

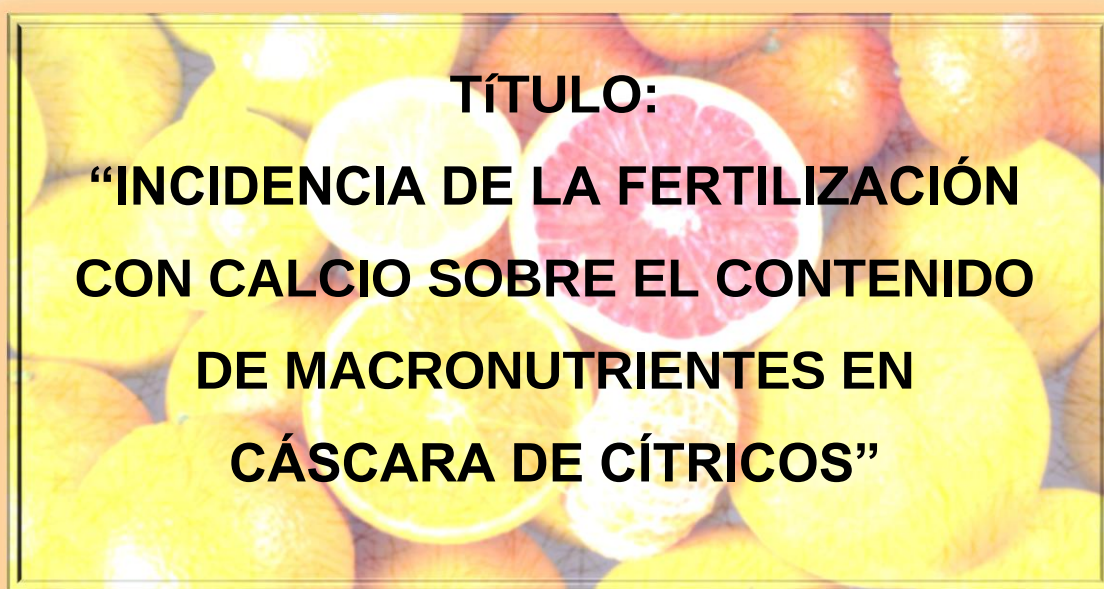
Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Tesina



ALUMNO: Sandrigo, Laureano Germán.

DIRECTOR: Ing. Agr. (Mgter.) María de las M. Yfran Elvira.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
Origen de los cítricos	1
Producción citrícola en el Mundo y en Argentina.....	1
Nutrición de los Cítricos	2
NITRÓGENO (N)	3
FÓSFORO (P).....	5
POTASIO (K)	6
CALCIO (Ca).....	7
MAGNESIO (Mg)	8
Variedades.....	8
MURCOTT	9
Calidad de la Cáscara	9
SPLITTING.....	9
BUFADO	10
OBJETIVOS	11
MATERIALES Y MÉTODOS	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
CONCLUSIÓN	15
ANEXOS	16
BIBLIOGRAFÍA	22

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Origen de los cítricos

Los cítricos se originaron en el sudeste asiático, entre 0° y 30° de latitud norte, en una vasta área ocupada por sur y sudeste de China, India, etc. En estas latitudes, con altas temperaturas en las zonas bajas, pero templadas a templadas-frías en las colinas adyacentes a los Montes del Himalaya, límite entre China e India, surgieron especies e híbridos naturales, muchos de ellos conocidos en la actualidad.

Hoy en día, el cultivo de los cítricos se extiende por todo el planeta, pero en realidad se centraliza en dos franjas bien definidas; en el hemisferio norte, desde los 41° a 16°, y en el hemisferio sur desde los 11° a los 35° (Palacios, 2010).

Producción citrícola en el Mundo y en Argentina

La producción de cítricos está concentrada en un pequeño grupo de países, con los principales 15 países que representan más del 80 % de la producción mundial, siendo China el principal productor seguido por Brasil y Estados Unidos (Federcitrus, 2016).

La citricultura en la Argentina es una de las actividades frutícolas más importantes. Argentina exporta frutas cítricas frescas, jugos y aceites esenciales desde 1970. Hoy en día ocupa el 8° lugar en la producción de cítricos, con una producción total de 2.759.970 tn, según datos del 2015, de las cuales 1.525.140 tn son de limón, 764.340 tn de naranja, 334.680 tn de mandarina y 135.810 tn de pomelo. Se estima que la producción total de cítricos para el año 2016, rondará los 2.600.000 tn (Federcitrus, 2016).

La actividad citrícola Argentina se desarrolla principalmente en dos regiones bien definidas, el noreste argentino (NEA) y noroeste argentino (NOA), que juntas representan aproximadamente un 96,63% (127.335 has) del área total cultivada por cítricos (131.763 has).

La región NOA comprendida por las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca, representa el 44,53% (58.679 has) del total de la superficie implantada en el país, obteniendo aproximadamente el 70,5% de la producción nacional de cítricos, y siendo el limón y la naranja sus principales especies. La producción del NOA se compone de un 76,87% de limones, 15,63% de naranja, 5,09% de pomelo y 2,41% de mandarina.

La región NEA, comprendida por Misiones, Corrientes y Entre Ríos, representa el 52,10% (68.656 has) del total de la superficie implantada en el país, en tanto que la

producción regional representa aproximadamente el 26,61% del total nacional, y las especies más representativas son las naranjas y mandarinas. La producción en la región NEA está compuesta por un 55,94% de naranjas, 39% de mandarinas, 3,65% de limón y 1,41% de pomelo (Tabla 1) (Federcitrus, 2016).

Tabla 1: PRODUCCIÓN DE CITRICOS POR PROVINCIA (en tn)

		NARANJA	MANDARINA	POMELO	LIMON	
MESOPOTAMICA	CORRIENTES	10.275	6.699	523	2.968	
	ENTRE RIOS	390.084	251.155	5.000	16.500	
	MISIONES	10.435	28.530	4.832	7.342	
	TOTAL	410.794	286.384	10.355	26.810	734.343
	% (*)	53,74	85,57	7,62	1,76	26,61
	% (**)	55,94	39,00	1,41	3,65	100,00

(*): % Respecto a la producción total de cítricos en Argentina.

(**): % Respecto a la producción total en la región.

Nutrición de los Cítricos

En frutales, tanto la calidad como el rendimiento, están directamente relacionados con la disponibilidad de nutrientes, agua y a un buen manejo sanitario, cualquiera de estos tres pilares puede transformarse en una condición limitante para la productividad de la plantación. Para lograr rendimientos óptimos, las plantas requieren de elementos minerales, la mayoría de los cuales proceden de la fracción inorgánica u orgánica del suelo; sin embargo, la mayoría de los sistemas productivos modernos deben recurrir a la fertilización. Para ello es primordial determinar las necesidades nutritivas de las plantaciones de cada zona, que varían según los diversos suelos, condiciones climáticas, portainjertos y variedades. De esta manera la cantidad y la calidad de las frutas producidas estarán influenciadas por los nutrientes que reciban, siendo este un factor limitante para la productividad (Palacios, 2005; Agusti, 2010). Dentro de las prácticas de manejo que se llevan adelante en las plantaciones cítricas, las que más influyen en la productividad son el riego y la nutrición y, en general, cuando alguno de estos elementos es deficiente, el rendimiento y la calidad del fruto pueden verse negativamente afectados (Obreza *et al.*, 2011).

Los requerimientos nutricionales de los frutales debe mantenerse mediante la continua reposición de aquellos nutrientes que son exportados por las cosechas (Chatterje *et al.*, 2004). El conocimiento de las necesidades nutritivas de las plantas cultivadas, así como el momento en que se producen, son esenciales para efectuar una fertilización racional: cuáles, cuándo, cuánto y cómo (Aznar y Soler Fayos, 2006).

La fertilización de los cítricos con macronutrientes tradicionalmente se realiza con aplicaciones al suelo, pero a veces, cuando las plantas están bajo algún grado de deficiencia es necesario tomar decisiones en los programas de fertilización en búsqueda de respuestas rápidas por medio de aplicaciones foliares (Agusti, 2010).

Albrigo y Syversten (2001) encontraron que la aplicación foliar de N, P, K en primavera es un buen método para obtener rápidamente estos nutrientes en los tejidos foliares, particularmente si los valores están por debajo de los niveles foliares óptimos.

NITRÓGENO (N)

La fertilización nitrogenada es una de las principales prácticas que se realizan, debidos a que del agregado de nitrógeno depende la productividad y la calidad del fruto (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006; Agusti, 2010).

El nitrógeno forma parte de compuestos orgánicos tales como aminoácidos, proteínas, clorofila, etc. Este elemento tiene una marcada influencia en el crecimiento de los cítricos, en la floración y en la productividad. Por ello su influencia en la calidad es alta, especialmente en el rendimiento del jugo y el espesor de la corteza (Banfi, 1996; Agusti, 2010).

La deficiencia de nitrógeno se manifiesta con el amarillamiento de las hojas, falta de brotación, floración muy abundante y, lo que es peor, la manifiesta falta de cuajado de los frutos, que redundan en una cosecha extremadamente reducida. Los frutos que logran ser cosechados tienen buena calidad en general (cáscara fina, buen sabor), pero con reducción en el tamaño de los frutos (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006).

Por lo contrario, el exceso produce una típica sintomatología, que se manifiesta en los árboles por un abundante desarrollo vegetativo, con hojas grandes y gruesas de color verde oscuro. Estas plantas son más sensibles a algunos ataques de parásitos (pulgones). Los frutos tienen la corteza gruesa y rugosa, escaso contenido de jugo, suele entrar en color más tarde y son propensos al bufado (alteración fisiológica en la corteza). Sin embargo, el exceso de nitrógeno no tiene ningún efecto sobre el contenido de sólidos solubles, en la relación azúcares/acidez, ni en el contenido de vitamina C (Banfi, 1996).

En suelos permeables la fertilización con este elemento debe ser cuidadosamente realizada, dados los riesgos de pérdidas, tanto por evaporación cuando se usan fertilizantes amoniacales, como por lixiviación cuando se usan fertilizantes en base a nitratos. Estos problemas pueden ser atenuados con el fraccionamiento (aplicación de la dosis en distintos momentos). Cuando se utilizan sistemas de riego de alta frecuencia, el elemento mejor aprovechado en la fertirrigación es el nitrógeno, debido a que los fertilizantes disponibles (tanto la urea como los nitratos) son altamente solubles, lográndose el fraccionamiento requerido con facilidad. El período de abonado está dado en función de la capacidad de absorción de las raíces, comenzando de manera reducida al inicio de la primavera, lográndose un aumento creciente de la absorción con un punto máximo en el verano (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006, Agusti, 2010).

El período primaveral no es el de máxima absorción, sino el de máxima demanda, debido a la presencia de la flor, del cuaje y multiplicación de la célula del fruto en crecimiento. Este período entre la máxima absorción y la mayor demanda, debe ser cubierto con la suficiente provisión para su acumulación y utilización en el tiempo adecuado (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006).

El fertilizante más utilizado en citricultura es la urea. Las razones son varias; la más importante es la relación de unidades de nitrógeno y precio. A causa de esto, los errores que se cometen con este fertilizante son muchos. El más común es el agregado en forma desmedida en plantas jóvenes o recién plantadas persiguiendo un desarrollo rápido, lográndose todo lo contrario: una fitotoxicidad causada por el biuret (impureza siempre presente en la urea); se nota en la primera brotación después de su agregado, a través de una sintomatología muy fácil de distinguir, un amarillamiento de la zona apical de la hoja. Si el agregado ha sido en mayor cuantía, se producen los mismos síntomas pero llegando a amarillear toda o casi toda la hoja, produciéndose una quemadura parcial o total y llegando ésta a caer. Todo ello se soluciona agregando este fertilizante en forma fraccionada y acompañado, en lo posible, con estiércol o fertilizantes orgánicos que actuarán como reguladores de la absorción (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006).

Suarez García (2011) evaluó el efecto de fertilizaciones crecientes de N (88, 166, 250 y 280 kg ha⁻¹ de N) sobre el contenido de nutrientes N, P, K, Ca y Mg en tejido foliar, cáscara, semillas, pulpa y pedúnculo de naranja Valencia. En el caso del nitrógeno, el porcentaje promedio de acumulación en las semillas (2,1%) fue estadísticamente superior al promedio de acumulación en las hojas (1,94%) y estos fueron diferentes a los porcentajes de acumulación en la pulpa, cáscara y pedúnculo (0,88, 0,85 y 0,96

respectivamente), los cuales fueron estadísticamente similares. En cuanto a los contenidos de P, K, Ca y Mg encontraron valores de 0,09 % de P, 1,23 % de K, 0,87 % de Ca y 0,18 % de Mg en la cáscara de los frutos.

FÓSFORO (P)

El fósforo es otro de los elementos esenciales para la planta. Provee la energía necesaria para funciones de vital importancia, por ejemplo la fotosíntesis. Influye, además, en la calidad del fruto y su firmeza. Los frutos de plantas deficientes adquieren coloración más intensa, son algo mayores que lo normal y tienen una cáscara más gruesa, separándose los segmentos entre sí y del eje central. Aumenta el tenor de azúcar y acidez del jugo. El diagnóstico del elemento se logra adecuadamente con el análisis de suelo (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006).

La deficiencia de fósforo no está bien definida y es difícil de encontrar en el campo. En ensayos experimentales, se ha manifestado que las hojas toman inicialmente un color bronceado mate y posteriormente aparece necrosis en las puntas y márgenes de éstas, cayendo prematuramente. Cuando la deficiencia es acusada, se produce una reducción marcada de la floración. Las brotaciones son débiles, apreciándose una tendencia a la desecación de las puntas de los brotes. En los frutos, esta carencia se manifiesta por una disminución de la firmeza de los mismos. Los gajos se separan por la zona central, que queda hueca. Los frutos tienden a alcanzar un tamaño mayor, con una corteza gruesa y basta, a veces de color más intenso que el normal. La pulpa es estropajosa (fibrosa), con menor contenido de jugo, que es muy ácido y con alto contenido de vitamina C. La deficiencia de fósforo sólo produce efectos significativos sobre la cosecha cuando es muy pronunciada, produciendo una intensa caída de frutos pequeños durante el cuajado (Banfi, 1996).

El exceso de fósforo no provoca aparentemente ninguna sintomatología de intoxicación. Sin embargo, una cantidad excesiva de este elemento puede afectar la absorción de otros, tales como el cinc y el cobre y también, en algunos casos, el calcio, cuando este se encuentra con un bajo contenido en el suelo (Banfi, 1996).

A diferencia de lo que sucede con el nitrógeno, que se lava fácilmente en el suelo, el fósforo agregado con los fertilizantes se acumula en él y forma compuestos poco solubles, transformándose en una verdadera reserva (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006).

En los suelos ácidos los fosfatos reaccionan con los iones Fe^{+++} (hierro) y Al^{+++} (aluminio); en los suelos calizos, alcalinos o neutros, los fosfatos solubles reaccionan con los carbonatos e hidróxidos de calcio, dando compuestos insolubles tales como fosfatos

dicálcicos y tricálcicos, entre otros. De acuerdo a lo expresado, no es necesario considerar una época óptima para proceder a la fertilización fosforada, pero no debemos dejar de cumplir con un umbral mínimo de existencia del elemento en el suelo (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006).

POTASIO (K)

Al igual que ocurre con el fósforo, es muy móvil, acumulándose también en meristemas. Su presencia es necesaria en la síntesis de proteínas, tiene una marcada importancia en la fotosíntesis y el metabolismo de los hidratos de carbono, actúa como activador enzimático; como regulador osmótico - influye en las relaciones de agua; Opera en el transporte de los hidratos de carbono y a mantener el equilibrio electroquímico en las células. Tiene marcado efecto sobre la extensibilidad de células y por lo tanto el tamaño y la calidad de la fruta (Banfi, 1996).

La fertilización de potasio repercute en forma muy importante en el concepto de la calidad de la fruta y en menor escala con respecto a la cantidad (Soler Aznar y Soler Fayos, 2006, Palacios, 2005, Agusti, 2010).

La deficiencia de potasio se manifiesta por una reducción del vigor vegetativo y porque las hojas se enrollan y arrugan, apareciendo zonas amarillas difusa en el limbo formando bandas transversales, sin que aparezcan quemaduras en las mismas, aunque si pueden formarse manchas de goma. La aparición de nuevas brotaciones hace que esta sintomatología sea más acusada en las hojas viejas, ya que el potasio emigra de ellas hacia los nuevos órganos. Las brotaciones son débiles, con hojas de tamaño inferior a las normales, que caen con facilidad. En casos agudos, los brotes pueden llegar a secarse. Las raíces fibrosas aparecen cortas y gruesas. Los frutos son pequeños y con la corteza delgada y suave (Palacios, 2005; Agusti, 2010; Barry y Bower, 1997), que tiende a colorear prematuramente. La cantidad de jugo suele ser alta, y es escasamente ácido. Cuando la deficiencia de potasio es muy acentuada, suele producirse un incremento de la caída de frutos en desarrollo. El '*cracking*', rajado que se limita a la epidermis, y '*splitting*', rajado que penetra en la pulpa (Opara, 1997), son factores que condicionan la producción de mandarinas. Cuando el fruto procede de plantas con bajo contenidos en potasio y calcio, pierde su capacidad de resistencia al transporte, y envejece prematuramente en las góndolas de comercialización (Palacios, 2005; Agusti, 2010). Esta alteración, se inicia en febrero, prolongándose hasta después de marzo, alcanzando su máxima incidencia en marzo, lo que coincide con la etapa de expansión de la pulpa y el mínimo espesor de la corteza (Palacios, 2005; Agusti, 2010; Barry y Bower, 1997).

En el fruto de uchuva se presentan estos dos tipos de fallas, tanto el limitado a la epidermis como el que penetra la pulpa, siendo los dos igualmente perjudiciales para la producción y la cadena comercial (Cooman *et al.*, 2005).

Algunos factores de manejo, como las podas, la época de cosecha, el estado de maduración del fruto cosechado, el balance hídrico y el balance nutricional, podrían favorecer el riesgo de inducir rajado o agrietamiento (Barry y Bower, 1997).

El exceso de potasio, disminuye la calidad del fruto. En este sentido, aunque los frutos suelen ser grandes, su corteza es gruesa, la pulpa basta, con escaso jugo, normalmente muy ácido y con una marcada tendencia a pudrirse fácilmente. Las concentraciones excesivas de este elemento pueden dificultar la absorción de otros elementos, tales como el magnesio o calcio, cuando estos se encuentran con bajo contenido en el suelo (Palacios, 2005).

CALCIO (Ca)

El calcio forma parte importante de la constitución de la membrana de las células y se acumula entre la pared celular y la lámina media, en donde interacciona con el ácido péctico para formar pectato de calcio, lo que confiere la estabilidad y mantiene la integridad de éstas; desde este punto de vista, el calcio tiene gran importancia en la economía del agua (Alva *et al.*, 2005.). Este nutriente, actúa como agente cementante de las células, se encuentra estrechamente relacionado con la actividad meristemática, la multiplicación, el crecimiento celular y la neutralización de los hidrogeniones de las raíces; tiene influencia en la regulación de los sistemas enzimáticos y la actividad de fitohormonas y aumenta resistencia de tejidos a patógenos, incrementando la vida útil poscosecha y calidad nutricional (Bachiega Zambrosi, *et al.*, 2012).

La sintomatología de su deficiencia se presenta en hojas prácticamente nuevas, las plantas en general pierden vigor y produce frutos pequeños, deformados, con tendencia a una prematura abscisión y presentan agrietamiento de la cáscara o splitting (Palacios, 2005; Agusti, 2010; Barry y Bower, 1997).

El exceso de calcio reduce o impide la asimilación de elementos como el cobre, hierro y cinc, que se hacen insolubles, así como también los fosfatos, haciendo deficiente la absorción del fósforo por la planta. El exceso de calcio provoca una deficiencia de potasio (Palacios, 2005).

MAGNESIO (Mg)

El magnesio forma parte del átomo central de la clorofila, aunque en muy pequeña proporción. Su función es esencial en la síntesis de las proteínas. Muchas reacciones enzimáticas están promovidas por el ión Mg^{+2} .

La deficiencia de magnesio provoca una coloración amarillenta en el limbo de la hoja, excepto a ambos lados del nervio central que mantiene el color verde en una banda que se ensancha desde la punta hacia el pecíolo. Esta sintomatología se acentúa cuando es alta la producción y en plantas pequeñas puede producir defoliación pudiendo ser causa de mortandad (Palacios, 2005; Agusti, 2010).

Los excesos de magnesio no producen síntomas de importancia, aunque presentan antagonismos con otros elementos, en especial con el potasio (Palacios, 2005; Agusti, 2010).

Variedades

La producción de cítricos es la oferta de fruta más importante en Argentina, siendo la naranja y la mandarina el segundo y tercer grupo después del limón (Federcitrus, 2011).

El grupo de las mandarinas, dentro de las frutas cítricas, es sin lugar a dudas el de mayor diversidad. Las mandarinas tienen un alto grado de adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas, desde las desérticas hasta las subtropicales. A pesar de ello, las mandarinas son muy específicas en sus requerimientos climáticos para producir eficientemente fruta de alta calidad (Rincon *et al.*, 2005).

En la región NEA, dentro del grupo denominado mandarinas híbridas, Nova [*Citrus clementina* Host. ex Tanaka x Tangelo Orlando (*Citrus reticulata*, Blanco x *Citrus paradisi*, Macf)] ha logrado ocupar un lugar destacado.

La planta tiene buen vigor y desarrollo, con hábito de crecimiento abierto, semejante al de Clementino. Las ramas no presentan espinas y las hojas son grandes y lanceoladas. Presenta una fruta de tamaño mediano, que madura a principios de mayo, con buen color, de textura firme, sin semillas y de sabor equilibrado y agradable. La corteza se separa con alguna dificultad por estar muy adherida a los gajos y la pulpa es tierna con elevado contenido de jugo (Agusti, 2010).

MURCOTT

Esta variedad es un tangor (híbrido entre mandarina [*C. reticulata* Blanco] y naranja [*C. sinensis* L. Osb.]). La planta es vigorosa, de copa compacta y densa. Es muy productiva, pero tiene tendencia a la producción alternada; a tal extremo, que una producción excesiva no sólo origina disminución en el tamaño de la fruta, sino que trae consecuencias nefastas para la futura supervivencia de la planta. Este fenómeno se conoce como “colapso de la Murcott” y se cree que ocurre por un desbalance en las reservas de la planta. Este problema puede ser controlado mediante podas y raleos de fruta para mantener una producción adecuada. Es sensible al frío, en especial en años de gran producción (Rincon *et al.*, 2005).

La fruta se produce en la terminación de las ramas, lo que provoca que sea dañada por el viento, el sol y el frío. Es de tamaño mediano, firme, achatada y de color amarillo-anaranjado, que se acentúa a medida que avanza la época de maduración. La cáscara es muy fina, bastante pegada a los gajos, pero se extrae sin mayores dificultades. Tiene un alto contenido de jugo, muy dulce y baja acidez. A pesar de la excepcional calidad externa e interna de la fruta, el principal inconveniente que tiene para el mercado es el alto contenido de semillas (más de 15 por fruta) (Rincon *et al.*, 2005).

Calidad de la Cáscara

Las alteraciones más frecuentes que afectan la calidad de las cascara en los frutos cítricos son el splitting y el bufado.

SPLITTING

El splitting o “rajado estilar de la fruta” es un factor que condiciona la producción de mandarina Nova en el NEA. Es una alteración que se caracteriza por la presencia de grietas en el albedo (parte blanca de la cáscara); estas disminuyen la calidad comercial, debido a su mal aspecto externo y son puerta de entrada de hongos (Rincon *et al.*, 2005). Cuando la fruta procede de plantas con bajo contenidos en calcio, pierde su capacidad de resistencia al transporte, y envejece prematuramente en las góndolas de comercialización (Fig. N°1) (Palacios, 2005).

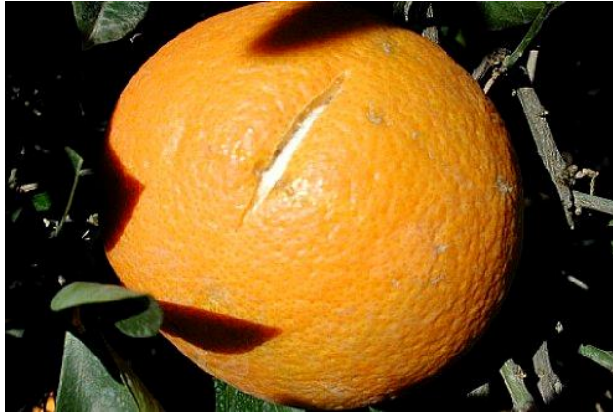


Figura. N°1: Splitting o rajado en cítricos

BUFADO

Es una alteración que se caracteriza por la separación de la cáscara de los gajos, estando ligada al proceso de maduración. Es el principal factor limitante de una cosecha tardía, ya que si el fruto permanece en la planta, la calidad del mismo se reduce. Es muy sensible al manipuleo durante las tareas de cosecha y empaque; la cáscara se agrieta, lo que da lugar al podrido (Fig. N°2), (Palacios, 2005).

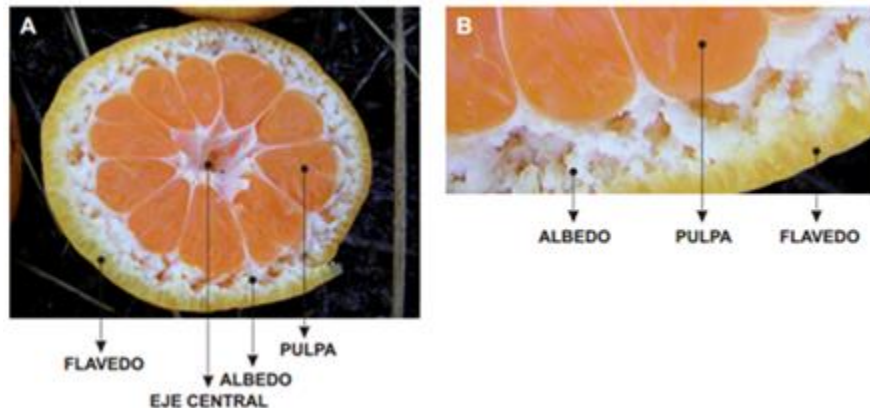


Fig. N°2: Bufado en fruto de mandarina Satsuma cv. Hashimoto. A) Fruto seccionado transversalmente presentando un grado avanzado de alteración. B) Detalle de la degradación del albedo.

OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación, fue evaluar el efecto del aporte de calcio, sobre el contenido de macronutrientes en cáscaras de frutos de mandarina 'Nova' y mandarina 'Murcott'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en San Lorenzo, Departamento de Saladas, y en Concepción Corrientes - Argentina, en lotes comerciales de mandarina Nova [*Citrus clementina* Host. ex Tanaka x Tangelo Orlando (*Citrus reticulata*, Blanco x *Citrus paradisi*, Macf)] de 13 años y Tangor Murcott, de 16 años, injertadas sobre trifolio (*Poncirus trifoliata* Raf.). Las mismas se encuentran implantadas en un suelo franco, apto de 1 m de profundidad, y con densidades de 416 y 555 plantas ha⁻¹ respectivamente.

Tratamientos y Dosis

- 1: Testigo (sin aplicación)
- 2: 125 kg de nitrato de calcio ha⁻¹
- 3: 250 kg de nitrato de calcio ha⁻¹
- 4: 400 kg de nitrato de calcio ha⁻¹

Los tratamientos consistieron en la aplicación de nutrientes por medio de fertilizaciones al suelo. Las mismas fueron realizadas al voleo a vuelo de copa y sin incorporación, en dos momentos (principios de primavera y otoño del año anterior) y distribuyendo en cada caso el 50 % de la dosis.

Se trabajó con un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, utilizando una parcela experimental de cuatro plantas, y evaluándose las dos centrales. Los datos obtenidos fueron sometidos a las pruebas de normalidad mediante prueba de bondad de ajuste con el estadístico Shapiro-Wilks modificado ($\alpha=0,05$) y se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) utilizando el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2012).

En el momento de la cosecha se tomaron muestras al azar de 20 frutos por parcela. Las muestras de cáscaras se desecaron en estufa a 60-65°C hasta peso constante y molidas en molinillo, en las que se determinaron las concentraciones de nitrógeno, por el método de micro-kjeldhal; fósforo, por el método Murphy-Riley; potasio

por espectrometría de absorción atómica; calcio y magnesio por volumetría de formación de complejos (Kalra, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1- Mandarino 'Nova'

TABLA 2. Concentración de nutrientes en cáscaras de mandarino 'Nova' en los cuatro tratamientos probados.

TRATAMIENTO	% N	% P	% K	% Ca	%Mg
1. TESTIGO	1,25 ab	0,04 ab	0,55 a	0,74 a	0,25 a
2. 125 Kg (NO ₃) ₂ Ca	1,32 b	0,06 b	0,67 a	0,91 a	0,11 a
3. 250 Kg (NO ₃) ₂ Ca	0,96 a	0,05 ab	0,61 a	0,85 a	0,15 a
4. 400 Kg (NO ₃) ₂ Ca	1,22 ab	0,03 a	0,67 a	0,81 a	0,18 a

Los valores representan la media de cuatro repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Prueba de Duncan, $p < 0,05$; $a > b$; $n=4$).

En la tabla 2 se presentan los resultados del contenido de macronutrientes en cáscara de mandarino 'Nova' para los cuatro tratamientos evaluados. El nitrógeno (N) es el elemento más abundante en la cáscara de los frutos de mandarino 'Nova' seguido por el calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg) y fósforo (P).

Se observa que el potasio, calcio y magnesio no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos, como sí lo hicieron el nitrógeno y el fósforo.

En el caso del nitrógeno, se puede ver que los tratamientos 2, 3 y 4 no se diferenciaron significativamente del tratamiento testigo (1). Sin embargo el porcentaje promedio de acumulación del tratamiento 2 (1,32% de N) fue estadísticamente superior al promedio de acumulación del tratamiento 3 (0,96% de N), quedando evidenciado que la fertilización con 125 Kg ha⁻¹ de nitrato de calcio produjo niveles más altos de nitrógeno en la cáscara de mandarino 'Nova', que la fertilización con 250 Kg ha⁻¹ de nitrato de calcio. Resultados que coinciden con Suarez García (2011), quién evaluando dosis crecientes de nitrógeno en naranja Valencia tampoco encontró diferencias significativas entre tratamientos.

El fósforo presentó una respuesta similar a la del nitrógeno debido a que ninguno de los tratamientos produjo una diferencia significativa respecto al testigo.

Asimismo se presentó una diferencia significativa entre el tratamiento 2 (125Kg $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$) y 4 (400Kg $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$), en cuyo caso el porcentaje promedio de acumulación en las cáscaras fue mayor en el tratamiento 2 (0,06% de P) y menor en el tratamiento 4 (0,03% de P); posiblemente debido a la competencia entre nitratos y fosfatos (Smith, 1962) o a un exceso de calcio que limita la absorción de fósforo (Palacios, 2005; Agusti, 2010).

Con respecto al calcio, si bien no se obtuvieron diferencias significativas se pueden observar mejores respuestas en el tratamiento 2 (125Kg $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$), cuya dosificación es la más utilizada en la región NEA para suplir las deficiencia de calcio y evitar el Splitting en las frutas (comunicación personal Ing. Agr. Rodríguez V. A., 6 de mayo de 2017).

Los contenidos de N encontrados en nuestro trabajo fueron mayores a los hallados por Suarez García (2011), el P y K se encontraron por debajo de los valores registrados por estos autores y el Ca y Mg arrojaron fueron similares.

2- Mandarino 'Murcott'

TABLA 3. Concentración de nutrientes en cáscaras de mandarino 'Murcott' en los cuatro tratamientos probados.

TRATAMIENTO	% N	% P	% K	% Ca	%Mg
1. TESTIGO	1,36 a	0,02 a	0,55 a	0,34 a	0,07 a
2. 125 Kg $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$	1,47 a	0,04 a	0,67 a	0,34 a	0,17 ab
3. 250 Kg $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$	1,32 a	0,03 a	0,61 a	0,31 a	0,27 b
4. 400 Kg $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$	1,27 a	0,05 a	0,49 a	0,45 a	0,12 ab

Los valores representan la media de cuatro repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Prueba de Duncan, $p < 0,05$; $a > b; n=4$).

En la tabla 3 se exhiben los resultados del análisis estadístico de nutrientes presentes en las cáscaras del híbrido 'Murcott'. Según este análisis no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para la acumulación de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en los diferentes tratamientos realizados; pero si lo hubo en la acumulación de magnesio. Al igual que en Nova, el nitrógeno es el elemento más abundante en la cáscara de los frutos de mandarina 'Murcott', sin embargo le sigue en contenido el potasio y luego el calcio, magnesio y fósforo.

El porcentaje promedio de magnesio, en las cáscaras de mandarina 'Murcott' del tratamiento 3 ($250\text{Kg } (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$), fue significativamente superior al testigo, pero con el tratamiento 2 (125 Kg ha^{-1}) y 4 (400 Kg ha^{-1}) no hubo diferencia significativa; no obstante fue el más eficaz, debido a que logró una mayor acumulación de magnesio en las cáscaras que los demás tratamientos.

CONCLUSIÓN

Los niveles de fertilización empleados no tuvieron un efecto significativo sobre el patrón de acumulación de los nutrientes en la cáscara de los frutos. Es decir, la cáscara extrajo los nutrientes en proporciones similares cuando los arboles fueron fertilizados de forma diferente, a excepción del magnesio en 'Murcott'.

ANEXOS**TABLA N° 1.** Resultado obtenido del análisis de macronutrientes en cáscaras de mandarino 'Nova'.

TRATAMIENTO	Repetición	% N	% P	% K	% Ca	%Mg
1 TESTIGO	1	1,44	0,047	0,73		0,43
	2	1,60	0,047	0,49	0,975	0,21
	3	0,91	0,058	0,49	0,5	0,3
	4	1,05	0,011	0,49	0,975	0,075
2 125Kg ha ⁻¹ (NO ₃) ₂ Ca	1	1,44	0,049	0,73	0,95	0,06
	2	1,33	0,049	0,73	0,975	0,03
	3	1,42	0,050	0,73	0,5	0,33
	4	1,07	0,073	0,49	1,2	0,03
3 250Kg ha ⁻¹ (NO ₃) ₂ Ca	1	1,03	0,054	0,73	0,95	0,15
	2	1,10	0,050	0,73	0,925	0,075
	3	0,85	0,049	0,49	0,9	0,25
	4	0,84	0,045	0,49	0,625	0,135
4 400Kg ha ⁻¹ (NO ₃) ₂ Ca	1	1,14	0,018	0,49	0,675	0,24
	2	1,14	0,018	0,73	0,6	0,345
	3	1,44	0,019	0,73	1,25	0,06
	4	1,16	0,054	0,73	0,7	0,09

TABLA N° 2. Resultado obtenido del análisis de macronutrientes nutrientes en cáscaras de Mandarino 'Murcott'

TRATAMIENTO	Repetición	% N	% P	% K	% Ca	%Mg
1 TESTIGO	1	1,03	0,010	0,73	0,4	0,015
	2	1,37	0,010	0,49	0,25	0,09
	3	1,44	0,045	0,49	0,325	0,165
	4	1,59	0,018	0,49	0,375	0,015
2 125Kg ha ⁻¹ (NO ₃) ₂ Ca	1	1,50	0,054	0,73	0,25	0,195
	2	1,08	0,013	0,73	0,375	0,135
	3	1,59	0,045	0,73	0,45	0,12
	4	1,69	0,042	0,49	0,3	0,21
3 250Kg ha ⁻¹ (NO ₃) ₂ Ca	1	1,31	0,011	0,73	0,2	0,18
	2	1,30	0,049	0,49	0,3	0,255
	3	1,32	0,006	0,49	0,5	0,255
	4	1,33	0,052	0,73	0,225	0,375
4 400Kg ha ⁻¹ (NO ₃) ₂ Ca	1	1,40	0,045	0,49	0,35	0,195
	2	1,21	0,052	0,49	0,75	0,135
	3	1,27	0,032	0,49	0,225	0,12
	4	1,18	0,057	0,49	0,475	0,03

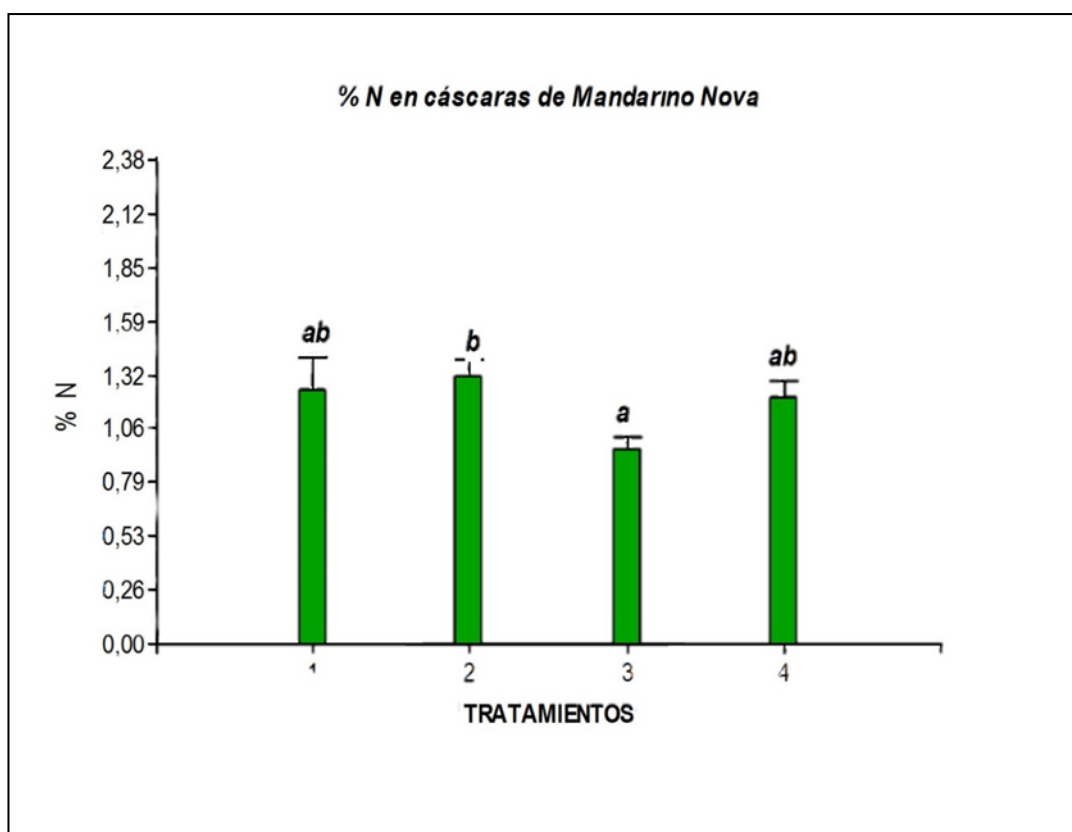
Gráficos de los resultados del análisis en mandarino Nova

FIGURA 3: PROMEDIO DE ACUMULACIÓN DE NITRÓGENO EN CÁSCARAS DE MANDARINO 'NOVA'. Los valores representan la media de cuatro repeticiones $\pm$ error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Duncan, $p < 0,05$; $a < b < c$; $n=4$). T1: TESTIGO; T2: $125 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$; T3: $250 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$; T4: $400 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$.

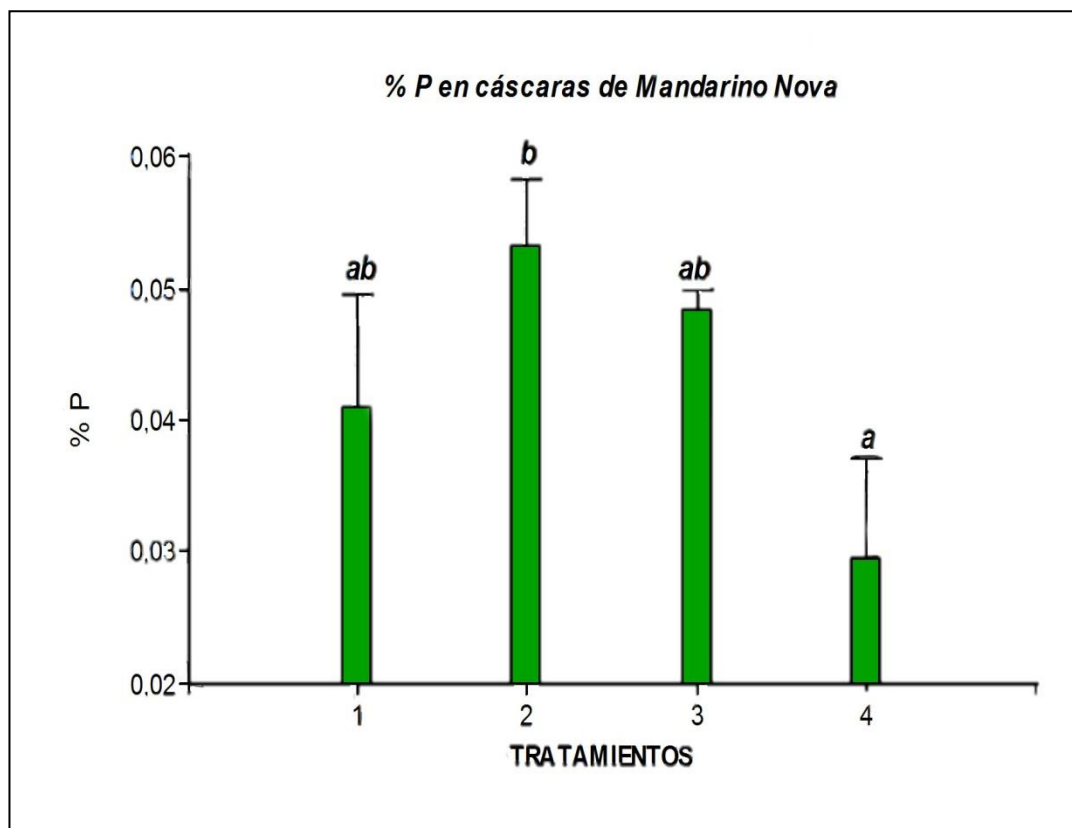


FIGURA 4: PROMEDIO DE ACUMULACIÓN DE FÓSFORO EN CÁSCARAS DE MANDARINO 'NOVA'. Los valores representan la media de cuatro repeticiones $\pm$ error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Duncan, $p < 0,05$; $a < b < c$; $n=4$). T1: TESTIGO; T2: $125 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$; T3: $250 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$; T4: $400 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$.

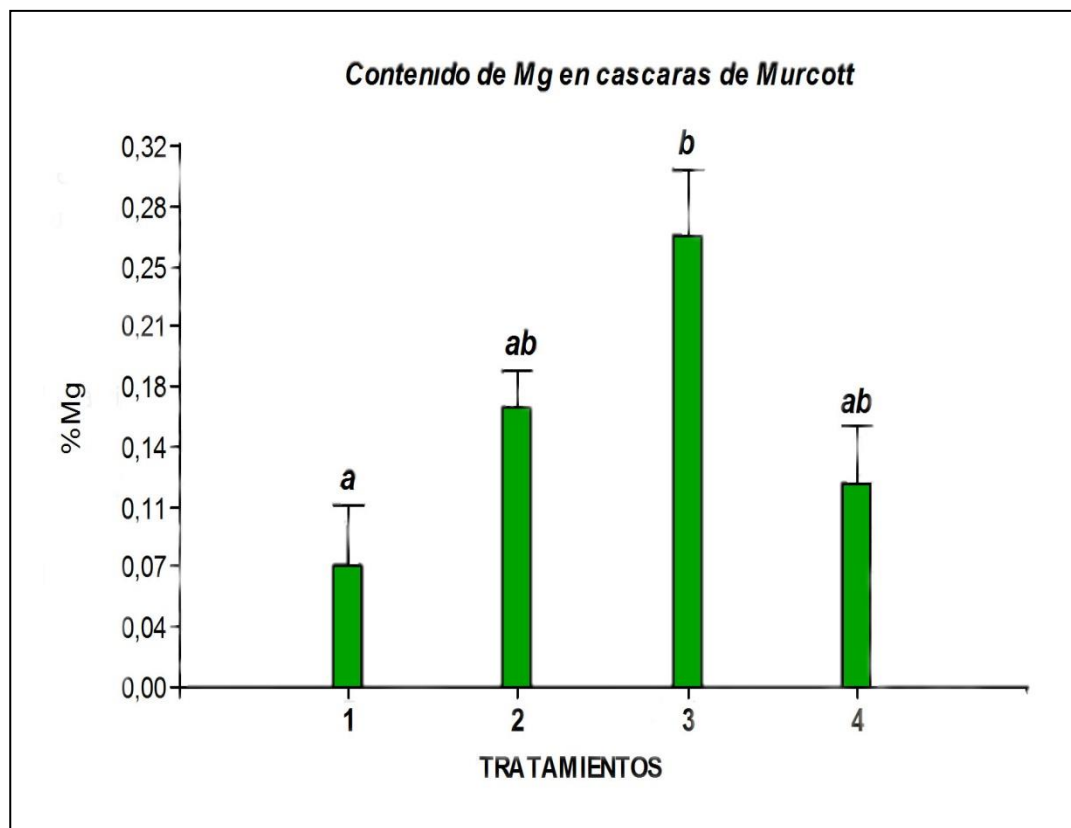
Gráficos de los resultados del análisis en mandarino Murcott

FIGURA 5 – PROMEDIO DE ACUMULACIÓN DE MAGNESIO EN CÁSCARAS DE MANDARINO 'MURCOTT'. Los valores representan la media de cuatro repeticiones $\pm$ error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Duncan, $p < 0,05$; $a < b < c$; $n=4$). T1: TESTIGO; T2: $125 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$; T3: $250 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$; T4: $400 \text{ Kg ha}^{-1} (\text{NO}_3)_2\text{Ca}$.

Tabla n° 3: Promedios del porcentaje de acumulación de minerales en los diferentes tejidos de un huerto de 12 años de edad de naranja Valencia de acuerdo al nivel de fertilización utilizado.

TEJIDO	Nitrógeno (%)					Fósforo (%)					Potasio (%)					Calcio (%)					Magnesio (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Hoja	1,9	2,1	1,8	2,1	1,9	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	1,4	1,6	1,4	1,3	1,5	3,1	2,6	3,2	3,5	2,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Pulpa	0,7	0,9	0,9	0,9	1,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Semilla	2,0	2,3	1,9	2,1	2,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,0	1,0	1,3	1,2	1,0	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Cáscara	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,3	1,2	1,0	1,4	1,3	0,8	0,8	1,2	0,7	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Pedúnculo	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	3,6	2,3	1,8	2,0	2,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1

Fuente: Suarez García (2011).

Tabla n° 4: influencia de aportes de un elemento sobre los demás.

	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B
Nitrógeno	A	D	D	0	A	D	D	D	---
Fósforo	D	A	D	A	D	D	D	A	---
Potasio	D	--	A	D	D	--	--	--	D
Calcio	---	---	D	A	---	---	--	?	---
Magnesio	---	---	D	D	A	D	A	A	---
Cobre	---	---	A	---	---	A	D	D	---
Zinc	---	---	A	D	D	D	A	D	---
Manganeso	---	---	A	---	D	D	---	A	---
Boro	---	D	A	D	D	---	---	---	A

A: aumenta y D: disminuye.

Fuente: Smith (1962).

BIBLIOGRAFÍA

1. Agusti, M. 2010. Fruticultura. Segunda Edición. Madrid España. Ediciones Mundi Prensa. 507 pp. ISBN: 8484765296.
2. Albrigo, L. G.; Syversten, J. P. 2001. What about Foliar NPK on Citrus Fluid Journal. pp. 1-3.
3. Alva, A. K.; Paramasivam, S.; Fares, A.; Obreza, T. A.; Schumann, A. W. 2005. Nitrogen best management practice for citrus trees I. Fruit yield quality and leaf nutritional status. Scientia Horticulture. 107: 233 -244.
4. Bachiega Zambrosi, F. C.; Mattos Jr., D.; Boaretto, R. M.; Quaggio, J. A.; Muraoka, T.; Syvertsen, J. P. 2012. Contribution of phosphorus (^{32}P) absorption and remobilization for citrus growth. Plant Soil. 355: 353-362.
5. Banfi, G. 1996. La citricultura en Argentina. En: A. Fabiani, R. Mika, L. Larocca, C. Anderson (eds.). Manual para productores de naranja y mandarina de la región del río Uruguay. Diversificación productiva. Manual Serie "A" N° 2, Cap N° 8, INTA.
6. Barry, G. H. y Bower, J. P. 1997. Manipulation of fruit set and stylar-end fruit split in Nova mandarin hybrid. Scientia Horticulturae, vol. 70, N° 2-3, pp 243-250. ISSN: 0304-4238.
7. Chatterjee, C.; Dube, B. K. 2004. Nutrient Deficiency Disorders in Fruit Trees and their Management. Fruit and Vegetable Diseases (ed. K. G. Mukerji) Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Vol. 1: 3-39.
8. Cooman, A.; Torres, C. y Fischer, G. 2005. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta. II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. Agron. colomb. [Online]. Vol.23, n.1, pp.74-82. ISSN 0120-9965.
9. Di Rienzo, J; F Casanoves; M Balzarini; L Gonzalez.; M Tablada y Robledo, C. 2015. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Acceso: diciembre 2015. URL <http://www.infostat.com.ar>

10. Federcitrus 2011. La actividad citrícola argentina. disponible en: <http://www.federcitrus.org.ar/actividad-citricola-2011.pdf>
11. Kalra, Y. P. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. USA, 300 pp, ISBN 1-57444-124-8.
12. Obreza, T. A.; Morgan, K. T.; Gene, A. L. y Boman, B. J. 2011. Recommended Fertilizer Rates and Timing. In: Nutrition of Florida Citrus Trees, 2º Edition. Thomas, A. Obreza and Kelly T. Morgan (Eds.). UF-IFAS. 100 pp. Cap. 8, pp. 48-59.
13. Opara, L. 1997. Fruit skin splitting and cracking. Hort. Rev. 19, 217-262.
14. Palacios, J. 2005. Citricultura. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. 518 pp. ISBN: 987-43-8326-7.
15. Rincon, A. M; Vásquez, A; Padilla, M. y Fanny, C. 2005. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cascara de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. ALAN [online]. Vol.55, Nº3 pp. 305-310.
16. Soler Aznar, J. y Soler Fayos, G. 2006. Cítricos, variedades y técnicas de cultivo, pp: 159-160-161.
17. Smith, P. 1962. Mineral analysis of plant tissues. En Annual Review of Plant Physiology, vol 13, pp 81-108.
18. Suarez García, G. 2011. Extracción de nutrientes por cosecha de cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia en condiciones del Valle Del Cauca. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrados. [Consultado: 19/11/2016], Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6604/1/Germ%C3%A1n%20Suarez%20Garc%C3%ADa%20corregido.pdf>