

SEGUIMIENTO Y MANEJO NUTRIMENTAL DE LA PALTA 'HASS' EN EL DESIERTO DEL PERÚ

Fernández-Montoya, Cesar¹; Villavicencio-Guillermo, Yesenia¹; Salazar-García, Samuel²

¹Beggie Perú S.A., Manuel Olgún No. 335 Int. 1206, Urb. Los Granados - Santiago de Surco - Lima, Perú. Correo-e: cfernandez@beggieperu.com.pe. ²INIFAP- Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km 6 entronque carretera Internacional a Santiago. Santiago Ixcuintla, Nayarit 63300, México.

Resumen

El seguimiento nutrimental del palto (*Persea americana* Mill.) es útil para comparar los análisis foliares, de suelo, pulpa del fruto y sondas de succión de soluciones de fertirriego. Esto permite evaluar el estado nutrimental de huertos comerciales de palto y orientar los programas de fertilización para evitar desbalances o pérdida de fertilizantes por lavado. El monitoreo se realiza durante las principales etapas fenológicas del ciclo de cultivo de palto, desde el desarrollo floral hasta la cosecha. Con las herramientas de seguimiento nutrimental mencionadas se logran rendimientos sostenibles superiores a $15\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fruto de buena calidad y sin desórdenes fisiológicos en postcosecha. Esta estrategia de seguimiento nutrimental desarrollada en las zonas de la costa norte del Perú, en suelos con más de 90% de arena y ecosistema desértico, ha permitido el cultivo exitoso del palto. En este estudio se comparten algunas experiencias de la empresa Beggie-Perú sobre el seguimiento y manejo de la fertilización del palto.

Palabras claves adicionales: *Persea americana*, fenología, fertirriego, análisis vegetal.

MONITORING AND NUTRITION MANAGEMENT OF THE 'HASS' AVOCADO IN THE PERUVIAN DESERT

Abstract

Monitoring avocado (*Persea americana* Mill.) nutrition is useful for comparing leaf, soil, fruit pulp and suction probes of fertigation solutions analyses. This allows the assessment of the nutritional status of commercial avocado orchards and to guide the fertilization programs to avoid imbalances or fertilizers lixiviation. Monitoring is carried out during the main phenological stages of the avocado productive cycle, from floral development to harvest. With the mentioned nutritional monitoring tools, sustainable yields of over $15\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of good quality fruit with no postharvest physiological disorders are achieved. This nutritional monitoring strategy developed in areas of the northern coast of Peru, in soils with more than 90% sand and desert ecosystem has allowed the successful cultivation of avocado. In this paper we share some experiences of the Beggie-Peru company on the monitoring and management of avocado fertilization.

Additional keywords: *Persea americana*, phenology, fertigation, plant analysis.

Introducción

El palto es conocido por su alta exigencia energética y su relativamente baja exigencia mineral (comparado con especies cítricas y de hoja caduca); sin embargo, para producciones de 15 a $20\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ la demanda de nutrientes al suelo es significativa y debe ser reforzada con fertilización mineral (Wolstenholme, 1999). Las altas exigencias productivas de palto con fruta

de buena calidad exigen un manejo nutrimental más exigente optimizando los recursos y siendo más eficientes. Los principales objetivos del seguimiento nutrimental del palto son: 1) dar las condiciones óptimas para que los árboles expresen su máximo potencial de producción, 2) lograr un equilibrio entre altos rendimientos y buena calidad de los frutos, 3) ayudar a la toma de decisiones oportunas basado en análisis nutrimentales con relación a la fenología del árbol, 4) diagnosticar oportunamente deficiencias, toxicidades o desbalances nutrimentales en la planta y/o en el suelo.

El objetivo de esta contribución es compartir la experiencia del seguimiento de la nutrición del palto en fertirriego y su respuesta a la fertilización en suelos arenosos y clima desértico de Virú, Trujillo, La Libertad, Perú.

Materiales y Métodos

La evaluación del estado nutrimental considera los siguientes aspectos:

Análisis de suelo

Se realiza al iniciar la campaña del palto en agosto (fin el invierno en el hemisferio sur). El propósito es conocer cuántos nutrimentos del suelo estarán disponibles para la planta y lo que debería ser adicionado en forma de fertilizante para obtener rendimientos adecuados. El procedimiento de muestreo se determina de acuerdo al área a manejar. No se deben mezclar diferentes tipos de suelos, ni diferentes edades de árboles si su vigor es notoriamente diferente del resto, en ese caso, tomar una muestra separada de esa área.

Con una pala se excava un corte en forma de V a una profundidad de 0 a 30 cm. Realizarlo en 25 puntos de muestro, o submuestras, en el terreno seleccionado (de 2ha aproximadamente). Colocar todas las submuestras en una cubeta de plástico limpia y mezclarlas. Tomar una muestra de 2 kg del suelo mezclado y depositarla en una bolsa de plástico limpia e identificada, incluyendo la fecha del muestreo.

Se espera que los resultados del laboratorio estén relacionados con la respuesta del cultivo a la fertilización además de conocer sus principales características físicas y químicas y obtener información de los nutrimentos disponibles para la planta, aunque no refleja lo que la planta efectivamente absorbe (Lahav et al., 2013). Entonces, su interpretación debe considerar los análisis vegetales.

Análisis foliar

Los muestreos de hojas para su análisis químico-nutricional inician en agosto (campaña nueva). Es muy importante considerar la fecha y el tipo (edad y flujo vegetativo) de hoja a muestrear y la etapa fenológica del cultivo. Las muestras foliares deben ser de árboles sanos, representativos del huerto, del mismo cultivar y de edad similar, de sectores de suelo similares, etc.

Las hojas a recolectar deben provenir del flujo vegetativo de primavera y de ramillas sin fruta. El crecimiento de primavera se reconoce que se presenta durante o poco después de la floración principal (del final de invierno) (Lahav et al., 1990). Para evitar errores en el tipo y edad de las hojas, es necesario marcar los brotes al inicio de su crecimiento para realizar los muestreos a lo largo de la campaña.

Se marcan 50 árboles distribuidos de forma aleatoria en el área seleccionada. Estos serán los que se muestrearán durante todo el seguimiento. Evitar árboles situados en los bordes de la parcela. Las etapas fenológicas donde se recolectan las muestras son: anthesis, cuajado, fruto tamaño aceituna (20 a 34 mm Ø), crecimiento del fruto I (35 a 45 mm Ø), crecimiento del fruto II (46 a 60 mm Ø), crecimiento del fruto III (61 a 70 mm Ø), fruto con $\geq 21.5\%$ de materia seca y fruto a media cosecha. Las muestras se colectan de los brotes etiquetados, dos hojas por árbol, formando una muestra compuesta del área muestreada.

El análisis foliar realizado en las principales etapas fenológicas del cultivo es una herramienta importante en paltos cultivados con fertirriego ya que permite evaluar su evolución nutricional y aplicar medidas correctivas a la plantilla de fertilización (Lahav et al., 1990; Lahav et al., 2013).

Análisis de pulpa

Las etapas fenológicas del desarrollo del fruto son las que determinan la fecha de muestreo, no una fecha de calendario. Las muestras se obtienen de 50 árboles marcados al inicio de la campaña (mismos árboles que se emplearán para el muestreo foliar). El crecimiento de se divide en cinco etapas, según su diámetro o madurez: tamaño aceituna (20 a 34 mm Ø), crecimiento I (35 a 45 mm Ø), crecimiento II (46 a 60 mm Ø), crecimiento III (61 a 70 mm Ø), fruto con $\geq 21.5\%$ de materia seca y fruto a media cosecha. La cantidad de frutos colectados en cada etapa de crecimiento del fruto son: aceituna (40 frutos), crecimiento I (25 frutos), crecimiento II (20 frutos), crecimiento III (10 frutos). Una vez los frutos alcanzan $\geq 21.5\%$ de materia seca en la pulpa se recolectan ocho frutos y en media cosecha se toman seis frutos.

Los frutos se separan en sus diferentes partes: piel, pulpa y semilla. Sólo se manda a analizar la pulpa que previamente debe ser deshidratada en un horno de microondas, para ser enviadas a su análisis nutrimental.



Figura 1. Procedimiento de toma de muestras de hojas y pulpa de aguacate.

Análisis de sondas

La solución de fertirriego (SFR) extraída está compuesta por el agua de riego más los fertilizantes aplicados. El objetivo de su análisis es cuantificar cuánto de los nutrimentos aplicados está siendo absorbido por la planta en diferentes profundidades del suelo y a través del tiempo. Usualmente se instalan tres sondas (cápsulas) ubicadas a 20, 40 y 60 cm de profundidad, que es donde se ubica la mayor actividad de raíces.

Para tomar las muestras de SFR se aplica el vaciado de aire a cada una de las sondas de succión mediante una bomba de vacío, evitando la entrada de aire a través de la cápsula porosa. En los paltos cultivados en arenas de la costa norte del Perú es común que se apliquen hasta cuatro riegos diarios. Para favorecer la entrada de la SFR a la sonda se deja que recolecte la SFR por 24 h, luego se toma cada una de las SFR que hay en el interior de cada sonda, se identifican y se envían al laboratorio para su análisis. El análisis de la SFR de las sondas ayuda a establecer las épocas de mayor demanda de los distintos nutrientes por la planta, de manera que su aporte sea regulado. También proporciona información sobre la disponibilidad y lixiviación de cada nutriente.

Todos los muestreos programados para una campaña de palto se realizan de acuerdo a su fenología (Cuadro 1).

Cuadro 1. Etapas fenológicas de aguacate para los distintos muestreos realizados para el seguimiento nutrimental.

Núm.	Etapas fenológicas (en frutos, según su diámetro)	Suelo	SFR ^z	Profundidad de la sonda (cm)			Tejidos	
				20	40	60	Foliar	Fruto
1	Desarrollo yemas florales	1	1	1	1	1	1	
2	Flor en antesis (>50%)		1	1	1	1	1	
3	Cuajado de frutos (6 mm)		1	1	1	1	1	
4	Tamaño aceituna (20 a 34 mm)		1	1	1	1	1	1
5	Crec. Fruto I (35 a 45 mm)		1	1	1	1	1	1
6	Crec. Fruto II (46 a 60 mm)		1	1	1	1	1	1
7	Crec. Fruto III (61 a 70 mm)		1	1	1	1	1	1
8	Inicio cosecha (>21.5% m.s.)		1	1	1	1	1	1
9	Media cosecha		1	1	1	1	1	1
	Total	1	9	9	9	9	9	6

^zSolución de fertirriego

Resultados y Discusión

El diagnóstico nutrimental durante el desarrollo del cultivo es útil para detectar necesidades y/o desbalances nutrimentales en el palto cultivado con fertirriego. Es necesario conocer la fenología del palto (Figura 2), la identificación de los flujos de crecimiento vegetativo para la identificación de las hojas y saber su respectiva edad a través de los diferentes muestreos. Las muestras obtenidas del seguimiento planteado muestran la respuesta a los nutrientes suministrados y la demanda del palto. También se apreciarán los cambios en la concentración de nutrimentos conforme aumenta la edad de los tejidos muestreados y ayuda a evitar cambios innecesarios a la plantilla de fertilización.

La aplicación de nutrimentos está en función de la demanda y la fenología, lo cual constituye la base de la fertilización de sitio específico del palto. Basándose en este seguimiento implementado en la empresa Beggie-Perú, se determina la plantilla tentativa a trabajar y al seguimiento en una superficie de 240ha (Figura 3).

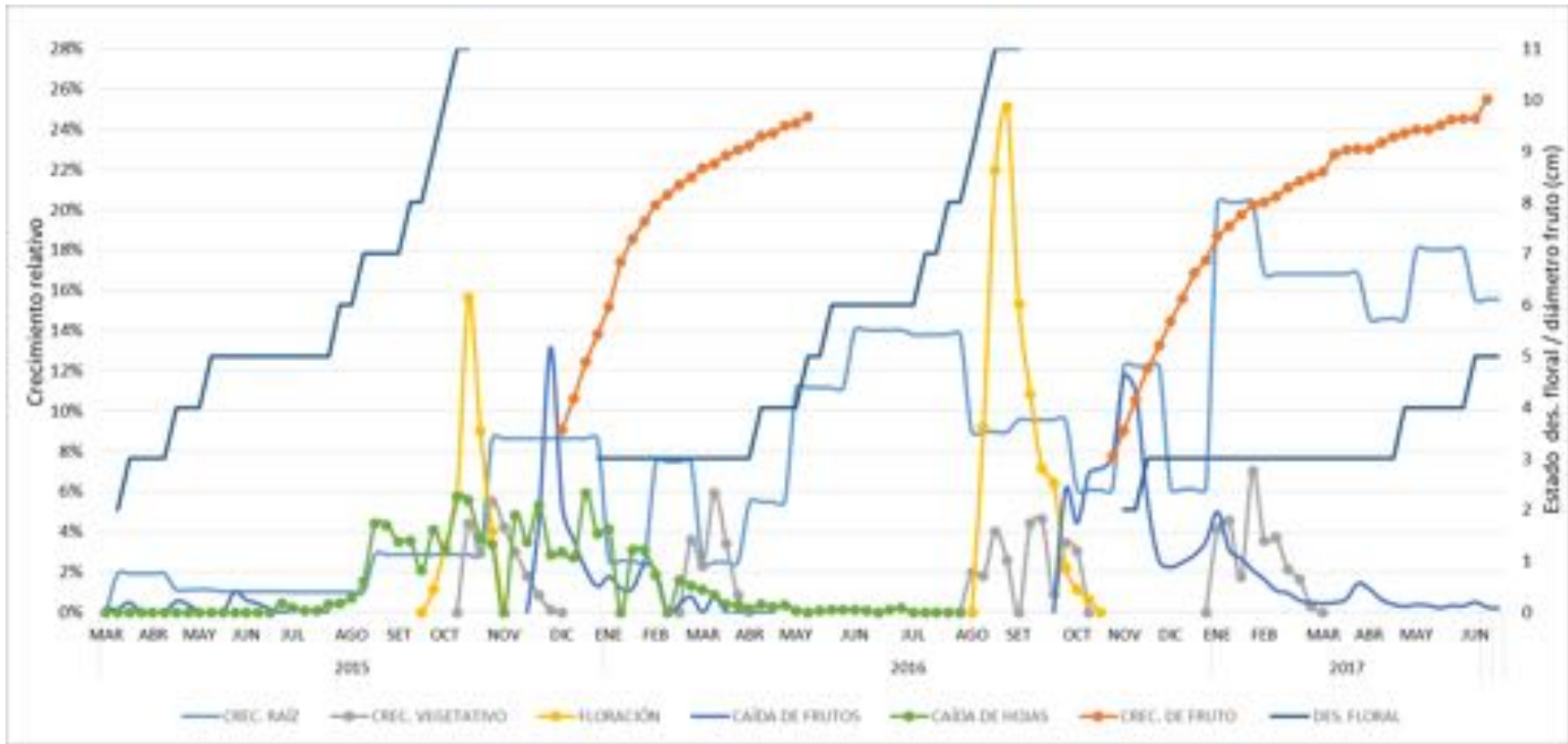


Figura 2. Fenología del palto 'Hass' en el Fundo Beggie-Perú.

FENOLOGÍA		Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
Desarrollo floral														
Crec. de raíces														
Crec. Vegetativo														
Floración principal														
Cuajado de fruto														
Crec. fruto principal														
Caída de fruto														
Cosecha														
NUTRIENTE	PLANTILLA	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	TOTAL
N	Poyectada	14.04	17.28	17.28	17.28	19.22	19.66	19.44	19.44	19.44	18.36	17.28	17.28	216.00
	Ejecutada	17.19	17.19	16.63	17.52	20.33	21.59	19.75	7.54	20.07	21.08	20.07	20.07	219.05
P ₂ O ₅	Poyectada	11.55	5.17	4.13	3.91	4.35	5.61	5.23	4.29	3.25	2.59	2.48	2.48	55.00
	Ejecutada	4.19	5.13	3.48	4.07	4.83	6.78	5.91	2.07	5.52	5.84	4.71	4.71	57.25
K ₂ O	Poyectada	17.33	18.90	20.48	20.48	23.63	34.65	31.50	28.35	28.35	28.35	31.50	31.50	315.00
	Ejecutada	21.48	26.70	27.89	28.51	37.85	43.52	33.80	11.61	30.92	27.94	28.57	28.57	347.36
CaO	Poyectada	-	6.44	6.99	13.80	12.88	3.31	-	2.58	-	-	-	-	46.00
	Ejecutada	5.29	7.21	8.69	12.70	12.31	5.97	-	-	-	4.05	-	-	56.22
Zn	Poyectada	5.28	4.06	2.48	2.36	1.86	1.76	0.74	0.26	0.10	0.10	0.50	0.50	20.00
	Ejecutada	3.75	4.00	4.74	3.24	2.24	3.74	0.73	0.07	0.23	0.49	0.34	0.34	23.91
B	Poyectada	0.75	0.47	0.34	0.22	0.32	0.23	0.16	0.10	0.09	0.04	0.14	0.14	3.00
	Ejecutada	0.46	0.53	0.59	0.34	0.21	0.37	0.16	0.02	0.08	0.12	0.06	0.06	3.02

Figura 3. Plantilla de fertilización para rendimiento de 16 t·ha⁻¹ en palto ‘Hass’. Los valores en las celdas corresponden a kg·ha⁻¹ de cada nutriente, no de kilogramos de fertilizante.

La diversidad y cantidad de nutrimentos suele ser distinta cada año, en función de la fenología, la meta de producción y la eficiencia de los métodos de aplicación de fertilizantes, entre otros factores. La Figura 3 muestra la plantilla de fertilización proyectada para el ciclo del cultivo 2016-17 en árboles de cinco años después del injerto en campo que estaban en su cuarta campaña (ciclo productivo). Para este ciclo la plantilla de fertirriego sólo incluyó N, P, K, Ca, Zn y B para una meta de rendimiento de 16 t·ha⁻¹. De acuerdo al seguimiento realizado se hicieron ajustes que tendieron al alza. Se aplicó calcio (CaO) en agosto porque se adelantó la floración y se volvieron a aplicar 4.05 unidades en mayo, casi al iniciar la cosecha porque se detectaron concentraciones bajas de Ca en la pulpa, logrando así restablecer las concentraciones a la normalidad. El potasio (K₂O) se incrementó desde los primeros meses debido a una mayor cantidad de fruto en el árbol.

Los requerimientos del cultivo fueron mayores a lo planteado por lo que la plantilla ejecutada terminó con incrementos de 1.4% en N, 4.1% de P₂O₅, 10.3% de K₂O, 22.2% de CaO, 19.6% de zinc (Zn) y 0.5% de boro (B) para un rendimiento obtenido en esta campaña de 18t·ha⁻¹. Los ajustes realizados en la plantilla de fertilización tuvieron un efecto positivo sobre la vida postcosecha de la fruta y sobre la evolución de la condición de almacenaje, destacando lo referente al calibre de fruto, obteniéndose un peso promedio de fruto de 245 g. No hubo reportes en los mercados destino sobre presencia de desórdenes fisiológicos ni enfermedades en

postcosecha. Es conocido que son diversos los factores que determinan el comportamiento del fruto durante el periodo de almacenaje en frío y la vida de anaquel. De los principales factores de campo destacan el clima, suelo, vigor del árbol (portainjerto), manejo del riego, fertilización y estado de madurez al momento de cosecha (Kruger et al., 1999; Berger, 1996; Arpaia y Eaks, 1990; Ginsberg, 1985).

Al nivel comercial, el seguimiento nutrimental en hojas y pulpa son muy útiles para relacionar los cambios en la concentración de los nutrimentos analizados con el rendimiento. Como ejemplo, a continuación, se muestra la evolución de la concentración de N y K foliar (Figuras 4 y 5), así como N y Ca en la pulpa durante un ciclo de cultivo (Figuras 6 y 7), nutrimentos clave para el rendimiento, tamaño y calidad del fruto. Se persigue que en cada muestreo las concentraciones se ubiquen dentro de los intervalos definidos como normales para mantener un adecuado crecimiento y desarrollo del palto que permita producir buenos rendimientos. Si la concentración de uno o varios nutrimentos se encuentra por debajo de la normalidad puede afectarse el potencial de producción del árbol por lo que una vez detectada la causa deben aplicarse correcciones.

En general, las concentraciones foliares de N y K se mantuvieron entre los límites de normalidad, la mayor parte de la campaña del palto (Figuras 4 y 5). El nitrógeno mostró dos descensos en las etapas de cuajado de fruto y cuando el fruto estaba en la etapa de crecimiento 3 (Figura 4) por lo que se adicionó 5% más de N para recuperar las concentraciones y evitar la defoliación de los árboles posterior a la cosecha y/o la mayor proporción de inflorescencias de tipo determinado.

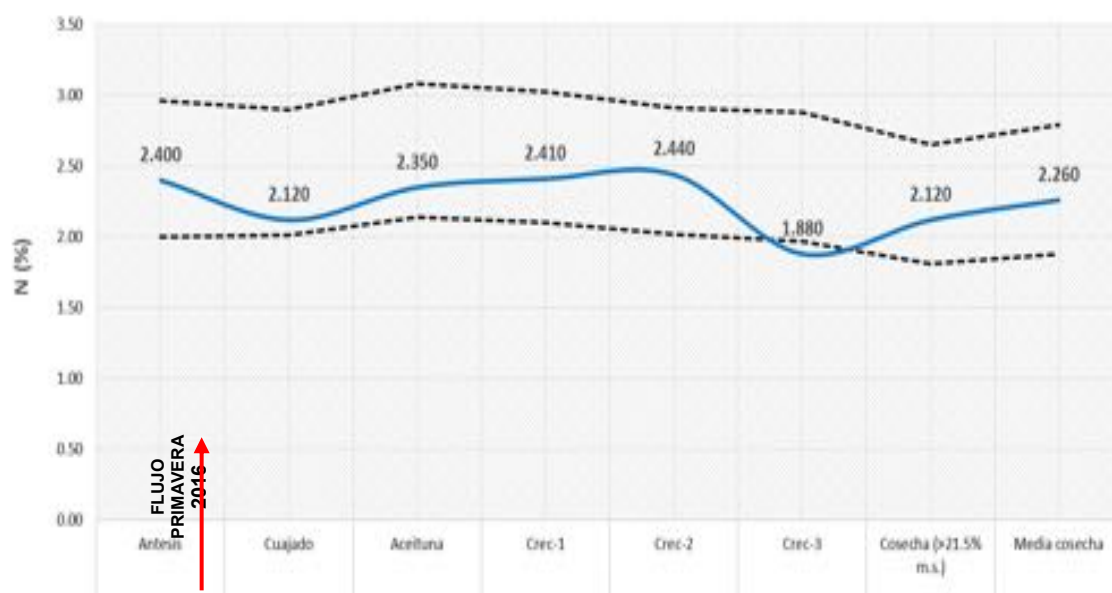


Figura 4. Evolución de la concentración de nitrógeno en hojas del flujo de primavera en palto ‘Hass’.

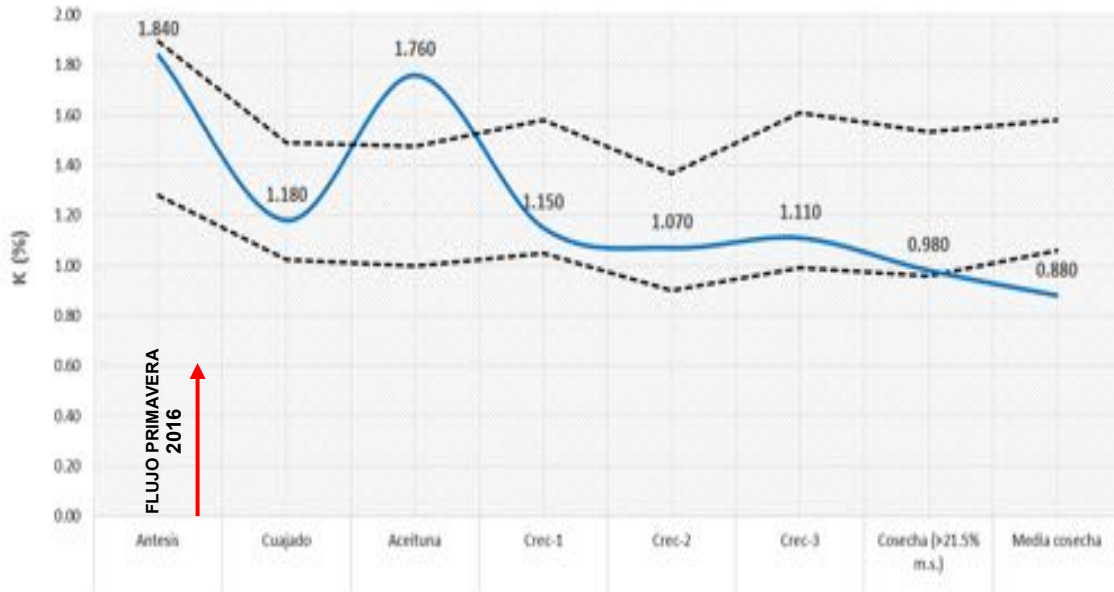


Figura 5. Evolución de la concentración de potasio (K) en hojas del flujo de primavera en palto 'Hass'.

Respecto a las concentraciones de N y Ca en la pulpa, se detectaron concentraciones abajo de lo normal para el muestreo de fruto en etapa de crecimiento 3 (Figuras 6 y 7). La fertilización con N y Ca fue efectiva hasta el crecimiento 2. Ya para el muestreo de pulpa en el crecimiento 3 se observó un descenso de ambos nutrimentos por lo que se adicionaron unidades extras de N y Ca en mayo, obteniéndose concentraciones normales para la cosecha.

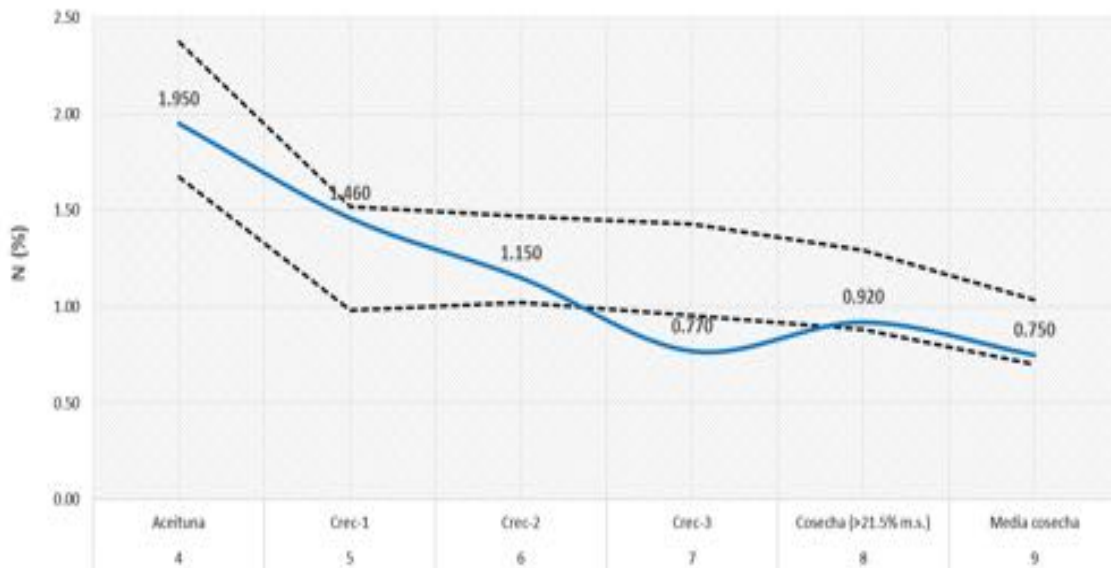


Figura 6. Evolución de la concentración de nitrógeno (N) en la pulpa del fruto de 'Hass'.

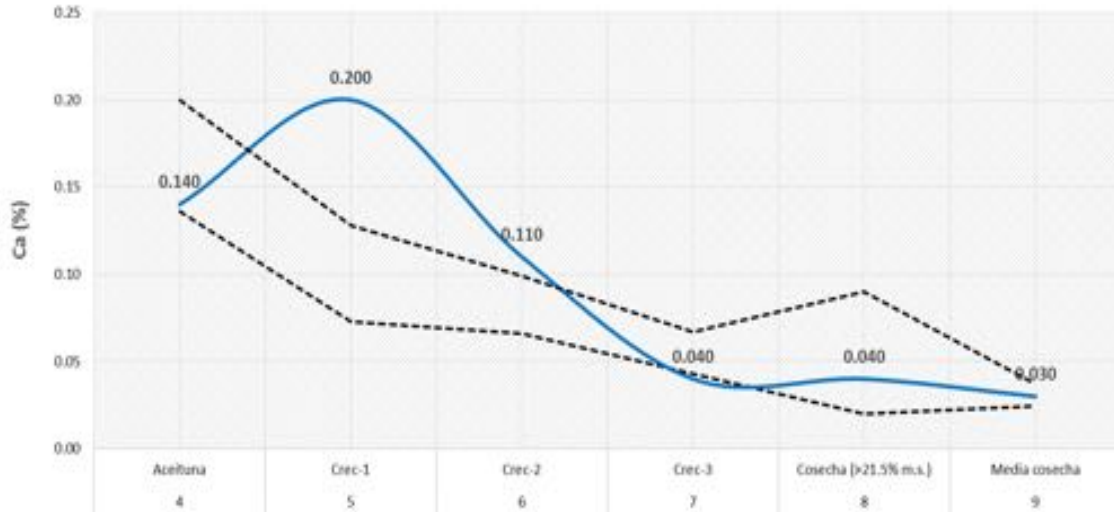


Figura 7. Evolución de la concentración de calcio (Ca) en la pulpa del fruto de 'Hass'.

El seguimiento de las SFR mediante las sondas de succión mostró poca lixiviación del nitrógeno aplicado (Figura 8). En el caso del potasio, las pérdidas por lixiviación fueron superiores (Figura 9). Esta situación es debida a la baja actividad de raíces en la etapa de crecimiento 2 del fruto y las láminas de sobre riego aplicadas para mitigar el intenso calor de la primavera-verano, aspectos que tendrán que ser modificados para la próxima campaña.

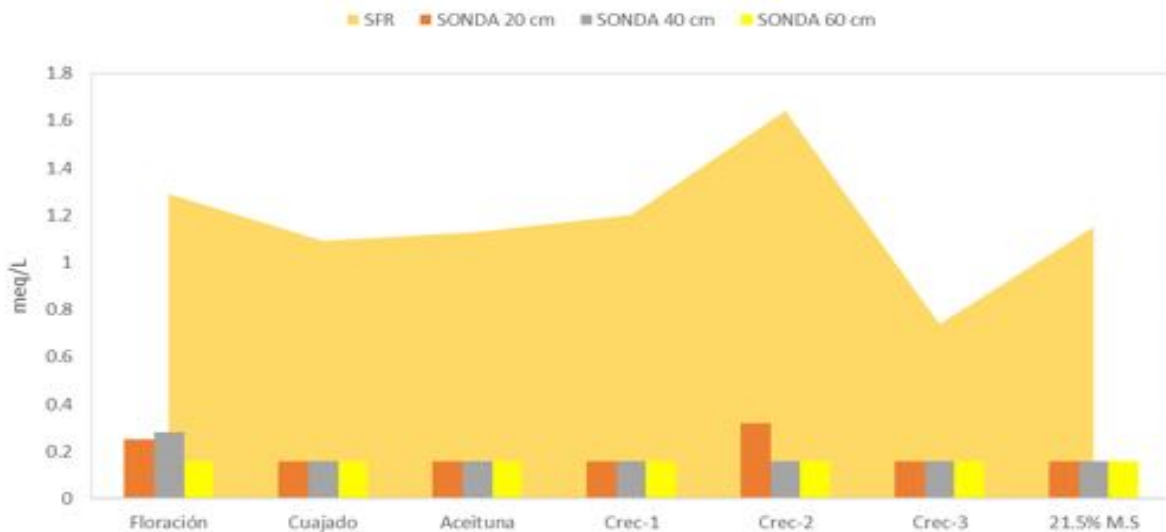


Figura 8. Evolución de la concentración de NO_3^- en el suelo. La franja color mostaza es la SFR (solución de fertirriego) aplicada y las barras lo recuperado por las sondas en 24 h.

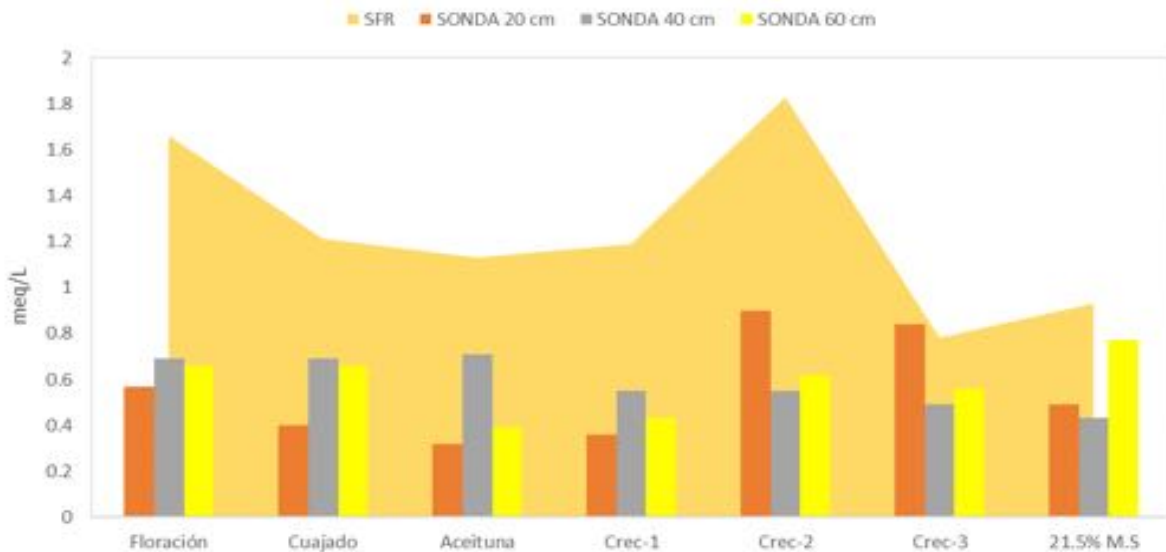


Figura 9. Evolución de la concentración de K⁺ en el suelo. La franja color mostaza es la SFR (solución de fertirriego) aplicada y las barras lo recuperado por las sondas en 24 h.

Literatura Citada

- Arpaia, M.L., and I. Eaks. 1990. Avocado fruit quality as influenced by preharvest cultural practices. *California Avocado Society Yearbook* 74:35-42.
- Berger, H. 1996. Nuevas opciones en el manejo de fruta después de cosecha. pp. 93-98. In: Razeto, B. y T. Fichet (Eds.). *Cultivo del palto y perspectivas de mercado*. Santiago, Universidad de Chile Facultad de Agronomía. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45.
- Ginsberg, L. 1985. Postharvest physiological problems of avocados. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 8:8-11.
- Kruger, F., N. Claassens, M. Kritzinger, and V. Claassens. 1999. A short review of recent research on the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 (Núm. Especial):339-345.
- Lahav, E., A.W. Whiley, and D.W. Turner. 2013. Irrigation and mineral Nutrition. pp. 301-341. In: Schaffer, B., B.N. Wolstenholme, and A.W. Whiley (Eds.). *The Avocado: Botany, Production and Uses*, 2nd. Ed. CAB International. UK.
- Lahav, E., Y. Bar, and D. Kalmar. 1990. Effect of nitrogenous fertilization on the annual variations in nutrients in avocado leaves. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 21:1353-1365.
- Wolstenholme, B. 1999. Aspects of avocado nutrition with emphasis on boron and organic mulching. In: Arpaia M., y R. Hofshi (Eds). *Proc. Avocado Brainstorming' 99*. Riverside, California. 27-28 October 1999. p.37.