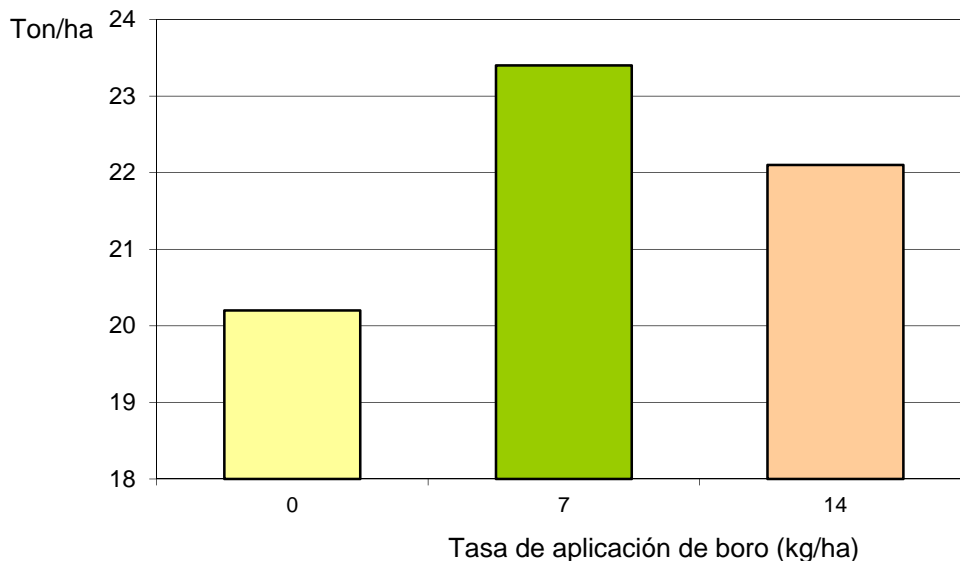
- Por encima de pH = 7 hay una clara reducción en la absorción de Fe, Mn y Zn
- Por debajo de pH = 5 hay una clara reducción en la absorción de Mo y P, y un aumento en la absorción de Mn y Al.

Los altos contenidos de Na y Mg en el suelo reducen la absorción de micronutrientes

### 2.3.1 Boro (B)

- La deficiencia de boro no es común en bananas. A pesar de eso ocurre en algunos países de Latinoamérica, como por ejemplo en Ecuador
- La deficiencia de boro se presenta en suelos ácidos
- Los síntomas de la deficiencia de boro son:
  - Curvado y deformación de la hoja
  - Rayas blancas en forma perpendicular a las venas en la parte inferior de la lámina
- La tasa de absorción de B en el campo es constante desde la aparición de los retoños hasta la cosecha – 40 mg/planta/mes

**Figura 28:** Efecto de distintas tasas de boro sobre el rendimiento



Densidad del plantado: 2,123 plantas/ha

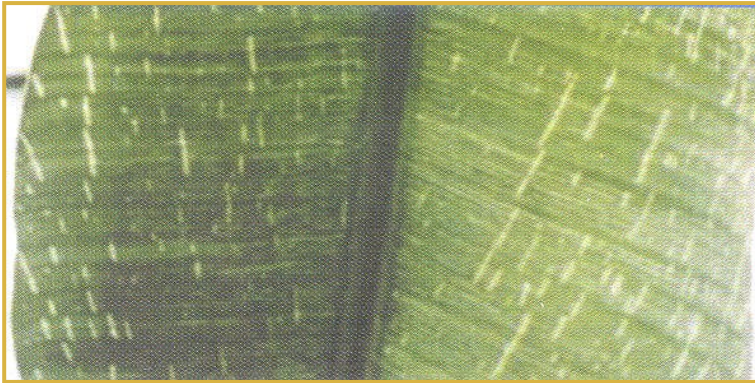
Fertilización [kg/ha]: N 224, P 35, K 336, Mg 62, Zn 24

Fuente: Silva (1973), Plátanos en Puerto Rico



Los síntomas de deficiencia de boro incluyen: estrías cloróticas en las hojas, orientadas perpendicularmente y cruzando las venas primarias (Fig. 29); malformación de las hojas (Fig. 30), clorosis intervenal. Esta deficiencia puede desarrollarse en forma lenta a lo largo del tiempo. La deficiencia de boro puede resultar en la reducción en el peso y el tamaño del racimo y en el llenado incorrecto de las unidades de frutas individuales.

**Figura 29:** Deficiencia de boro - Rayas paralelas blancas en toda la anchura de la parte central de la hoja



**Figure 30 a-c:** Deficiencia de boro – follaje deformado



De todos modos, la disponibilidad de boro se reduce a medida que el pH baja. El boro es esencial para el desarrollo de las flores, para la fijación de los frutos, la traslocación de los azúcares, absorción y movimiento del calcio. Las deficiencias de calcio pueden ser reducidas en forma significativa mediante la aplicación de boro. Juega, además, un rol similar al del calcio en la nutrición de la planta, lo que lo hace esencial para lograr factores de calidad tales como: fortaleza de la piel, firmeza del fruto y almacenamiento. Debido a que el boro es requerido para el desarrollo de la raíz y la fortaleza de la planta, las deficiencias frecuentemente aumentan las probabilidades de enfermedades por hongos y reduce la tolerancia de la planta a diversos tipos de estrés ambiental.

### 2.3.2 Hierro (Fe)

**Función:** el hierro es un componente de los citocromos, de las proteínas de hierro no haeme (hemo), está involucrado en la fotosíntesis, en la fijación de N<sub>2</sub> y en las deshidrogenasas respiratorias. El hierro también participa en la reducción de los nitratos y sulfatos, y en los procesos de reducción por peroxidasa y adolasa. La capacidad total de absorción de hierro por parte de plantas sanas es sólo alrededor 1-3 g. El 80% de esto es absorbido durante la primera mitad de la vida de la planta.

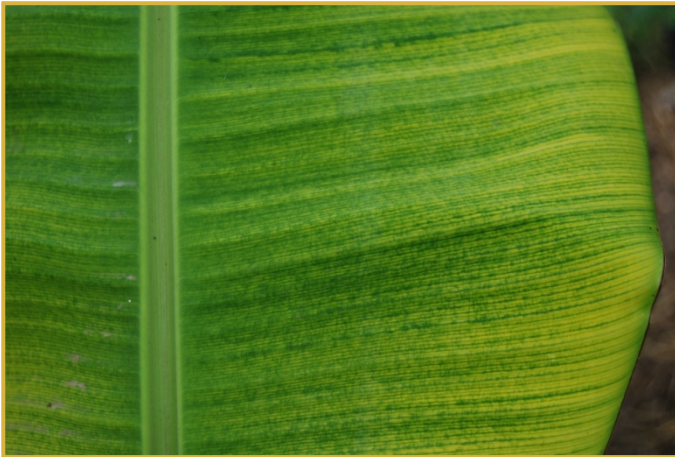
**Síntomas de deficiencia:** clorosis general de la lámina entera principalmente en hojas jóvenes, retarda el crecimiento de la planta, racimos pequeños. La hoja se vuelve de color amarillento-blancuzco.

La deficiencia de hierro se observa principalmente en:

- Suelo calcáreos
- Suelos con alto contenido de agua, mal drenados
- Suelos con alto contenido de manganeso

Lahav & Turner (1989 - IPI-Bulletin No 7)

**Figura 31:** Síntomas de deficiencia de hierro.



### 2.3.3 Manganeso (Mn)

**Función:** el manganeso es uno de los micronutrientes absorbidos por las raíces de la planta en forma de Mn<sup>2+</sup>. Es requerido para la actividad de las dehidrogenasas, decarboxilasas, kinasas, oxidasas, peroxidasas, y en forma no específica, por otras enzimas divalentes activadas por cationes. El manganeso es necesario para la evolución fotosintética del O<sub>2</sub>, además de estar involucrado en la producción de aminoácidos y proteínas. El manganeso tiene un rol fuerte también en la fotosíntesis, en la formación de clorofila y en la reducción de nitrato. La presencia de una concentración metaloenzimática de peroxidasa se considera el marcador en la deficiencia de Mn.

**Síntomas de deficiencia:** La deficiencia de manganeso en su forma leve se expresa como clorosis en forma de peine, que se inicia en los bordes de la hoja y se extiende a lo largo de las venas hacia la nervadura central de la hoja con ocasionales bordes estrechos verdes. La clorosis aparece primero en las segundas o terceras hojas más jóvenes.

**Figura 32:** Síntomas de deficiencia de manganeso.



**Toxicidad:** la toxicidad por manganeso es un problema conocido en suelos ácidos. En casos severos, los niveles de Mn pueden alcanzar las 6,000 ppm. Los altos niveles de Mn reducen la absorción de calcio en un 30%, la absorción de magnesio en un 40% y la absorción del zinc en un 20%, y puede aumentar la frecuencia de un trastorno conocido como "maduración mixta".

#### 2.3.4 Zinc (Zn)

**Función:** es un componente esencial de: alcohol deshidrogenasa, deshidrogenasa glutámico, de la deshidrogenasa láctica, la anhidrasa carbónica (regulación del metabolismo del dióxido de carbono), fosfatasa alcalina, carboxipeptidasa, y otras enzimas tales como la dipeptidasa, dihidropeptidasa glicilglicina activas en el metabolismo proteico. Además, regula las relaciones de agua, mejora la integridad de la membrana celular y estabiliza los grupos sulfahidril en proteínas de membrana involucradas en el transporte de iones. En condiciones de baja disponibilidad de Zn la masa de racimos se cuadruplicará en respuesta a la creciente tasa de Zn. Cuando hay una alta concentración de Zn resulta una baja tasa de movilidad en el floema, de las hojas hacia los frutos.

**Síntomas de deficiencia:** la deficiencia de Zn es un problema muy común en la banana, observado en todas las áreas en donde se cultiva. Es más común en plantas jóvenes en donde no hay planta madre que actúe como reservorio de nutrientes. Los síntomas pueden aparecer en un año sin afectar el rendimiento, pero reduciendo el rendimiento frutal en el segundo o el tercer año. La deficiencia de zinc se encuentra en bananos que crecen en suelos que tienen deficiencia de zinc, los síntomas pueden ser muy severos principalmente en suelos arenosos y en suelos con pH alto debido a la fijación, o en suelos ácidos a la intemperie en donde el contenido de Zn es bajo. El zinc se lixivia en condiciones ácidas. Además, el zinc se inactiva cuando hay grandes concentraciones de fósforo en el suelo.



**En las hojas:**

- Las hojas se vuelven angostas
- Aparecen franjas amarillas y blancas entre las venas secundarias
- Aparecen en las franjas amarillas manchas oblongas marrones necróticas
- Se manifiesta en hojas jóvenes como angostas en punta y cloróticas, hojas en forma de tiras, con clorosis en franjas o parches;
- Una hoja con deficiencia de zinc es significativamente más pequeña en tamaño que una hoja normal y se desarrolla una alta concentración de pigmentación antocianina en la parte inferior.

**Retoños:**

- Se vuelven muy delgados
- Los racimos tienen frutos pequeños y doblados
- Las bananas tienen una punta característica de color verde claro
- Se retrasa el crecimiento y se atrofia la planta.

### 2.3.5 Cobre (Cu)

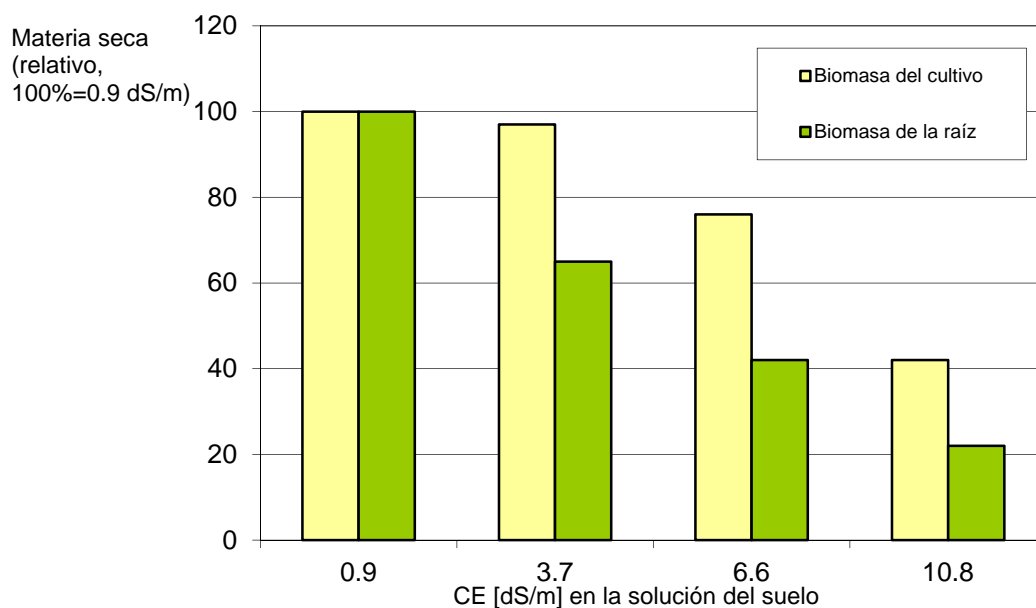
**Función:** el cobre juega un papel activo en funciones enzimáticas clave como la respiración y la fotosíntesis, y las proteínas de Cu están implicadas en la lignificación, metabolismo anaeróbico, mecanismo de defensa celular y el metabolismo hormonal. Las formas conocidas de Cu en las plantas comprenden: citocromo oxidasa, diamina oxidasa, ascorbato oxidasa, fenolasa, lacasa, plastocianina, proteína conteniendo actividad carboxilasa ribulosa bifosfática, actividad oxigenasa ribulosa bifosfática, superóxido, dismutasa, acianin, y quinol oxidasa. Las proteínas de cobre exhiben una transferencia de electrones y actividad oxidasa. El cobre es también un componente de la oxidasa citocromo y heme en iguales proporciones. Además actúa como un receptor terminal de electrones de la vía oxidativa mitocondrial.

**Síntomas de deficiencia:** La nervadura central y las venas principales se doblan hacia atrás dando a la planta una apariencia de paraguas. Las hojas se tornan de un color bronce amarillo. La toxicidad con Cu es posible donde todavía se utiliza la mezcla Bordeles para la protección de las plantas.

## 2.4 Sensibilidad a la sales

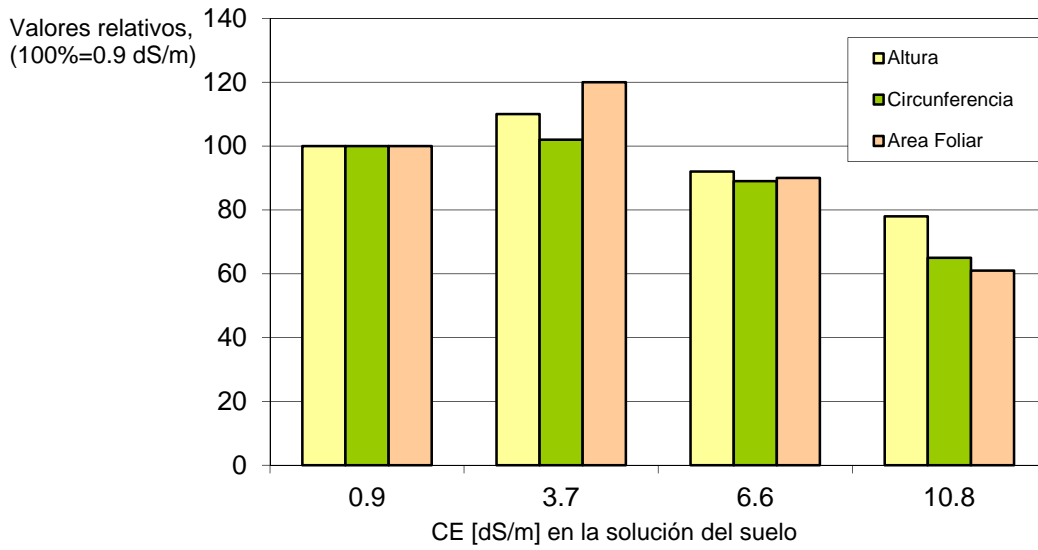
- Los altos niveles de sal en el suelo o en el agua pueden provocar estrés.
- El estrés salino da como resultado necrosis marginal de la hoja, retraso en el crecimiento y frutos deformes.
- Las bananas tipo AAA (ej: las Cavendish) son más sensibles que los plátanos (tipos AAB/ABB).
- Un valor de 100-500 ppm de sales solubles totales resulta satisfactorio y compatible con el crecimiento normal de las bananas. Con niveles de 500-1000 ppm, las plantas y frutos son visiblemente afectados. Cuando la concentración total de sales solubles excede los 1000 ppm, las plantas se atrofian o mueren.
- Los problemas de salinidad tienen lugar principalmente en el área del Caribe, Latinoamérica, Israel y las Islas Canarias.
- El sodio y el cloro no son considerados nutrientes esenciales para el crecimiento de la banana
- Las bananas parecen ser más sensibles al Na que al Cl. (Ej: las bananas todavía crecen con un nivel de 600 ppm de Cl en el agua de riego) (Israel).
- A altos niveles de Na, el contenido de Na en las raíces puede llegar hasta 1,5% (3 veces el valor normal), especialmente cuando el K es deficiente.
- El exceso de Na provoca desequilibrio de nutrientes
  - Na (o Mg) presente en grandes cantidades en el agua de riego, reduce la absorción de K, aún si los suelos contienen altos niveles de K.
  - Altos valores de Na y Mg también reducen la absorción de micronutrientes.
- Cuando el Cl es excesivo – se limita el crecimiento de retoños y el llenado de frutos.

**Figura 33:** La salinidad del suelo causa reducción de la biomasa del cultivo y de la raíz. La salinidad afecta el crecimiento de la raíz antes que el estrés del cultivo se haga visible. Nanicao (Grupo Cavendish) – Pruebas en invernadero



Fuente: Araujo Filho et al. (1995) - Brasil

**Figura 34:** La salinidad reduce el crecimiento



Fuente: Araujo Filho et al. (1995) - Brasil

**Las bananas son sensibles a la salinidad y a la toxicidad del sodio**

- Las bananas son sensibles al sodio (Na) y al cloruro (Cl)
- Los problemas con la salinidad ocurren cuando la concentración de cloruros en la solución del suelo excede el valor de 500 ppm
- La toxicidad del Cl reduce el crecimiento de los retoños y llenado de frutos
- La toxicidad con sodio (Na) produce clorosis
- El ion Na<sup>+</sup> interfiere con la absorción de K<sup>+</sup>

**Figura 35:** Toxicidad por sodio

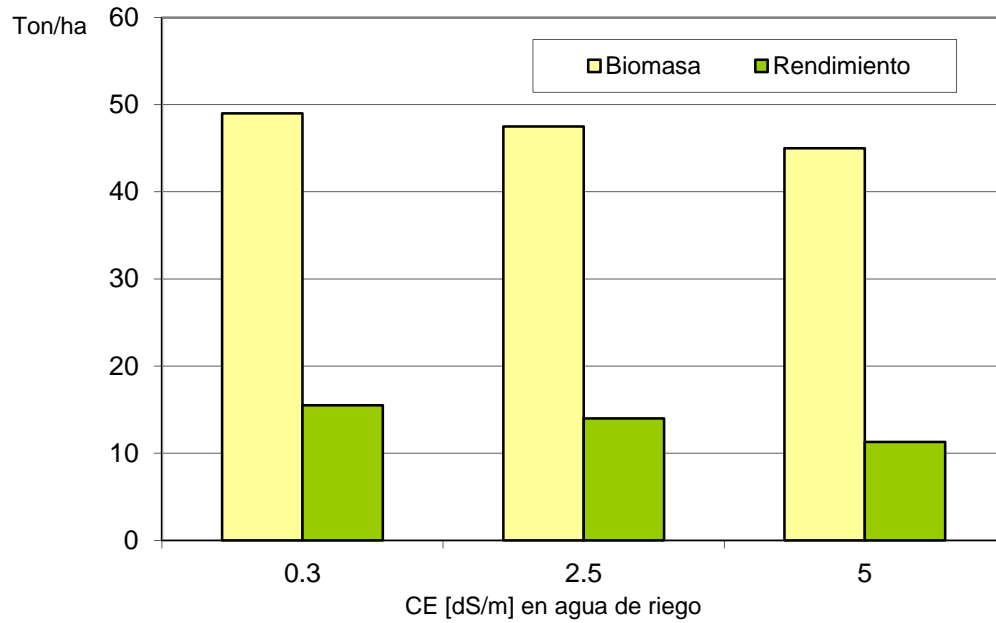


Los daños por salinidad comienzan a parecer en plantas de bananos regadas con agua que tiene una concentración de 500 mg Cl/ L. El problema se agrava aún más cuando se usa agua de riego reciclada. En esos casos, se recomienda el uso de nitrato de potasio Multi-K® como fuente de nitrato para suprimir la absorción de Cl por parte de las raíces de los bananos.

**Figura 36:** La salinidad del agua reduce la producción del cultivo

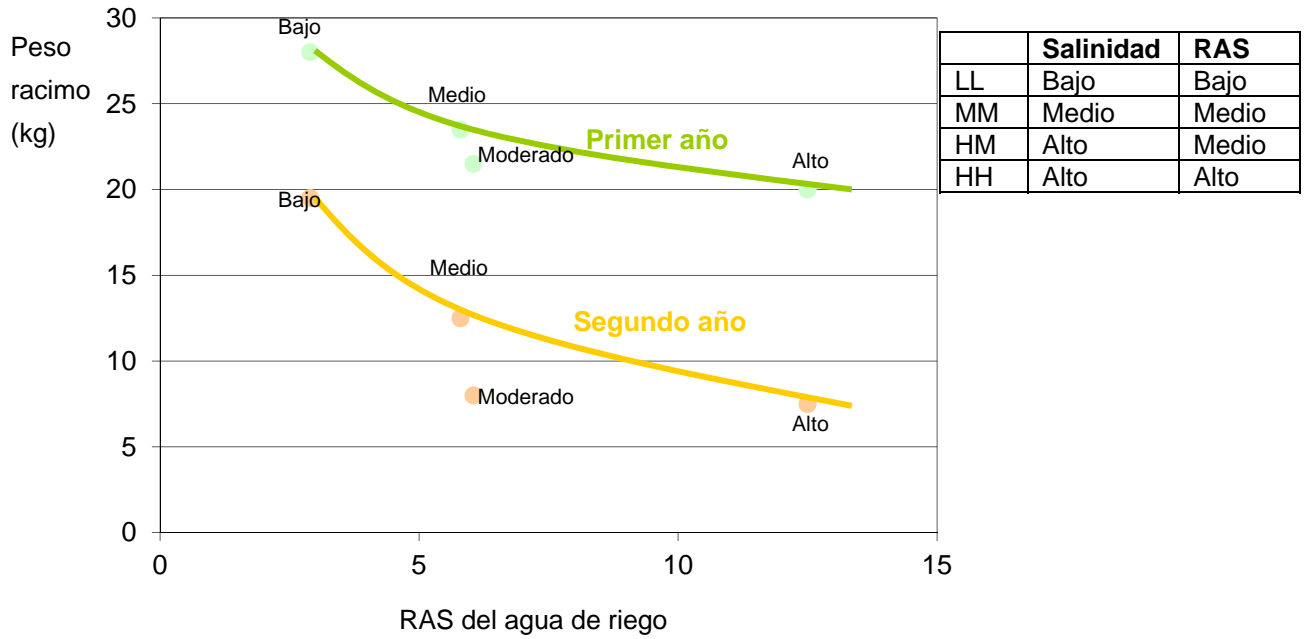
Monthan banana (ABB), India

Suelo: arenoso, pH 6.8, CIC 10.0 mol/kg, riego: 200 mm

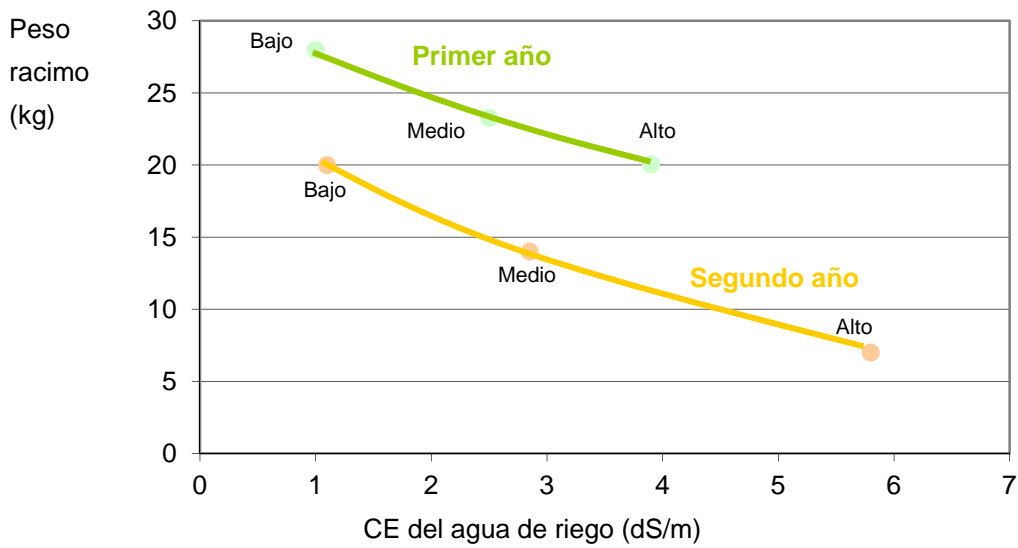


Los efectos de la salinidad (0, 50 y 100 mM NaCl) pueden ser observados en distintos cultivares de banana. Con niveles elevados de NaCl se ven los síntomas, tales como: clorosis y necrosis marginal de la hoja, seguida de la muerte de la hoja. Los efectos sobre las hojas dan como resultado una reducción de hasta un 50% en la superficie de la hoja y un 70% en la cantidad de materia seca. Una elevada salinidad en el agua de riego reduce los rendimientos (Figs. 37 - 40).

**Figura 37:** Relación entre el peso del racimo y la absorción de sodio en el agua de riego

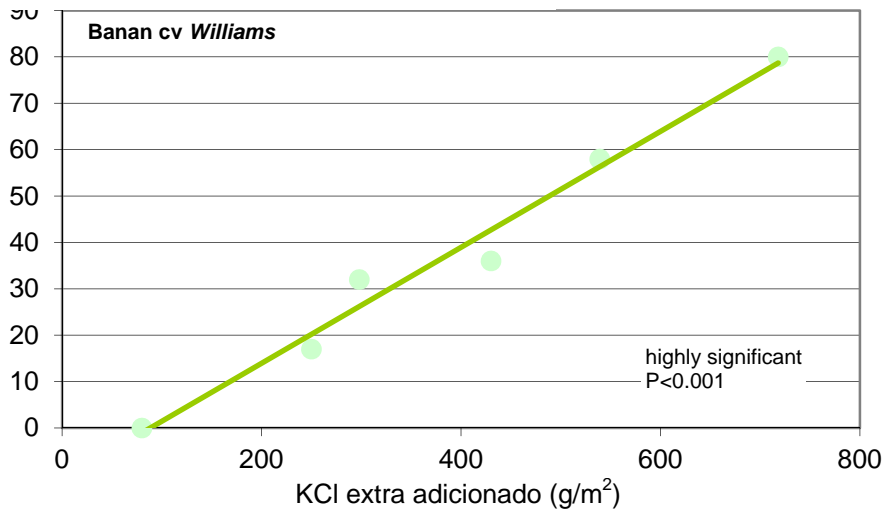


**Figura 38:** El efecto de la CE del agua de riego en el peso de los racimos (dos años de pruebas) Israeli et al, 1986



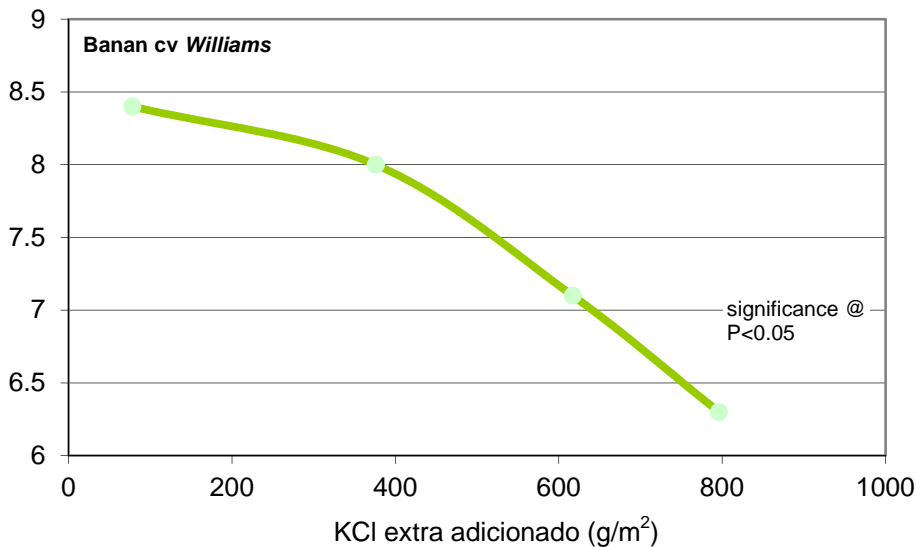
**Figura 39:** Daño por salinidad (reducción de la conductancia del agua) debido al uso de KCl  
Fuente: Jones & Vimpany, 1999

Reducción de la conductancia de agua de la hoja



**Figura 40:** Daño por salinidad (anulación del crecimiento) debido al uso de KCl  
Source: Jones & Vimpany, 1999

Número de hojas nuevas



Como resultado de que la planta de banana es sensible a la salinidad, la fuente de fertilizantes, como un potencial contribuyente a la salinidad, debe ser seleccionado con mucho cuidado. Los fertilizantes de Haifa son productos libres de cloro, ya sea en forma de fertilizantes solubles en agua o Fertilizantes de Liberación Controlada (CRF's). Para más detalles, ver páginas 60-70.

### 3. La prueba está en la eficiencia de los productos Haifa

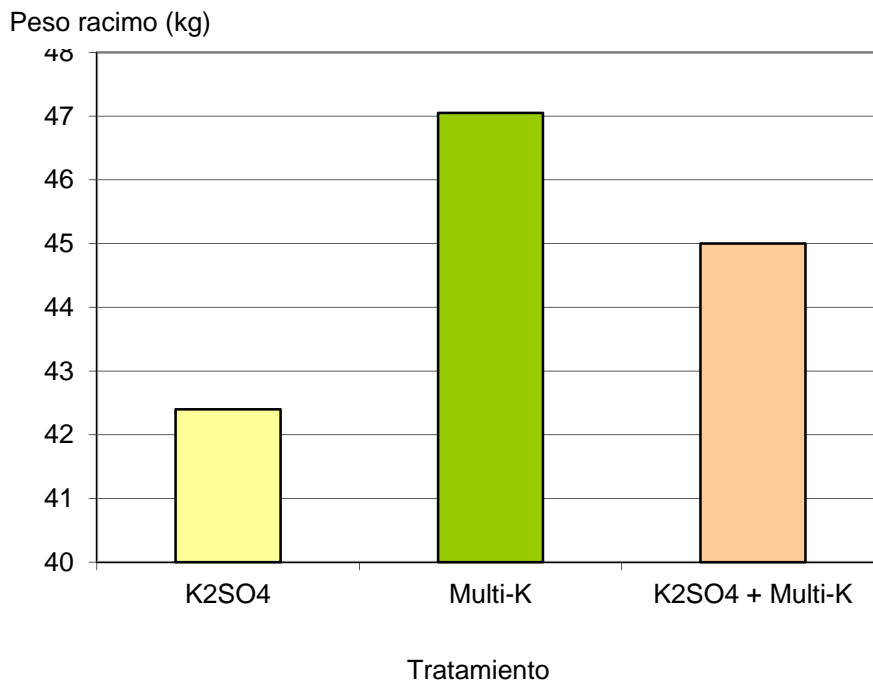
Durante muchos años, en donde había una plantación de bananas los agricultores adquirieron experiencia de fertilización mediante la utilización de productos Haifa. Los métodos de aplicación varían de país en país pero en todos ellos la utilización de los productos de Haifa siempre fue benéfica. Algunos de los resultados experimentales y de pruebas de campo se muestran en las siguientes tablas:

#### Aplicación en el suelo

**Tabla 15:** Efecto de Multi-K aplicado al suelo con relación al rendimiento de bananas (*Lahav, 1973*)

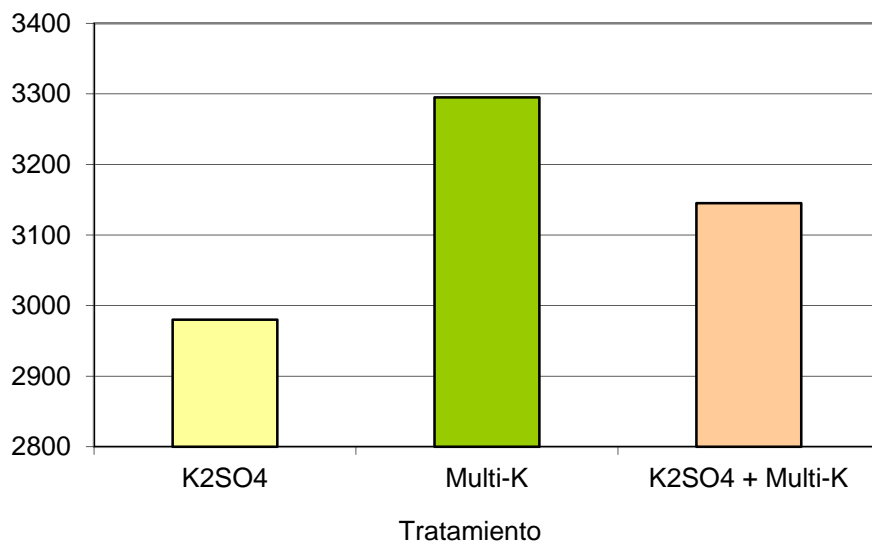
Multi-K® aplicado (kg/ha/año)	Peso medio del racimo (kg)	No. de racimos (por ha)	Rendimiento (MT/ha/año)
0	23.3	1650	37.2
500	26.2	1910	47.2
1000	27.2	2000	50.5
2000	26.4	2140	51.5

**Figura 41 a-b:** Efecto de los diferentes fertilizantes potásicos sobre el rendimiento de bananas (*Guerrero y Gadban, 1996*)





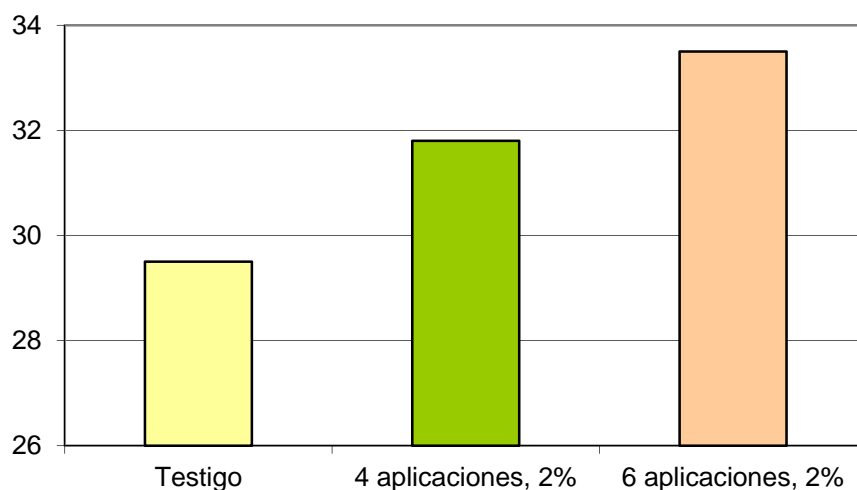
Rendimiento (cajas/ha)



#### Aplicación foliar

**Figura 42:** Efecto de la nutrición foliar con Multi-K en plantas de bananas (Gran Enno) (Guerrero & Gadban, 1992)

Peso racimo (kg)



**Tabla 16:** El efecto del rociado foliar con Multi-K<sup>®</sup> en el rendimiento de bananas (Guerrero & Gadban, 1992)

Tratamiento* (4 rociados @ 2%)	Peso del racimo (kg)	Manos/Racimo	Frutos/Mano basal 2°	Relación Costo/Beneficio
Sin rociado	35.9	9.9	23.10	--
Multi-K <sup>®</sup> rociado	37.9	10.5	23.25	13.5

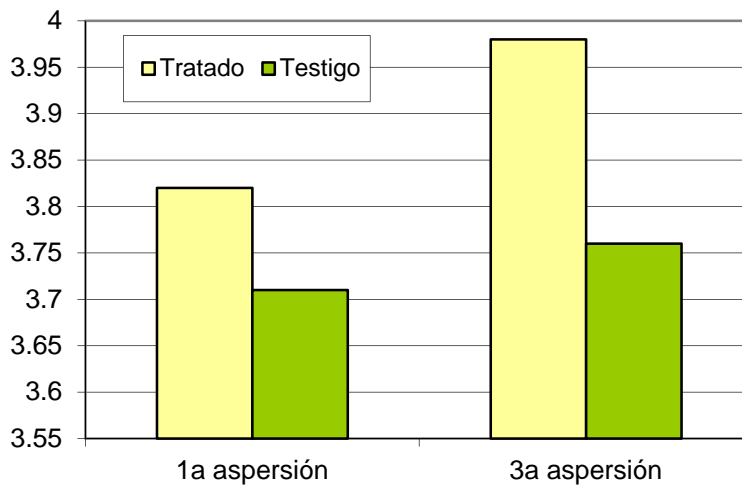
\* Aplicación en suelo: 400 kg N + 600 kg K<sub>2</sub>O ha / año

**Tabla 17:** Efecto del rociado foliar con Multi-K® en el contenido de nutrientes, en hojas de plantas de banana (Guerrero & Gadban, 1992)

	Contenido nutricional en las hojas (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Sin rociado	1.38	0.10	2.15	0.45	0.21
4 rociados @ intervalos 30 días	2.02	0.12	2.85	0.65	0.31
6 rociados @ intervalos 30 días	1.86	0.11	3.2	0.95	0.28

**Figura 43:** Efecto del rociado foliar con Multi-K® en el contenido de K en las hojas (Aplicación aérea de 2 kg Multi-K® en 20 L solución (10%) por ha, 2 semanas de intervalo entre aplicaciones)

K conc. en hojas (% en PS)



Los agricultores que adoptaron los sistemas de fertigración, utilizaron en forma exitosa el nitrato de potasio Multi-K<sup>®</sup> en combinación con otros fertilizantes solubles en agua:

### 1. Santa Maria, Colombia – condiciones tropicales.

Densidad de las plantas: 1200-1800 plantas/ha

Rendimiento esperado: 45-60 MT/ha

**Tabla 18:** Recomendaciones de fertilización en cultivos de banana en Colombia

Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Urea	MAP	Multi-K <sup>®</sup>
550	-	750	740	-	1630

\* En forma adicional a los 2 MT/ha/año de abono.

(Fuente: Guerrero y Gadban, 1993)

### 2. Islas Canarias – condiciones subtropicales.

Densidad de las plantas: 2,000 plantas/ha

Rendimiento esperado: 45-60 MT/ha

**Tabla 19:** Recomendaciones de fertilización en cultivos de banana en las Islas Canarias

Estación	Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SA**	MAP	Multi-K <sup>®</sup>
Primavera* (Feb – Jul)	200	85	260	495	140	565
Otoño (Ago- Ene)	200	52	304	460	85	660

\*En forma adicional, durante la primavera, una vez a la semana:

15 kg/ha – Nitrato de Calcio.- Haifa-Cal GG<sup>®</sup> + 8 L/ha Acido nítrico (60% w/w).

\*\*SA = Sulfato de amonio, 20-0-0

### 3. Sudáfrica – condiciones subtropicales.

**Tabla 20:** Recomendaciones de fertilización de cultivos de banana en Sudáfrica

Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)*		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NA	MAP	Multi-K <sup>®</sup>
185 - 250	--	655 - 850	-	-	1424 - 1880

\* 19 aplicaciones de 45 g/planta Multi-K<sup>®</sup>, cada dos semanas (de Agosto a Abril).

(Fuente: Smith, 1991)

## 4. Recomendaciones para una efectiva fertilización

Las plantas de bananos necesitan suelos fértiles y una abundancia de humedad en el suelo para su mejor crecimiento y producción. La tasa de desarrollo de la planta hace que en los primeros 3-4 meses quede determinado el peso del racimo y el número de manos. En consecuencia, resulta esencial tener el mayor cuidado durante este período.

**Aplicación** – los fertilizantes solubles de potasio, fósforo y nitrógeno pueden ser fácilmente disponibles para las raíces luego del plantado. La aplicación puede ser realizada de diversas formas:  
1) Aplicación en el suelo extendida o localizada. Dado que las raíces de la planta de bananos se ramifican rápidamente más allá de sus pseudotallos, los fertilizantes deben esparcirse, más que concentrarse, alrededor del pseudotallo.

2. Nutrigación (Fertirrigación) aplicación del fertilizante a través del riego) es más eficiente cuando los nutrientes se aplican directamente en la zona de la raíz

**Momento de aplicación** – el esquema de fertilización debe coincidir con las condiciones climáticas y con las etapas fenológicas del cultivo.

**Frecuencia** – las aplicaciones frecuentes son especialmente importantes en donde el suelo es liviano y carente de fertilidad y donde las precipitaciones son intensas. Debido a la limitada movilidad en el suelo, los fertilizantes P deben ser aplicados una o dos veces por año en los subtrópicos. Los fertilizantes N, K son normalmente aplicados en intervalos cortos por el sistema de riego. En zonas tropicales húmedas, la intensa lixiviación debido a las precipitaciones extremadamente intensas determina la necesidad de una inmediata fertilización por medio de la aplicación en el suelo, a los efectos de compensar las pérdidas por lixiviación.

La frecuencia de aplicación puede ser reducida en forma significativa cuando se usa el fertilizante de liberación controlada **Multicote**<sup>®</sup>.

Mediante la utilización de **Multicote**<sup>®</sup>, habrá menos lixiviación de nutrientes y se requerirán menos aplicaciones.

### 4.1 Absorción – remoción de nutrientes

**Absorción de macronutrientes** se da en el siguiente orden de masas:

Potasio (K) > Nitrógeno (N) > Calcio (Ca) > Magnesio (Mg) > Fósforo (P), ver tabla 21.

**Absorción de micronutrientes** se da en el siguiente orden de masas:

Manganeso (Mn) > Hierro (Fe) > Boro (B) > Zinc (Zn) > Cobre (Cu).

N, P, K, Mg, y Cu tienen una alta tasa de re-traslocación comparada con otros nutrientes.

**Tabla 21: Remoción** de nutrientes por parte de las plantas de banana (*cv. Cavendish*)\*

Nutriente	Remoción en fruto (kg/ha)	Remoción en pseudotallo (kg/ha)	Total (kg/ha)	Porcentaje de remoción en fruto (%)
<b>N</b>	189	199	388	49
<b>P</b>	29	23	52	56
<b>K</b>	778	660	1438	54
<b>Ca</b>	101	126	227	45
<b>Mg</b>	49	76	125	39

\* 50 ton/ ha de fruta fresca @ 2,000 plantas / ha

**Relación N:K\***

La relación crítica N:K de la hoja para óptimos rendimientos varía entre 1:1 y 1:1.6, dependiendo en el método para el análisis de la hoja.

Una baja relación N:K da como resultado

- Caída de frutos (Dégrain) – un problema post cosecha de los racimos maduros de banana, , tiene lugar durante las estaciones cálidas y húmedas en los trópicos, si el suministro de K es bajo, de forma tal que se acumula NH<sub>4</sub><sup>+</sup> .
- Retraso en el surgimiento del racimo
- Manos ampliamente esparcidas, se dañan fácilmente durante el transporte
- Los pedúnculos de las frutas son frágiles y cuando maduran, la fruta se cae del racimo
- Reducida resistencia al viento

\* *Banana Nutrition (Lahav & Turner), IPI-Bulletin No 7 (1985), Irizarry et al. (1988), Garcia et al. (1980), Oschatz (1962)*

En suelos con alto contenido de sodio también el ion Na<sup>+</sup> debe ser considerado para lograr un equilibrio catiónico óptimo

Ej: problemas con alta relación Na:(K+Mg+Ca) como ocurre en las Islas Canarias (*Banana Nutrition: Lahav & Turner) IPI-Bulletin No 7 (1985); Banano (ed.: Rosero Ruano); Godefroy-Lachenoud, 1978).*

Acá nuevamente, Multi-K, ya sea soluble en agua o Multicote, un nitrato de potasio recubierto de CRF, puede no ser únicamente una fuente ideal de K<sup>+</sup>, sino también debido a su efecto catiónico antagonista (K<sup>+</sup>), puede reducir o prevenir la absorción de sodio.

**4.2 Análisis del suelo y de las hojas**

**4.2.1 Prueba del suelo**

El análisis del suelo debe ser realizado para establecer un programa efectivo y económico de fertilización. El análisis del suelo para N es frecuentemente considerado un indicador poco fiable del estado de N en el suelo para el cultivo de bananas, dado resulta difícil de obtener la estrecha relación entre el N del suelo y la respuesta de la banana al N aplicado.

Las bananas se comportan mejor en suelos con un pH de 5.0 (cloruro de calcio) o superior. La tabla de abajo provee una guía de los niveles preferidos para bananas provenientes de un análisis típico de suelos.

**Tabla 22:** Guía para niveles preferidos para bananas provenientes de un análisis típico de suelos

Fósforo (P)	80 ppm
Potasio (K)	0,5 meq/100 g
Calcio (Ca)	4 a 10 meq/100 g
Magnesio (Mg)	1 a 3 meq/100 g
Conductividad eléctrica (CE)	< 0.15 dS/m

Para construir un óptimo programa de fertilización, se debe combinar la información del análisis del suelo con el conocimiento local dada las variaciones que se tienen entre áreas (Tabla 24).



**Tabla 23:** Análisis del suelo – valores críticos (*Godefroy y Dormoy (1988); Turner et al. (1989); Rosero Ronano (2000)*).

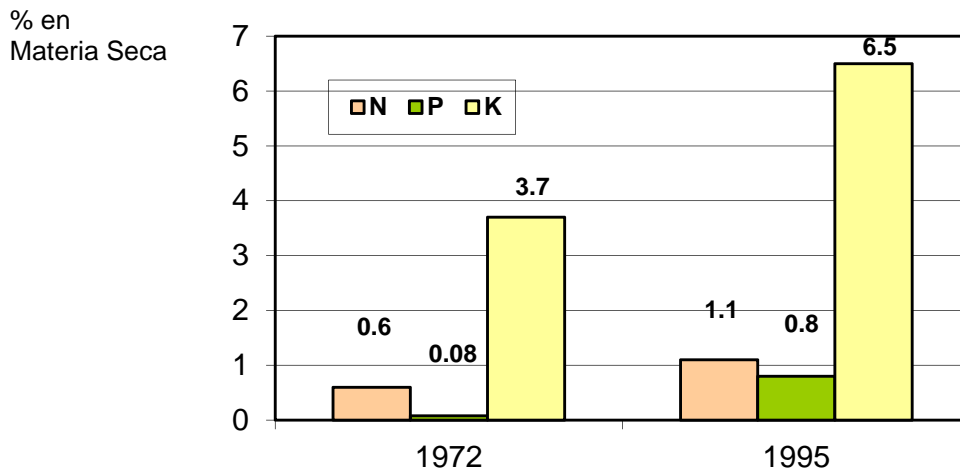
	<b>P</b>	<b>K</b>		<b>Mg</b>		<b>Ca</b>	
	mg/kg	mg/kg	meq/100g*	mg/kg	meq/ 100g*	mg/kg	meq/ 100g*
<b>Caribe</b>	40	156	0.4				
<b>Martinica</b>	25	200	0.5	122	1.0	600	3.0
<b>Costa Rica</b>	5-10	200-250	0.5-0.6	180-230	1.5-1.9	3-4000	15.0-20.0
<b>Australia</b>		546	1.4	608	5.0	3000	15.0

\* miliequivalente/ 100 g suelo

#### 4.2.2 Análisis de las hojas

Durante muchos años, las muestras de hojas fueron tomadas del séptimo peciolo y de la tercera lámina. Durante estos años apenas si se produjeron pequeños cambios en los estándares de nutrientes de las láminas, mientras que en los últimos años se adoptaron mayores niveles de N, P y K en los peciolos (Fig. 44).

**Figura 44:** Cambios en el contenido de N, P y K en el 7° peciolo a lo largo de los años



También aumentó la masa vegetal de las plantas de banana, principalmente debido a las mejores variedades, a los cronogramas intensificados de fertilización y a las mayores tasas. Como consecuencia de ello, también se incrementó el contenido de nutrientes en las plantas (Tabla 24).

**Tabla 24:** Masa de las plantas de bananas desde la década del 60 a la del 90 (*Lahav and Lowengart, 1998*).

Años	Década 1960	Década 1990
Altura promedio de la planta (cm)	150	270
Peso promedio del racimo (kg)	18	28
No. de racimos/ha	1700	2100
Rendimiento promedio (ton/ha)	30	60

La tercera hoja tomada desde la parte superior del pseudotallo de las plantas de floración reciente (tallo) es usualmente tomada como muestra para su análisis.

**Tabla 25:** Niveles críticos recomendados usando la tercera hoja como hoja de muestra.

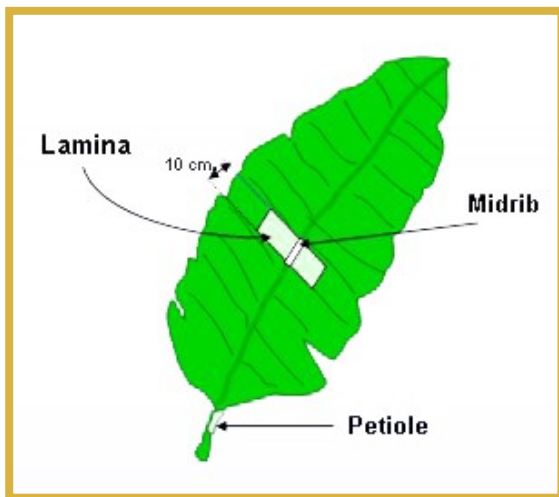
Nutriente	Porcentaje de peso seco (rango)	Nutriente	Partes por millón (rango)
Nitrógeno	2.4 – 3.0	Manganeso	25 - 150
Fósforo	0.25 – 0.24	Zinc	15 - 18
Potasio	2.7 – 3.5	Hierro	60 - 80
Calcio	0.4 – 1.0	Cobre	5 -9
Magnesio	0.20- 0.36	Boro	11

Las **muestras** son tomadas de distintas partes de la hoja, ubicadas en diferentes posiciones en la planta (Fig 45).

Cuándo tomar la muestra: las muestras deben ser tomadas ya sea antes de la floración o después del surgimiento de flores y cuando todas las manos hembra están visibles.

Qué tejido tomar como muestra: en la mayoría de los países productores de banana la estructura laminar de la hoja 3 es tomada como muestra para efectuar el análisis de su tejido (método IRS, 1975). De todas formas, se usan también muestras de la vena central de la 3era hoja y del peciolo de la 7a hoja. La estructura laminar de la hoja 3 es tomada como muestra mediante la remoción de una franja de tejido de 10 cm de ancho, a ambos lados de la vena central, y descartando todo menos el tejido que se extiende desde la vena central hasta el centro de la lámina.

**Figura 45:** Partes de la hoja de banana tomadas como muestra



### 4.2.3 Interpretación del estado de los nutrientes (lámina 3)

**Tabla 26:** Estándares de los niveles de N, P y K en láminas de banana

Nutriente	Normal	Deficiente
N	3 - 4 %	2 %
P	0.15% - 0.25%	< 0.15%
K	3 - 4 %	2 %

**Tabla 27:** Contenido de macronutrientes en hojas de banana (% en materia seca)

Nutriente	Lámina (hoja 3)	Nervadura central (hoja 3)	Pecíolo (hoja 7)
N	2.6	0.65	0.4
P	0.2	0.08	0.07
K	3.0	3.0	2.1
Ca	0.5	0.5	0.5
Mg	0.3	0.3	0.3

**Tabla 28:** Contenido de micronutrientes en hojas de bananos (ppm en materia seca)

Nutriente	Lámina (hoja 3)	Nervadura central (hoja 3)	Pecíolo (hoja 7)
Cu	9	7	5
Zn	18	12	8
Mn	25	80	70
Fe	80	50	30
B	11	10	8
Mo	1.5-3.2		

**Tabla 29:** Interpretación del estado de los nutrientes macro y secundarios de la planta (lámina 3)\*

	Contenido de nutrientes (% Peso Seco)					
	N	P	K	Mg	Ca	S
Deficiente	< 2.3	0.12	1.9	< 0.24	0.4	0.21
Bajo (Crítico)	2.3 – 3.3	0.13	< 4.5	0.25 – 0.29		0.21 – 0.25
Optimo	3.3 – 3.7	> 0.14	4.5 – 5.0	0.3 – 0.4	0.8 – 1.3	> 0.25
Alto	> 3.7		> 5.0	> 0.4	> 1.3	
Exceso		0.3	> 5.5			

\* - manual IFA– promedio de la revisión de literatura

**Tabla 30:** Interpretación del estado de micronutrientes de la planta (Martin-Prevel (1999 - IFA-manual))

	ppm						
	Fe	Mn	Zn*	Cu	B	Na	Cl %
Deficiente	77	25 – 100	14 – 37				
Bajo		110 – 150				< 100	
Optimo	> 100	160 – 2500	> 20	9	11	100	(1.0)
Alto		> 2500				> 100	(2.0)
Exceso	300	> 4800				> 300	(3.5)

\*Se puede considerar también la relación P/Zn (alta = deficiencia de Zn)

**Tabla 31:** Interpretación del estado de micronutrientes de plantas – Etapa de crecimiento: Retoño grande / totalmente crecido. (Martin-Prevel (1999 - IFA-manual)

	ppm						
	Fe	Mn	Zn*	Cu	B	Na	Cl %
Deficiente	-	40-150	6-17	<5?	<10?	-	-
Bajo	-	-	-	-	-	<60	-
Optimo	80-360	200-1800	20-50	6-30	10-25		0.9-1.8
Alto	-	2000-3000	-	-	-	>150	>2.0
Exceso	-	>3000	-	-	30-100	>3500	3.5

### 4.3 Demanda de nutrientes

Recomendaciones generales para el manejo de nutrientes acordes a la absorción y remoción de nutrientes\*:

- La absorción de nutrientes del conjunto entero de las matas se toma como base para la aplicación de fertilizantes, únicamente cuando se fertiliza el primer cultivo
- Para cultivos con retoños o residuos de cultivos anteriores, tal como residuos de hojas y corte de pseudotallos, se deben suministrar nutrientes adicionales – se requiere menos fertilizante que en la primera plantación.
- Las pérdidas de nutrientes provenientes de los fertilizantes y de residuos tienen que ser considerados cuando se calculan las tasas de fertilizantes para los cultivos de plantas y retoños
- Dividir la aplicación de los fertilizantes reduce la pérdida de nutrientes
- En particular, las pérdidas de N y K pueden ser altas

\* *Irizarry et al. (1988); Twyford & Walmsley (1973/74/76); van der Vorm and van Diest (1982)*

La remoción de nutrientes en bananas cosechadas es uno de los principales factores a tener en cuenta cuando se formulan las recomendaciones de fertilización. Las cantidades de nutrientes contenidos en la planta entera y en la fruta fresca cosechada, y removidas del campo, son la base para el cronograma de un programa de fertilización. Las grandes cantidades de K reflejan el alto contenido de K en la fruta. Cuando se deja en el campo el cultivo anterior, se debe considerar la contribución de los nutrientes reciclados (Tabla 32).

**Tabla 32:** Los requerimientos de nutrientes varían de acuerdo al rendimiento esperado y al crecimiento de la planta, teniendo en consideración la contribución de las partes de la planta reciclada proveniente del cultivo anterior (rendimiento esperado: 30-60 ton/ha).

Requerimientos nutricionales (kg/ha)				
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Absorción por parte de la planta entera				
198 - 339	68 - 114	734 - 1268	165 - 273	92 - 155
Remoción por rendimiento				
57 - 114	15 - 30	240 - 480	24 - 48	21 - 42
Nutrientes disponibles provenientes del cultivo previamente reciclado				
48	12	280	16	16
Dosis de aplicación recomendada				
190 - 359	91 - 146	454 - 988	67 - 121	76 - 139

**Tabla 33:** Absorción de nutrientes de la banana Cavendish (por metro de racimo entero de banana)\*

Variedad	Nutriente (kg/mt)					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	S
Grupo Cavendish	4 - 7	0.9 - 1.6	18 - 30	1.2 - 3.6	3 - 7.5	0.4 - 0.8
Otro	Hasta 10	Hasta 3.5	Hasta 60	1.2 - 3.6	Hasta 12	0.4 - 0.8

\* - IFA World Fertilizer Manual, 1991

### Resumen: Absorción de nutrientes - N, P, K

- **Nitrógeno**
  - necesidad constante de N a lo largo del período de crecimiento
- **Fósforo**
  - necesidad constante pero en pequeñas cantidades de P durante todo el período de crecimiento
- **Potasio**
  - necesidad constante de K a lo largo del período de crecimiento
  - 80% de la aplicación de K debe hacerse antes del pico de floración
  - Pequeñas dosis de K en etapas tempranas, la dosis de K aumenta un mes antes y después de la floración.
- **Magnesio**
  - Necesidad constante de pequeñas cantidades de Mg a lo largo de todo el período de crecimiento.
- **Calcio**
  - Absorción principalmente de Ca hasta el brote.
  - Sin absorción neta de Ca en el racimo después del brote
  - La principal aplicación de Ca para la producción de fruta debe enfocarse en períodos antes del brote
- **Azufre**
  - La absorción más rápida de S tiene lugar desde el retoño hasta la etapa de rebrote.
  - Después del rebrote se reduce la tasa de absorción.

#### 4.3.1 Nitrógeno

La forma de nitrógeno (N) ya sea amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) o nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), juega un papel importante cuando se debe elegir el fertilizante adecuado para la Nutrición de plantas de banana.

Nitrato-nitrógeno (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) es una fuente preferida de nitrógeno dado que inhibe la absorción de cloruro (Cl<sup>-</sup>) y al mismo tiempo promueve la absorción de cationes, tales como: potasio (K<sup>+</sup>), magnesio (Mg<sup>+</sup>) y Calcio (Ca<sup>++</sup>). También, la forma nitrato, del nitrógeno, aumenta el pH de la solución del suelo cerca del sistema de la raíz, lo que constituye una característica importante especialmente en suelos ácidos de zonas tropicales.

El nitrógeno en el nitrato de potasio Multi-K está en forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), por lo que es un fertilizante adecuado para fertigración.

Una mejor opción es usar los fertilizantes Multicote<sup>®</sup>, Multicote<sup>®</sup> AGRI y CoteN<sup>™</sup>, de liberación controlada (para detalles de los productos, ver página 71), los cuales entregar en forma gradual todos los nutrientes de acuerdo a las necesidades de las plantas, al mismo tiempo que se evitan pérdidas por lixiviación.

## 4.4 Dosis de fertilizante sugeridas y contenido de los nutrientes de las plantas

Aplicación típica de N, P y K\*

### N

- Aplicación dividida de N
- Cada 1-3 meses en climas relativamente secos
- En los trópicos húmedos, con lluvias intensas o riego, aplicar cada 2-4 semanas, mientras con MulticoTech™ (4 meses), aplicar cada 10 semanas.

### P

- Aplicación de P una vez por año, cuando se promueven retoños o incorporado al suelo antes de la plantación
- En suelos con fijación de P; las tasas deben ser 4 veces más altas que las necesidades de la planta
- En plantaciones sanas la aplicación de P puede ser bianual

### K

- 80% del K debe ser aplicado en la floración
- Aplicar K con mayor frecuencia en casos en que haya condiciones de lixiviación
- Las tasas de K deben ser acordes con el análisis del suelo, por ejemplo: si el K intercambiable es < 0.4 meq/100 g suelo

\* - Lahav & Turner (1989 - IPI-Bulletin No 7), Martin-Prevel (1999 – IFA manual)

### 4.4.1 Haifa NutriNet™ - Software para determinar programas de Nutrición™

Las recomendaciones de fertilización de Haifa están disponibles en internet y se puede acceder a través del sitio web de Haifa, [www.haifachem.com](http://www.haifachem.com). Entre a la sección de **Know-how de Haifa**, o directamente vaya a: <http://www.haifa-nutrinet.com> e ingrese a **NutriNet™**, un programa único de software, es una herramienta de apoyo para determinar las dosis de fertilización adecuadas tomando en cuenta el rendimiento esperado y condiciones particulares de crecimiento del cultivo.

El cronograma de fertilización aplicado al suelo y las tasas de fertigación pueden variar de acuerdo al cultivo, a las condiciones climáticas, a las etapas de crecimiento y al rendimiento esperado. Mediante el uso del programa en línea **Haifa NutriNet™**, se pueden obtener las recomendaciones más adecuadas tomando en cuenta estos factores.

El siguiente es un ejemplo de las recomendaciones para dos niveles de rendimiento esperados (30 y 60 T/ha) de banana, como lo determina NutriNet:

**Tabla 34:** Cantidad de fertilizantes (kg/ha/año) y sus nutrientes aplicados, para un rendimiento esperado de 30 T/ha, respectivamente.

Nutrición sugerida	Nutrientes totales en kg/ha					
	Fertilizante (kg)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
		190	91	454	67	76
Fertilizantes sugeridos						
Nitrato de amonio (34%)	0					
<b>Multi-MAP</b> (12-61-0)*	149	17.9	91			
<b>Multi-K</b> (13-0-46)*	987	128.3		454		
<b>Multi-Cal</b> Nitrato de calcio (26% CaO)*	258	38.7			67	
Sulfato de magnesio (16% MgO)	475					76
<b>TOTAL</b>	<b>1869</b>	<b>237</b>	<b>91</b>	<b>454</b>	<b>67</b>	<b>76</b>

\* Fertilizantes producidos por Haifa. Para detalles, ver Apéndice X.



**Tabla 35:** Cantidad de fertilizantes (kg/ha/año) y sus nutrientes aplicados, para un rendimiento esperado de 60 MT/ha, respectivamente

Nutrigación sugerida	Nutrientes totales en kg/ha					
	Fertilizante (kg)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
		359	146	988	121	139
Fertilizantes sugeridos						
Nitrato de amonio (34%)	0					
<b>Haifa-MAP</b> (12-61-0)*	239	28.7	146			
<b>Multi-K</b> (13-0-46)*	2148	279.2		988		
<b>Haifa-Cal</b> Nitrato de calcio (26% CaO)*	465	69.8			121	
Sulfato de magnesio (16% MgO)	869					139
<b>TOTAL</b>	<b>3721</b>	<b>473</b>	<b>146</b>	<b>988</b>	<b>121</b>	<b>139</b>

\* Fertilizantes producidos por Haifa. Para más detalles, ver Apéndice I.

#### 4.4.2 Fertilizantes de aplicación en el suelo

En suelos con baja fertilidad, tales como los suelos arenosos o calcáreos, las bananas deben ser fertilizadas en forma frecuente (mínimo de 6 a 8 veces por año) para obtener una máxima producción. El 35% de la aplicación N, P, y K debe ser realizada durante el crecimiento vegetativo luego del plantado y antes de la diferenciación floral, 40% antes de la aparición de las flores, y el restante 25% después de la aparición de las flores. El requerimiento de potasio es alto y **Multi-K**<sup>®</sup> con un alto contenido de K<sub>2</sub>O (13-0-46) es recomendado como fuente de K. Se recomienda una relación N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O de 3-1-6. La sugerencia de cómo preparar dicha relación de fertilizantes solubles en agua, se presenta en la Tabla 36.

**Tabla 36:** Preparación de 1 ton 3:1:6 relación N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O fertilizante soluble en agua.

Fertilizante	Análisis de fertilizante			Cantidad de fertilizantes (kg)	Nutrientes de plantas (kg)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Urea	46	0	0	140	64	0	0
<b>Haifa-MAP</b>	12	61	0	96	12	59	0
<b>Multi-K</b> <sup>®</sup>	13	0	46	764	99	0	351
Total kg				1000	175	59	351
Relación N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O					3	1	6

El **Multi-K**<sup>®</sup> granulado también es adecuado para aplicarse al suelo en la plantación de banano, ya sea en forma manual o fertilizadora. Existen dos presentaciones del **Multi-K**<sup>®</sup> que se adaptan a los medios disponibles por parte del agricultor, que son presentación cristalinas solubles y prillada o granulada (gránulos de 2-3 mm). Ambas presentaciones son totalmente solubles en agua, pero la forma granulada es la más adecuada para ser esparcida en forma manual o mecanizada. La presentación granulada es también adecuada para mezclas físicas con otros fertilizantes granulados.

**Figura. 46:** Técnica común de aplicación directa una banda concéntrica de la planta (Centro y Sudamérica)



La cantidad de fertilizante depende del tamaño y de la edad del tallo y del número de tallos por mata (Tabla 37). La fertilización de plantas jóvenes debe comenzar con una tasa N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O de 3-1-6 (cuando se utiliza una fórmula con concentración más alta, la cantidad de fertilizante por mata debe reducirse en forma proporcional), con 2-3% de magnesio, aplicado cada 2 meses, y aumentando gradualmente a 2.5 kg – 3.0 kg en el tiempo del surgimiento de las flores y frutos, de 10 a 18 meses después.

**Tabla 37:** Programa de fertilización para plantas de bananas 1.

Meses desde el plantado de un retoño o pieza de rizoma	Cantidad de fertilizante 3-1-6 fertilizante/mat/aplicación (kg) <sup>2</sup>	Rociado nutricional (veces/año) <sup>3</sup>	Aplicaciones de hierro (veces por año) <sup>4</sup>
1 - 6	0.25 – 0.5	1-2	1-2
6 -12	0.5 – 1.0	1-2	1-2
12 -18	1.5 – 2.0	1-2	1-2
18 +	2.5 – 3.0	1-2	1-2

<sup>1</sup> – Debe aplicarse un fertilizante que contenga nitrógeno, fosfato, potasa, cada 2 meses a lo largo de todo el año.

<sup>2</sup> – En caso de un fertilizante con concentración más alta, la cantidad debe reducirse en forma proporcional.

<sup>3</sup> – Las aplicaciones foliares de micronutrientes deben ser aplicadas 1-2 veces por año.

<sup>4</sup> – Las aplicaciones de hierro, especialmente en suelos calcáreos, deben ser realizadas 1-2 veces por año.

Si se requiere manganeso (Mn) y zinc (Zn), se recomienda aplicar al menos una vez por año una aspersión nutricional que contenga manganeso y zinc. El cobre debe ser incluido en el rociado si se utiliza un fungicida que no contenga cobre. Las plantas de banana que crecen en suelos ácidos arenosos pueden ser fertilizadas con 0.25 – 0.5 kg de sulfato de hierro seco, de 1-2 veces durante la parte más cálida del año. Las plantas de banana que crecen en suelos con alto pH, y calcáreos pueden ser fertilizadas con 30 a 60 g de material de hierro quelante (EDDHA) durante la parte más cálida del año.

### 4.4.3 Ejemplos de prácticas de fertilización aplicada al suelo

La siguiente es considerada una práctica común en países que cultivan bananas: Los valores de aplicación pueden diferir entre lugares, rendimientos, métodos de aplicación, etc., pero en forma general la tasa de aplicación de potasio es 1.5-2 veces mayor que la de nitrógeno.

a. Colombia, Santa Marta:

**Tabla 38:** Práctica de fertilización común en Colombia

Aplicación equilibrada (kg/ha)		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
600 - 900	300 - 450	900 - 1800

b. Regiones tropicales

Densidad de las plantas: 1,200-1,800 mat/ha

Rendimiento esperado: 45-80 T/ha

**Tabla 39:** Práctica de fertilización en regiones tropicales

Requerimiento nutricional (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)			
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	AN	Haifai-MAP	Haifa-SOP*	Multi-K <sup>®</sup> **
400 - 600	70 - 100	600 - 800	1000 - 1540	120 - 160	840 - 1,020	390 - 520

\* En regiones sin salinidad en el agua o sin problemas de salinidad, el SOP puede ser reemplazado por KCl pero **únicamente durante la estación húmeda**

\*\* 30% del requerimiento anual de potasio debe ser aplicado en el momento en que se inician los racimos.

La cantidad anual de fertilizantes recomendados debe ser dividida en la mayor cantidad de aplicaciones posibles. En plantaciones sin instalaciones de riego, las aplicaciones deben ser realizadas durante la época de lluvias únicamente.

c. Superficie con suelo salino:

En una parcela susceptible a la salinidad del suelo, con una densidad de plantas de: 1200-1800 matas/ha y rendimiento esperado de: 45-60 MT/ha, la práctica de fertilización es:

**Tabla 40:** Recomendaciones de fertilización en áreas salinas.

Requerimiento nutricional (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha) *		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NA	Haifa-MAP	Multi-K <sup>®</sup>
250 - 450	70 - 100	400 - 600	610 - 1130	120 - 160	850 - 1300

(Fuente: Suescun y Eduardo 1993.)

\* La cantidad anual de fertilizantes recomendada se divide en 6-8 aplicaciones. En áreas de cultivo sin instalaciones de riego, las aplicaciones son realizadas durante la estación de lluvias.

NA = Nitrato de amonio, 33.5-0-0

Haifa-MAP = Fosfato Monoamónico, 12-61-0

Multi-K<sup>®</sup> = Nitrato de potasio 13-0-46

#### d. Oeste de Bengala

**Tabla 41:** Recomendaciones de fertilizantes para banana (Giant Governor)

Requerimiento nutricional (g/árbol/año)*		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
250	125	500

\* Aplicado en aplicaciones separadas a lo largo del ciclo de crecimiento. La fertilización se realiza durante los meses 3, 6 y 9 después de la plantación.

#### e. Regiones subtropicales

**Tabla 42:** Recomendaciones de fertilizantes

Estación	Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	AN	Haifa-MAP	Haifa-SOP*	Multi-K **
Primavera	130 - 200	100 - 150	300 - 350	330 - 510	160 - 250	650 - 760	-
Verano	150 - 230	0	300 - 400	450 - 670	-	650 - 870	-
Otoño	120 - 170	100 - 150	250 - 350	90 - 125	160 - 250	-	550 - 570

\* En regiones con agua sin problemas de salinidad, el SOP puede ser reemplazado por KCl pero **únicamente durante la estación húmeda**

\*\* 30% del requerimiento anual de potasio debe ser aplicado en el momento en que se inician los racimos.

**Tabla 43:** Recomendaciones nutricionales en áreas de cultivo de bananas\*

Región	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	comentarios
Camerún	140 - 400	0	0 (-800)	No K en suelos volcánicos
Sudáfrica	140-500	0-100	750-1600	+ Abono orgánico
Islas Canarias – goteo	500-600	200-300	700-1000	+ Orgánico/ cubierta plástica
Islas Canarias – riego superficial	600-800	300-450	900-1500	cubierta plástica
Israel, costa	400	200	1440	
India	300-600	320-345	340-720	+ abono
Taiwán	400	115	900	
<b>Australia</b>				
- N. Territ.	110	230	760	
- Queensland	280-370	160-460	480-1560	+ dolomita
- N.S. Wales	180	90-230	360-720	
Brasil, Sao Paulo	250-500	125-240	500-950	
Costa Rica	300-450	0-160	600-750	50-200 MgO, 500-600 CaO
Honduras	290	0	0	K suficiente en mayoría de suelos
Caribe	160-300	80-120	600	

\* - Martin-Prevel (1999 – IFA manual)

## 4.5 Fertilizantes de liberación controlada

Los productos **Multicote® Agri** de HAIFA contienen gránulos de fertilizante recubiertos con polímero, van liberando lentamente los nutrientes para las plantas en la solución del suelo a una tasa predeterminada. La humedad del suelo es absorbida por los gránulos de fertilizante encapsulados – disolviendo los nutrientes que están dentro y liberándolos en la zona de la raíz.

### ¿Por qué usar Multicote® Agri?

- **Multicote® Agri** puede ser utilizado en **cualquier tipo de suelo**. La tasa de liberación es determinada en forma exclusiva por la temperatura del suelo, que es además el factor principal que afecta la tasa de crecimiento de la planta. El tipo de suelo, la humedad, el pH y la actividad microbiana no afectan la tasa de liberación.
- En regiones tropicales, **lluvias intensas pueden lixiviar hacia afuera los nutrientes de las plantas** de la zona de la raíz y en donde se **requieren muchas aplicaciones de fertilizante** para compensar pérdidas, **Multicote® Agri** es la solución ideal. No es afectado por la humedad del suelo ni por las intensas lluvias, dado que libera en forma gradual los nutrientes para las plantas.
- Dado que los cultivos de banana requieren una nutrición pesada y continua, se requiere la **aplicación de diversos fertilizantes**. Como consecuencia de ello, **Multicote® Agri** ahorra un gran número de aplicaciones, contribuyendo, además, al ahorro de mano de obra.
- Diversos experimentos y pruebas de campo han probado la eficiencia del producto, dando como resultado **mayores rendimientos**.
- La eficiencia de **Multicote® Agri** es más alta que la eficiencia de los fertilizantes convencionales, debido a la continua liberación de nutrientes en la solución del suelo. Como consecuencia de ello, se debe aplicar una menor tasa de **Multicote® Agri**, ahorrando de esta forma en gastos de fertilizante y logística.
- Siempre que se considere situaciones de tipo ambiental con relación a la contaminación de aguas subterráneas, **Multicote® Agri** es la mejor opción.

### Conceptos para la aplicación de Multicote® Agri:

En diversos países en los que se cultivan bananas **Multicote® Agri** ha probado producir los mayores rendimientos en términos de costo, comparado con los fertilizantes comunes. Hay dos conceptos de aplicación principales:

- 1) En regiones tropicales con lluvias intensas, el uso de **Multicote® Agri** resulta en considerables menos pérdidas de nutrientes comparado con las aplicaciones de fertilizante convencionales. Además, se requerirán menos aplicaciones por año.
- 2) En plantaciones de bananas con riego en donde se practica la fertirrigación, se puede aplicar **Multicote® Agri** durante la temporada de lluvias en la que el riego no se practica. Esta combinación de ambos métodos, ahorrará mano de obra y asegurará la provisión continua de nutrientes para plantas durante el período de lluvias.



### 4.5.1 Recomendaciones para su aplicación

Se recomienda la utilización de **Multicote® Agri** en regiones tropicales en donde las fuertes lluvias pueden lixiviar los nutrientes hacia afuera de la zona de la raíz de la planta de banana.

Basado en pruebas de campo y en la experiencia de los agricultores, se puede aplicar **Multicote® Agri 17-7-25+2MgO** cada 2 meses a una tasa de 260 g/mata /año.

En campo irrigados, en los que sólo una parte del periodo de crecimiento (aproximadamente 4 meses) es temporada de lluvias, se recomienda efectuar dos aplicaciones de **Multicote® Agri** a una dosis de 145 g / aplicación /mat.

El resto del tiempo, aproximadamente durante 8 meses, se debe fertigar con fertilizantes solubles en agua. Se debe aplicar un fertilizante N-P-K soluble en agua con una tasa de 3:1:4, tal como 14-5-18 o 17-6-22. Se recomienda realizar 8 aplicaciones mensuales de 150 g / aplicación / planta de banana.

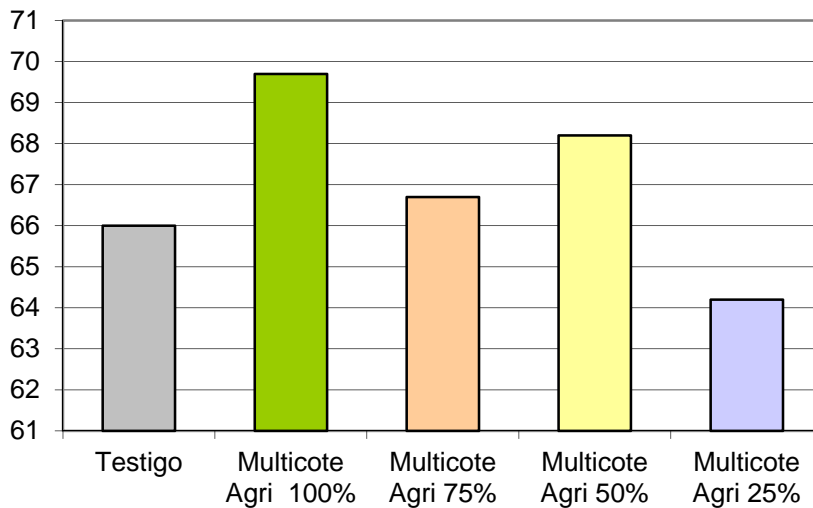
### 4.5.2 Eficiencia probada de Multicote® Agri

En Colombia, en cooperación con Chiquita, **Multicote® Agri** fue comparado con tratamientos comerciales comunes (testigo). La cantidad de N-P-K fue la misma en todos los tratamientos, y se usaron cuatro combinaciones de contenido de **Multicote® Agri** variando con los siguientes porcentajes: 100%, 75%, 50% y 25%. Se midió el crecimiento de la planta: circunferencia, altura de la planta madre y su hija, % de retoños surgidos por semana y número de semanas por planta.

**Multicote® Agri** rindió mucho más que el control en el 50-100% de las aplicaciones de nutrientes que se realizaron. (Figs. 47 a-d)

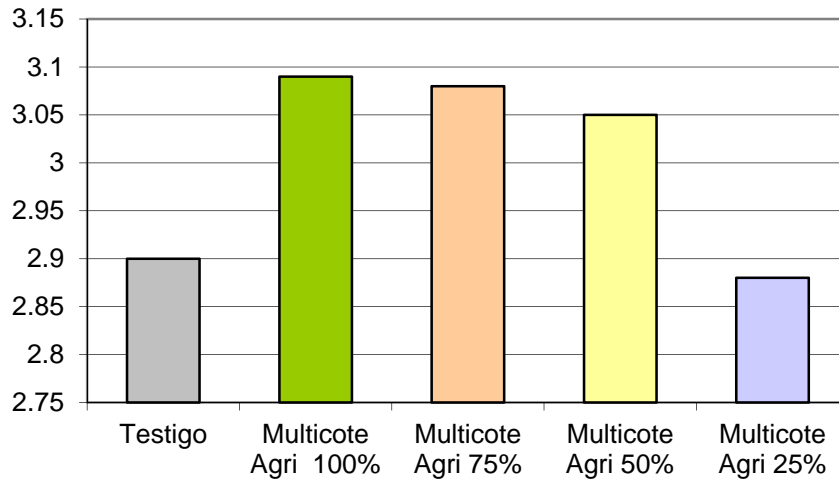
**Figura 47 a-d:** El efecto de Multicote® Agri sobre el crecimiento de bananas (cv. Williams)

a. Perímetro de la planta madre (cm)

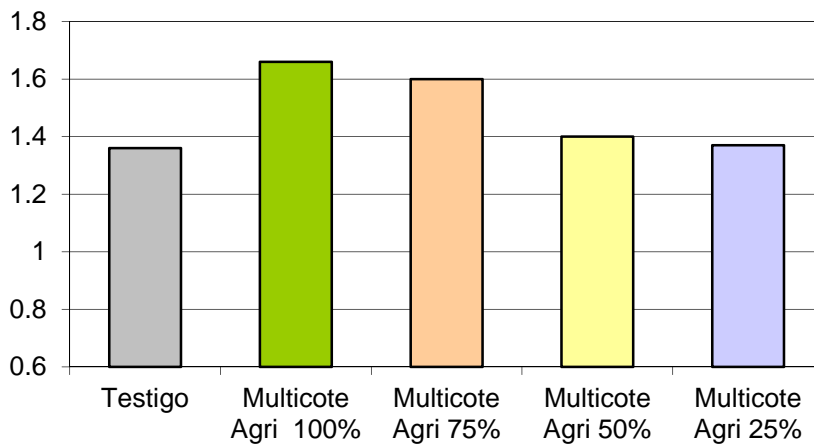




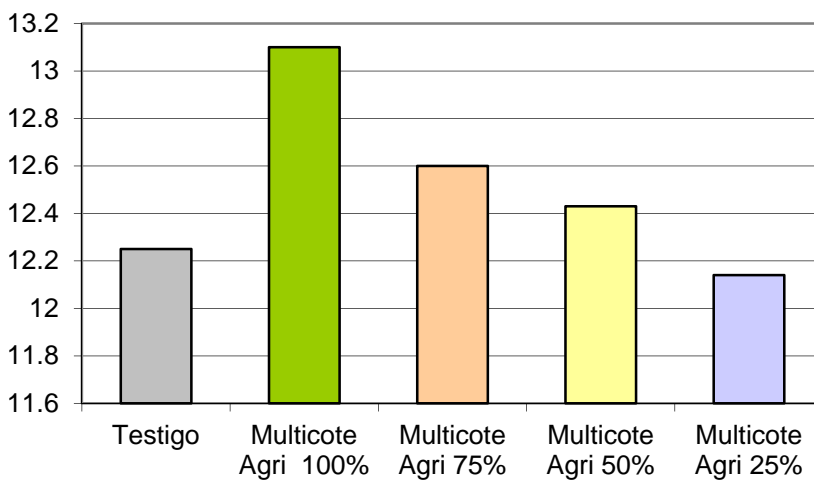
b. Altura de la planta madre (cm)



c. Altura de la planta hija (cm)



d. Número de hojas en la planta madre



En Filipinas se llevó a cabo un experimento a gran escala por parte de Mt. Kitanglad Agriventure, Inc. (MKAVI) en Lantapan, Bukidnon, en el que se comparó **Multicote® Agri 12-0-44** con el programa de fertilización regular (testigo) (Tabla 45). El objetivo fue determinar el efecto de mejorar el esquema de nutrición intensiva común mediante la aplicación de N y K como tratamientos **Multicote® Agri**:

Tratamientos:

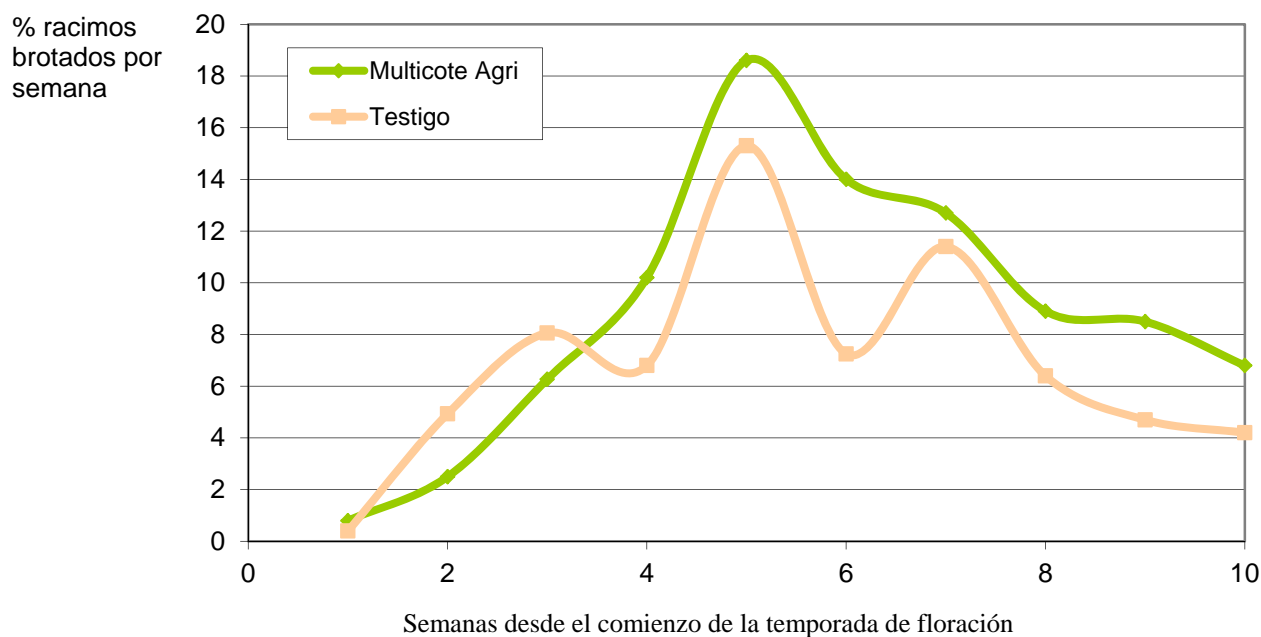
■ Testigo:

	Tasa	Fuente
N	400 kg/ha	Urea, sulfato de amonio
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50 kg/ha	DAP
K <sub>2</sub> O	1330 kg/ha	KCl
+ Fe + Zn		
+ Calciclina		

■ Multicote® Agri 12-0-44, 800 kg/ha

El tratamiento con Multicote Agri produjo rendimientos más altos y más tempranos, comparando con la parcela de control.

**Figura 48:** el tratamiento con Multicote Agri produjo un surgimiento más temprano de racimos en bananas (cv. Williams)



Conclusión:

**Multicote® Agri** aumenta las ganancias de los agricultores de bananas mediante la reducción del número de aplicaciones y tasas de fertilización y produciendo rendimientos superiores.

## 4.6 Nutrigación™ (fertigación)

Como se explicó al comienzo de este folleto, la banana es una planta herbácea tropical de hoja perenne sin fase latente natural. Por lo tanto, tiene una gran demanda de agua a lo largo de todo el año, especialmente a altas temperaturas.

A este respecto, las propiedades importantes de la planta de banana son:

- Alto potencial de transpiración debido a la gran superficie de sus hojas grandes y amplias
- Sistema de raíces poco profundas comparado con la mayoría de los cultivos de árboles frutales
- Baja capacidad de extraer agua del suelo por debajo de capacidad del campo
- Rápida respuesta fisiológica a la deficiencia de agua en el suelo

Estas propiedades hacen que la planta de banana sea extremadamente sensible a las variaciones de contenido de agua, y se deba poner énfasis en un adecuado cronograma de riego. La Nutrigación™ (fertigación) es una técnica que combina riego con fertilización. Durante décadas esta técnica ha sido desarrollada, la misma quedó bien establecida como un método potencial en la agricultura moderna, dando como resultado rendimientos superiores y mejoras en la calidad de los cultivos.

La principal ventaja de los sistemas de microriego es que se esparcen a través del campo y un gran área puede ser regada desde un sólo punto de control. Los requerimientos de mano de obra son por lo tanto mínimos, se obtiene alta la uniformidad de aplicación, un área específica de la zona de la raíz puede estar continuamente humedecida y se puede aplicar cualquier régimen de riego deseado, la pérdida de agua por evaporación es mínima especialmente cuando se practica el riego por goteo. Los fertilizantes solubles pueden aplicarse con facilidad y eficiencia a través del sistema, en forma directa en la zona de la raíz.

- Cuando se lleva a cabo la fertigación por medio de un sistema de goteo o microaspersores, ello permite expandir las áreas de crecimiento a tierras marginales con una capacidad limitada de retención de agua. Estas instancias pueden ser suelos arenosos o rocosos, en donde el control preciso de agua y nutrientes en la vecindad inmediata del sistema de la raíz es crítico.
- En Hawái, el cambio hacia riego por goteo combinado con nutrigación en bananas ha duplicado el rendimiento obtenido de una plantación bien manejada, con riego convencional mediante aspersores.

La Tabla 44 muestra una ilustración de la capacidad de respuesta de la banana a la Nutrigación™ con nitrato de potasio **Multi-K**®.

**Tabla 44:** Efecto de las distintas fuentes de potasio en el peso del racimo y en el rendimiento total de bananas provistas con 600 kg/ha/año de K<sub>2</sub>O en la forma, ya sea K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, o **Multi-K**® o una combinación de ambas (1:1)\*.

Tratamiento	Peso racimo (kg)	Rendimiento (cajas/ha)	B/C *
Control K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	42.43	2975	--
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + <b>Multi-K</b> ®	44.91	3143	10.3
<b>Multi-K</b> ®	47.06	3294	10.5

\* - Guerrero y Gadban, 1996 "Laoespensa" Ciénaga Magdalena. Colombia

\* La relación costo-beneficio expresa la relación entre el beneficio/ingreso adicional y el costo adicional asociado al tratamiento.

Los resultados de esta prueba muestran que el **Multi-K**® es marcadamente superior al K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, desde el punto de vista agronómico y económico.

### Regiones tropicales

Densidad de las plantas: 1200-1800 mat/ha;

Rendimiento esperado: 45-60 MT/ha

**Tabla 45:** Programa de Nutrigación en regiones tropicales

Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)			
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	AN	Multi-MAP	SOP*	Multi-K <sup>®</sup> **
300 - 400	70 - 100	500 - 700	750 - 1100	120 - 160	700 - 980	330 - 460

\* En regiones en donde el agua no tiene salinidad o no existen problemas de salinidad , el SOP puede ser reemplazado por KCl durante la estación húmeda únicamente.

\*\* El 30% del requerimiento anual de potasio debe ser aplicado al momento del inicio de los racimos

- La cantidad anual de fertilizantes recomendados debe ser dividido en aplicaciones semanales.
- Durante la estación de lluvias los fertilizantes deben ser aplicados por medio de ciclos de riego cortos (técnico), diseñados para ese propósito únicamente.

### Regiones subtropicales

**Tabla 46:** Programa de nutrigación en regiones subtropicales

Estación	Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	AN	Multi-MAP	SOP*	Multi-K <sup>®</sup> **
<b>Primavera</b>	90 - 130	70 - 75	175 - 210	270 - 390	115 - 120	350 - 420	0
<b>Verano</b>	120 - 160	0	175 - 210	360 - 485	0	350 - 420	0
<b>Otoño</b>	90 - 110	70 - 75	150 - 180	100 - 150	115 - 120		330 - 390

■ \* En regiones en donde el agua no tiene salinidad o no existen problemas de salinidad, el SOP puede ser reemplazado por KCl durante la estación húmeda únicamente.

\*\* El 30% del requerimiento anual de potasio debe ser aplicado al momento del inicio de los racimos

- La cantidad anual de fertilizantes recomendada debe dividirse en aplicaciones semanales. La práctica común es dividir la cantidad total de fertilizantes por las aplicaciones semanales. Los fertilizantes son provistos en cantidades semanales.
- En forma alternativa, los fertilizantes pueden ser aplicados en forma continua con el agua de riego, a una tasa constante - fertigación proporcional.

**Tabla 47:**

Estación	Tasa de riego diario (mm)	Requerimientos nutricionales (kg/ha)			Fertilizantes recomendados (kg/ha)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NA	Haifa-MAP	Haifa SOP*	Multi-K® **
Primavera	3-4	40-30	30-20	120-90	115-85	50-35	240 - 180	0
Verano	5-8	40-30	-	120-90	120-90	-	240 - 180	0
Otoño	4-6	40-30**	30-20	120-90	-	50 -35	-	260-195

\* El 30% del requerimiento anual de potasio debe ser aplicado al momento del inicio de los racimos

\*\* La cantidad total de nitrógeno se suministra durante el otoño mediante *Multi-K* y *Haifa-MAP*

## 4.7 Nutrición foliar

Las raíces de la planta absorben con facilidad la mayoría de los nutrientes minerales. De todas formas, muchos otros órganos de la planta están en condiciones de absorber nutrientes en sus formas iónicas provenientes de soluciones. La extensa área de las hojas de la planta la convierten en una candidata natural a ser un canal de nutrición complementario. De hecho, este método está ahora muy extendido en el manejo de la nutrición en diversos cultivos. Las ventajas, de tipo único, que este método ofrece a los agricultores de bananos son las siguientes:

- Cuando el cultivo de banana requiere nutrientes que están fijos o inmóviles en el suelo.
- Cuando se detectan deficiencias en etapas avanzadas del crecimiento de la planta y se necesita una rápida corrección.
- Cuando la actividad de la raíz se ve obstaculizada por factores externos, tales como baja temperatura del suelo, mala ventilación, nemátodos, roedores o daños ocasionados por maquinaria
- Cuando la efectividad de la aplicación directa en el suelo se ve limitada debido a la invasión de malezas. Dado que la aplicación foliar evita la competencia con las malezas, este método asegura una alta disponibilidad a los órganos a los que va dirigido.
- Cuando las raíces no son capaces de proveer a la planta de ciertos nutrientes en las proporciones adecuadas, durante ciertas etapas críticas del crecimiento. Este síndrome puede ocurrir aún en suelos fértiles.

### 4.7.1 Prácticas de nutrición foliar

En Martinica, Filipinas, Colombia y en diversos otros lugares estas prácticas se han convertido en una práctica de uso extendido para la aplicación de **Haifa-Bonus npK** a una tasa de 70 -100 g/mata (25-30% del requerimiento anual de potasio) al momento de la iniciación de los racimos. La gran disponibilidad de **Haifa-Bonus npK** hacia la planta lo convierte en el mejor fertilizante para cubrir las crecientes demandas de nutrientes en esta etapa crítica de desarrollo, que es la que determina su rendimiento final.

En Colombia, México y en otros diversos lugares, la aspersión foliar durante el crecimiento vegetativo y el desarrollo de los racimos fueron factores marcadamente beneficiosos para lograr mayor peso de los racimos, en el número de manos por racimo y en el número de frutos por mano (Tablas 50, 51).

**Tabla 48:** Efecto de la aplicación foliar de **Haifa-Bonus-npK** en las plantas de banana en dos lugares en Colombia\*

	Peso racimo (kg)	Manos/racimo	Dedos/mano (2° basal)
Testigo	29.8	8.09	20.0
Haifa-Bonus npK **	34.0	9.11	21.3

\* Guerrero y Gadban, 1992, "La Ceiba" Santa Maria, Colombia

\*\* Seis aplicaciones a una concentración del 2%, con intervalos de 30 días.

**Tabla 49:** Efecto de la aplicación foliar de **Haifa-Bonus npK** en plantas de banana\*

	Peso racimo (kg)	Manos/racimo	Dedos/mano (2° basal)	B/C ***
Testigo	35,9	9,4	23.10	
Haifa-Bonus npK **	37,9	10,5	23.25	13.5

\* Guerrero y Gadban, 1993, San Rafael Cienaga Magdalena, Colombia

\*\* Cuatro aplicaciones de rociado con intervalos de 30 días a una concentración del 2%.

\*\*\* Relación entre los beneficios adicionales y el costo adicional asociado con el tratamiento.

Es una práctica de los agricultores de banana de Costa Rica realizar **44** aplicaciones de rociado foliar por año para controlar la enfermedad de **Sigatoka Negra**. Investigadores de CORBANA (Corporación Bananera Nacional) han encontrado efectos positivos sobre el crecimiento vegetativo y el desarrollo de los racimos, cuando se combinan 22 de esas aplicaciones con **Haifa-Bonus npK** a 600 g/ha (Tabla 52).

**Tabla 50:** Ventajas de combinar **Haifa-Bonus npK** en rociado con plaguicidas\*

	Número de hojas en la floración	Diámetro del pseudotallo (cm)	Manos/racimo (%)	Peso racimo (%)
Control	13.75	13.6	100	100
Urea	13.91	14.4	102	108
Haifa-Bonus npK **	14.25	14.4	106	113

\* Sancho and Guzman, 1996)

Una práctica de los agricultores de banana en México es realizar de **36-44 aplicaciones de aspersión foliar** por año para controlar la enfermedad **Sigatoka Negra**. Acostumbran combinar **Haifa-Bonus npK** con los plaguicidas **Bravo 720** y **Tilt** de la siguiente manera:

Aspersión del terreno:

2-4% **Haifa-Bonus npK** en una solución para asperjar de 300-400 litros/ha.

Aplicación de rociado aéreo: 7-8% **Haifa-Bonus npK** en una solución de rociado de 20 litros/ha.



#### 4.7.2 Recomendaciones para la aplicación foliar

Cuando la aplicación se realiza con mochila aspersora, la concentración debe ser de 2-4% **Haifa-Bonus npK** disuelto en una solución de 300- 400 litros/ha. Dosis total: 6-12 kg/ha.

Cuando la aplicación se realiza mediante rociado aéreo la concentración debe ser 8-10% de **Haifa-Bonus npK** disuelto en una solución de 20 litros/ha.

##### **Frecuencia y número de aplicaciones:**

###### En regiones subtropicales

Tres a cinco tratamientos de rociado con intervalos de 3-4 semanas.

La concentración recomendada para aplicación sobre el terreno es 2-4%

La concentración recomendada para aplicación aérea es 8-10%

###### En regiones tropicales

Las aplicaciones pueden realizarse a lo largo de todo el año, hasta 22 aplicaciones, que pueden ser mezcladas en tanque para aspersión con plaguicidas.

##### **Compatibilidad:**

**Haifa-Bonus npK** es altamente compatible con la mayoría de los plaguicidas usados en el cultivo de bananas. Es además compatible con otros nutrientes de plantas usados para corregir deficiencias comunes tales como magnesio, zinc y boro. Es recomendable confirmar la compatibilidad de su mezcla mediante la preparación de una muestra de los materiales a ser rociados a sus concentraciones recomendadas a los efectos de descartar posibles reacciones cruzadas adversas. La mezcla debe ser rociada en pequeñas superficies antes de efectuar el tratamiento comercial, a fin de analizar si presenta efectos adversos.

##### **Susceptibilidad:**

La alta temperatura y la baja humedad pueden aumentar la susceptibilidad de las plantas de banana a posibles heridas por rociado. El momento adecuado para rociar muy temprano por la mañana o sino tarde.

No se recomienda asperjar si las plantas están bajo condiciones de estrés.

## Apéndice I: Fertilizantes especializados Haifa

### Tecnología innovadora para una óptima nutrición y máximos rendimientos de las plantas

La agricultura moderna está esforzándose en forma continua para obtener máximos rendimientos con mínimos costos de producción, al mismo tiempo buscando un mínimo impacto sobre el medio ambiente.

Teaspoon-Feeding™ es un concepto revolucionario que le brinda a las plantas una nutrición equilibrada lo largo del período de crecimiento. Los nutrientes son provistos en porciones medidas que cubren exactamente los requerimientos de las plantas. Teaspoon-Feeding™ está diseñado para cubrir las necesidades cambiantes de las plantas durante cada etapa del ciclo de crecimiento, asegurando un óptimo desarrollo de la planta y con el objeto de obtener máximos rendimientos y de la más alta calidad.

Los fertilizantes HAIFA para el concepto Teaspoon-Feeding™ combina técnicas innovadoras de aplicación tales como la Nutrigación, la Nutrición de Liberación Controlada y la Nutrición Foliar que permiten brindar una composición de precisión controlada, la cantidad, el momento de suministro de nutrientes que se adaptan a las condiciones específicas de crecimiento de cada cultivo.

HAIFA es una empresa pionera en el desarrollo y el marketing de productos de fertilización y técnicas innovadoras que cubren las demandas de la práctica de la agricultura moderna, a la vez que cumplen con la consideración de estrictas preocupaciones ambientales.

### Nutrigación™ (Fertigación)

La aplicación de fertilizantes de la más alta calidad, solubles en agua, por medio del sistema de riego, es un método óptimo para brindar una nutrición equilibrada a la planta a través de todo el período de crecimiento. Un régimen de Nutrigación™ equilibrado asegura que los nutrientes esenciales estén ubicados en forma precisa en el sitio de actividad intensiva de la raíz y que estén disponibles en la cantidad exacta – *cuando las plantas lo necesitan*.

HAIFA ofrece un amplio rango de fertilizantes solubles en agua para Nutrigación™. Todos los productos contienen únicamente nutrientes puros para plantas y están libres de sodio y cloruros.

<b>Multi-K®</b>	Amplio rango de productos de nitrato de potasio planos o enriquecidos
<b>Poly-Feed®</b>	Fertilizantes NPK solubles, enriquecidos con micronutrientes y nutrientes secundarios
<b>Haifa-MAP™</b>	Fosfato de mono-amonio
<b>Haifa-MKP™</b>	Fosfato de mono-potasio
<b>Haifa-Cal®</b>	Nitrato de calcio
<b>Magnisal®</b>	Nuestro original fertilizante de nitrato de magnesio
<b>Haifa-Micro®</b>	Micronutrientes quelantes
<b>VitaPhos-K™</b>	Poli-fosfato a prueba de precipitación para Nutrigación™ sin suelo
<b>Haifa-ProteK™</b>	Fertilizante PK sistémico

Utilice el software Haifa NutriNet™ y Haifast™ para crear su propio régimen y técnicas de Nutrigación™.

Ver detalles en el sitio web de HAIFA en la sección de softwares.

## Nutrición foliar

La nutrición Teaspoon-Feeding™ es un método rápido y altamente efectivo para suministrar nutrientes cuando se utiliza como suplemento para administrar fertilizantes a través del suelo. Es un método ideal de nutrición bajo ciertas condiciones de crecimiento en las que la absorción de nutrientes del suelo resulta ineficiente, o para ser utilizado en cultivos de corto plazo. Los aspersores foliares de tiempo preciso son también un método efectivo y de rápida acción para tratar las deficiencias nutricionales.

La aplicación foliar de los nutrientes correctos en concentraciones relativamente bajas en etapas críticas para el desarrollo de cultivos contribuye en forma significativa a aumentar los rendimientos y a mejorar la calidad.

HAIFA ofrece una selección de fertilizantes para aplicación foliar:

**Haifa-Bonus NPK™** fórmula foliar con alto contenido de K enriquecidas con adyuvantes especiales para lograr una mejor absorción y acción prolongada

**Poly-Feed® Foliar** fórmulas NPK enriquecidas con micronutrientes especialmente diseñados para mejorar el funcionamiento del cultivo durante ciertas etapas específicas de crecimiento

**Poly-Amin™** preparación con aminoácidos para la promoción del crecimiento foliar

**Magnisal®**, **Haifa-MAP™**, **Haifa-MKP™**, **Haifa-Cal®** y **Haifa-Micro®** son también adecuados para aplicación foliar.

**Los productos Teaspoon-Feeding™, fertilizantes innovadores de HAIFA, y sus métodos modernos de aplicación brindan una solución ideal para las necesidades nutricionales de cualquier cultivo bajo cualquier condición de crecimiento.**

## Nutrición de liberación controlada

Los innovadores fertilizantes Multicote® para Teaspoon-Feeding™ liberan nutrientes para plantas en forma gradual y continua de acuerdo a las necesidades de la planta a lo largo de todo el período de crecimiento.

Los fertilizantes Multicote recubiertos con polímeros de HAIFA liberan lentamente los nutrientes a las plantas en la solución del suelo a una tasa predeterminada. La humedad en el suelo es absorbida por los gránulos de fertilizante, disolviendo los nutrientes del centro y liberándolos a la zona de la raíz.

La tasa de liberación es determinada por la temperatura del suelo, un factor principal del crecimiento de la planta. El tipo de suelo, la humedad, el pH y la actividad microbiana no afectan la tasa de liberación.

Una sola aplicación de fertilizante Multicote es suficiente para brindar una nutrición equilibrada durante el período de crecimiento, permitiendo un significativo ahorro de mano de obra y costos.

Los fertilizantes Multicote aseguran una máxima absorción por parte del sistema de raíces – sin dejar residuos de fertilizantes que puedan contaminar el suelo o el agua subterránea.

HAIFA ofrece una selección de fertilizantes inteligentes de liberación controlada adecuada a todos los cultivos y condiciones de crecimiento:

**Multicote®** para viveros y plantas ornamentales; fórmulas NPK con longevidades de liberación de 4, 6, 8, 12 y 16 meses

**Multicote® Agri / Multigro®** para agricultura y horticultura

**CoteN™** Nitrógeno de liberación controlada para cultivos arables

**Multicote® Turf / Multigreen®** para césped

## Línea Multi-K®

### Productos de la línea de nitrato de potasio

Multi-K®, el nitrato de potasio de Haifa, es fuente única de potasio por su valor nutricional, eficiencia de fertilización y consideraciones de aplicación e impacto ambiental.

Multi-K® contiene 100% de micronutrientes para plantas – potasio (K) y nitrato-nitrógeno (N-NO<sub>3</sub>). No contiene cloruro, sodio ni otros elementos perjudiciales para las plantas.

Las plantas absorben rápidamente el potasio y el nitrato del Multi-K® de una forma equilibrada. Esto mejora el movimiento de ambos iones en la planta, mejorando su función.

### Productos Cristalinos Multi-K

Los productos **Multi-K® Cristalino** son de rápida disolución y se disuelven fácilmente en la solución del suelo. La forma cristalina es idealmente adecuada para Nutrigación™ (fertigación) y aplicación foliar.

**Nutrigación™** con Multi-K® mejora la absorción de potasio y nitrato por parte de las raíces de la planta, y minimiza la lixiviación de nutrientes bajo la zona de la raíz. Millones de hectáreas cultivadas a lo largo del mundo han mostrado la superioridad del Multi-K® para Nutrigación™ de cultivos protegidos de alto valor agregado tales como tomate, pepino, pimientos, rosa, crisantemos, banano, etc. Los productos Multi-K® pueden ser mezclados con fertilizantes con fósforo, calcio, magnesio o microelementos para preparar soluciones de nutrientes sin riesgo de obturación del sistema de riego.

Mediante la **Nutrición foliar** de cultivos frutales con productos Multi-K® se obtienen rendimientos superiores y una mejor calidad del rendimiento. Multi-K® retiene el agua de la atmósfera cuando se rocía sobre las hojas, de esta forma se extiende el período de absorción por parte de las hojas. No contiene elementos dañinos y es altamente compatible con otros nutrientes de plantas y agroquímicos. La combinación de Multi-K con otros agentes da como resultado ahorros significativos en mano de obra, tiempo y maquinaria.

\*para nutrición foliar con alto nivel de K se recomienda la utilización de Bonus-npK®

Multi-K Classic*	13-0-46	Puro nitrato de potasio
------------------	---------	-------------------------

#### Grados especiales

Multi-K GG*	13.5-0-46.2	Nitrato de potasio grado invernadero
Multi-K pHast*	13.5-0-46.2	Nitrato de potasio de bajo pH
Multi-K Top*	13.8-0-46.5	Nitrato de potasio grado hidropónico

\*No disponible en México y Cuba.



**Productos enriquecidos**

Multi-npK	13-5-42	Nitrato de potasio enriquecido con fósforo
	13-3-43	
	13-2-44	
Multi-K Mg	12-0-43+2MgO	Nitrato de potasio enriquecido con magnesio
	11-0-40+4MgO	
	12-2-43+1MgO	
	12-2-42+2MgO+0.5Mn	Nitrato de potasio enriquecido con magnesio y manganeso.
	12-0-42+2MgO+0.2B	Nitrato de potasio enriquecido con magnesio y Boro
Multi-K Zn	11-0-40+4Zn	Nitrato de potasio enriquecido con zinc
	12-0-43+2Zn	
Multi-K S	12-0-46+4.5 SO <sub>3</sub>	Nitrato de potasio enriquecido con sulfato
Multi-K B	12-0-44+0.5 B	Nitrato de potasio enriquecido con boro
Multi-K ME	12-0-43+Mg+ME	Nitrato de potasio enriquecido con magnesio y micronutrientes

**Multi-K® Granulado ( o prill)**

Para aplicación directa en el suelo (Base o cobertera)

Multi-K Prills	13-0-46	Nitrato de potasio granulado
Multi-npK Prills	13-3-43	Nitrato de potasio enriquecido con fósforo granulado
	13-2-44	
Multi-K Mg Prills	12-0-42+2MgO	Nitrato de potasio enriquecido con magnesio granulado
	11-0-39+4MgO	



## Poly-Feed®

### Fertilizantes NPK solubles en agua

Poly-Feed es una gama de fertilizantes NPK totalmente solubles en agua, diseñados para brindar una nutrición completa de la planta a lo largo de todo el período de crecimiento. La amplia variedad de fórmulas y composiciones cubren las necesidades de los cultivos vegetales, frutas y flores y de todo tipo de sistemas cultivables.

#### Los beneficios de los productos Poly-Feed®:

- Totalmente solubles en agua, seguro para su uso con todos los sistemas de riego y aspersión
- Contiene exclusivamente nutrientes puros para plantas
- No contiene cloruro, sodio ni otros elementos perjudiciales
- Formulado con ingredientes de alta calidad
- Enriquecido con alto nivel de micronutrientes
- Excelentes propiedades de manipulación y almacenamiento, debido a la Tecnología Matriz Granular

## Poly-Feed® GG (Grado invernadero)

### Fertilizantes NPK solubles para Nutrición™ y nutrición foliar de cultivos de invernadero

Los productos Poly-Feed® GG son adecuados para ser utilizados con agua de calidad variada. Todas las fórmulas están enriquecidas con altas concentraciones de micronutrientes. Las fórmulas especiales para cultivo sin suelo están basadas en nitrato de amonio y tienen una relación  $K_2O/N$  y nitrato/amonio adaptada a las condiciones prevalentes en los medios de cultivo sin suelo.

Los productos Poly-Feed® GG son fácilmente identificables por su color rojo tanto de su bolsa como de sus cristales.

## Poly-Feed® Drip

### Fertilizantes NPK solubles para Nutrición™ (fertilización) para árboles frutales y todo tipo de cultivos que crecen a campo abierto

Las fórmulas Poly-Feed® Drip están enriquecidas con magnesio y micronutrientes. La Tecnología de Matriz Granular (GMT) garantiza productos Poly-Feed® Drip con mejores propiedades para su manipulación y almacenamiento.

Los productos Poly-Feed® Drip son fácilmente identificables por el color celeste tanto de la bolsa como de sus cristales.

## Poly-Feed® Foliar

### Fertilizantes NPK para nutrición foliar en cultivos a campo abierto, cultivos protegidos y árboles frutales

Poly-Feed® Foliar nutre a los cultivos con las necesidades exactas durante las fases críticas de crecimiento, para obtener máximos rendimientos y de la mejor calidad.

Las fórmulas Poly-Feed® Foliar están basadas en urea de bajo biuret y contienen muy altas concentraciones de micronutrientes en la forma de quelantes EDTA. La Tecnología de Matriz Granular (GMT) garantiza productos Poly-Feed® Foliar con mejores propiedades para su manipulación y almacenamiento. Los productos Poly-Feed® Foliar son fácilmente identificables por su color verde, tanto de la bolsa como de sus cristales.

## Poly-Feed® MAR

### Fertilizantes NPK mejorados con extractos de algas marinas

Los fertilizantes Poly-Feed® NPK proveen a los cultivos todos los elementos nutricionales necesarios para un desarrollo saludable. El enriquecimiento con extractos de algas marinas estimula el crecimiento de la planta y mejora la nutrición de la misma, dando como resultado una mejor función del fertilizante – y de la planta.

Los extractos de algas marinas contienen un amplio rango de nutrientes, bioestimulantes y acondicionadores de crecimiento que actúan en forma conjunta para mejorar a ambos: el desarrollo de la planta y las propiedades del suelo.

Hay disponibilidad de una variedad de fórmulas Poly-Feed®, enriquecidas con un 0.5% de extractos de algas marinas.



## Haifa-Bonus™

### Fórmula con alto K para nutrición foliar de árboles frutales y cultivos de campo

Haifa-Bonus™ es una innovadora fórmula diseñada para permitir aplicaciones concentradas de aspersión. Haifa-Bonus™ está basada en el nitrato de potasio Multi-K®. El enriquecimiento con Fósforo (P) mejora el valor nutricional del producto y reduce su pH para una absorción óptima. Haifa-Bonus™ contiene adyuvantes especiales para lograr una mejor adhesión a la superficie de la hoja, una mejor absorción y acción prolongada.

#### Los beneficios de Haifa-Bonus™

- Permite aspersiones altamente concentradas, por lo cual requiere menor cantidad de aplicaciones
- Compatible con una gran variedad de plaguicidas, permitiendo una mezcla en el tanque con Haifa-Bonus™, por lo tanto hay un ahorro en las operaciones de rociado
- Consta únicamente de nutrientes puros y totalmente solubles
- Libre de sodio ni cloruro

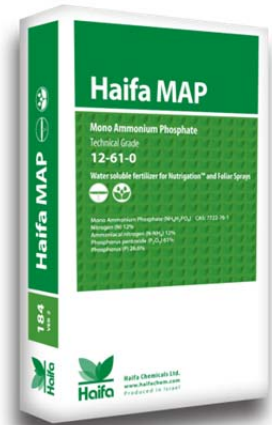




## Haifa-MAP™

### Fosfato Monoamónico (12-61-0)

Haifa-MAP™ (12-61-0) es fosfato monoamónico, es un fertilizante de soluble en agua, una fuente de fósforo altamente eficiente para plantas que contiene también nitrógeno. Haifa-MAP™ es recomendado al comienzo del período de crecimiento, cuando la disponibilidad de fósforo resulta crucial para el establecimiento del sistema de raíces. Haifa-MAP™ puede ser mezclado en un tanque con otros fertilizantes\* para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo a lo largo de todo el ciclo de crecimiento.



## Haifa-MKP™

### Fosfato de mono-potasio (0-52-34)

Haifa-MKP™ (0-52-34) fosfato monopotásico, es un fertilizante de totalmente soluble en agua, es una fuente altamente eficiente de fósforo y potasio para las plantas. Debido a su alta concentración de éstos elementos es un fertilizante ampliamente utilizado y consta 100% de nutrientes de plantas.

Haifa-MKP™ es recomendado para ser usado al comienzo de la temporada de crecimiento cuando la disponibilidad de fósforo es crucial para el establecimiento del sistema de raíces. Haifa-MKP™ puede ser mezclado en un tanque con otros fertilizantes\* para cubrir las necesidades nutricionales a lo largo de todo el ciclo de crecimiento.



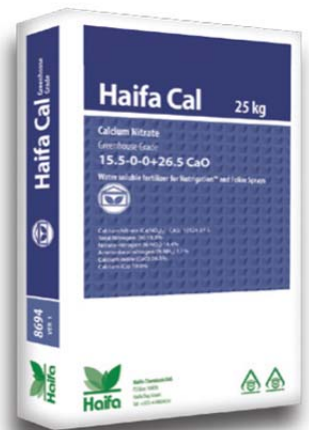
## Haifa-Cal®

### Nitrato de calcio

Haifa-Cal® es una fuente altamente eficiente de calcio y nitrógeno para plantas. El calcio es un "nutriente de calidad" que mejora la calidad del rendimiento y prolonga la vida útil de los rendimientos. Dado que el calcio no es móvil en la planta, debe ser suministrado a lo largo de toda la temporada de crecimiento para mantener los niveles adecuados en los tejidos de las plantas y para asegurar un desarrollo adecuado. El nitrógeno nítrico en el Haifa-Cal® es fácilmente consumido por la planta y mejora la eficiencia de la absorción de calcio.

### Hay disponibles tres grados de Haifa-Cal®

- **Grado Invernadero** (15.5-0-0+26.5 CaO) – para Nutrigación™ de cultivos de invernadero. Adecuado para preparación de mezclas fertilizantes y fertilizantes líquidos.
- **Grado Nutrigación** (15.5-0-0+26 CaO) para Nutrigación™ de cultivos de campo y árboles frutales. Adecuado para la preparación de mezclas fertilizantes y fertilizantes líquidos.
- **Grado Agri** (15.5-0-0+25CaO) – fertilizante granular para aplicación directa y mezclas físicas con fertilizantes granulados.



## Magnisal®

### Nitrato de magnesio (11-0-0+16 MgO)

Magnisal® es un fertilizante de nitrato de magnesio totalmente soluble en agua (11-0-0+16 MgO). La deficiencia de magnesio retarda el desarrollo de las plantas, dando como resultado una disminución de los rendimientos.

Magnisal provee a las plantas el magnesio en forma conjunta con el nitrato-nitrógeno, el que es fácilmente absorbido por la planta. El nitrato del Magnisal® facilita y acelera la absorción del magnesio por parte de la planta. Magnisal® es el fertilizante más recomendado para corregir y prevenir deficiencias de magnesio. Magnisal® es provisto en forma de hojuelas para una mejor manipulación y dilución.



## Haifa-Micro®

### Micronutrientes quelantes

Multi-Micro® es una línea de micronutrientes quelantes solubles en agua para Nutrigación™ y aplicación foliar para todos los cultivos. La forma quelante asegura la estabilidad y la disponibilidad de micronutrientes para la planta, aún en suelos alcalinos. Los productos Multi-Micro se disuelven rápida y completamente en el agua, sin riesgo de taponamiento de las boquillas de aspersión o cinta de riego.

#### Productos disponibles:

Haifa-Micro® Fe	Hierro-EDTA 13%
	Hierro-EDDHA 6%
Haifa-Micro® Mn	Manganeso-EDTA 13%
Haifa-Micro® Zn	Zinc-EDTA 14%
Haifa-Micro® Cu	Cobre-EDTA 14%
Haifa-Micro® Comb	7.1% Fe, 3.48% Mn, 1.02% Zn, 0.76% Cu, todo como quelantes EDTA 0.485% Mo como molibdato de amonio
Haifa-Micro® Soilless combination	6.5% F3-DTPA, 3.48 Mn-EDTA, 1.02% Zn-EDTA, 0.76% Cu-EDTA 0.485% Mo como molibdato de amonio (para cultivos sin suelo)

## VitaPhos-K®

### Fosfato a prueba de precipitación para Nutrigación™ sin suelo

VitaPhos-K® provee fosfato a la planta en la forma de polifosfato soluble, que previene la formación de precipitados insolubles.

En la zona de la raíz, el polifosfato se somete a una hidrólisis lenta proveyendo a la planta fosfato a lo largo del tiempo. La composición de VitaPhos-K® asegura que la hidrólisis tenga lugar en el tiempo justo y en el lugar adecuado - por la superficie de la raíz.

VitaPhos-K® ayuda a mantener la cinta de riego limpias de precipitados y libres al flujo de agua, en la medida que disuelve los precipitados mediante cationes de enlace, que son luego liberados nuevamente para la absorción de la planta.

## Haifa-ProteK™

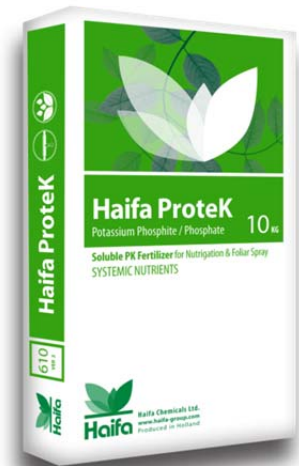
### Fertilizante PK sistémico

Haifa-ProteK™ es un innovador fertilizante sistémico, adecuado para Nutrición™ y para aplicación foliar. Haifa-ProteK™ combina fosfato y fosfito para mejorar la absorción de fósforo por parte de la planta, de esta forma eliminando el problema de las deficiencias de P. Mejora el crecimiento vegetativo y el desarrollo de la raíz, y aumenta el tamaño del fruto y sus rendimientos totales. Además, mejora la resistencia de la planta respecto a diversas enfermedades. Haifa-ProteK™ es ambientalmente seguro y prácticamente no tóxico.

Cuando se aplica el rociado foliar, Haifa-ProteK™ no deja puntos ni residuos tóxicos.

### Hay dos fórmulas disponibles

- **Estándar** 0-26-37+30%  $\text{HPO}_3^{2-}$
- **Total** 0-0-39+60%  $\text{HPO}_3^{2-}$



## Multicote®

### Fertilizantes de liberación controlada

Los fertilizantes Multicote® de liberación controlada recubiertos con polímeros liberan nutrientes para plantas en forma lenta y continua a través de todo el ciclo de crecimiento. Una sola aplicación de Multicote® se ocupará de brindarle a la planta una nutrición óptima a lo largo de los meses. Multicote® está disponible en un amplio rango de fórmulas, y con tasas de longevidad que varían entre 4 y 16 meses (a una temperatura del suelo de 21°C). La mayoría de las fórmulas están enriquecidas con micronutrientes.

### Las ventajas de Multicote®

- Las necesidades nutricionales de la planta se completan con una sola aplicación por temporada
- Tiene un perfil de liberación confiable, que no es afectado por el tipo de suelo, pH o actividad microbiana.
- Amplia selección de productos para una extensa variedad de aplicaciones
- Alta concentración de nutrientes
- Homogéneamente distribuido en el suelo o en la mezcla de siembra

### Longevidad de liberación de Multicote

La tasa de liberación de Multicote aumenta con la temperatura y la longevidad disminuye proporcionalmente.

	15°C (60°F)	21°C (70°F)	30°C (86°F)
<b>Multicote 4</b>	6 meses	4 meses	2 meses
<b>Multicote 6</b>	7-8 meses	6 meses	3-4 meses
<b>Multicote 8</b>	9-10 meses	8 meses	5-6 meses
<b>Multicote 12</b>	15-16 meses	12 meses	7-8 meses
<b>Multicote 16</b>	20-22 meses	16-18 meses	9-10 meses

### Aplicaciones recomendadas

Longevidad	Recomendado para
<b>4 meses</b>	Jardines, plantas en macetas y cestas colgantes
<b>6 meses</b>	Jardineras, plantas en macetas, árboles de jardín y arbustos
<b>8 meses</b>	Cultivos crecidos en contenedores de vivero, árboles de jardín y arbustos
<b>12 meses</b>	Cultivos de vivero de ciclo largo y cultivos tropicales
<b>16 meses</b>	Viveros, especialmente recomendado para su uso en regiones tropicales y subtropicales



## Multicote® Agri

### Fertilizantes de liberación controlada para la agricultura y horticultura

Tomando como base tecnología MulticoTech™ de fertilizantes con recubrimiento de polímero, HAIFA ha desarrollado Multicote® AGRI – una familia de productos fertilizantes de liberación controlada para la agricultura y la horticultura.

Los productos Multicote® AGRI contienen fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio con recubrimiento polimérico y una longevidad de liberación de 2-8 meses.

Los productos Multicote® AGRI están recomendados para cultivos comerciales en campos abiertos, cultivos protegidos y árboles frutales. Para cultivos extensivos se recomiendan el uso de CoteN™, nitrógeno con recubrimiento de polímero.



### Aplicaciones recomendadas

Los productos Multicote® AGRI son altamente recomendables en los siguientes casos:

- En suelos ligeros, en donde los fertilizantes convencionales son fácilmente lixiviados
- En áreas lluviosas, en donde las precipitaciones aceleran la lixiviación de nutrientes
- En donde la aplicación de nitrógeno está limitada, por ej: debido a reglamentaciones ambientales
- Para cultivos con un sistema de raíz poco profundo
- Para cultivos con altos requerimientos nutricionales
- En casos en donde la aplicación a mitad de temporada no es factible (por ejem.: cuando el cultivo cubre la superficie del suelo, en cultivos en microtúneles o acolchado y en campos barrosos)

## Multicote® Turf

### Fertilizantes de liberación controlada para césped

Una correcta nutrición es una condición esencial para obtener un césped sano, vigoroso y de buen aspecto. La línea de productos Multicote® TURF cubre totalmente todos los factores de crecimiento. Ofrece programas de fertilización optimizados para cada combinación de especies de césped, condiciones climáticas y nivel de mantenimiento.

Producto	Relación N:K	Acción
Booster	2:1	Interruptor de la latencia, inicia un crecimiento intensivo de la hoja
Feeder	1:1	Fertilizante equilibrado, regula el crecimiento de la raíz y el tallo. Ayuda a mantener la calidad del césped y su fortaleza durante los periodos de uso intensivo.
Keeper	1:2 or 1:3	Fertilizante de alto contenido de potasio que da soporte al crecimiento de la hoja y crea un almacenamiento de carbohidratos
Multi-K® Turf	1:3	Fertilizante de rápida disponibilidad de potasio; "Rápida acción para periodos difíciles".

Para césped muy corto (greens y tees), se recomienda el uso de productos en forma de grageas Multicote® TURF **MINI range**.

## Apéndice II: Tablas de conversión

De	A	Multiplicar por	De	A	Multiplicar por
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	0.44
P	PO <sub>4</sub>	3.06	PO <sub>4</sub>	P	0.32
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.9898	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.38
K	K <sub>2</sub> O	1.20	K <sub>2</sub> O	K	0.83
Ca	CaO	1.40	CaO	Ca	0.71
Mg	MgO	1.66	MgO	Mg	0.60
S	SO <sub>3</sub>	2.50	SO <sub>3</sub>	S	0.40
S	SO <sub>4</sub>	3.00	SO <sub>4</sub>	S	0.33
N	NH <sub>4</sub>	1.28	NH <sub>4</sub>	N	0.82
N	NO <sub>3</sub>	4.43	NO <sub>3</sub>	N	0.22

De	A	Multiplicar por	De	A	Multiplicar por
Acre	Hectárea	0.405	Hectárea	Acre	2.471
Kilogramo	Lbs	2.205	Lbs	Kilogramo	0.453
Gramo	Onzas	0.035	Onzas	Gramo	28.35
Ton corta	MT	0.907	MT	Ton corta	1.1
Galón (US)	Litros	3.785	Litros	Galón (US)	0.26
Kg/Ha	Lbs/acre	0.892	Lbs/acre	Kg/Ha	1.12
MT/Ha	Lbs/acre	892	Lbs/acre	MT/Ha	0.001

1 meq	Elemento correspondiente (mg)	1 mmol	Elemento correspondiente (mg)	Peso del ion
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	14 mg N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	14 mg N	18 mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14 mg N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14 mg N	62 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	31 mg P	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	31 mg P	71 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	31 mg P	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	31 mg P	35.5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15.5 mg P	K <sup>+</sup>	39 mg K	47 mg K <sub>2</sub> O
K <sup>+</sup>	39 mg K	Ca <sup>2+</sup>	40 mg Ca	28 mg CaO
Ca <sup>2+</sup>	20 mg Ca	Mg <sup>2+</sup>	24 mg Mg	20 mg MgO
Mg <sup>2+</sup>	12 mg Mg	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	32 mg S	48 mg SO <sub>4</sub>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16 mg S	Na <sup>+</sup>	23 mg Na	-
Na <sup>+</sup>	23 mg Na	Cl <sup>-</sup>	35.5 mg Cl	-