

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS METODOS DE EXTRACCION DE POTASIO EN HOJAS DE NARANJA VALENCIA LATE

Mirta Castellanos y J. Hernández

ABSTRACT. A research work was carried out in Valencia late orange groves with different potassium levels (K_0 , K_1 , K_2), to study the possibility of using the aqueous leaf K extract, as a diagnostic means in plant K nutritional status, compared to total K determined by damp digestion with $Se-H_2SO_4$, applying leaf powder-water relationship of 0, 1:25 and 30 minute shake. According to results, the aqueous extract satisfactorily showed plant K nutritional status, adequately characterizing tree populations through low, satisfactory and high K contents. Also, the aqueous extract method was accurate and reliable, keeping a close relationship with the traditional method of total K, as determined by wet digestion with sulphuric acid ($r^2 = 0.8786$). Moreover, water-using extraction is a faster, easily-handled reagent- and electric power-saving method. The preliminary leaf K values are proposed for satisfactory K status when extracted by water.

Key words: citrus, tissue analysis, potassium

INTRODUCCION

El potasio es un elemento esencial para el desarrollo de los cítricos y juega un papel importante, tanto en la obtención de altos rendimientos como de frutas con óptima calidad (Hernández, 1993). En las plantas este elemento existe fundamentalmente en forma iónica y no está asociado a ningún compuesto específico dentro de las células (Urich y Kenneth, 1966).

La determinación del K foliar es ampliamente utilizada en el diagnóstico del estado nutricional de este elemento en los cítricos (Malavolta, Casale y Piccin, 1992). Para la determinación del K en tejidos vegetales, de forma general, se somete la muestra a una calcinación (vía seca), mineralización con mezcla de ácido nítrico-perclórico (Jackson, 1970) o la digestión húmeda con la mezcla de ácido sulfúrico concentrado + selenio (Método Kjeldhal); sin embargo, ha sido probada por diferentes autores la posibilidad de extraer el K foliar usando el agua destilada como extractante o soluciones salinas débiles (Bar-Akiva, 1973; Bar-Akiva,

Mirta Castellanos, Investigador Agregado y Dr. J. Hernández, Investigador Titular del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

RESUMEN. Sobre un experimento de niveles de potasio (K_0 , K_1 , K_2) en naranja Valencia late, se estudió la posibilidad de utilizar el extracto acuoso del K foliar, como vía para el diagnóstico del estado nutricional de este elemento en la planta, comparado con el K total determinado en la digestión húmeda con $Se-H_2SO_4$. Se utilizó la relación polvo foliar-agua de 0, 1:25 y 30 minutos de agitación. Los resultados mostraron que el extracto acuoso reflejó satisfactoriamente el estado nutricional del K en la planta, caracterizando de forma adecuada las poblaciones de árboles con el K bajo, satisfactorio y alto. Se encontró además que el método del extracto acuoso fue preciso y confiable, guardando una estrecha relación con el método tradicional de potasio total, determinado por el de la digestión húmeda con ácido sulfúrico ($r^2 = 0.8786$). La extracción con agua presenta además la ventaja de ser más rápida, ahorra reactivos, energía eléctrica y de más fácil manipulación. Se proponen valores preliminares de K foliar para los estados de K satisfactorios, cuando el mismo se extrae con agua.

Palabras clave: citrus, análisis de tejidos, potasio

1981; María Urquiza, Hortensia Esquijarosa y Elba Yero, 1989 y Jackson, 1970), lo cual constituye de hecho un método más rápido, económico y sencillo en comparación con las digestiones ácidas.

En la mayoría de los laboratorios de suelo y plantas en el país, se mineraliza el tejido vegetal mediante la digestión húmeda utilizando la mezcla sulfúrico-selenio, lo cual resulta un procedimiento caro y engorroso. Por las razones antes expuestas, se realizó este trabajo con los siguientes objetivos:

1. determinar la posibilidad de utilizar un método más rápido y económico para evaluar el K foliar,
2. proponer un valor crítico satisfactorio preliminar de K foliar por este método en el caso que resultara efectivo.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este trabajo, se utilizó un experimento de larga duración con árboles de naranja Valencia, ubicado en la Estación Experimental del INCA en Güira de Melena, encontrándose en el mismo plantas deficientes en K (K_0), medianamente abastecidas (K_1) y con alto nivel de K (K_2). En dichos árboles se tomaron

muestras foliares de ramas fructíferas de la brotación de primavera durante dos campañas (total de muestras 109). Las muestras fueron secadas, molidas y sometidas a dos procesamientos de extracción del potasio:

- metodo usado actualmente (método Kjeldhal): digestión de 0.2 g de muestra con 5 mL de sulfúrico-selenio, varias horas de calor, mayor duración de tiempo y uso de campana de extracción de gas,
- extracción por agitación del polvo foliar (0.2 g) en 50 mL de agua destilada durante media hora en agitador mecánico.

Para ambos casos el potasio se determinó por fotometría de llama, comparándose los resultados obtenidos por ambos métodos. Se caracterizó además la exactitud y precisión de los mismos. Se estudió la extracción del K a diferentes tiempos de agitación de la muestra, abarcando los siguientes intervalos de tiempo: 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos.

Con los datos obtenidos del análisis de las 109 muestras foliares de cítricos, se hicieron estudios de correlación y se calcularon los límites de confianza para cada población al 99 % de probabilidad y con este criterio se propuso el rango de valores preliminares de concentración de potasio foliar, que caracteriza el estado nutricional "satisfactorio" en las plantas.

Se realizaron algunas evaluaciones químicas para determinar posibles interferencias en la determinación del K cuando se realiza la digestión ácida. Para ello se realizaron las siguientes operaciones:

- se prepararon dos curvas de calibración de K usando como fuentes del elemento KCl y K_2SO_4 , leyendo el K en ambas curvas para estudiar el efecto del anión acompañante sobre el K en la llama,
- a una serie de tres curvas de calibración de K_2SO_4 se añadió Ca, Mg, Ca + Mg en concentraciones medias equivalentes a las encontradas en las hojas de cítricos, para asemejar esta matriz a la de las muestras, contrastando las lecturas de estas curvas con las de KCl.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tiempo de extracción del K en medio acuoso. Los resultados de la tabla I muestran que desde los primeros momentos de contacto del polvo foliar con el agua, se extrae todo el potasio soluble; no obstante, se recomienda agitar entre 15 y 30 minutos para garantizar una mayor homogeneidad en el contacto polvo-agua y, por tanto, en la extracción durante el trabajo de rutina. Otros autores han recomendado 30 minutos de agitación para extraer iones también fácilmente solubles en agua como los nitratos (Alcaraz *et al.*, 1975; Bar-Akiva, 1973).

Tabla I. Tiempo de extracción de K en medio acuoso

t (minutos)	K (%)*
5	1.59
10	1.51
15	1.53
20	1.55
25	1.54
30	1.53

*Cada valor es la media de cinco repeticiones

En las tablas II y III se muestra el nivel de precisión y exactitud de ambos métodos: la precisión de ambos métodos fue satisfactoria, pues los coeficientes de variación obtenidos fueron bajos, destacándose con mejor comportamiento el extracto acuoso.

Tabla II. Precisión de la extracción de K por los dos métodos

Método	N	% K			D.S.	C.V. (%)
		Valor máximo	Valor mínimo	\bar{X}		
Digestión húmeda	15	1.12	0.90	0.99	0.0740	7.40
Agua	15	1.72	1.58	1.64	0.0590	3.70

Tabla III. Exactitud de la extracción del K foliar por los dos métodos estudiados

Método	Muestra	Adición de K (ppm)	Concentración de la muestra		Recobrado (%)
			Sin adición (ppm)	Más adición (ppm)	
Extracto acuoso	1	25	24.0	49.0	100.0
	2	25	31.5	54.5	96.5
	3	25	28.0	51.0	96.2
	4	25	3.0	33.0	97.0
Digestión húmeda	1	25	23.0	46.0	96.0
	2	25	30.5	52.0	93.0
	3	25	26.0	49.0	96.0
	4	25	6.0	30.5	92.0

De igual forma, la exactitud de los métodos fue buena, obteniéndose un porcentaje de recobrado ligeramente superior en el extracto acuoso, lo que indica que existe una posible pérdida del potasio en el proceso de digestión ácida, provocando valores más bajos de K (%).

Los resultados hasta aquí obtenidos son similares a los encontrados por María Urquiza, Hortensia Esquivarosa y Elba Yero (1969), quienes señalan al extracto acuoso del potasio foliar como promisorio por su sencillez y rapidez. Estos autores también encontraron valores de K acuoso ligeramente superiores al obtenido por la digestión ácida, así como coeficientes de variación más bajos en el extracto acuoso. Bar-Akiva (1973) planteó que el K acuoso rendía un 85 % del total en las mismas muestras y que esos valores podían ser mejorados.

El estudio de la correlación entre los valores del K foliar obtenidos por ambos métodos en muestras de hojas de cítricos, arrojó un coeficiente de determinación elevado y altamente significativo (Tabla IV), existiendo un alto grado de relación entre los dos métodos, lo que permite utilizarlos indistintamente, en este caso preferentemente el extracto acuoso como una alternativa más rápida y económica para determinar el K foliar.

En la tabla V se da una caracterización estadística de las poblaciones de datos correspondientes a árboles con diferentes estados nutricionales en K. Se observa una mayor variabilidad de los datos para las concentraciones más bajas de K.

Tabla IV. Correlación y ecuación de regresión lineal entre ambos métodos de extracción de K foliar

n = 109 pares de datos	r**	r ^{2**}	Ecuación
H ₂ SO ₄ -Extracción con H ₂ O Y = K en digestión ácida X = K en el extracto acuoso	0.9374	0.8786	Y = 0.2125 + 0.833x

Tabla V. Caracterización estadística de las poblaciones con diferentes niveles de K

	\bar{x} (%)	D.S.	C.V. (%)	E.S.	Límite de confianza (99%)
K ₀	0.8188	0.1795	22.0	0.0270	±0.0696
K ₁	1.2317	0.1224	9.9	0.1880	±0.0487
K ₂	1.3847	0.1074	7.8	0.0150	±0.0388

Usando el criterio del límite de confianza calculado para cada conjunto de datos, se pudieron caracterizar las poblaciones de árboles con diferentes estados nutricionales en potasio (Tabla V). Asimismo, a partir de las medias poblacionales reflejadas en dicha tabla, se obtuvo el rango de valores que representa el estado nutricional satisfactorio que comprendió entre 1.02 y 1.3 %.

Para el caso del valor más bajo, este se obtuvo del punto equidistante entre las medias de K₀ (0.8188) y K₁ (1.2317). Para el valor más alto, de igual forma se tomó el punto equidistante entre K₁ (1.2317) y K₂ (1.3847).

El haber podido calibrar el método de extracción del potasio contra un experimento de niveles de fertilización potásica, permitió proponer de forma preliminar el rango de concentración foliar correspondiente al estado "satisfactorio", el cual puede ser utilizado para estimar el estado nutricional de la planta en este elemento cuando se determina en el extracto acuoso.

Al realizar algunas evaluaciones químicas comparativas entre ambos métodos, que pudieran esclarecer los más altos porcentajes de K en el extracto acuoso, se presentaron los siguientes resultados (Tabla VI):

- se observaron lecturas de absorvancia diferente solamente en las concentraciones más bajas, siendo el resto de los puntos coincidentes, por lo que al parecer solamente a bajas concentraciones del K pudiera el ión SO₄²⁻ ejercer un efecto negativo,
- los resultados de la tabla VII muestran valores de lecturas de absorvancia casi iguales, lo que indica que en este caso la presencia de Ca, Mg y SO₄²⁻ en las muestras no deben ejercer efecto negativo sobre las lecturas de K en la digestión ácida.

Tabla VI. Comparación de las curvas de calibración de KCl y K₂SO₄

K (ppm)	KCl (lecturas)	K ₂ SO ₄ (lecturas)
15	28	22
25	41	35
35	47	47
45	57	56
50	62	61
75	82	82
100	100	100

Tabla VII. Efecto de la adición de interferencias de Ca y Mg sobre la determinación de K usando como base la curva de calibración con K₂SO₄

K (ppm)	KCl (lecturas)	K ₂ SO ₄ (lecturas)	(a) K ₂ SO ₄ + CaCl ₂	(b) K ₂ SO ₄ + MgSO ₄	(c) K ₂ SO ₄ + CaCl ₂ + MgSO ₄
10	17	16	18	16	17
20	32	29	28	29	28
30	45	41	41	40	42
40	58	53	52	53	52
50	65	63	61	62	62
60	74	73	70	70	71
70	81	82	79	79	79
80	90	92	87	87	87
90	95	95	95	95	93
100	100	100	100	100	100

a) Ca = 80 ppm b) Mg = 8 ppm c) Ca = 80 ppm
Mg = 8 ppm

De estos resultados se puede inferir, para el caso de las muestras de cítricos, que los porcentajes de K más bajos obtenidos en la digestión ácida respecto al extracto acuoso, no parecen deberse a problemas de interferencias en la llama de iones sulfato, calcio y magnesio (los cuales se encuentran en mucha menor cantidad en el extracto acuoso), más bien parece ser debido a pérdidas en el proceso de la digestión en medio ácido.

Un análisis final de los resultados de este trabajo lleva a las siguientes conclusiones:

- la determinación del K en el extracto acuoso a partir del polvo foliar, permite evaluar este elemento de forma similar que cuando se utiliza la digestión ácida,
- el método presenta exactitud y precisión satisfactorias y superiores a la digestión ácida,
- el K acuoso caracteriza de forma satisfactoria poblaciones de árboles con el K foliar bajo, satisfactorio y alto, por lo que pueden utilizarse los valores preliminares de "satisfactorio" informados en este trabajo con fines de diagnóstico en el cultivo de los cítricos,
- los más bajos porcentajes de K en la digestión ácida respecto al extracto acuoso, parecen estar asociados a pérdidas en el proceso de digestión y no a influencias por cationes,
- el extracto acuoso del K foliar resulta un método más ventajoso que la digestión ácida, dada su rapidez, sencillez y economía de recursos (ácido y energía eléctrica).

BIBLIOGRAFIA

- Alcaraz, C. / *et al.*. Extracción y determinación de NO₃ en hojas de cítricos. *Anales de Edafología y Agrobiología* (Madrid) 34(11-12):1049-1059, 1975.
- Bar-Akiva, A. Nitrate in Citrus Leaves As a Means of Evaluating N Fertilizer Requirement of Citrus Trees. / A. Bar-Akiva. En: Congreso Mundial de Citricultura, 1, Murcia, 1973. - p. 159-163.
- Bar-Akiva, A. Nitrate N and Water Soluble Fractions of Other Macronutrients of Leaves As Guide For Mineral Nutrition in Citrus Orchards. / A. Bar-Akiva. En: International Citrus Congress, 4, 1981.
- Hernández, J. Comportamiento del naranjo Valencia late en suelo Ferralítico Rojo en relación con la fertilización potásica. *Cultivos Tropicales* (La Habana) 14(1):33-35, 1983.

Jackson, M. L. Análisis Químico de Suelos. / M. L. Jackson.- La Habana : Instituto del Libro, 1970.- 662 p.

Malavolta, E., H. Casale y C. Piccin. Diagnóstico Foliar em Citros. *Informações Agronomicas (Piracicaba)*58:4-6, 1992.

Unch, A. Potassium / A. Ulrich, O. Kenneth.- En: *Diagnostic Criteria for Plants and Soils*.- London : Chapman, 1986.- p. 362.

Urquiza, María N., Hortensia Esquijerosa y Elba Yero. Determinación de K en tejido foliar. II Extracción con agua. *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Suelos y Agroquímica (La Habana)* 1989.

Recibido: 17 de noviembre de 1993

Aceptado: 21 de enero de 1994

NUEVA TECNOLOGIA PARA LA PRODUCCION DE PAPA



Un grupo de investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana han elaborado una tecnología para la producción de papa para el consumo y "semilla".

Esta nueva tecnología contempla una forma distinta de preparación de suelos con pocas labores al introducir un implemento denominado tiller, el cual acorta el periodo de preparación del suelo y por tanto abarata el proceso de producción.

Otros aspectos que diferencian a esta tecnología de la tradicional son: mayor número de plantas por hectárea, de 60 mil a 44 mil, con el consiguiente aumento de la productividad de la tierra; el control de riego se hace por pronóstico, es decir, de una manera mucho más científica que en la tecnología anterior. Todas estas innovaciones permitieron obtener hasta 50 toneladas de papa por hectárea en condiciones experimentales.



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRICOLAS.

Subdirección de Desarrollo Técnico. Caseta Postal No. 1, Telef. 6-3773 y 6-3857. Télex: 056115 INCA CU,
San José de las Lajas, La Habana, Cuba.