

## **PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA FERTIRRIEGO EN AGUACATE**

Montgomery-Taboada, Luis José; Castro-Cuba, Sergio Manuel

CAMPOSOL S.A., Perú. Correo-e: lmontgomery@camposol.com.pe

### **Resumen**

Este trabajo reúne una serie de principios técnicos con la finalidad principal de suplir la demanda de nutrientes del cultivo del aguacate 'Hass', a través de un sistema de fertirriego. En primera instancia, se analizaron los parámetros para preparar una solución madre que viene a ser la dilución de los fertilizantes en un estanque. Entonces, se debe tener en cuenta las interacciones iónicas, que ocurren cuando el suministro de un nutriente afecta a la absorción, distribución o función de algún otro, resultando en fenómenos de antagonismo y sinergismo. Luego hay que considerar la compatibilidad de la mezcla de los fertilizantes y evitar la formación de precipitados. Con estas consideraciones se determinan los tipos de solución madre y sus días de aplicación, la solubilidad de los fertilizantes involucrados y el volumen de inyección de la misma. La dosificación de la solución madre en un volumen de agua de riego, consiste en la solución nutritiva y los parámetros que deben cumplirse para su correcta utilización son la concentración y las relaciones entre los nutrientes aportados, y la salinidad generada por ello. Finalmente se presenta el diseño del fertirriego en el aguacate 'Hass' en la Costa Norte del Perú, de acuerdo a la fenología expresada en estas condiciones.

**Palabras clave adicionales:** Solución madre, solución nutritiva, fertilizantes

## **PREPARATION OF NUTRIENT SOLUTIONS FOR FERTIGATION IN AVOCADO**

### **Abstract**

This work analyze the main technical principles to design a nutrition plan for a 'Hass' avocado orchard, through a fertigation system. First, the parameters to prepare a concentrated solution, which is the dilution of the fertilizers in a pond were analyzed. In fact, ionic interactions, which occur when the supply of one nutrient affects the absorption, distribution, or function of some other, results in phenomena of antagonism and synergism. Then, the fertilizer mixture must be compatible and avoid the formation of precipitates. With these considerations, are determined the types of concentrated solution and the days of its application, as well as the solubility of the fertilizers involved and the injection ratio. The nutrient solution is the dilution of the concentrated solution in a volume of water. The main parameters in this stage are nutrients concentration, relationships, and salinity. Finally, as the results of this work, a nutrition plan for 'Hass' avocado in the conditions of the North Coast of Peru was implemented considering all the parameters.

**Additional keywords:** Concentrated solution, nutrient solution, fertilizers

### **Introducción**

Actualmente, la agricultura presenta el reto de incrementar los rendimientos y optimizar el uso de los recursos, principalmente el agua. La industria aguacatera no es ajena a esta necesidad y se ve involucrada en la tendencia de aproximarnos al máximo potencial productivo, minimizando el impacto en el medioambiente. En la búsqueda de este potencial, la innovación tecnológica ha venido creciendo exponencialmente en la agricultura y se presenta como un

apoyo constante. Esta corriente innovadora ha impulsado el desarrollo de nuevas técnicas como el fertirriego (Vidal, 2007).

El fertirriego consiste en la aplicación de diferentes sustancias nutritivas que son requeridas por los cultivos, así como correctores y reguladores de las condiciones en donde se desenvuelven. El fertirriego busca suplir la nutrición de los cultivos de un modo holístico, en cuanto a la aplicación de sustancias en la dosis, concentración, interrelación y momento más adecuado por las plantas según su edad, etapa fenológica, condiciones edafoclimáticas y de sistema de riego (Vidal, 2007).

Para garantizar el éxito al utilizar esta técnica, es necesario realizar una correcta gestión en las fases previas al diseño de soluciones nutritivas. Por ello es importante elaborar un Plan de Nutrición que fundamente la cantidad, la distribución y las fuentes de los nutrientes, así como el agua, necesarios para el cultivo. Este Plan debe ser dinámico y controlado por un buen diagnóstico nutricional del cultivo y de las condiciones donde se desenvuelve. Además debe adaptarse según las etapas fenológicas, la productividad y la optimización del estado nutricional (Salazar, 2013).

En el manejo del aguacate 'Hass', la implementación de un plan de nutrición es fundamental y este es un conjunto de estrategias y metodologías que tienen la finalidad principal de suplir la demanda de nutrientes y agua de un cultivo, además puede servir de herramienta para alcanzar objetivos especiales que se desarrollan luego de conocer las condiciones del entorno y de la reacción del cultivo a ellas, tales como: modificar (paulatinamente) las condiciones de suelo y/o agua, lograr parámetros de calidad especiales y mitigar efectos climáticos adversos (Salazar, 2013).

Luego es preciso conocer las condiciones generales de la zona de producción. Esto servirá para sectorizar las áreas representativas donde se ejecutará un plan independiente y exclusivo para sus condiciones. Finalmente, en el desarrollo de un plan de nutrición, existen tres etapas: primero, la determinación de las cantidades, distribución y fuentes de nutrientes; luego la determinación de la lámina y módulo de riego y finalmente el diseño del fertirriego.

El presente trabajo se centra en esta última etapa. Precisamente, el objetivo es ejemplificar el diseño de un plan de nutrición a través del fertirriego para el aguacate 'Hass' bajo las condiciones edafoclimáticas de la Costa Norte del Perú.

## **Materiales y Métodos**

**Diseño de la solución madre.** La materia prima en la técnica del fertirriego es la solución madre, que consiste en la disolución de las fuentes de nutrientes establecidos; es decir, los

fertilizantes en un estanque de preparación. Esta solución es la matriz de donde parte la aplicación de nutrientes. Como paso previo al diseño de soluciones madre se debe verificar el análisis de agua fuente; principalmente en cuanto se refiere a pH, contenido de bicarbonato, salinidad, contenido de Na, Cl<sup>-</sup>, B, entre otros. Los dos primeros (pH y bicarbonato) para optar por alguna estrategia de acidificación, considerando no disminuir de 0.60 meq L<sup>-1</sup> del ion bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y la utilización de fuentes ácidas o alcalinas según sea el caso para alcanzar un pH alrededor de 5.5 a 6.5. En el caso de la salinidad, para verificar que no supere 1.00 dS m<sup>-1</sup>, que de acuerdo a las referencias consultadas es límite de tolerancia del aguacate 'Hass' y condicionar la elección de fuentes de menor aporte salino. En el caso del sodio, este resulta perjudicial mientras mayor su concentración, una manera de mitigar a este ion es la utilización de fuentes fertilizantes sulfatadas. Finalmente, en el caso de los demás parámetros estos deben mantenerse dentro de ciertos límites de tolerancia: Cl<sup>-</sup> menor a 1 meq L<sup>-1</sup> y B entre 1 y 2 ppm (Vidal, 2007).

Una vez tomadas estas consideraciones, para diseñar cada solución madre es necesario verificar los parámetros de interacción entre nutrientes y de compatibilidad de los fertilizantes: **Interacción entre nutrientes (iones)**. Es necesario recordar que los cultivos, no "perciben" los elementos por sus cantidades sino más bien por su equilibrio. Es decir, la planta requiere una fertilización completa y bien equilibrada. Las interacciones iónicas ocurren cuando el suministro de un nutriente afecta a la absorción, distribución o función de algún otro. Estos fenómenos pueden ocurrir fuera de la planta por la ocupación de sitios específicos en la capa de intercambio de los coloides del suelo, o también dentro de la planta por la formación de compuestos insolubles en las raíces (Vidal, 2007).

El antagonismo ocurre cuando el aumento por encima de cierto nivel de concentración de un elemento reduce la absorción de otro. Ejemplos: Na/Ca, K/Mg, Ca/Mg y K, N/K. El sinergismo se presenta cuando el aumento en la concentración de un elemento favorece la absorción de otro. Ejemplo N/Mg, P/Mg. Puede darse el caso de existir sinergismo negativo, donde la carencia de un determinado elemento propicia la deficiencia de otro, como el caso B/Ca.

**Compatibilidad de las fuentes.** La mezcla de dos fertilizantes de distinto tipo puede a veces producir la formación de precipitados, lo cual indica que dichos fertilizantes no son mutuamente compatibles y que se debe tener especial atención de no mezclarlos en el mismo contenedor sino utilizar dos estanques por separado. La interacción de los fertilizantes con el agua de riego, especialmente si son aguas duras y/o alcalinas, también puede ocasionar la formación de precipitados en el tanque de fertilización y provocar la obturación de emisores y filtros. Esto

puede evitarse por medio de una elección correcta de los fertilizantes y un manejo adecuado (Vidal, 2007).

**Parámetros derivados.** Una vez analizados la interacción entre nutrientes y la compatibilidad entre fertilizantes, se determinan las fuentes (fertilizantes) que formarán parte de la solución madre y se determinan los parámetros de diseño de la solución madre derivados:

**a) Días de aplicación (D).** Se determina la cantidad de días por semana en los cuales se aplicará la solución madre al cultivo. De acuerdo a la cantidad de nutrientes y su distribución, existirán variaciones en la cantidad de días de aplicación.

**b) Solubilidad (S).** Corresponde a la cantidad de fertilizante (gramos) a disolver por volumen de agua (l) en el tanque de preparación de la solución madre. Para el diseño de una solución madre se debe verificar el Cuadro 1, en el cuál se detalla la solubilidad máxima de los fertilizantes. El diseño se basa en no superar la solubilidad máxima del fertilizante de más baja solubilidad en el conjunto de fuentes que integran la solución, para evitar problemas de formación de precipitados en la solución madre.

**c) Volumen a inyectar (V).** Es el volumen de solución madre (litros) que se inyectará en cada metro cúbico de agua de riego dentro del periodo de aplicación de la lámina de fertilización. En este proceso se origina la solución nutritiva.

$$\text{Volumen (L m}^{-3}\text{)} = (C / \text{LFert} \times D) / S$$

Dónde: C, Cantidad de fertilizante de más baja solubilidad (g); LFert, Lámina de Fertilización ( $\text{m}^3$ ); D: Días de Aplicación; S: Solubilidad del fertilizante de más baja solubilidad ( $\text{g L}^{-1}$ ).

Es importante tener definido el volumen máximo que puede inyectarse en base a las condiciones del sistema de riego con las que se cuenta, para evitar fallas en el proceso de inyección de solución madre. Una vez determinado de inyección, se calcula la solubilidad de las otras fuentes acompañantes a la de solubilidad más baja:

$$\text{Solubilidad (g L}^{-1}\text{)} = (C / \text{LFert} \times D) / V$$

Dónde: C, Cantidad de fertilizante acompañante (g); LFert, Lámina de Fertilización ( $\text{m}^3$ ); D: Días de Aplicación; V: Volumen de inyección ( $\text{L m}^{-3}$ ).

**Diseño de la solución nutritiva.** El producto final en la técnica del fertirriego es la solución nutritiva, que consiste en la dosificación de la solución madre en un volumen de agua

determinado que será aplicado al cultivo para cumplir con sus demandas nutricionales. Al igual que con la solución madre, existen parámetros derivados del diseño de la solución nutritiva:

**Cuadro 1.** Parámetros químicos de algunos fertilizantes.

Fertilizante	Fórmula	CE 1 g L <sup>-1</sup> (μS.cm <sup>-1</sup> )	Peso molecular	Peso equivalente	Pureza (%)
Nitrato de amonio	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1644	80.04	80.04	94
Sulfato de amonio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2140	132.14	66.07	99
Sulfato de potasio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1838	174.26	87.13	92
Sulfato de magnesio	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	830	246.47	123.24	98
Sulfato de zinc	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	659	287.56	143.78	99
Ácido fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2185	97.99	97.99	84
Sulfato de manganeso	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	1008	169.01	84.51	98
Ácido bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	102	61.83	61.83	97
Nitrato de potasio	KNO <sub>3</sub>	1347	101.10	101.10	99
Cloruro de potasio	KCl	1910	74.55	74.55	97
Monocarbamida de potasio	NH <sub>2</sub> COOK	1435	99.13	99.13	97
Nitrato de calcio	5(Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O).NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1256	1080.62	98.24	100

**Concentración del nutriente:** Todos los nutrientes son asimilados como iones, estos pueden ser positivos (cationes: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>) o negativos (aniones: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Entonces la concentración de nutriente, es la cantidad de iones disueltos en un volumen de agua.

Para el caso de macronutrientes la concentración se expresa en miliequivalentes por litro, de esta manera su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Concentración del nutriente (meq L}^{-1}\text{)} = (C / \text{LFert} \times D) / (\text{Peq} \times \text{P}\%)$$

Dónde: C, Cantidad de fertilizante (g); LFert, Lámina de Fertilización (m<sup>3</sup>); D: Días de Aplicación; Peq: Peso equivalente del fertilizante (g eq<sup>-1</sup>); P%, pureza del fertilizante (%).

De esta forma, es importante conocer el peso equivalente y la pureza de cada fertilizante para poder calcular la concentración del nutriente (Cuadro 1).

Para el caso de micronutrientes la concentración se expresa en partes por millón (es decir gramos por metro cúbico), de esta manera su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Concentración del nutriente (ppm o g m}^{-3}\text{)} = (C / \text{LFert} \times D)$$

Dónde: C, Cantidad de fertilizante (g); LFert, Lámina de fertilización (m<sup>3</sup>); D: Días de Aplicación. Cada cultivo tiene la mayor tasa de asimilación de nutrientes en un rango determinado de concentración del mismo, si es muy bajo las raíces no pueden tomarlo de manera eficiente y si es muy alto puede perderse gran parte por la lixiviación en el perfil del suelo así como también generar el aumento de la salinización del suelo paulatinamente. De acuerdo a las pruebas realizadas en hidroponía, cada cultivo posee un rango distinto y está influenciado por su tolerancia a la salinidad (Vidal, 2007). Según la experiencia se desarrollaron rangos de concentración para cada nutriente para el aguacate 'Hass' en las condiciones de la Costa Norte del Perú (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Intervalos de concentración de nutrientes recomendados.

Nutriente	Concentración (meq L <sup>-1</sup> )		Nutriente	Concentración (meq L <sup>-1</sup> )		Nutriente	Concentración (ppm)	
	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.00	3.00	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	4 % Σ de aniones	8 % Σ de aniones	Zn	10.00	--
K <sup>+</sup>	1.10	4.00	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.00	--	B	1.00	2.00
Ca <sup>2+</sup> y Mg <sup>2+</sup>	2.00	4.00	Cl <sup>-</sup>		1.00	Mn	10.00	--
En el Nitrógeno es la suma de iones			Sin referencias máximas para SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			Sin referencias máximas para Zn y Mn		

**Relaciones entre nutrientes.** Los iones que demandan las raíces deben estar en completo equilibrio y balance de acuerdo al estado fenológico de la planta. Así, se han establecido a través de la experimentación relaciones entre nutrientes de acuerdo al balance entre procesos vegetativos y generativos. Una planta generativa es aquella en la que prevalecen los procesos reproductivos (floración, fructificación, maduración de frutos, etc.), mientras que una planta vegetativa, es la que muestra la sintomatología contraria.

Una planta vegetativa se caracteriza por tener hojas grandes y suculentas de color verde claro, escasa carga de frutos, flores grandes, entrenudos largos, flexibilidad en sus estructuras, brotes vigorosos, raíz desarrollándose, etc. Una planta generativa, por el contrario, viene

caracterizada por entrenudos cortos, crecimiento vegetativo detenido, hojas pequeñas, estructuras lignificadas, aceleración de los procesos reproductivos, raíz en proceso de destrucción, etc. Existen diversos parámetros que condicionan el balance generativo/vegetativo.

Los parámetros que influyen en la relación generativa son: Temperatura alta, humedad relativa baja, vientos fuertes y secos, radiación intensa, densidad de plantación baja, riego deficiente, salinidad elevada, planta adulta, poda de hojas severa, relación N/K baja, relación  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  alta. Los parámetros que influyen en una relación vegetativa, son inversos a los antes descritos. Como puede apreciarse, existen dos parámetros que pueden regularse: la relación Nitrógeno/Potasio y la Relación Nitrato/Amonio. El correcto manejo de estas permitirá contrarrestar los demás factores y adaptar el cultivo de acuerdo a la etapa fenológica.

**a) Relación N/K.** Los azúcares generados por las plantas que no son consumidos en la respiración, sirven para los procesos de crecimiento activo y para la reserva de la planta. El nitrógeno promueve que con esos azúcares se fabriquen aminoácidos y proteínas que constituyen la base de la formación de nuevas células, base del crecimiento y desarrollo del vegetal, es decir un comportamiento vegetativo. El potasio promueve que estos azúcares se transporten y acumulen como reserva. Durante esta acumulación de azúcares, se ve disminuido el crecimiento vegetativo de la planta, y se inducen los aspectos generativos. Se han establecido rangos para el aguacate en las condiciones de la Costa Norte del Perú: Relación N/K Vegetativa, mayor a 2.40; Relación N/K Media, entre 1.80 y 2.40; y Relación N/K Generativa, menor a 1.80.

**b) Relación  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ .** El ion  $\text{NH}_4^+$  es tóxico en forma libre para planta. De este modo todo ion  $\text{NH}_4^+$  absorbido debe ser inmediatamente asimilado, combinado con azúcares procedentes de la fotosíntesis, para formar aminoácidos y proteínas, y por tanto, para inducir crecimiento vegetativo. Es decir, el N-amónico induce el efecto de desarrollo vegetativo en la planta.

**Salinidad de la solución nutritiva.** La incorporación de un fertilizante aumenta la salinidad inicial del Agua Fuente, por ello es importante conocer el cálculo del aporte salino de cada fertilizante. Para calcular el aporte salino de los fertilizantes, se mide la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) al preparar una solución de 1 g de fertilizante en 1 L de agua destilada (Cuadro 1). Para calcular la salinidad aportada por los fertilizantes se usan las siguientes fórmulas:

$$1. \text{ CE } f_1 \text{ SN} = \frac{(\text{cc SN})}{(\text{cc P})} \times \frac{(\text{CE P})}{1000}$$

$$2. \text{ CE total} = \text{CE } f_1 \text{ SN} + \text{CE } f_2 \text{ SN} + \dots + \text{CE } f_n \text{ SN} + \text{CE AF}$$

Dónde: 1) CE  $f_1$  SN, Conductividad eléctrica aportada por el fertilizante 1 en la solución nutritiva ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ); cc CN, Concentración equivalente del fertilizante 1 en la solución nutritiva ( $\text{meq L}^{-1}$ ); cc P, Concentración equivalente del fertilizante en Solución Prueba de  $1 \text{ g L}^{-1}$  ( $\text{meq L}^{-1}$ ); CE P, Conductividad eléctrica aportada por el fertilizante 1 en la Solución Prueba de  $1 \text{ g.L}^{-1}$  ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). 2) CE total, Conductividad eléctrica total ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ); CE  $f_1$  SN, CE  $f_2$  SN, CE  $f_n$  SN, CE AF, Conductividad eléctrica aportada por los fertilizantes 1, 2,..., n y el Agua Fuente ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). La concentración equivalente de los fertilizantes es igual a la concentración de los iones que aporta. Por ejemplo: la concentración equivalente del nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) es igual a la concentración equivalente del nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y a su vez, es igual a la del amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

### Resultados y Discusión

A continuación se muestra el Plan de nutrición al aplicar todos los parámetros descritos en relación a la fenología del aguacate 'Hass' en la Costa Norte del Perú. Se preparan cuatro tipos de Solución Nutritiva: La Solución "A", que posee N, P y K; la "B", que posee B y Z; la "C", que posee N; y la "D", que posee Ca y N. Normalmente se aplican por semana, dos a tres días de A, uno a dos de B, uno de C y uno a dos de D.

Cada nutriente tiene un periodo de aplicación ajustado a la fenología y al balance requerido según corresponda. Así, el nitrógeno se aplica durante todo el tiempo, priorizando las mayores concentraciones en los periodos de floración y cuajado y se realizan menores aportes durante el crecimiento rápido del fruto, buscando una relación generativa respecto al potasio. Luego, a pesar de disminuir el aporte durante la cosecha, se mantiene una relación más vegetativa para favorecer la formación de flores indeterminadas para la siguiente campaña. El potasio se aplica casi durante todo el periodo y sólo se retira cerca del cierre de la cosecha y antes de la floración precisamente para favorecer la relación vegetativa e incentivar la formación de inflorescencias indeterminadas. Las concentraciones más altas de potasio se alinean al periodo de crecimiento rápido de frutos para favorecer el mayor tamaño de éstos. En este periodo es cuando se logra la mayor relación generativa (Figuras 1 y 2).

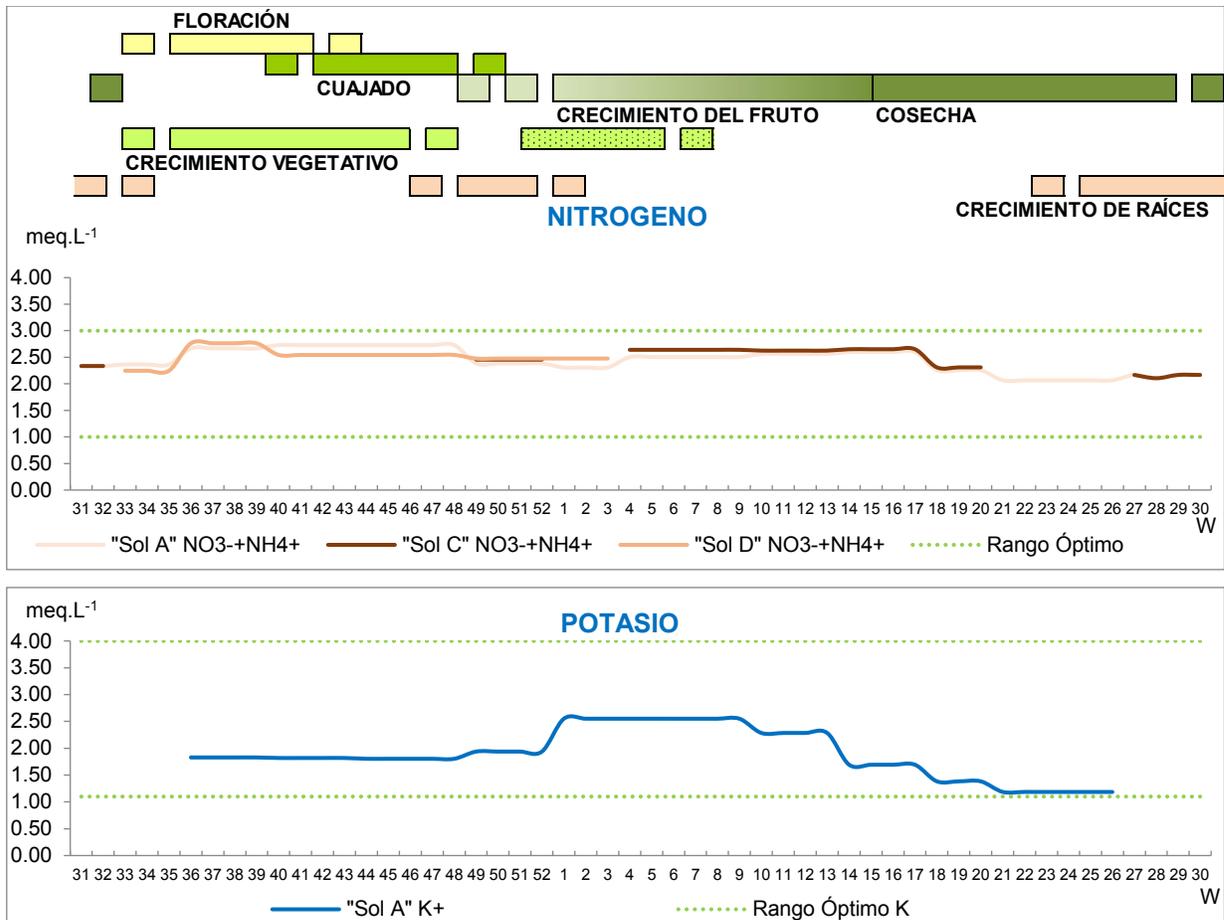


Figura 1. Distribución de las concentraciones de nitrógeno (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y potasio (K<sup>+</sup>)

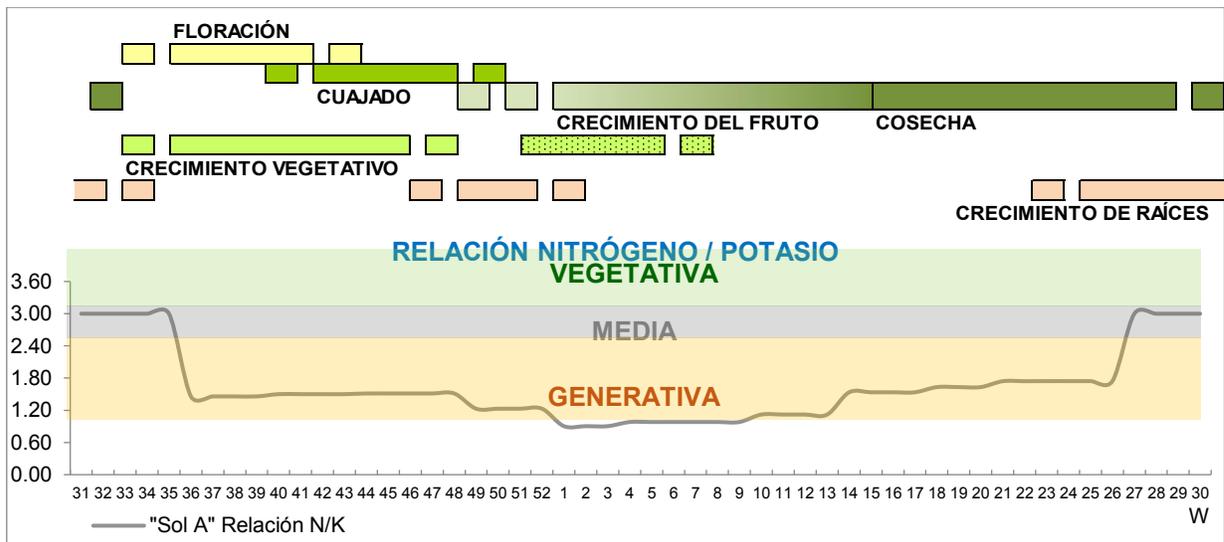


Figura 2. Distribución de la relación iónica N/K.

El fósforo es aplicado casi todo el período, a excepción de algunas semanas de alcanzar el máximo tamaño de frutos, esto debido a que se observó que en este período ya se aseguró

un nivel dentro del estándar nutricional y se verificó que al retirar su aporte y redistribuirlo el resto del tiempo se alcanzaron niveles de concentración justo por encima del mínimo (4% del total de aniones). Las concentraciones más altas se alcanzan durante los períodos de máximo crecimiento radicular y justo antes del inicio de la floración. El calcio es un nutriente que ya viene incluido en el agua fuente y sólo se considera incrementar su concentración desde el inicio de la floración hasta cuando el fruto alcanza 20 a 30 mm de diámetro (Figura 3).

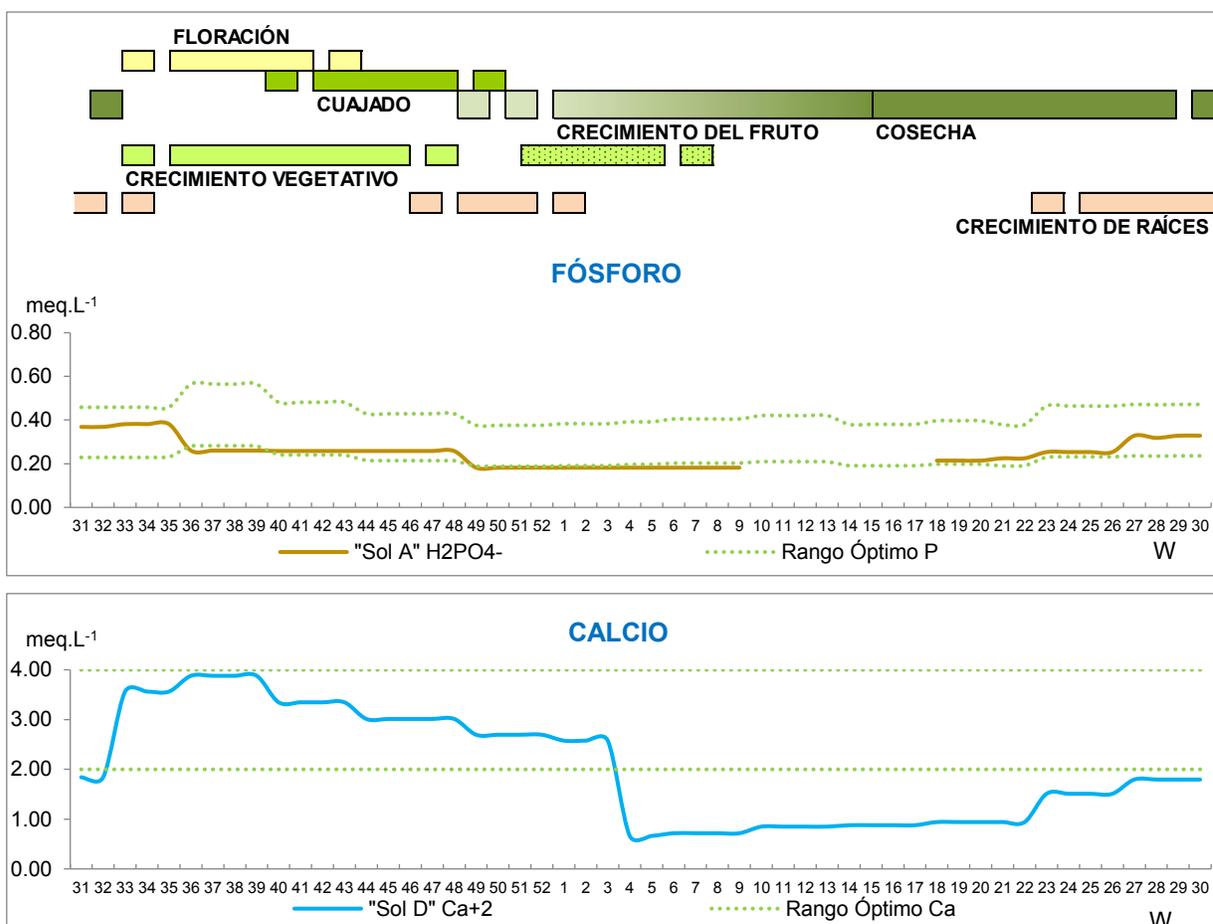


Figura 3. Distribución de las concentraciones de fosfato (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) y calcio (Ca<sup>2+</sup>)

En el caso de los micronutrientes boro y zinc, estos son aplicados de acuerdo a los criterios explicados enfocando su aporte desde el inicio del crecimiento radical hasta cuando el fruto alcanza 30 a 40 mm de diámetro (Figura 4).

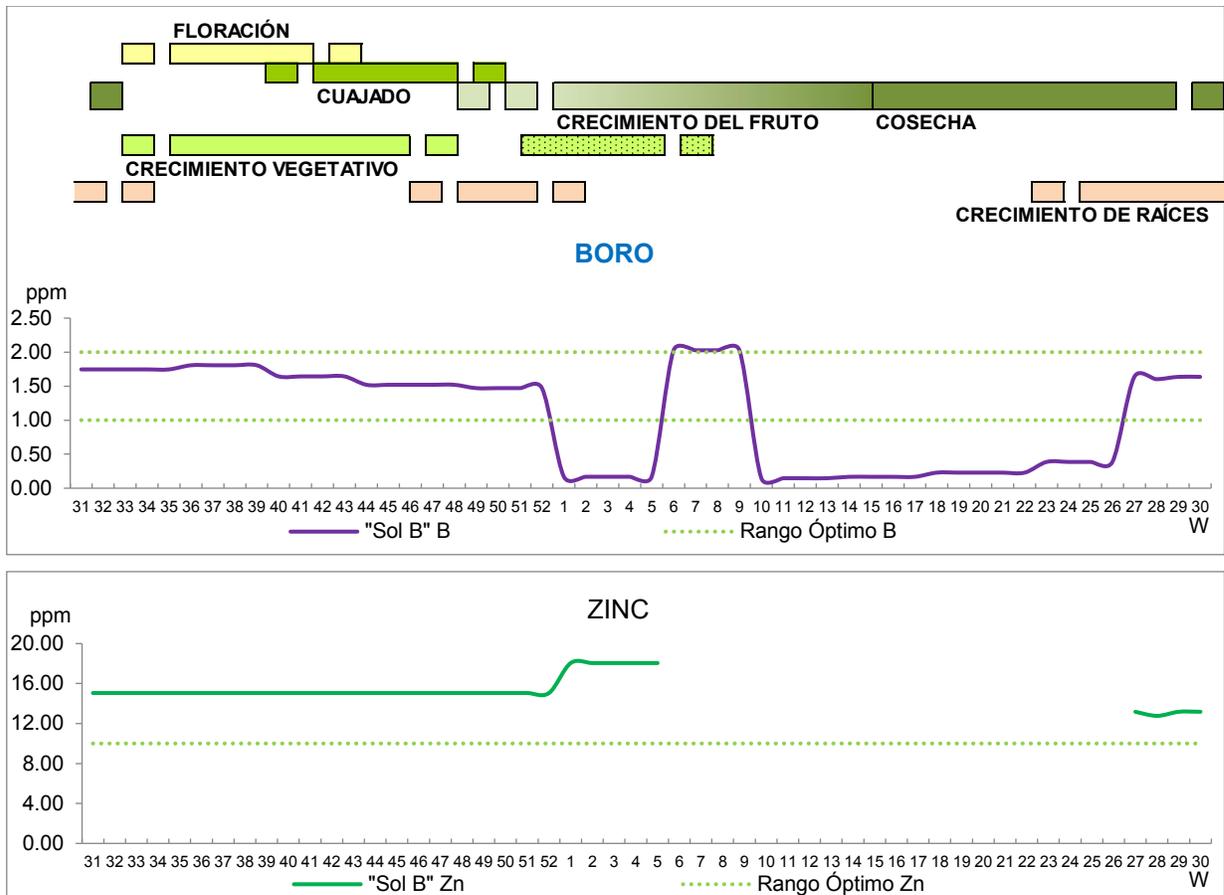


Figura 4. Distribución de las concentraciones de Boro y Zinc.

Finalmente, todas las soluciones nutritivas generan un aporte a la salinidad que se encuentra dentro de los niveles de tolerancia del cultivo (Figura 5).

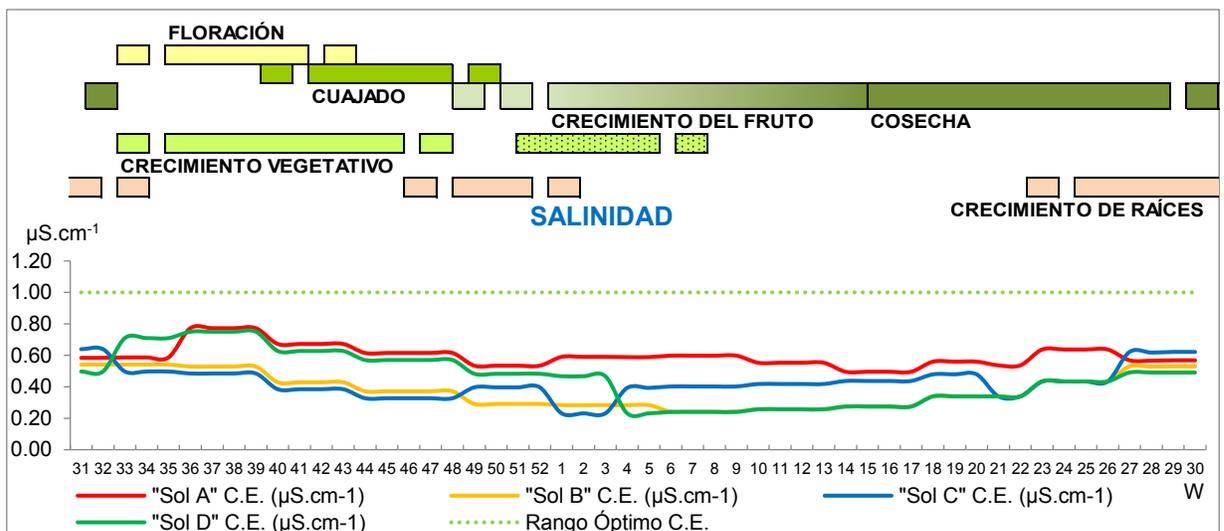


Figura 5. Distribución de la conductividad eléctrica en las soluciones nutritivas.

### **Literatura Citada**

- Salazar-García, S., L.C. Garner, and C.J. Lovatt. 2013. Reproductive Biology. pp. 118-167. In: Schaffer, B., B.N. Wolstenholme and A.W. Whiley (Eds.). *The Avocado*, 2nd Edition, Botany, Production and Uses. CABI, Oxfordshire, UK.
- Vidal, I. 2007. *Fertirrigación, Cultivos y Frutales*. Universidad de Concepción, Chile. 1era. Edición. 117 p.