

EFFECTO DE DIFERENTES APORTES DE POTASIO VÍA FOLIAR SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y ESTADO NUTRITIVO DE PLANTAS DE CLEMENTINA DE NULES

Ana Quiñones¹, José Manuel Fontanilla²

¹Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Moncada (Valencia)

²Director de Marketing de Haifa Iberia

RESUMEN

La importancia del potasio para las plantas es bien conocida en el mundo de la agricultura, ya que es un macro-nutriente esencial para el desarrollo vegetal. El efecto de la aplicación de este nutriente, vía foliar en el cultivo del cítrico, ha sido estudiado por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Moncada (Valencia) durante dos años y en diferentes parcelas mediante la aplicación foliar de **Multi-K** (Nitrato potásico de Haifa) y **Haifa Bonus™** (fórmula foliar innovadora de Haifa que permite pulverizaciones con una alta concentración, lo cual reduce el número de aplicaciones necesarias) a dosis y momentos de aplicación diferentes. Los resultados obtenidos demuestran que los árboles tratados con **Haifa Bonus™** presentan concentraciones foliares de potasio, nitrógeno, calcio y magnesio mayores a los no tratados. Además tienden a tener mayores producciones con frutos de mayor diámetro, sin afectar a las características organolépticas de los frutos.

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del potasio para las plantas es bien conocida en el mundo de la agricultura, ya que es un macro-nutriente esencial para el crecimiento vegetal. El potasio actúa como regulador de la presión osmótica y es un elemento irremplazable en el proceso metabólico de las plantas (fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos). Por esta razón es fundamental en el crecimiento vegetativo, en la fructificación, en la maduración y en la calidad de producción de nuestros cultivos. Por todo ello, un aporte adecuado de este elemento es esencial para obtener el máximo rendimiento y calidad en nuestras cosechas.

Con el objetivo de conocer el comportamiento real de la aplicación de potasio vía foliar, con diferentes formulaciones, dosis y momentos de aplicación en el cultivo de los cítricos, la empresa HAIFA Iberia y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) firmaron un convenio de colaboración durante un periodo de dos años, presentando los resultados del mismo en este artículo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante dos campañas consecutivas (2014-2015 y 2015-2016) se ha evaluado el efecto del aporte de potasio (K) por vía foliar, a través de distintos abonos potásicos, sobre la absorción de nutrientes, calibre de la fruta y producción final de la plantación. En el segundo año de ensayo, con el objetivo de conocer si es significativa el efecto de la densidad de floración sobre

la respuesta obtenida, se ha realizado el ensayo en dos parcelas con diferente intensidad de la misma.

2.1 Material vegetal y condiciones de cultivo

El ensayo se llevó a cabo en dos parcelas comerciales de plantas adultas de cítricos de la variedad clementina de Nules injertada sobre citrange carrizo y cultivados en un suelo franco-arenoso. La primera de ellas está localizada en el término municipal de Lliria, parcela en la que se llevó a cabo el ensayo del primer año de estudio, que mostró una intensidad de floración muy baja en la segunda campaña. La segunda, enclavada en el término municipal de Museros, presentó una densidad de floración muy superior. Las tesis de estudio (tipo de tratamientos) se han repetido 4 veces y cada repetición constaba de 3 árboles, utilizando un número total de 84 árboles en el estudio.

2.2 Formulados de estudio

En el ensayo se han estudiado dos fertilizantes fabricados por la empresa HAIFA Iberia:

Multi-K™ GG: Nitrato potásico (13.5-0-46.2)

Haifa Bonus™ 12-5-42: Es una fórmula foliar innovadora que permite pulverizaciones con una alta concentración, lo cual reduce el número de aplicaciones necesarias. Las fórmulas de Haifa Bonus están enriquecidas con fósforo, que sirve como nutriente y reduce el pH de la solución a 4-5, haciéndola por lo tanto adecuada para su mezcla en tanque con una gran variedad de fitosanitarios. Las fórmulas de Haifa Bonus contiene adyuvantes especiales para conseguir una mejor adhesión a la superficie de la hoja, una mejor absorción y una acción prolongada.

2.3 Tesis de estudio

En estas plantas se han evaluando los siguientes tratamientos:

1. Tratamiento 0 o control, sin aplicaciones foliares - CONTROL.
2. Una aplicación de nitrato potásico (4 %) en junio – Multi-K™1.
3. Una aplicación de Haifa Bonus™ (4%) en junio – Haifa Bonus 1
4. Una aplicación de Haifa Bonus™ (6 %) en junio – Haifa Bonus 1-6%.
5. Tres aplicaciones de nitrato potásico (4 %) en cuajado, después de la caída fisiológica de fruta y 30 días después de esta aplicación – Multi-K™3.
6. Tres aplicaciones de Haifa Bonus™ (4 %) en cuajado, después de la caída fisiológica de fruta y 30 días después de esta aplicación – Haifa Bonus 3.
7. Tres aplicaciones de Haifa Bonus™ en cuajado, después de la caída fisiológica de fruta y 30 días después de esta aplicación – Haifa Bonus 3-6%.

Durante la primera campaña de evaluación (14-15), se realizó el estudio en una sola ubicación (Lliria). En la segunda campaña (15-16) se aumentó el número de parcelas estudiadas a un total de dos (Lliria y Museros).

Tabla 1. Época de aplicación de los tratamientos foliares en las localizaciones de ensayo.

Localización	1ª aplicación	2ª aplicación	3ª aplicación
Lliria 2014	26 junio	24 julio	25 agosto
Lliria 2015	30 junio	28 julio	2 septiembre
Museros	29 junio	27 julio	25 agosto



Fotografía 1. Primera aplicación foliar de los tratamientos.

2.4 Análisis estadístico

La significación de los tratamientos realizados se ha analizado mediante el programa estadístico Statgraphics Plus version 5.1 (Statistical Graphics, Englewood Cliffs, NJ) a través del análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía con comparación entre medias mediante el test LSD-Fisher al 95 % de nivel de confianza; y de tres vías en:

- i) En los resultados obtenidos en la parcela de Lliria se analizan el efecto del año (2014 y 2015), tipo de abono (Multi-K y Haifa Bonus) y número de aplicaciones realizadas (1 y 3).
- ii) En los resultados del año 2015, se evalúa el efecto de la localización (Lliria y Museros), tipo de abono (Multi-K y Haifa Bonus) y número de aplicaciones realizadas (1 y 3).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación del efecto de los distintos fertilizantes sobre plantas de clemenNules se ha realizado a través de la medida de diferentes parámetros:

3.1 Crecimiento del fruto

Durante la primera campaña, mensualmente desde el cuajado hasta su recolección, se midió el crecimiento del fruto. Los árboles tratados 3 veces con Haifa Bonus™ tienden a tener frutos de mayor diámetro, a partir del mes de agosto, aunque sin diferencias significativas con los otros tratamientos.

3.2 Análisis foliar

En la parcela de Lliria, las plantas control (sin aplicación foliar aunque con la misma fertirrigación) presentaron concentraciones foliares de potasio por debajo del rango considerado óptimo para Clementina de Nules, esto no se observó cuando se hizo la aplicación de potasio foliarmente. A pesar de haber aportado N foliar en mayor cantidad con los tratamientos (Tabla 2), no aparecen diferencias significativas en la concentración foliar de N, aunque sí se observa una tendencia creciente en esta variable al aportar más N en 2015. Por otro lado, el aporte diferencial de potasio (K) ha dado lugar a diferencias significativas en muchos de los elementos analizados. La concentración foliar de N y P fue significativamente superior en los árboles que recibieron Haifa Bonus con 3 aplicaciones que Multi-K como fuente de K. Los árboles presentaron valores de K significativamente mayores cuando se realizaron 3 aplicaciones foliares.

En Museros, los tratamientos también dieron lugar a diferencias en la concentración foliar de los 3 macronutrientes primarios (N, P y K), obteniendo mayores valores en los árboles tratados con respecto al control. Las hojas de los árboles que recibieron 3 aportes de Haifa Bonus tenían concentraciones de N, P y K superiores al resto.

En general, la aplicación de los tratamientos foliares aumentó la concentración en hoja de los elementos aportados con respecto al control, observando que a medida que aumentamos la dosis de aplicación o el número de aplicaciones, aumentamos la concentración de los macronutrientes en hoja N y K, obteniendo mayores concentraciones de estos elementos en hoja cuando se realizaron tres aplicaciones de Haifa Bonus por ciclo de cultivo (Tabla 2).

Los resultados obtenidos en la concentración de foliar de calcio (Ca) y magnesio (Mg) no presentan una pauta consistente. La concentración de estos elementos en hojas depende de la fertilización que se haga, concluyendo que con una fertilización magnésica y cálcica correcta, no se observa efecto antagónico entre el K aportado por vía foliar y el Mg y Ca.

Tabla 2. Concentración de macronutrientes en hoja de la brotación de primavera sin fruto terminal⁷.

Parcela	Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
Lliria 2014	CONTROL	2.01±0.02a	0.113±0.003a	0.59±0.03b	4.01±0.49b	0.25±0.00a
	Multi-K ₁	2.01±0.04a	0.099±0.002a	0.72±0.06ab	4.73±0.18a	0.26±0.01a
	Multi-K ₃	2.02±0.03a	0.111±0.001a	0.85±0.06a	4.66±0.11ab	0.26±0.01a
	Haifa Bonus ₁	2.05±0.02a	0.114±0.012a	0.81±0.12ab	4.59±0.03ab	0.26±0.01a
	Haifa Bonus ₃	2.08±0.04a	0.112±0.004a	0.89±0.0a	4.33±0.10ab	0.24±0.01ab
	Haifa Bonus ₁₋₆	2.05±0.03a	0.105±0.004a	0.69±0.07ab	4.51±0.08ab	0.26±0.01a
	Haifa Bonus ₃₋₆	2.11±0.06a	0.114±0.010a	0.90±0.09a	4.22±0.01ab	0.21±0.02b
	ANOVA ^y	NS	NS	*	*	*
Lliria 2015	CONTROL	2.15±0.02a	0.104±0.016a	0.81±0.16b	3.42±0.63a	0.26±0.04a
	Multi-K ₁	2.07±0.05a	0.086±0.009a	0.72±0.11c	2.84±0.39a	0.22±0.03a
	Multi-K ₃	2.15±0.04a	0.111±0.002a	0.95±0.02a	3.58±0.18a	0.27±0.01a
	Haifa Bonus ₁	2.08±0.03a	0.100±0.003a	0.91±0.04a	3.19±0.04a	0.24±0.00a
	Haifa Bonus ₃	2.14±0.02a	0.102±0.006a	0.94±0.06a	3.33±0.28a	0.24±0.02a
	Haifa Bonus ₁₋₆	2.09±0.07a	0.100±0.002a	0.81±0.03b	3.75±0.07a	0.27±0.01a
	Haifa Bonus ₃₋₆	2.21±0.03a	0.108±0.006a	0.94±0.09a	3.15±0.27a	0.24±0.02a
	ANOVA ^y	NS	NS	*	NS	NS
	AÑO ^x	**	*	NS	***	NS
	ABONO	*	*	NS	NS	NS
	Nº APLICACIONES	*	***	*	NS	NS
	AÑO X ABONO	NS	NS	NS	NS	NS
	AÑO X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	NS
	ABONO X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	*
Museros 2015	CONTROL	2.31±0.01b	0.075±0.004b	0.60±0.19e	2.77±0.22a	0.25±0.02a
	Multi-K ₁	2.38±0.06b	0.077±0.008b	0.68±0.12de	2.79±0.15a	0.24±0.02a
	Multi-K ₃	2.40±0.06ab	0.078±0.016ab	0.84±0.08cd	2.76±0.74a	0.23±0.06a
	Haifa Bonus ₁	2.45±0.06ab	0.095±0.012ab	0.85±0.19bcd	3.27±0.24a	0.30±0.02a
	Haifa Bonus ₃	2.40±0.04ab	0.097±0.006ab	1.07±0.13b	3.33±0.18a	0.29±0.02a
	Haifa Bonus ₁₋₆	2.35±0.05ab	0.098±0.005ab	0.98±0.25bc	3.23±0.13a	0.30±0.01a
	Haifa Bonus ₃₋₆	2.51±0.035a	0.105±0.005a	1.33±0.14a	3.07±0.22a	0.29±0.01a
	ANOVA ^y	*	*	*	NS	NS
	LOCALIZACIÓN ^x	***	*	NS	NS	NS
	ABONO	NS	**	**	NS	*
	Nº APLICACIONES	*	NS	**	NS	NS
	LOCALIZ. X ABONO	NS	NS	NS	NS	NS
	LOCALIZ. X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	NS
	ABONO X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	NS

3.3 Calidad organoléptica del fruto, externa e interna

Las tabla 3 muestra los valores de las variables analizadas en la calidad del fruto durante las dos campañas en las dos localizaciones de estudio.

Los frutos recolectados en las parcelas no presentaron diferencias significativas en cuanto al tamaño, porcentaje de corteza y zumo y espesor de la corteza, independientemente de los tratamientos realizados. Sin embargo existe una tendencia clara a obtener frutos con un mayor peso y mayor tamaño cuando se realiza aportes de potasio vía foliar en parcelas con producciones normales (Lliria 2015 y Museros 2016), aumentando esta tendencia cuando la aplicación se realiza mediante tres aportes con Haifa Bonus. En Museros, el aporte de 3

aplicaciones de Haifa Bonus al 6% dio lugar a un diámetro del fruto significativamente mayor pero con un porcentaje superior de corteza y menor de zumo que los árboles control, aunque dentro de los valores considerados como normales en esta variedad.

Tabla 3. Parámetros de calidad externa e interna del fruto de clementina de Nules recolectado en diciembre.

Parcela	Tratamiento	Peso fruto (g)	Φ fruto (mm)	% Corteza	% Zumo	% Pulpa
Lliria 2014	CONTROL	107±5a	62.3±1.0a	43.8±1.9a	53.8±1.8a	2.4±1.2a
	Multi-K ₁	103±6a	62.0±1.5a	43.6±1.4a	55.1±1.1a	1.3±0.5a
	Multi-K ₃	104±1a	62.4±0.3a	43.4±0.4a	54.5±0.5a	2.1±0.1a
	Haifa Bonus ₁	106±6a	62.7±0.9a	42.0±2.1a	54.7±2.7a	3.3±2.7a
	Haifa Bonus ₃	108±1a	63.0±0.2a	43.9±1.4a	53.0±1.4a	3.1±0.1a
	Haifa Bonus ₁₋₆	111±5a	63.3±0.9a	42.8±0.9a	53.1±0.5a	4.1±0.6a
	Haifa Bonus ₃₋₆	107±3a	62.5±0.5a	44.6±0.3a	51.6±0.6a	3.8±0.9a
	ANOVA ^y	NS	NS	NS	NS	NS
Lliria 2015	CONTROL	110±4a	62.0±0.8a	51.8±0.2a	45.6±0.3a	2.5±0.5a
	Multi-K ₁	110±3a	61.7±1.1a	54.7±0.8a	43.1±1.1a	2.2±0.4a
	Multi-K ₃	114±3a	63.3±0.3a	51.0±0.8a	47.2±1.0a	1.8±0.7a
	Haifa Bonus ₁	108±3a	61.8±0.7a	52.1±1.4a	44.2±0.9a	3.7±0.6a
	Haifa Bonus ₃	112±4a	63.2±0.4a	53.5±1.2a	44.7±1.9a	1.8±0.7a
	Haifa Bonus ₁₋₆	118±2a	64.2±0.1a	53.3±0.7a	45.1±0.5a	1.7±0.2a
	Haifa Bonus ₃₋₆	114±4a	62.4±0.2a	53.4±1.6a	44.9±1.2a	1.7±0.4a
	ANOVA ^y	NS	NS	NS	NS	NS
	AÑO ^x	*	NS	***	***	NS
	ABONO	NS	NS	NS	NS	NS
	Nº APLICACIONES	NS	NS	NS	NS	NS
	AÑO X ABONO	NS	NS	NS	NS	NS
	AÑO X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	NS
Museros 2015	CONTROL	86.8±1.8b	58.5±0.2b	47.8±0.9bc	50.7±1.1a	1.5±0.1a
	Multi-K ₁	92.4±1.7b	60.3±0.5a	50.0±1.0b	48.4±1.3a	1.6±0.3a
	Multi-K ₃	91.7±1.3b	60.1±0.4a	48.2±0.8bc	50.5±0.8a	1.3±0.1a
	Haifa Bonus ₁	90.8±1.8b	59.6±0.3ab	48.8±0.3bc	49.6±0.1a	1.7±0.3a
	Haifa Bonus ₃	89.8±1.2b	59.9±0.6a	47.2±0.8c	50.6±1.1a	2.3±0.5a
	Haifa Bonus ₁₋₆	91.8±0.7b	59.7±0.4ab	48.5±0.1bc	50.2±0.5a	1.4±0.5a
	Haifa Bonus ₃₋₆	101.8±3.3a	60.2±0.1a	52.4±0.6a	45.6±0.6b	2.0±0.4a
	ANOVA ^y	*	*	*	*	NS
	LOCALIZACIÓN ^x	**	***	***	***	NS
	ABONO	NS	NS	NS	NS	NS
	Nº APLICACIONES	NS	NS	NS	NS	NS
	LOCALIZ. X ABONO	NS	NS	NS	NS	NS
	LOCALIZ. X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	NS
	ABONO X Nº APLIC.	NS	NS	NS	NS	NS

El contenido total de ácidos se incrementó significativamente al realizar las aplicaciones foliares de K, con valores más elevados con 3 aplicaciones; sin embargo, no afectó de forma significativa al contenido en azúcares del zumo. Estas pautas dan lugar a que los frutos que recibieron una mayor dosis de K presentan índices de madurez significativamente menores (*Datos no mostrados*).

3.4 Producción final

Tanto en Llíria como en Museros, los tratamientos efectuados dieron lugar a diferencias significativas en la producción obtenida, con valores superiores en los árboles que recibieron aplicaciones foliares de K, con excepción de los que recibieron 1 aplicación de Multi-K en la parcela de Llíria en 2015 (Tabla 4).

Los árboles que recibieron aplicaciones foliar de K tienden a tener una mayor producción. Ésta se incrementa al aumentar el número de aplicaciones y la dosis de K aplicada con Haifa Bonus.

Tabla 4. Producción final (Kg/árbol) en las parcelas de ensayo^z.

Elemento	Llíria 2014	Llíria 2015						
CONTROL	71.2±5.5	18.4±3.4b						
Multi-K ₁	83.0±6.5	18.6±1.9b						
Multi-K ₃	85.7±10.6	39.2±6.5a						
Haifa Bonus ₁	81.1±13.6	28.9±4.3ab						
Haifa Bonus ₃	82.0±6.5	33.3±13.4a						
Haifa Bonus ₁₋₆	95.6±3.6	28.2±6.9ab						
Haifa Bonus ₃₋₆	96.5±6.3	29.2±2.2ab	Año	Abono	Nº Aplicac	AñoxAb	AñoxNº Apl	AbxNºApl
ANOVA ^y	NS	*	**	NS	NS	NS	NS	NS
Museros 2015								
CONTROL	89.2±3.5c							
Multi-K ₁	130.8±18.9a							
Multi-K ₃	128.8±7.6ab							
Haifa Bonus ₁	116.2±7.6ab							
Haifa Bonus ₃	130.0±2.5a							
Haifa Bonus ₁₋₆	125.4±1.8ab							
Haifa Bonus ₃₋₆	111.7±5.8b		Localiz.	Abono	Nº Aplicac	AñoxAb	AñoxNº Apl	AbxNºApl
ANOVA ^y	*	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del análisis del efecto de los aportes foliares de K mediante 1 o 3 aplicaciones de Multi-K o Haifa Bonus sobre los diferentes parámetros analizados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los aportes foliares de K no modifican el crecimiento estacional del fruto.
- El aporte de tres aplicaciones foliares de Haifa Bonus™ incrementa las concentraciones foliares de N y P con respecto a los árboles control y a los que recibieron una sola aplicación de Multi-K™.
- Todos los fertilizantes potásicos aplicados por vía foliar (Multi-K™ y Haifa Bonus™) aumentan la concentración de K con respecto a los árboles control, en mayor medida al incrementar el número de aplicaciones o la concentración de K.
- Los frutos recolectados en las parcelas, no presentaron diferencias significativas en cuanto al tamaño, porcentaje de corteza y zumo y espesor de la corteza, independientemente de los tratamientos realizados. Sin embargo existe una tendencia

clara a obtener frutos con un mayor peso y mayor tamaño cuando se realiza aportes de K vía foliar, aumentando esta tendencia cuando la aplicación se realiza mediante tres aplicaciones con Haifa Bonus™.

- Los tratamientos foliares efectuados de K con Multi-K™ y Haifa Bonus™ incrementaron la producción obtenida, con valores superiores a los árboles control, independientemente de la intensidad de la floración. Aunque sin diferencias significativas, se observa una tendencia creciente en este parámetro al incrementar el número de aplicaciones cuando se aporta Haifa Bonus™ por vía foliar.