

DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES, MEDIANTE SONIDAS EXTRACTÓMETRAS Y ANÁLISIS FOLIARES EN PALTO (*Persea americana* Mill) CV HASS.

M. Mattar¹ y C. Pizarro²

¹ Facultad de Agronomía Universidad de Las Américas, Santiago. Manuel Montt 948. marcomattar@123.cl

² Universidad del Mar, Valparaíso.

En los últimos años la técnica de fertirriego se ha incorporado como una herramienta importante en el manejo de los huertos frutales. Al entender el concepto de fertirriego como una forma de aportar nutrientes en base a la demanda del cultivo, se realizó una investigación durante 3 temporadas en 3 huertos de paltos de buena productividad ubicados en la zona de Ovalle, Cuarta Región. Se utilizó la técnica de extracción de solución de suelo a tres profundidades; y junto con esto, se tomó muestra foliar para su análisis. El objetivo de esto fue determinar el nivel de concentración de cada nutriente en la solución de suelo, en la cual el palto absorbe. Además se determinó la concentración en la cual se produce lixiviado de nitratos en el manejo de la fertirrigación. La muestra foliar se utilizó para descartar si la desaparición del nutriente de la solución de suelo en las 3 profundidades se debió a absorción por parte de la planta o por absorción en el suelo y fijación por la materia orgánica para el caso de los cationes, e interacción de los nutrientes con el agua de riego, principalmente bicarbonatos presentes en ésta. Además junto con esto, se determinó la curva foliar para cada nutriente durante el ciclo de cultivo.

DETERMINATION OF THE NUTRIENT ABSORPTION CURVE, USING EXTRACTOMETRIC SONDA AND FOLIAR ANALYSIS IN HASS AVOCADO (*Persea americana* Mill)

M. Mattar¹ and C. Pizarro²

¹ Facultad de Agronomía Universidad de Las Américas, Santiago. Manuel Montt 948. marcomattar@123.cl

² Universidad del Mar, Valparaíso.

In the last years, fertigation has been incorporated as an important tool for fruit orchard management. By understanding the concept of fertigation as a way of providing nutrients to the crop according to requirements, an investigation was made during three seasons in 3 good productivity avocado orchards, located in the zone of Ovalle, Region of Coquimbo, Chile. Soil solution extraction was carried out at three different depths, along with a foliar sample for analysis. This was done with the objective of determining the concentration level for each nutrient contained in the soil solution, from where avocado tree absorbs. The concentration in which nitrate leaching in fertigation management is produced, was also determined. The foliar sample was used to find out if the disappearance of nutrient in soil solution from the 3 depths occurred because of plant absorption or because of organic matter absorption and fixation in the soil, in the case of cations; as well as interaction of nutrients with irrigation water, mainly with bicarbonates present in water. Besides, the foliar curve for each nutrient was determined during the crop cycle.

INTRODUCCIÓN

El procedimiento de control de Nutricional de cultivos bajo riego localizado consiste en evaluar de forma continua la respuesta de la planta a la solución fertilizante aplicada, así como el seguimiento y control fisiológico de la misma.

El proceso se refiere al control de la absorción y asimilación de elementos por parte de la planta, basándose para ello en el estudio de la dinámica de iones a lo largo del perfil radicular, así como su relación con la composición química de diferentes órganos vegetales (hoja, savia, fruto, etc.).

Con esto se persigue asegurar un óptimo aprovechamiento nutricional e hídrico por parte de la planta, minimizando los posibles impactos ambientales ocasionados por excesos de fertilizantes, sobre uso de plaguicidas, etc.

La evaluación continua de la dinámica de iones en el perfil se lleva a cabo mediante el análisis y estudio de las soluciones de suelos extraídas con sondas de succión a varias profundidades del perfil radicular.

Si a la dinámica de iones se agrega su relación con la composición química de la evolución de nutrientes en hojas y frutos, se puede conocer:

- Las necesidades de la planta en cada momento y a lo largo del ciclo (nutrientes, agua, etc.).
- La solución fertilizante más adecuada a aportar en cada estadio del ciclo para cada sistema suelo-planta-agua.
- Los coadyuvantes y formas químicas de elementos más adecuados a utilizar en cada perfil edáfico para asegurar la mejor disponibilidad iónica de nutrientes.
- La forma de evitar y superar antagonismos y desequilibrios nutricionales
- Lo que la planta no aprovecha (solución de drenaje o lixiviado), minimizando así el impacto ambiental.

Este procedimiento de control nutricional permite completar al máximo el balance de masa del sistema Suelo-agua-planta, y con ello se puede:

1. Evaluar rápidamente y con el mínimo riesgo la eficiencia de cualquier actuación técnico-química relacionada con dicho sistema.

2. Minimizar posibles impactos ambientales, impactos económicos, impactos fisiológicos.

3. Potenciar la calidad final del producto y la productividad.

Interpretación y diagnóstico:

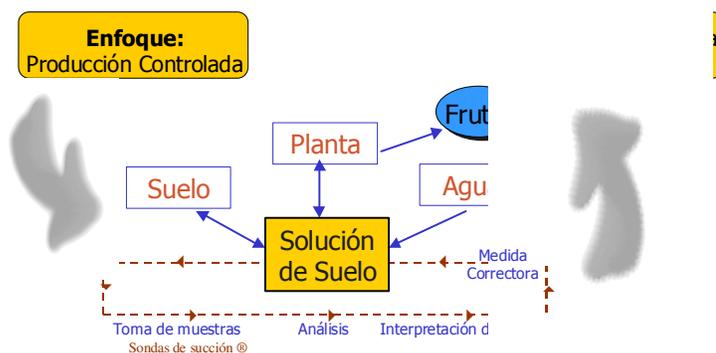
A partir del análisis de soluciones de suelo se obtiene la siguiente información:

- En forma independiente la disponibilidad de cada elemento químico.
- En forma global la existencia de sinergias y antagonismos y la información sobre gradiente hídrico.
- La dinámica y tránsito de iones, como estos son absorbidos, en que medida y forma iónica, ambiente redox, disponibilidad fisiológica del agua y la existencia de precipitaciones, movilizaciones, intercambios iónicos.

A partir del análisis de la solución fertilizante (SFR) se conocerá:

- Calidad y composición de los distintos fertilizantes.
- Precipitados u obstrucciones en el sistema de riego.

A partir de análisis foliares se obtiene información acerca de la capacidad del árbol para absorber y utilizar los nutrientes aportados en la solución fertilizante y por el suelo.



MATERIALES Y MÉTODO

Ubicación del ensayo:

El trabajo se realizó en la zona de Ovalle, Cuarta región entre los meses de Agosto hasta Abril . En huertos de Paltos (*Persea americana* mill.) var. Hass. Se utilizaron cuatro predios de la zona, Fundo Pedregal, Ovalle alto, Con árboles de 3 años, con una distancia de plantación de 6x3 con una superficie de 12 hectáreas, una cosecha a partir de Junio –Julio.

Fundo Paloma Estates, en la zona de Sotaquí, de 10 años con una distancia de plantación de 7x6, con superficie de 80 hectárea.

Agrícola Canta Rana, con árboles de 3 años con una distancia de 6x4.

Cerrillo Tamaya, Ovalle bajo, zona de Punitaqui, con 6 años, una distancia de plantación de 6x4 .

Se utiliza riego por goteo con dos hileras con goteros cada 50cm. con un caudal de 4lt/hr.

Sondas de succión:

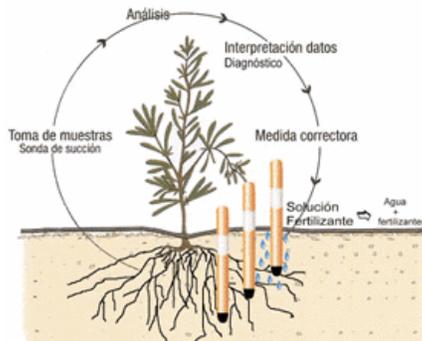
La sonda (Agriquem ®) consiste en un material que sirve para la extracción de solución de suelo a tres profundidades 20,40 y 60 cm. donde ellas son ubicadas, en la zona del bulbo radicular y bajo el emisor, del gotero. Consisten en un tubo de PVC que en su parte inferior tiene una cápsula micro porosa de cerámica, lugar por donde se absorben o penetra la solución de suelo hacia su interior. Posteriormente desde esa sonda serán extraídas las muestras para ser enviadas a laboratorio para su análisis.

Análisis Foliar

El análisis foliar es realizado como una metodología de control sobre el estado nutricional de la planta. La toma de estas muestras es un complemento de la toma de muestras de las sondas.

Solución fertilizante:

Consiste en aplicar los fertilizantes más agua de riego aportados al sistema de riego.



Por lo tanto cada 20 días se toma la muestra que consistió en la solución de suelo de cada sonda, solución fertilizante en tiempo real de riego, muestra foliar y análisis de agua. En total 8 veces en la temporada este procedimiento.

RESULTADOS

NITRATOS

Una forma en la que se encuentra disponible el nitrógeno inorgánico por las plantas, es en forma de nitrato, y este se encuentra disuelto en la solución del suelo.

La gráfica muestra que las cantidades de Nitrato son absorbidas desde Agosto a Diciembre, alcanzando la máxima absorción en el mes de Febrero con cantidades de 1,71 (meq L-1.)

En Enero, cesa la absorción del elemento, debido a un aumento en el aporte de agua de riego por lo tanto la concentración del nutriente bajo, y por ende la baja absorción del elemento provocando que la absorción del elemento sea nulo.

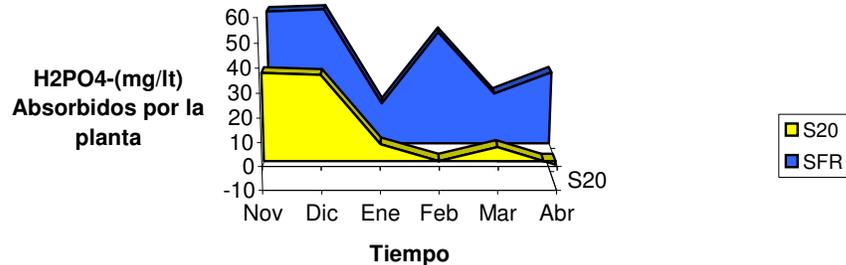
Debido a su carga negativa el poder de adsorción de los suelos es muy bajo por lo que las sales de nitrato son muy solubles y aumentan las posibilidades que se produzcan lixiviaciones del anión.

Las lixiviaciones provocadas por un exceso de riego se corroboran ya que al realizar un próximo muestreo a fines del mes cuando se ha corregido este manejo, las cantidades de nitrato comienzan a ser absorbidas y en mayores cantidades a los 60 cm. cuando los valores de absorción alcanzan los 1.12(meq L-1).

Navarro (2000) señala, que aunque el nitrógeno nítrico, descienda en el suelo por lavados, inversamente también puede subir por capilaridad en los periodos de sequía.

FOSFORO

Curva de Absorción de Fósforo PALOMA ESTATES 2003/04



Navarro (2000) señala, que el elemento para que pueda ser asimilado, es necesario que se encuentre como $H_2PO_4^-$

El mismo autor señala que el Fósforo se encuentra disponible en mayores cantidades con pH entre 6 y 7.

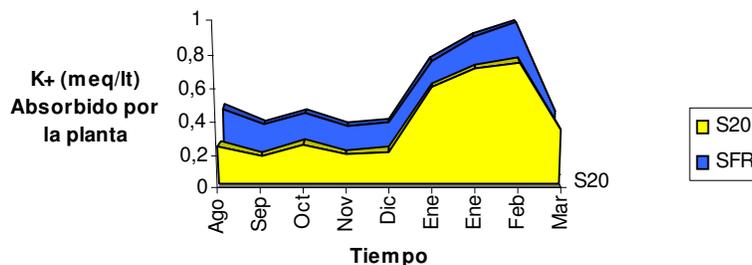
Los análisis de solución de suelo muestran que el pH fluctúa entre 6 hasta 8,8 que ya es alto, lo que produce insolubilización, formando precipitados como fosfato cálcico.

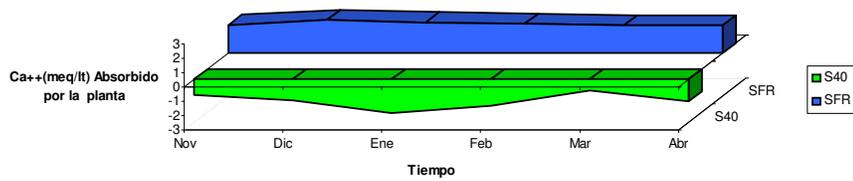
El Fósforo por ser un elemento poco móvil, no sufre grandes lixiviaciones si no que, no está disponible para la planta. (Navarro, 2000)

Al aplicar fertilizantes fosforados no se aplicó neutralizando los bicarbonatos del agua de riego con lo cual se vio que la absorción del ion fosfato comienza a ocurrir a partir de 15 ppm en la solución fertilizante, observándose respuesta positiva a la absorción hasta con 100 ppm.

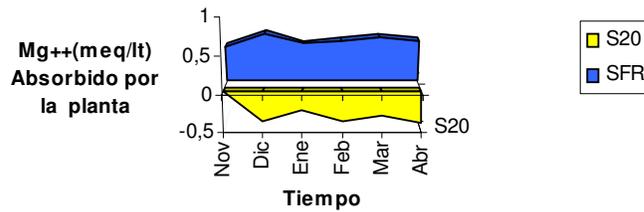
POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO

Curvas de Absorción de Potasio CANTA RANA 2003/04





Curva de Absorción de Magnesio PALOMA ESTATE 2003/04



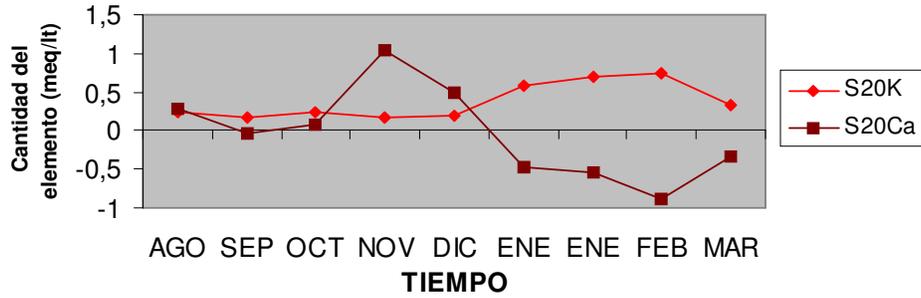
El potasio al comparar la gráfica de solución de suelo con las curvas fonológicas del cultivo, nos indica que se encuentra la absorción relacionada con el crecimiento vegetativo y con la floración y cuaja.

En los meses de Noviembre y Diciembre la absorción se encuentra ente los 20-40cm. de profundidad a los 60 cm. ya no se esta absorbiendo lo que muestra que el elemento se esta lixiviando, o en forma contraria se están produciendo antagonismos con otros elementos, existiendo competencia por entrar a la planta

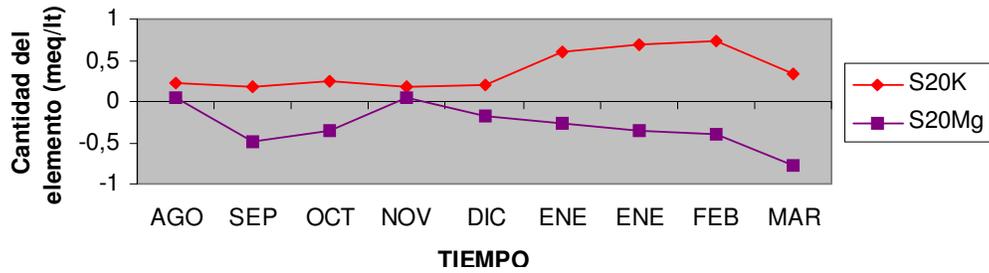
Durante los meses de Enero- Marzo los niveles de absorción aumentan considerablemente ya que se presenta una caída de frutos y comienza el segundo flash de crecimiento vegetativo donde el Potasio comienza a ser requerido y se muestra, que a nivel foliar los niveles pasan a ser altos.

En los campos en estudio se observo que es marcado el antagonismo potasio, calcio magnesio con lo cual la absorción de los cationes bivalentes fue negativa.

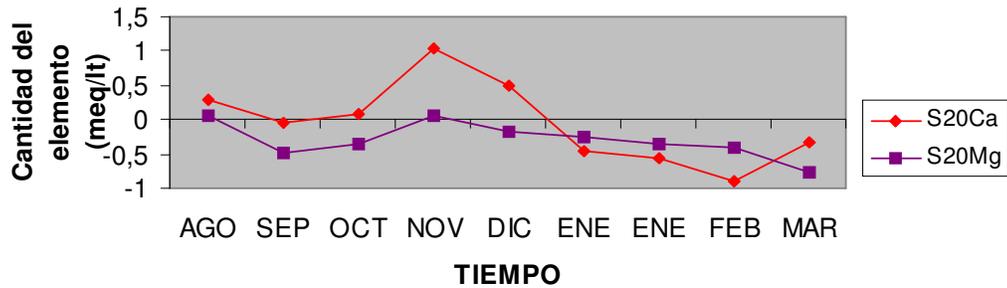
**Curvas de antagonismos entre Potasio/Calcio
CAMARICO 2003/04**



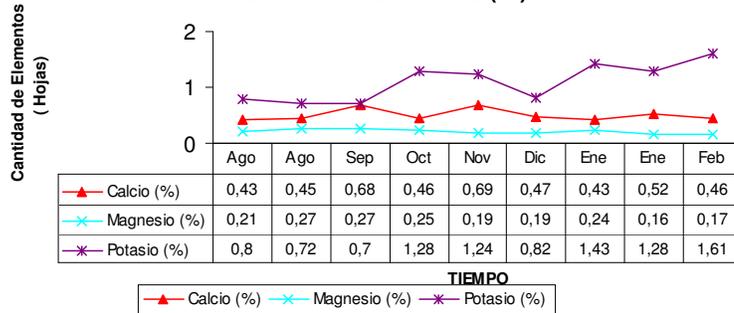
**Curva de antagonismo entre Potasio/Magnesio
CAMARICO 2003/04**



**Curva de antagonismo entre Calcio/Magnesio
CAMARICO 2003/04**



Curvas de Análisis Foliare (%)



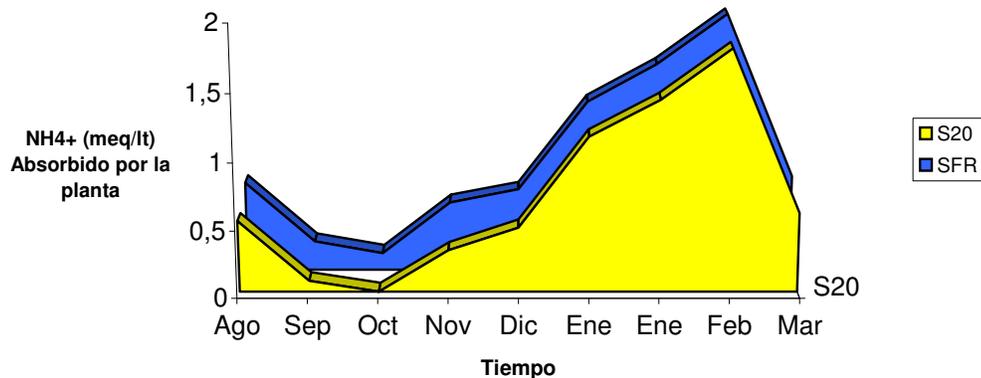
En el análisis foliar se observó deficiencia de calcio y magnesio, no así de potasio.

La absorción máxima de calcio se encuentra durante el mes de Noviembre llegando a un tope de 1 meq L⁻¹. Absorbido, a los 20 cm. de profundidad. Otro momento de absorción alta se encuentra reflejado durante el mes de Septiembre con 0.83 (meq L⁻¹), a los 40 cm. de profundidad. Durante este periodo se presenta el crecimiento vegetativo de primavera y además floración y cuaja, lo que aumenta el flujo transpirativo y aumenta la absorción del elemento.

En general, las absorciones de calcio son bajas, siendo nulas en los meses de Enero, Febrero y Marzo lo que indica lixiviaciones y antagonismos por parte del Potasio ya que los niveles de absorción son elevados, por el contrario los niveles de absorción de Calcio se ven disminuidos.

AMONIO

**Curvas de Absorción Amonio CANTARANA
2003/04**



Una forma en la cual es absorbido el Nitrógeno es como ión Amonio (NH₄⁺), gran parte de este ión está adsorbido sobre las superficies de las arcillas. Las graficas muestran que el Amonio es absorbido, durante los meses de Agosto y Septiembre, con pH entre 6 y 8 lo que lo hace disponible. Esta fracción de nitrógeno predomina en condiciones de falta de oxígeno en el suelo, y la situación contraria predomina la fracción nítrica.

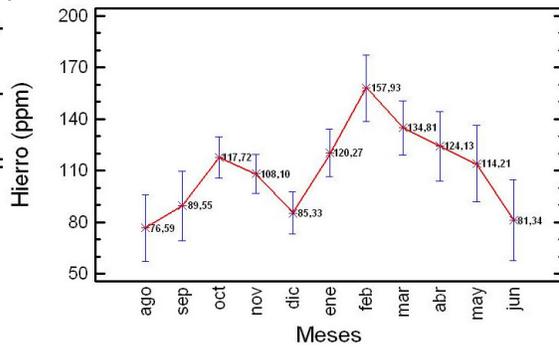
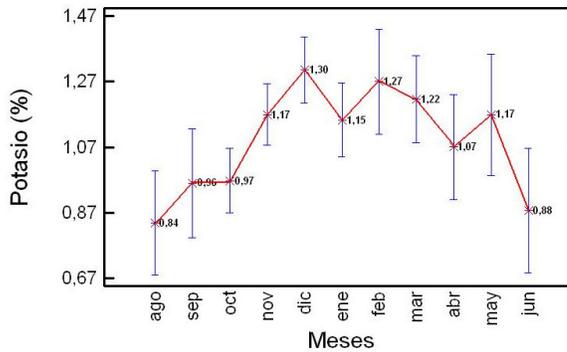
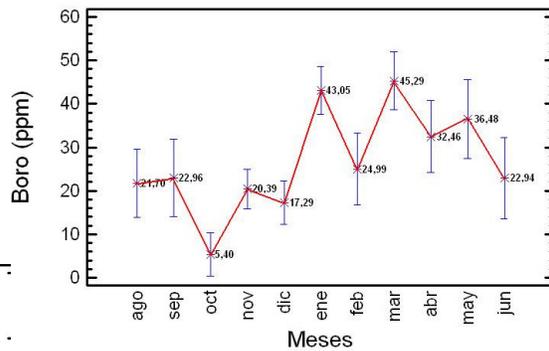
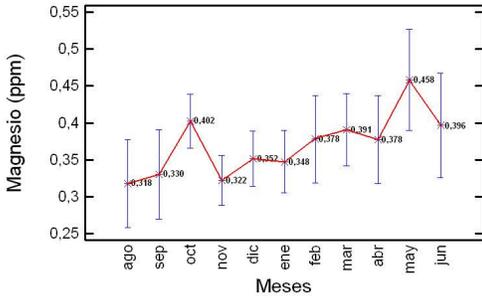
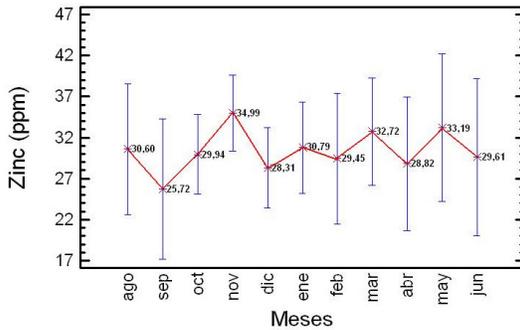
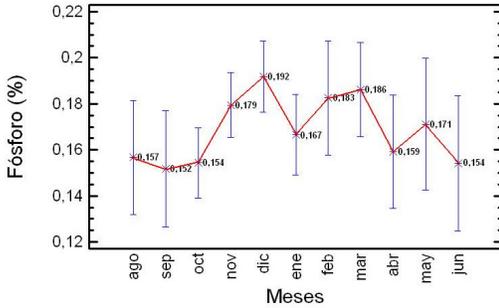
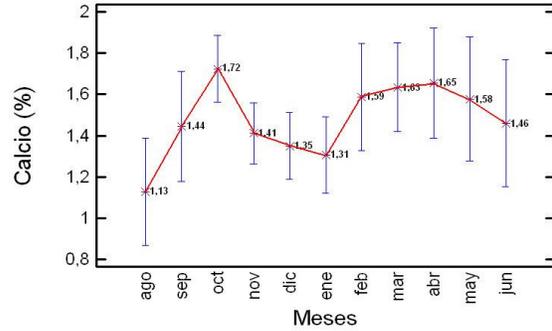
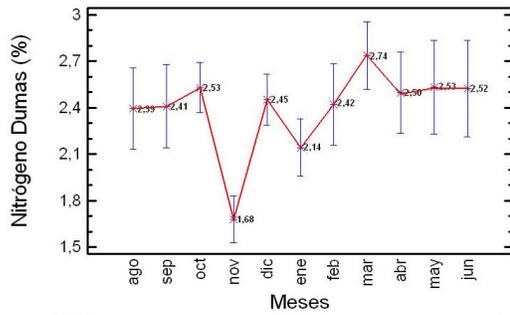
Durante el mes de Octubre la disponibilidad es menor, pequeñas cantidades están disponibles, pero no es absorbido, pudiendo ser retenido por las arcillas. Luego comienza un aumento en la disponibilidad y la absorción del ión amonio. La planta absorbe en el mes de Febrero la mayor cantidad de ión amonio, en cantidades de 1,80 meq L⁻¹.

No se determinó la cantidad de amonio adsorbido por el suelo.

Los micro nutrientes en dicho estudio fueron aplicados foliar por lo tanto no se determino el comportamiento en la solución de suelo de estos.

DINAMICA FOLIAR

Con el muestreo sucesivo de varias temporadas de seguimiento nutricional se puede construir la dinámica foliar para cada nutriente.



LIXIVIADOS

Mediante el uso de sondas en el manejo de fertirriego es posible determinar la intensidad de lixiviados de nutrientes. En el presente trabajo se estimó el lavado de la forma nítrica del nitrógeno con lo cual se vio que el palto responde a absorción de nitrato entre 1 a 2 meq L⁻¹. En el manejo de huerto de los predios analizados se produjeron fertilizaciones en concentración de nitrato entre 0,5 a 3,5 meq L⁻¹ por lo tanto son dosis que deben ser ajustadas al requerimiento nutricional del cultivo.

CONCLUSIONES

En las parcelas estudiadas se puede determinar que las concentraciones en que los nutrientes son absorbidos por el palto son las siguientes:

Nitratos 1 a 3 meq L⁻¹. El amonio muestra respuesta positiva en la desaparición en el suelo ya sea por nitrificación, adsorción y/o absorción por la planta.

Fosfato mínimo de 15 ppm viendo una respuesta positiva al aumento de concentración hasta 100 ppm.

Potasio, calcio y magnesio respuesta mayor con concentraciones superior a 1 meq L⁻¹, aunque la presencia de los tres al mismo tiempo en el bulbo de riego, genera antagonismo iónico entre ellos.

Al analizar los lixiviados de nitrato se observa que con concentraciones mayores a 2 meq L⁻¹ comienza a ocurrir este proceso.

LITERATURA CITADA:

- Cadahía, C. 1998. "Fertirrigación, Cultivos hortícola y ornamentales". Ed. Mundi-Prensa, Madrid, Barcelona, México.
- Navarro, S y Navarro, G 2000. "El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal". Química Agrícola. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, Barcelona, México. 488pág.
- Urrestarazu, M. 2000. "Manual de Cultivo Sin Suelo". Ed. Universidad de Almería, Servicio de publicaciones. Grupo Mundi-prensa, Almería. 635pág.