

# FERTIRRIEGO

## NITRATO DE POTASIO



Reg.5  
LIB  
361  
2 cop.

*El fertilizante ideal  
para los sistemas de riego*

Reg 5  
LIB  
361  
2009

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

21 MAR. 2012

24636

59772

# FERTIRRIEGO

---

## NITRATO DE POTASIO



*El fertilizante ideal  
para  
los sistemas de riego*

# INTRODUCCIÓN

La fertirrigación, que combina el riego con la fertilización, es reconocida muy bien como el medio más conveniente y efectivo para mantener el nivel de fertilidad y el suministro de agua óptimos, de acuerdo con los requerimientos específicos de cada cultivo y del tipo de suelo, dando como resultado rendimientos altos, y una mejor calidad en los cultivos (1,6,7,8,20). Más aún, en zonas en donde las lluvias son escasas, la fertirrigación ofrece la mejor y, algunas veces, la única vía de asegurar que los nutrientes entren a la zona de las raíces (10). La esencia de la fertirrigación, como la describe Kafkafi, es crear unas condiciones de "solución nutritiva" en el suelo (12).

El nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ; 13 - 0 - 46) ha demostrado ser el más apropiado como componente básico de la fertirrigación.

$\text{KNO}_3$  Es un fertilizante binario puro, constituido totalmente por elementos nutritivos (46% de  $\text{K}_2\text{O}$  y 13% de N).

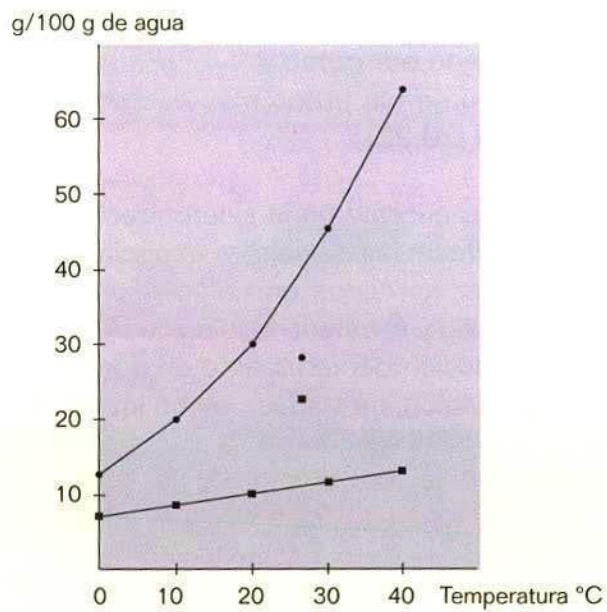
$\text{KNO}_3$  Prácticamente está libre de residuos nocivos tales como el cloro (Cl), el sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), que traen como consecuencia la acumulación de sales cerca de las raíces, afectando así la estructura del suelo, el desarrollo posterior de la planta y generando fitotoxicidad. El índice de salinidad del  $\text{KNO}_3$  es bajo en relación con el de otros fertilizantes, en especial cuando la concentración de las unidades de nutrientes son tomadas en cuenta.

$\text{KNO}_3$  Contiene nitrógeno sólo como nitrato, la cual es la forma más fácilmente disponible para las plantas. Promueve la extracción de cationes esenciales tales como el  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , entre otros.

$\text{KNO}_3$  Es soluble totalmente en agua, lo cual lo hace conveniente para aplicarlo a través de todos los tipos de sistemas de riego, tales como: pivotes, aspersores, microaspersores, goteros.

$\text{KNO}_3$  No provoca obstrucciones en las boquillas ni en tuberías. El grado de solubilidad de varios fertilizantes potásicos varía de acuerdo con la temperatura del agua, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Solubilidad de fertilizantes potásicos libres de cloro



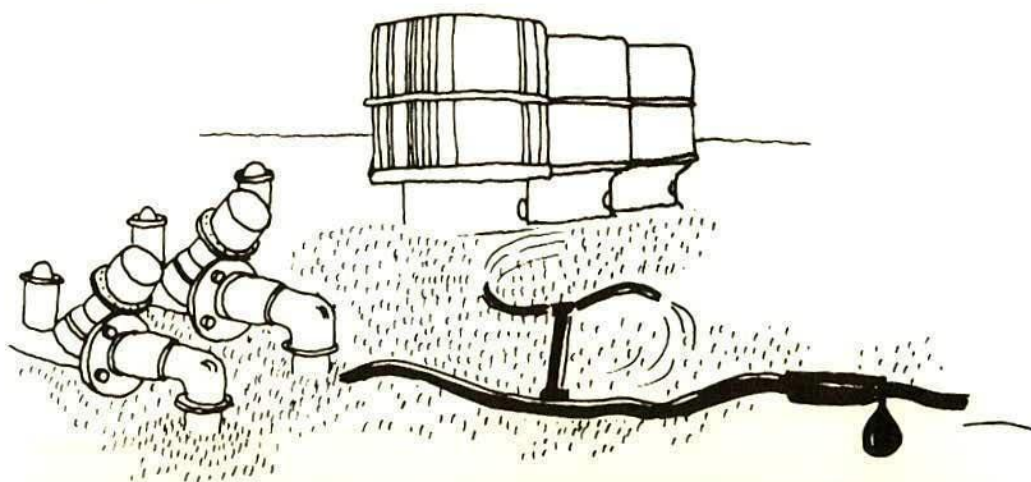
## VENTAJAS DE LA FERTIRRIGACIÓN

- Asegura un flujo normal tanto del agua como de los nutrientes, dando como resultado un incremento en las tasas de crecimiento y producción. Locascio y colaboradores, reportaron que la aplicación del fertilizante por la vía del riego por goteo provocaba un aumento entre el 20% - 25% en el peso de los frutos más que en el caso de fresas regadas por aspersión (20,22).
- Ofrece una versatilidad enorme en la sincronización de la aplicación del nutriente para satisfacer las demandas específicas del cultivo. Los fertilizantes pueden ser aplicados en tiempos predeterminados, de acuerdo con el desarrollo y el estado fisiológico del cultivo (16). Debe indicarse que la distribución del fertilizante en dosis fraccionadas, en lugar de una sola aplicación, se traduce en un incremento más acentuado en el contenido de nutrientes en la planta, de acuerdo con sus requerimientos (9).
- Mejora la disponibilidad y la absorción de los nutrientes por las raíces. El sistema de riego está diseñado para suministrar agua y elementos nutritivos ambos directamente a las raíces, creando una zona de humedad cercana al sitio de mayor actividad radical.
- Es un método de aplicación seguro, lo cual elimina el peligro de quemar el sistema de raíces de la planta, dado que el fertilizante se diluye enormemente en el agua de riego.
- Ofrece una técnica de aplicación simple del fertilizante al suelo, más conveniente que cualquier otro sistema, y de ésta manera se ahorra tiempo, trabajo, equipo y energía.
- Mejora la eficiencia. La cantidad de fertilizante presente en el suelo en cualquier tiempo es pequeña, por lo cual es menos susceptible de perderse por filtración y escorrentía durante las lluvias fuertes.

En lo referente a la fertirrigación a través del riego por goteo, las ventajas adicionales son:

- Permite que los cultivos crezcan en tierras marginales, tales como suelos arenosos o rocosos, en donde un control exacto del agua y de los iones en las raíces de la planta es crítico (1,6).
- Conserva el agua. Bar Yosef y colaboradores encontraron que, cuando el riego por goteo se combinaba con fertilizantes NPK en campo abierto, sólo se requerían 5.000 m<sup>3</sup> de agua/ha para riego, obteniendo un rendimiento de 100 t/ha. En cambio, utilizando riego por aspersión en un área similar, se necesitaron entre 10.000 a 13.000 m<sup>3</sup> de agua/ha, con el fin de obtener el mismo rendimiento (2,4).

Fertirriego



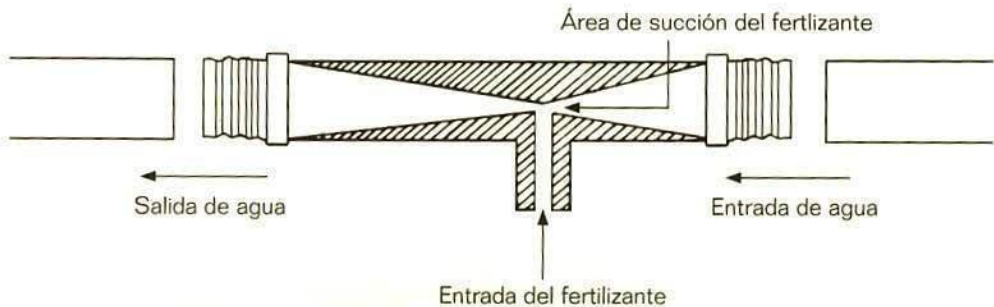
# APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE MEDIANTE SISTEMAS DE RIEGO

Existen varias técnicas disponibles para la aplicación de fertilizantes a través de los sistemas de riego. Estas pueden ser clasificadas dentro de dos grupos de acuerdo con su principio de operación (23,27):

## A. SISTEMAS DE SUCCIÓN

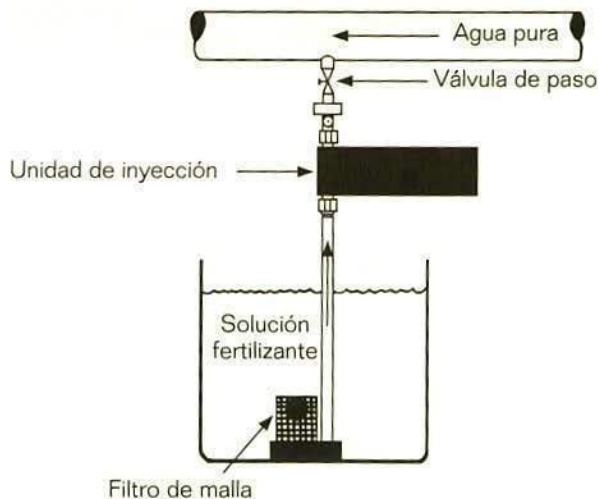
**Tipo Venturi:** Este se basa en el principio del tubo de venturi. Reparte el fertilizante a una concentración constante, la cual depende del flujo del agua (Fig. 2).

Figura 2. Sección transversal esquemática del venturi tipo bomba fertilizante de succión de vacío.



**Bomba fertilizante:** La solución del fertilizante (solución en existencia) se prepara en un tanque desde el cual se bombea y se inyecta dentro del sistema de riego. Esta solución nutritiva se reparte a una concentración constante (Fig. 3).

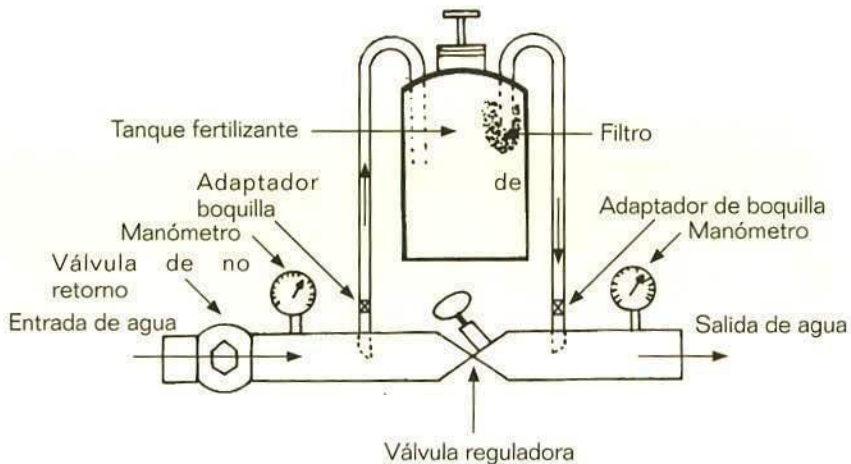
Figura 3. Bomba fertilizante.



## B. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

**Sistema de desvío:** En el punto de suministro se conecta un tanque que contenga el fertilizante líquido o diluido, a la pipa del riego. Una parte del agua de riego se desvía a través del tanque, diluyendo la solución nutritiva, y regresando a la pipa principal de suministro. De ésta manera, la concentración del fertilizante se vuelve menor gradualmente con el tiempo (Fig. 4).

Figura 4. Sistema de derivación.



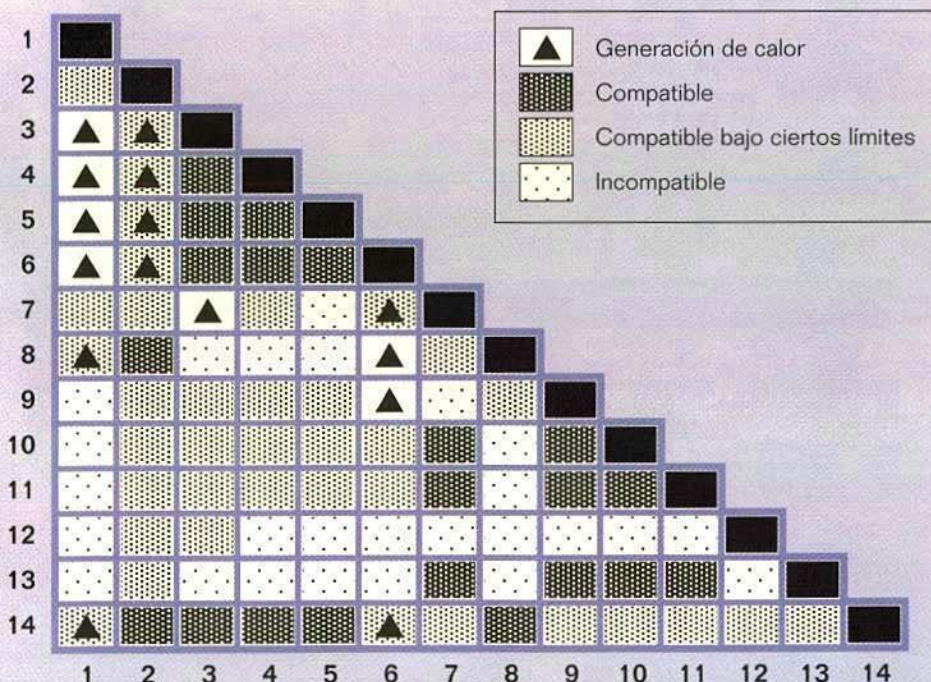
# COMPATIBILIDAD DEL FERTILIZANTE

Para un suministro de nutrientes equilibrado, se prepara una mezcla de fertilizantes en proporción conocida, ya sea en el tanque para fertilizante, o como una solución concentrada de partida.

Con el propósito de evitar la formación de precipitados que puedan obstruir el sistema de riego, es necesario aplicar los diversos fertilizantes, de acuerdo con su compatibilidad.

Los fertilizantes basados en iones sulfato y fosfato no deben ser mezclados con los que tienen como base el calcio. El magnesio es compatible con los fosfatos sólo a concentraciones bajas y a pH bajo (24, 28).

Compatibilidad de los materiales comúnmente utilizados en fertirrigación. Tomado de Ludwick, Al. Informaciones agronómicas, INPOFOS, N° 27, abril 1997.



- |                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 Amoniaco anidro        | 8 Tiosulfato de amonio               |
| 2 Agua amoniacal: 20-0-0 | 9 Nitrate de amonio: 34-0-0          |
| 3 Ácido nítrico          | 10 Fosfato monoamónico: MAP 12-61-0  |
| 4 Ácido fosfórico blanco | 11 Fosfato diamónico: DAP 21-53-0    |
| 5 Ácido fosfórico verde  | 12 Nitrate de calcio: 15,5-0-0-19 Ca |
| 6 Ácido sulfúrico        | 13 Cloruro de potasio: 0-0-60        |
| 7 Úrea                   | 14 Agua                              |

Con el objeto de monitorear la relación suelo-planta, es necesario conocer los siguientes parámetros interdependientes (1):

- a. Extracción diaria de nutrientes por la planta durante el período de crecimiento.
- b. Relación entre la extracción y la concentración del nutriente en la solución del suelo, alrededor de la zona de la raíz.
- c. Requerimiento de agua diario por la planta.
- d. Análisis del suelo.

La sincronización de las aplicaciones y las cantidades de fertilizante son determinadas, por lo general, sobre la base del tipo de suelo y su análisis, como también sobre los rendimientos esperados. El agotamiento de los nutrientes se puede prever, de modo que es posible ser abastecido por adelantado. Esto se conoce como "fertilización de mantenimiento". Los programas de mantenimiento se calculan sobre la base de los rendimientos previstos.

Si la fertirrigación se maneja adecuadamente, se pueden asegurar niveles óptimos tanto de agua como de nutrientes en la planta, a la vez que se evita la infiltración o la concentración de sales en exceso en la zona de la raíz (17).

# EL POTASIO Y EL NITRATO EN EL SUELO Y EN LAS PLANTAS

## A. POTASIO

El potasio influye enormemente en las características de calidad del cultivo, internas y externas: grados brix, relación azúcar/ácido, levadura, intensidad de los pigmentos como el caroteno, xantofila y también, en la firmeza del fruto. Contribuye además a prolongar la resistencia de las plantas a las temperaturas bajas y a las enfermedades.

Por lo general, los suelos son ricos en el contenido de potasio, el cual excede usualmente tanto al nitrógeno como al fósforo. Sin embargo, la disponibilidad para las plantas puede variar en una extensión considerable, dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones climáticas (18). En muchas clases de suelos, los iones del potasio son retenidos como cationes intercambiables, los cuales son fijados por las partículas del suelo y no se mueven fácilmente con el agua, siendo de ésta forma almacenados en los coloides del suelo. La deficiencia de potasio se encuentra con mayor frecuencia en plantas cultivadas en suelos con un potencial de fijación alto (contenido de arcillas alto), o en suelos arenosos que son particularmente pobres en el contenido de éste elemento (12). Por otra parte, se ha encontrado que el potasio aplicado a través del riego por goteo, se mueve con el flujo del agua, y su disponibilidad para las plantas puede ser monitoreada en todo tipo de suelos.

## B. NITRATO

El nitrato y el amonio prácticamente son las dos únicas formas de nitrógeno presentes en el suelo que son utilizadas por las plantas. Ambas formas pueden ser absorbidas y metabolizadas por éstas. Sin embargo, la mayoría de los cultivos prefieren el nitrato, cuando éste último se encuentra disponible.

El nitrato, el cual es la forma de nitrógeno más disponible para las plantas, puede moverse libremente en la solución del suelo. Cuando se aplica una cantidad de agua en exceso, el nitrato se infiltra fuera de la zona de raíces y se considera como una pérdida. La fertirrigación permite monitorear el movimiento del nitrato en la solución del suelo y elimina sus pérdidas.

Kafkafi, Walerstein y Feigenbaum (14) encontraron que, cuando el nitrógeno era aplicado a través del agua de riego, el tratamiento con la forma

de nitrato producía un 155% más de frutos de tomate, en comparación con los tratamientos con altos contenidos de amonio. El uso eficiente del agua, determinado en la producción de materia seca y del fruto, fué cerca de un 30% más alto cuando las plantas fueron alimentadas solamente con nitrato (Tabla 1).

Bajo las condiciones de riego por goteo, la tasa de nitrificación es relativamente baja. Por lo tanto, se recomienda que el nitrógeno sea suministrado en su forma disponible de nitrato, lo cual ofrece ventajas adicionales al evitar la toxicidad por el ión amonio y estimular la extracción de K, Ca, y Mg por la planta.

**Tabla 1.** Efecto de la forma de nitrógeno en plantas de tomate.\*\*\*

Tratamiento		N de $\text{KNO}_3$ g/planta	N de $\text{NH}_4\text{NO}_3$ g/planta	Conductividad eléctrica del agua mmhos/cm	Eficiencia del uso del agua $\text{cm}^3/\text{g}$ fruta fresca	Rendimiento kg/planta
Forma de N	%					
$\text{NO}_3^-$	100	6.3	-	1.7	23**	2.55*
$\text{NO}_3^-$ $\text{NH}_4^+$	70 30	6.3 -	4.4 4.4	2.4	28**	1.98*
$\text{NO}_3^-$ $\text{NH}_4^+$	63 37	6.3 -	8.7 8.7	2.9	29**	1.20*
$\text{NO}_3^-$ $\text{NH}_4^+$	59 41	6.3 -	13.2 13.2	3.5	34**	1.00*
$\text{NO}_3^-$	100	12.6	-	3.1	23**	3.43*

\* Significancia al 0.1%.

\*\* Significancia al 1%.

\*\*\* Kafkafi, Walerstein y Faigenbaum (14).

## RECOMENDACIONES DE USO

Las siguientes recomendaciones deben ser utilizadas tan sólo como una guía, y pueden ser modificadas de acuerdo con la experiencia local, la variedad del cultivo, el tipo de suelo, el clima, los rendimientos esperados y otros factores relevantes.

Antes de distribuir la solución fertilizante dentro del sistema, debe aplicarse agua limpia hasta alcanzar la presión de trabajo. Poco después de terminar la fertirrigación, el sistema debe enjuagarse por completo con agua limpia, durante unos pocos minutos.

### FLORES

El nitrato de potasio es utilizado ampliamente como el único fertilizante potásico para flores cultivadas bajo invernadero y en campo abierto.

Se pueden provocar daños en las flores por una salinidad excesiva en el suelo. Las concentraciones altas de cloruros en el terreno, bajo los invernaderos, causan quemazón en el borde de los pétalos y un mantenimiento de la calidad bastante pobre. En la Tabla 2 se presenta una alternativa de recomendación general para claveles y rosas bajo cubierta.

**Tabla 2.** Dosis diarias de nitrato de potasio recomendadas, más suplemento de nitrógeno y fósforo (nitrato de amonio y ácido fosfórico, como un ejemplo), para cultivos de flores fertirrigadas y de acuerdo con su estado de crecimiento.

Cultivo	Estado de crecimiento, días	Nitrato de potasio kg/ha	Suplemento N kg/ha	Nitrato de amonio* (34% N) kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Ácido fosfórico 85% l/ha
Claveles y rosas	0 - 60	4	1.3	4	2	2
	61 - 120	10	1.3	4	2	2
	121 - 240	13	1.7	5	1	1
	241 - 270	11	1.7	5	-	-
	271 - 300	10	1.7	5	-	-

\* Pueden ser reemplazados por otros fertilizantes solubles de N y P.

### HORTALIZAS

Existe un número de diferencias entre la fertilización de cultivos que crecen bajo invernadero, y aquellos establecidos en campo abierto. En particular, el consumo de elementos nutritivos en los cultivos protegidos es

más alto, debido a un crecimiento más rápido y a unos rendimientos mayores. La Tabla 3 recoge una guía general para el uso del  $\text{KNO}_3$  en sistemas de fertirriego para algunos cultivos hortícolas.

**Tabla 3.** Dosis diarias de nitrato de potasio recomendadas, más un suplemento de nitrógeno y fósforo (nitrato de amonio y ácido fosfórico como un ejemplo), para varios cultivos de hortalizas fertirrigados, de acuerdo con su estado de crecimiento.

Cultivo	Estado crecimiento Días	$\text{KNO}_3$ kg/ha	N adicional (34% N) kg/ha	$\text{NH}_4\text{NO}_3^*$ kg/ha	$\text{P}_2\text{O}_5$ kg/ha	Ácido fosfórico l/ha
Tomate Berenjena	Transplante-21	6.0	0.4	1.2	0.7	0.7
	22-45	8.0	1.0	2.9	0.7	0.7
	46-70	7.5	1.5	4.4	0.7	0.7
	71-110	15.0	1.5	6.0	0.8	0.8
	110-fin	5.0	1.5	6.0	0.5	0.5
Pimentón	Transplante-10	2.5	0.7	2.0	1.0	1.0
	11-30	4.0	1.1	3.0	1.4	1.4
	31-50	6.0	1.4	4.0	1.0	1.0
	51-75	6.5	1.7	4.8	1.0	1.0
	110-fin	10.0	2.2	6.4	0.5	0.5
Pepino Calabaza	Germinación-30	7.5	0.5	1.5	0.7	0.7
	31-60	12.0	1.7	4.8	0.7	0.7
	61-90	15.0	1.7	4.8	0.7	1.0
	91-fin	15.0	1.7	4.8	1.0	-
Lechuga	Transplante-15	1.0	0.2	0.6	0.2	0.2
	16-30	6.5	0.5	1.5	0.6	0.6
	31-45	15.0	1.0	3.0	1.0	1.0
	46-fin	15.0	0.3	0.9	1.0	1.0
Melón Sandía	Transplante-floración	3.7	0.5	0.7	0.7	0.7
	Floración-inicio fruto	5.0	0.8	0.7	0.7	0.7
	Inicio fruto-inicio madurac.	7.5	2.0	5.7	1.0	1.0
	Maduración-recolección	2.0	0.5	1.5	-	-
Cebolla	Transplante-21	5.0	1.3	3.8	1.0	1.0
	22-45	7.0	1.0	4.3	1.0	1.0
	46-70	10.0	2.0	8.3	1.0	1.0
	71-110	3.5	1.0	2.8	0.6	0.6
	110-fin					

\*Pueden ser reemplazados por otros fertilizantes solubles de N y P.

## CÍTRICOS

El mecanismo de absorción de nutrientes a través de las raíces de los cítricos es considerablemente diferente de la de muchas otras plantas, jugando un papel relativamente más importante la absorción pasiva. Por lo tanto, una concentración alta de iones no deseables en el suelo da como resultado una concentración alta de éstos dentro de la planta (32).

### 1. Árboles de cítricos en crecimiento:

La Tabla 4 presenta un esquema práctico para la fertilización, en una plantación de cítricos jóvenes, con miras a favorecer el desarrollo de los árboles (30).

**Tabla 4.** Recomendaciones para la fertilización de árboles cítricos jóvenes (30).

Edad de árboles Años	Aplicación anual de $KNO_3$ g/árbol	Nitrógeno adicional anual requerido g/árbol
1	80 - 100	4
2	110 - 200	10
3	200 - 240	13
4	250 - 330	11
5	330 - 400	10

### 2. Árboles de cítricos en producción:

**Tabla 5.** Recomendación para la fertilización de árboles cítricos en producción.

Tiempo de aplicación	Dosis de aplicación* kg/ha/año	
	Nitrato de amonio***	Nitrato de potasio
Primavera hasta iniciar verano repartido entre 4-5 aplicaciones**	115 - 230	250
Aplicación post-cosecha	30 - 60	100

\* El fertilizante fosforado debe considerarse como una base de complemento y aplicarlo directamente al suelo de acuerdo con las recomendaciones locales.

\*\* La fertilización se debe completar cerca de 5 meses antes de la cosecha.

\*\*\* Puede ser reemplazado por un fertilizante nitrogenado diferente.

## FRESA

Las bayas son extremadamente sensibles a la salinidad. Las concentraciones altas de cloruro y sodio causan quemadura marginal en las hojas maduras, en los frutos más pequeños y rendimientos muy bajos.

**Tabla 6.** Fertilización de las fresas.

Tiempo de aplicación	$KNO_3$ kg/año	N adicional kg/año	$NH_4NO_3$ * kg/ha	$P_2O_5$ kg/ha	Superfosfato (46% $P_2O_5$ ) kg/ha	Ácido fosfórico 85% l/ha
Aplicación al suelo base de complemento	100	-	-	100	200	-
4-8 semanas después siembra	30/sem.	-	-	8/sem.	-	8/sem.
8-16 semanas después siembra	35/sem.	7/sem.	20/sem.	8/sem.	-	8/sem.

\* Pueden ser reemplazados por otros fertilizantes solubles de N y P.



## FRUTALES CADUCIFOLIOS

Los árboles poseen una capacidad de almacenamiento alta, por lo cual no requieren de aplicaciones diarias y precisas de fertilizante. Se recomienda usualmente, intervalos de 5 - 10 días en fertirrigación (cada 1 - 3 riegos), de acuerdo con el análisis foliar. En la Tabla 7 se presenta la recomendación general para el fertirriego de caducifolios con nitrato de potasio.

**Tabla 7.** Recomendaciones generales para varios frutales caducifolios en producción (10 - 20 años de edad).

Tiempo de aplicación	Dosis de aplicación kg/ha/año	
	Nitrato de potasio	Nitrato de amonio***
Primavera hasta iniciar verano repartido entre 4-5 aplicaciones**	250 - 300	140 - 260
Final del verano**	-	70 - 130
Post-cosecha	55 - 75	25 - 45

\* El fósforo debe aplicarse de acuerdo con las recomendaciones locales.

\*\* Debe completarse la fertilización, cerca de 30 días antes de la cosecha. Conviene evitarse un exceso de Nitrógeno en aplicaciones tardías, para asegurar una buena calidad del fruto.

\*\*\* Puede ser reemplazado por otro fertilizante nitrogenado. Como regla de manejo: calcule una dosis de 20 kg de N/árbol/año, por cada año de edad del árbol.

## BANANO

Dado que el crecimiento de las plantas de banano es un proceso continuo, es necesario que el suministro de nitrógeno sea constante. En forma veloz, un colino emerge tras de otro, y lo mejor es el número de racimos que se producen.

Los requerimientos en fósforo son relativamente bajos y rara vez son un factor limitante.

El cultivo del banano se conoce como un consumidor de potasio enorme, lo cual ejerce una influencia significativa en la producción, la calidad y la vida de almacenamiento del fruto. Además, se conoce que la resistencia natural a las enfermedades se estimula con el suministro de este elemento.

**Tabla 8.** Recomendación de fertilización (kg/ha/año) para plantas de banano altamente productivas.

Nitrato de potasio (13-0-46)	$P_2O_5$	Fosfato mono amónico (12-61-0)*
1900-2200	160	260

\* Puede ser reemplazado por otro fertilizante soluble de N y P.

Se recomienda fraccionar la cantidad total del fertilizante en dosis diarias, de acuerdo con la frecuencia de riego.

En Colombia, Guerrero, Gadbán y Ospina, 1996 (11), realizaron un experimento en el cultivo del banano, para evaluar la eficacia técnica y económica de dos fuentes fertilizantes potásicas en un sistema de fertirrigación por goteo.

El trabajo se realizó en la finca "La Despensa", en el municipio de Ciéna-ga (Magdalena) al nivel del mar, con una precipitación promedio anual de 700 mm., y una temperatura media entre 28 y 29 grados Celsius (° C). El cultivo contó con una población de 1.750 plantas/ha del Clón " Gran Enano " (3a cepa), tecnificada altamente y obtenida a partir de meristemos.

Se realizó un muestreo de suelos en cada una de las 12 unidades experimentales. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 9. Las características de fertilidad mostraron una variación amplia entre las diferentes unidades del experimento.

**Tabla 9.** Resultados del análisis químico del suelo experimental (11).

Característica	Rango
pH (agua 1:1)	7.0 - 7.4
Materia orgánica	0.7 - 2.0
P-provechable (Bray 2) (ppm)	99.0 - 363.0
Ca-cambiable (me/100g)	6.8 - 66.0
Mg-cambiable (me/100g)	2.6 - 24.0
K-cambiable (me/100g)	0.3 - 1.6
Na-cambiable (me/100g)	0.5 - 0.7
C.E. es (mmhos/cm)	0.4 - 1.5
Textura	Areno-Arcilloso

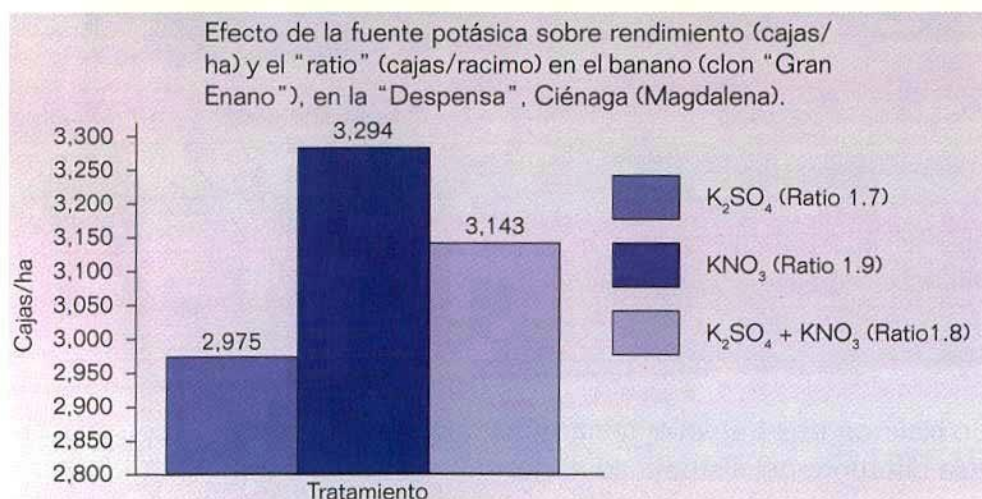
Se hicieron tres tratamientos fertilizantes, y cada uno contó con una válvula diferente del sistema de riego:

1. Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) = 600 kg de  $K_2O$ /ha/año
2. Nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) = 600 kg de  $K_2O$ /ha/año
3.  $K_2SO_4$  (50%) +  $KNO_3$  (50%) = 600 kg de  $K_2O$ /ha/año

Se aplicó además por el sistema de fertirriego, bórax = 3.07 kg/ha (cada 2 meses); Quelato de zinc = 1.22 kg/ha (cada 2 meses), e incorporado al suelo 3 TM de abono orgánico/ha/año. Los resultados obtenidos en este experimento se presentan en las Tablas 10 y 11. Resulta evidente la ventaja agrotécnica del  $KNO_3$ .

**Tabla 10.** Resultados promedios obtenidos para las diferentes variables de respuesta (11).

Variable de respuesta	Tratamientos		
	$K_2SO_4$	$KNO_3$	$KNO_3 + K_2SO_4$
Peso/racimo (kg)	42.43	47.06	44.91
Manos/racimo	10.30	11.05	10.80
Dedos/mano (2ª basal) (°)	21.05	23.22	23.06
Calibre dedo central (2ª basal)	46.35	46.89	46.65
Longitud dedo central (2ª basal) (pulg.)	9.31	9.90	9.58
Tiempo a corte (semanas)	12.01	12.00	12.28



**Tabla 11.** Cuadrados medios y significancia estadística para las variables de respuesta estudiadas.

Variable de respuesta	Fuentes de variación		
	Tratamientos	$\text{KNO}_3$ vs $\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{KNO}_3$ vs $\text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$
Peso/racimo (kg)	21.40**	33.60	9.10*
Manos/racimo	0.57**	1.02**	0.12 <sup>ns</sup>
Dedos/mano (2ª basal) (°)	5.80**	11.60**	0.05 <sup>ns</sup>
Calibre dedo central (2ª basal)	0.29 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>
Longitud dedo central (2ª basal) (pulg.)	0.34**	0.49**	0.16**
Tiempo a corte (semanas)	0.10**	0.04**	0.16**

ns No significativo

\* significativo al 95%

\*\* significativo al 99%

Respuesta del banano "Gran Enano" al fertirriego en la "Despensa, Ciénaga Magdalena". Véase a la derecha el racimo obtenido con tratamiento testigo (fertirriego 100%  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) y a la derecha el racimo obtenido con fertirriego al 50%  $\text{KNO}_3$  y 50%  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .



## PIÑA

El cultivo de la piña puede dar rendimientos buenos aún si se cultiva en suelos pobres, siempre y cuando se le suministre una cantidad correcta de fertilizante y una de agua adecuada.

Aunque el nitrógeno se requiere para obtener una producción alta, éste puede tener efectos adversos en la calidad del fruto. Estos efectos negativos son contrarrestados por el potasio, el cual contribuye en la acumulación de carbohidratos, el color, la firmeza del fruto, y reduce el achaparramiento en las plantas. El nitrógeno en forma de nitrato promueve la extracción de potasio por la piña. Esta es la especie más sensible al cloro. Por lo tanto, debe emplearse un fertilizante potásico libre de éste elemento (32).

$\text{KNO}_3$  contiene nitrógeno en forma de nitrato, y es un fertilizante libre de cloro.

Las recomendaciones para la fertilización de la piña varían considerablemente en las diversas zonas de cultivo. Un ejemplo se demuestra en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Fertilización de las piñas. (Densidad: 65.000 plantas/ha; Producción esperada: 65 TM cosecha en plantas, 40 TM cosecha en colinos).

### A. PRESIEMBRA

	N* kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
Presiembra aplicación al suelo	70	70	70

Se sugiere la siguiente composición:

	N* kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
KNO <sub>3</sub> - 152 kg/ha	20	-	70
S.P.T - 152 kg/ha	-	70	-
Úrea - 110 kg/ha	50	-	-
Total kg/ha	70	70	70

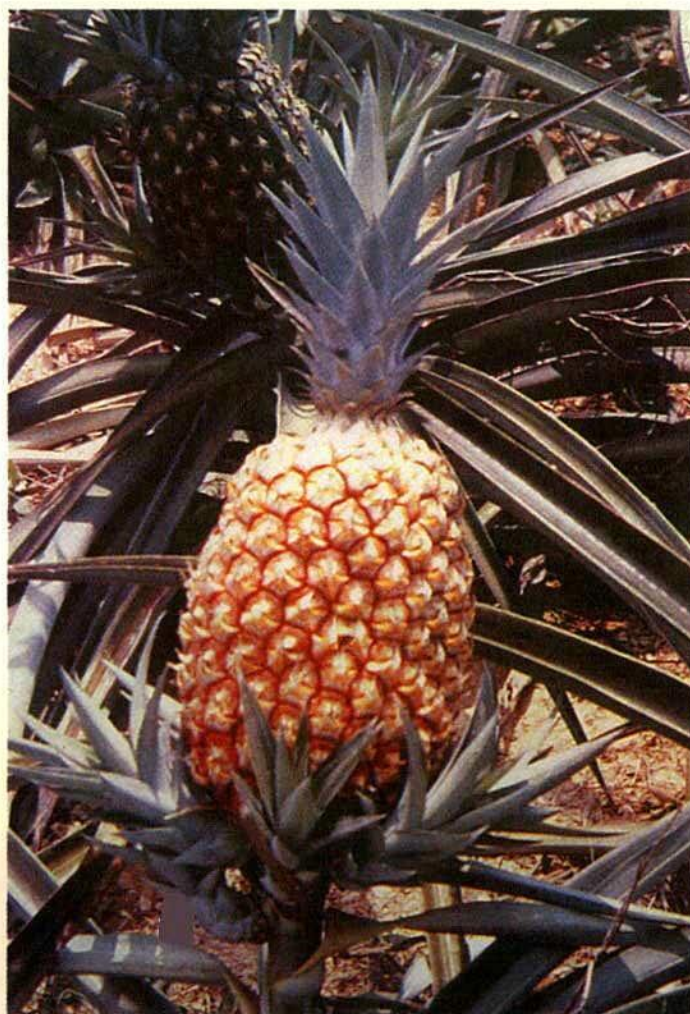
## B. CULTIVO

	N* kg/ha	KNO <sub>3</sub> kg/ha
Estimación mensual iniciando 1 mes después de la siembra, hasta que se induce la floración	40	80

## C. COSECHA DE COLINOS

	N* kg/ha	KNO <sub>3</sub> kg/ha
1 <sup>era</sup> aplicación	20	150
2 <sup>o</sup> - 6 <sup>o</sup> aplicaciones	35	-

\* La úrea, el nitrato de amonio, o el sulfato de amonio, pueden ser utilizados como fuentes nitrogenadas suplementarias, solubles en agua.



## VIÑEDOS

La vid requiere del potasio en cantidades grandes para compensar la remoción considerable que de éste elemento extraen del suelo, tanto el fruto como la madera de poda. Las demandas de potasio son altas, particularmente durante el desarrollo de la baya.

Un suministro bueno de potasio mejora no sólo el rendimiento, sino que también produce otros efectos deseables tales como, un contenido de azúcares alto, una resistencia mayor a las enfermedades, y una mejor maduración del fruto.

Para viñedos jóvenes, se recomienda a través del sistema de riego (kg/ha/año), lo siguiente:

Primer año: 20 - 30 kg de cada uno N y K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Segundo año: 30 - 40 kg de N, y 35 - 50 kg de K<sub>2</sub>O

Tercer año: 40 - 60 kg de N, y 50 - 70 kg de K<sub>2</sub>O

Para la aplicación de fósforo, deben seguirse las recomendaciones locales.

**Tabla 13.** Fertilización de viñedos en plena producción.

Clase	Tiempo de aplicación	Dosis de aplicación kg/ha/año	
		Nitrato de potasio	Nitrato de amonio***
Uva de mesa	Inicio primavera*	300 - 400	250 - 300
Uva para vino	Primavera - inicio verano**	350 - 450	150 - 200

\* En algunos países la cantidad total se divide entre las aplicaciones de otoño y primavera.

\*\* La cantidad total debe aplicarse antes de iniciar la madurez.

\*\*\* Puede ser reemplazado por otro fertilizante soluble de N.

1. Bar - Yosef, B. 1977. Trickle irrigation and fertilization of tomatoes in sand dunes. Water, N, P, distribution in the soil and uptake by plants. *Agron. J.* 69: 486 - 491.
2. \_\_\_\_\_ Kafkafi, U., J. Ben - Asher and B. Sagiv. 1974. Irrigation and fertilization of tomatoes on sand dunes. *Hassadeh* No.55: 211 - 215.
3. \_\_\_\_\_ and M.R. Shikholslami, 1976. Distribution of water and ions in soil irrigated and fertilized from a trickle source. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40(4): 575 - 582.
4. \_\_\_\_\_ Kafkafi, U., J. Ben - Asher and B. Sagiv, 1975. Irrigation and fertilization of tomatoes on sand dunes. *Hassadeh* (4) 55: 572 - 575.
5. Bebb, D.T., 1980. Trickle or drip ? Irrigation equipment. *Grower*, November: 22 - 28.
6. Blanc, D. 1968. L' irrigation fertilizante en culture florale sous serre. Fertilization of protected crops: pp. 261 - 268.
7. Chemical Week, 1976. Big market may grow from little drips. pp. 45 - 46.
8. Fabry, C., 1978. One drop at a time. Water conservation, fluid fertilizers spur move to drip irrigation in many areas of the U.S: and world. *Solutions*: 18 - 28.
9. Gerwing, J.R., A.C. Caldwell and L.L. Goodrad, 1979. Fertilizer nitrogen distribution under irrigation. *J. Environ. Qual.* 8 (3): 281 - 284.
10. Grobbelaar, H.L., and F. Lowrens, 1980. Fertilizer applications with drip irrigation. Triomf Fertilizer (Pty) Ltd. Somerset West, S. Africa.
11. Guerrero, R.R., Gadbán, R. J., y Ospina, A. J., 1996. *Revista Agronomía Colombiana*, vol. XIII, No. 1, 1996.
12. Jacob A., and H:V. Uesküll, 1963. Fertilizer Use: Nutrition and manuring of tropical crops: Third English Edition, pp. 45 - 64.
13. Kafkafi, U., 1973. Combined fertilization and irrigation of vegetable crops in sandy soil Volcani Centre. International Society of Horticultural Science Symposium on Water Supply and Irrigation, Israel:p.17.
14. \_\_\_\_\_ Walerstein and S. Feigenbaum, 1971. Effect of  $KNO_3$  and  $NH_4$  on the growth, cation uptake and water requirement of tomato grown in sand culture. *The Israel Journal of Agriculture Research* 21 (1): 13 - 20.
15. Katz, S., 1980. Nutritional disorders of cotton plants. Soils and fertilizers division. Technion Israel Institute of Technology. pp. 1 - 14.
16. Kirk, R.E. and D.F. Othmer, 1953. Solubilities of potassium compounds in water. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. XI p. 26.
17. Kovach, S. P., 1983. Injection of fertilizers into drip irrigation systems for vegetables.. *Citrus and vegetable magazine*. September: 14, 40, 47.
18. Lewis, B. N., 1981. Do you really know your fertilizers? Part 6, Potash. *Farm Chemicals*. October pp. 62 - 66.
19. \_\_\_\_\_ 1981. Do you really know your fertilizers? Part 7, Nitrogen solutions for direct applications. *Farm Chemicals*, November pp. 78 - 83.
20. Locascio, S. J. and J. M. Myers, 1975. Trickle irrigation and fertilization method of strawberries. Florida Station Horticultural Society.
21. \_\_\_\_\_ J.M. Myers and F. G. Martín, 1977. Frequency and rate of fertilization with trickle irrigation for strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 (4): 456 - 458.
22. Mahdavi A.F. et al., 1978. Drip irrigation research and development in Iran. International Society of Horticultural Science. International Symposium on water supply and irrigation. Israel. pp.17.

23. Manor, S., 1980. Fertigation management and techniques. Irrigation and Soil Service. Extension Service. Ministry of Agriculture, Israel.
24. Nigel, D., 1983. Balanced nutrition for tomato crops. *Grower*. October: 23 - 29.
25. Sagiv, B., B. Bar Yosef, U. Kafkafi and A. Mini., 1978. Fertilization and manuring on sprinkler irrigated fields of pepper vs. fertilization via trickle irrigation system. Institute of Soil and Water. Agricultural Research Organization. Volcani Centre, Israel. Report No. 763: 1- 48.
26. Seidell, A., 1940. Solubilities of potassium compounds in water. Solubilities of inorganic and metal compounds. 3rd. De. 1: 747 - 859.
27. Shani, M., 1979. Fertilization and irrigation, *Hassadeh*: 60 (8): 1548.
28. Sonneveld, C., 1982. A method for calculating the composition of nutrient solutions for soilless cultures. Glasshouse crops research station, Naaldwijk, The Netherlands. No. 57: 1 - 3.
29. Wiebe, J., 1966. Watering and fertilization of greenhouse vegetables. Horticultural Extension Station, Vineland, St., Ontario, Canada. Proc. Northeast Greenhouse Conference Monmouth. Junction, U.S.A.
30. Extension Service Department, 1982. Recommendations for fertilization of young citrus trees. *Agricultural Bulletin* Ministry of Agriculture. Rehovot, Israel. pp. 1 - 4.
31. Teisson, C., 1980. Inorganic nutrition and internal browning of pineapple. *Potash Review*. 27 (94): 1 - 8.
32. Goell, A., A. Altman, and S. Batzri, 1970. Salt tolerance of citrus. Summaries of Research Work. Division of Citriculture. The Volcani Institute of Agricultural Research. No. 28.

# TABLAS DE CONVERSIÓN

1 acre	= 0.405 hectárea	1 onza	= 28.35 g
1 hectárea	= 2.471 acre	1 fl oz (U.S.)	= 29.57 ml
1 kilogramo	= 2.205 libras	1 galón (U.S.)	= 3.785 litros
1 libra	= 0.453 kg	1 litro	= 0.26 galón (U.S.)
1 gramo	= 0.035 onzas	1 m <sup>3</sup>	= 1.307 yarda cúbica
1 ton corta	= 0.907 tonelada	1 cm <sup>3</sup>	= 0.061 pulgada cúbica

$(\text{kg/ha}) \times 0.892 = \text{libra/acre}$

$4300 \text{ plantas/ha} = 17.400 \text{ plantas/acre}$

© Haifa Chemicals Ltd. Israel  
Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (E.M.A.)

Traducción al español: Ing. Agr. María Elena Anaya M.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, sin permiso de Monómeros Colombo Venezolanos, S.A. (E.M.A.)

Prohibida su venta

Primera edición, 1997

Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (E.M.A.)  
Oficina principal y planta: Vía 40, Las Flores  
Barranquilla, Colombia, S.A.  
Oficina Santafé de Bogotá: Avenida 13 N° 100-34 Piso 4°  
Santafé de Bogotá, Colombia, S.A.

Impresión: Sáenz y Cía. Ltda. Bogotá, Colombia. 1997



Abonos  
**NUTRIMON**  
producen más ganancias

[www.monomeros.com](http://www.monomeros.com)



**Haifa Chemicals Ltd.**

[www.haifachem.com.il](http://www.haifachem.com.il)