



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Trabajo Final de Graduación
Modalidad Tesina

"Efecto de la dolomita en forma de nanomolécula en naranjo dulce *Citrus sinensis* L. Osb. var. 'salustiana' en Corrientes, Argentina".

Autor: ALEGRE GIL, Nelson Daniel

Docente Asesor: Ing. Agr. (Mgter.) CHABBAL, Marco Daniel.

Tribunal Evaluador: Ing. Agr. (Mgter.) PICCOLI, Analía

Ing. Agr. (Dra.) TOLEDO, Marcela

Ing. Agr. (Dr.) DALURZO, Humberto C.

Corrientes | Argentina

2019

CONTENIDOS

| | | |
|------|----------------------------------|----|
| I. | RESUMEN..... | 3 |
| II. | INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES..... | 4 |
| III. | OBJETIVOS..... | 7 |
| IV. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 8 |
| V. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 13 |
| VI. | CONCLUSIONES..... | 18 |
| VII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 19 |

I. RESUMEN

La provincia de Corrientes cuenta con una superficie citrícola de 26.000 hectáreas con una producción de 557 mil toneladas, de las cuales 285 mil toneladas corresponden a las naranjas. Conocer acerca de los requerimientos de los elementos minerales de las plantas en las condiciones locales, es un requisito necesario para efectuar un diagnóstico y proponer recomendaciones de fertilización a fin de obtener cosechas elevadas y de buena calidad. La fertilización compensa las extracciones de elementos minerales del suelo por parte del cultivo durante su desarrollo, y suple los nutrientes ausentes en el mismo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del fertilizante nanoparticulado de dolomita sobre la producción, el contenido de nutrientes foliares y calidad de fruta de naranja *Citrus sinensis* L. Osb. var. 'Salustiana'. Para ello el material de estudio que se utilizó fue Naranjo dulce *Citrus sinensis* L.Osb. var. 'Salustiana', injertada sobre Lima de Rangpur, *Citrus Limonia* L. Osb. implantado sobre un suelo arenoso de la localidad de Santa Rosa, Corrientes. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con 4 bloques y 4 plantas como parcela experimental, tomándose como plantas útiles las dos centrales, y 4 repeticiones. Se efectuaron evaluaciones de pH, conductividad eléctrica, análisis foliares y calidad de frutas. A los resultados obtenidos, se les realizó el análisis de varianza con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y un Test de comparación de medias, Duncan. Concluyéndose que el contenido de nutrientes foliares se encontró dentro de los niveles óptimos para un correcto comportamiento fisiológico de las plantas; que el rendimiento de fruta fresca (No industrial) se incrementó con respecto al agregado del fertilizante en forma de nanopartícula con diferencias respecto al Testigo únicamente cuando se aplicó en el suelo y con una dosis de 4 L.Ha⁻¹. No se presentaron diferencias entre tratamientos cuando se consideró el rendimiento total (fresco + industrial). La calidad de la fruta no experimentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, excepto para la variable SST (° Brix) en el que los tratamiento 3 y 5, aplicación de 4 L.Ha⁻¹ de manera foliar y al suelo respectivamente, superaron significativamente al Testigo.

II. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El origen de los agrios se localiza en Asia oriental, en una zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. Hoy en día el cultivo se extiende por todo el planeta, pero su principal distribución se ubica entre dos franjas bien definidas, una en cada hemisferio. La del hemisferio norte está entre los 16° y los 41° de latitud norte y la del hemisferio sur entre los 11° a 35° de latitud sur (Agustí, 2003; Palacios, 2005).

En Argentina la citricultura representa una de las principales actividades frutícolas. En el año 2016 la superficie de frutas cítricas plantadas en nuestro país fue 132.246 hectáreas, y respecto de la producción mundial ocupó el octavo lugar con 3.280 millones de toneladas que significaron el 3,56 % del total de la producción mundial. Esta actividad se desarrolla principalmente en dos regiones bien definidas, el Noreste argentino (Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Buenos Aires) y Noroeste argentino (Tucumán, Salta, Jujuy, Catamarca), cuyos porcentajes de producción comprenden 60,67% y 38,83% respectivamente (FEDERCITRUS 2017).

La provincia de Corrientes cuenta con una superficie citrícola en producción de 26.000 hectáreas con una producción de 557 mil toneladas, de las cuales 285 mil corresponden a las naranjas, y se encuentra dividida en dos regiones: “Paraná Centro”, constituida por los departamentos de Bella Vista, Concepción, Saladas, San Roque, San Miguel, Lavalle, Goya, Ituzaingó, Mburucuyá, Empedrado y Esquina que concentran el 27% de la superficie y la región del “Río Uruguay” integrada por los departamentos de Monte Caseros, Curuzú Cuatiá, Paso de los Libres y San Martín, concentrando el 73 % restante de la superficie (Molina *et al.*, 2019).

Conocer acerca de los requerimientos de los elementos minerales de las plantas en las condiciones locales, es un requisito necesario para efectuar un diagnóstico del estado nutricional y proponer recomendaciones de fertilización a fin de obtener cosechas elevadas y de buena calidad. La fertilización compensa las extracciones de elementos minerales del suelo que las plantas llevan a cabo durante su desarrollo, y suple los nutrientes ausentes en el mismo (Agustí, 2003).

Las deficiencias en elementos minerales alteran el desarrollo de las plantas en un sentido amplio y, por lo tanto, el crecimiento del fruto puede verse modificado. El efecto de estas deficiencias es muy variable, sobre el tamaño y la calidad del fruto, y depende marcadamente del elemento mineral en cuestión, así como de la época en que se manifiesta, debido esto la corrección de carencias es requisito previo para la obtención de un fruto de calidad (Agustí, 2003).

De todos los nutrientes que necesita la planta, el calcio (Ca) forma parte importante de la constitución de la membrana de las células y se acumula entre la pared celular y la lámina media por lo que confiere la estabilidad y mantiene la integridad de éstas. Este nutriente, actúa como agente cementante de las células y tiene influencia en la regulación de los sistemas enzimáticos y la actividad de fitohormonas (Bachiega Zambrosi, *et al.*, 2012).

La multiplicación celular en los tejidos meristemáticos son activados por el calcio. En general, el calcio ejerce una acción favorable sobre el crecimiento radical y es necesario en la germinación (Alcántar González, 2007; Del Rivero, 1968).

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; Agustí, 2003).

Otro nutriente importante es el magnesio (Mg), componente principal de la clorofila siendo por tanto esencial para la fotosíntesis y para la formación de otros pigmentos. Activa numerosas enzimas del metabolismo de las proteínas y glúcidos. Favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva (Criado y García, 2010; Del Rivero, 1968).

Del total del Mg absorbido, aproximadamente la mitad se encuentra en el tronco y ramas del árbol de naranja, un tercio en las raíces y el resto en las hojas. Durante la floración y fructificación se produce una translocación significativa del Mg hacia los brotes y frutos (Molina, 1999).

Es un elemento móvil en la planta, por lo que la deficiencia se presenta primero en las hojas más viejas, que 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; Agustí, 2003).

La dolomita es un mineral compuesto de carbonato cálcico y magnésico cuya fórmula química es $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ y puede presentarse de forma líquida nanoparticulada.

Los materiales nanoestructurados normalmente consisten en partículas de menos de 100 nm (nanómetros) de diámetro. Debido a su tamaño, estos materiales tienen propiedades que son diferentes de los materiales micrométricos o de mayor tamaño (De la Torre Sánchez, 2016).

Hasta el momento las publicaciones de investigaciones sobre el $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomita) nanoparticulada, en la protección de las plantas y la nutrición son escasas. Kuo-Hsun Hua *et al*, (2015) compararon los efectos del carbonato de nano-calcio y carbonato de calcio coloidal y encontraron que los tratamientos de carbonato de nano-calcio permitían aumentar el contenido de calcio cuando se rocía en hojas de Tankan (*Citrus tankan* Hayata).

III. OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar el efecto del fertilizante nanoparticulado de Dolomita sobre la producción, el contenido de nutrientes foliares y calidad de fruta de naranja *Citrus sinensis* L. Osb. Var. 'Salustiana'.

Objetivos específicos:

Evaluar el efecto de aplicaciones de fertilizante nanoparticulado de Dolomita foliar y en suelo, en distintas dosis sobre:

- El contenido de nutrientes foliares,
- El rendimiento de naranja *Citrus sinensis* L. Osb. Var. 'Salustiana' y
- La calidad de la fruta.

Hipótesis de Trabajo: Es posible aumentar el rendimiento, el contenido de nutrientes, y mejorar la calidad de la fruta mediante el agregado de diferentes dosis de dolomita en forma de nanopartícula.

IV. MATERIALES Y METODOS

Lugar de realización: El ensayo se realizó en el Establecimiento Doña Sara, perteneciente al Ing. Agr. Guillermo Vaccaro, ubicado en la localidad de Santa Rosa, Corrientes (28°14'26.0"S 58°08'40.6"W).

Predominan suelos arenosos, del tipo Udisamamment árgico. Según el sistema de Köppen la clasificación climática para todas las localidades de la provincia es la de templado húmedo, sin estación seca definida, con precipitaciones máximas en otoño y primavera y con veranos muy cálidos con temperaturas superiores a los 22°C y media anual superior a 18°C.

El material de estudio que se utilizó fue Naranjo dulce *Citrus sinensis* L.Osb. var. 'Salustiana', injertada sobre Lima de Rangpur, *Citrus Limonia* L. Osb. El lote fue implantado en el año 2009 y tiene una densidad de plantación de 408 plantas ha^{-1} con una distancia de 7 m entre líneos y 3,5 m entre plantas.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con 4 (cuatro) bloques y 4 (cuatro) plantas como parcela experimental, tomándose como plantas útiles las dos centrales, y 4 (cuatro) repeticiones. Los tratamientos están descriptos en la Tabla 1.

TABLA 1. Tratamientos, forma de aplicación, dosis y momentos de aplicación.

| Tratamientos | Forma de aplicación | Dosis anual | Momentos de aplicación |
|--------------|---------------------|---|-------------------------------|
| T1 | Suelo | 2 Kg de $CaMg(CO_3)_2$ $Planta^{-1}$ | 50 % Diciembre y 50% Abril |
| T2 | Foliar | 2 L. Ha^{-1} | 50 % Diciembre y 50% Abril |
| T3 | Foliar | 4 L. Ha^{-1} | 50 % Diciembre y 50% Abril |
| T4 | Suelo | 2 L. Ha^{-1} | 50% Diciembre y 50% Abril |
| T5 | Suelo | 4 L. Ha^{-1} | 50% Diciembre y 50% Abril |

Los tratamientos T2, T3, T4 y T5 tienen aplicación de MIST-Ca/Mg®.

Los productos que se aplicaron fueron Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ convencional en polvo y MIST-Ca/Mg® que es una fuente de nanopartículas de dolomita de alta pureza, y se presenta en una emulsión floable que contiene 9,80% Ca y 5,90% Mg según marbete del producto comercial.

En el tratamiento N°1, Testigo, se partieron en dos momentos el agregado de 2 kg Planta⁻¹ de Dolomita convencional, 50% en el mes de diciembre del 2017 y 50% en abril del 2018.

Todas las plantas del ensayo fueron fertilizadas con un fertilizante compuesto 15-6-15-6, que aporta un 15% (N) - 6% (P_2O_5) - 15% (K_2O) - 6% (MgO), cuya aplicación fue a razón de 2 kg por planta (50% en septiembre del 2017 y 50% en marzo del 2018).

Aplicaciones:

1er. Aplicación: (1er. 50% dosis anual)

Día: 22 de Diciembre de 2017.

Hora: 09 a 11,00 hs.

Temperatura: 24° C.

Humedad Relativa: 70%.

Aplicación de Dolomita: Tratamiento 1 (Testigo): 1 Kg. Planta⁻¹ Dolomita.

Humedad de suelo: Muy buena.

Volumen de soluciones:

Aplicaciones foliares, (Tratamientos N°2 y 3: 1,7) L. Planta⁻¹. (Motomochila de espalda).

Aplicaciones de suelo, (Tratamientos N°4 y 5): Mochila de espalda, para aplicación de herbicidas, picos N° 80-02.

Volumen de agua: 230 L. ha⁻¹ .

Estado fisiológico de cultivo: Frutos de 2,0 a 2,5 cm diámetro.

2da. Aplicación: (2do. 50% dosis anual)

Día: 25 de abril de 2018.

Hora: 09,00 hs.

Temperatura: 28° C.

Humedad Relativa: 55%.

Aplicación de Dolomita: Tratamiento 1 (Testigo): 1 Kg. Planta⁻¹ de Dolomita.

Humedad de suelo: Muy buena.

Volumen de soluciones:

Aplicaciones foliares, (Tratamientos N°2 y 3): 1,8 L. Planta.⁻¹. (Motomochila de espalda).

Aplicaciones de suelo, (Tratamientos N°4 y 5): Mochila de espalda, para aplicación de herbicidas, picos N° 80-02.

Volumen de agua: 230 L. ha⁻¹.

Antes de las aplicaciones, se realizó muestreo de suelo para determinación de pH y conductividad eléctrica en cada parcela en estudio.

Estado fenológico: Tamaño de frutos 55 mm de diámetro.

Evaluaciones:

-MEDICIÓN DE pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO.

Para analizar el efecto de los productos sobre el pH y la conductividad eléctrica se muestrearon hasta los 5 centímetros de profundidad (en zona de raíces) de cada parcela en dos tiempos distintos, llevándose a cabo la primer toma de muestra el día 21-12-2017 y la segunda el 25-04-2018. Las mediciones se efectuaron con potenciómetro y conductímetro (Dewis y Freitas, 1970).

-ANÁLISIS FOLIARES.

Metodología de muestreo: para evaluar el estado nutricional de las plantas se tomaron muestras foliares de ramas fructíferas, pertenecientes a la brotación de primavera. Los muestreos se hicieron en cada parcela experimental, en otoño (marzo del año 2018), momento en el cual los elementos se encuentran estabilizados, de manera que las hojas tenían alrededor de 7 meses de edad (Chapman y Pratt, 1973; Cohen, 1983, Agustí, 2003; Legaz *et al*, 1993; Prause, 2001, Sozzi *et al.*, 2007). Las mismas fueron desecadas en estufa a 60 °C- 65 °C hasta peso constante y se molieron en molinillo tipo Willey de malla 20.

En estas muestras se determinaron las concentraciones de los siguientes elementos nitrógeno (N), por el método de Kjeldhal; fósforo (P), por el método Murphy-Riley; potasio (K), por fotometría de llama; Ca (calcio) y Mg (magnesio), por complejometría con EDTA. , (Kalra, 1998).

-COSECHA DE FRUTAS.

Se midieron los rendimientos en kilogramos de fruta por planta (Kg.pl^{-1}), cosechando las parcelas útiles en el mes de mayo del 2018 en la que se clasificaron las frutas conforme al destino de venta, al mercado fresco e industria, considerándose para fresco todas las frutas cuyo diámetro ecuatorial varianaron entre 55 y 70 mm. La cosecha se realizó el día 19-05-2018.

-CALIDAD DE FRUTAS.

Previo a la cosecha se tomaron muestras de 15 frutas de cada parcela experimental al azar de los cuatro puntos cardinales de las plantas en estudio. Se determinaron los siguientes parámetros de calidad externa e interna de frutas:

- Diámetro ecuatorial (mm): con la utilización de un calibre electrónico digital se midió el diámetro ecuatorial de cada fruta.
- Contenido de jugo (%): se determinó primeramente el peso de las muestras con el uso de una balanza y luego se procedió a la extracción del jugo de las frutas con el uso de un exprimidor eléctrico, dichos jugos fueron colocados en una probeta para medir su volumen (mL de jugo). Los resultados fueron expresados en forma porcentual según la siguiente ecuación: Contenido de jugo (%) = [Volumen (mL)/ Peso (g)]*100.
- Acidez: se midió por titulación volumétrica del jugo. Se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N, con fenolftaleína como indicador y expresando el resultado como mg de ácido cítrico en 10 mL de jugo (Yúfera y Dorrien, 1973)
- Sólidos Solubles Totales (SST): expresados en °Brix, con la utilización de un refractómetro analógico (AOAC, 2006).
- Ratio: se determinó como el cociente entre SST/ Acidez.
- Coloración de cáscara: para esta variable se utilizó la siguiente escala de color.
Adaptado a lo propuesto por Cuquerella, *et al*, 2004.

Grado 1: Verde.

Grado 2: Verde claro.

Grado 3: Verde amarillento.

Grado 4: Amarillo verdoso.

Grado 5: Amarillo.

Grado 6: Amarillo anaranjado.

Grado 7: Naranja claro.

Grado 8: Naranja.

Grado 9: Naranja oscuro

Con los resultados obtenidos, se realizó el análisis de varianza con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y Test de comparación de medias, Duncan. Se utilizó el software InfoStat (Di Rienzo *et, al* 2016).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 2. Mediciones de pH del suelo.

Test de Duncan. Nivel 0.05, promedios de 4 repeticiones.

| Tratamientos | pH suelo (21-12-17) | pH suelo (25-04-18) |
|---|---------------------|---------------------|
| 1. Testigo 2 Kg de CaMg(CO ₃) ₂ Planta ⁻¹ | 6,20 a | 5,20 a |
| 2. Mist Ca - Mg Aplic. Foliar (2 L. Ha ⁻¹) | 5,95 a | 5,16 a |
| 3. Mist Ca - Mg Aplic. Foliar (4 L. Ha ⁻¹) | 5,75 a | 5,60 a |
| 4. Mist Ca - Mg Aplic. Suelo (2 L. Ha ⁻¹) | 5,54 a | 5,45 a |
| 5. Mist Ca - Mg Aplic. Suelo (4 L. Ha ⁻¹) | 5,62 a | 5,52 a |
| C.V. | 6,9 | 6,0 |

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

En la medición de pH, los valores registrados para todos los tratamientos fueron similares, sin diferencias estadística entre sí y pueden incluirse dentro del rango óptimo para los cítricos, esto concuerda con lo propuesto por Sozzi *et al.* (2007) quienes destacan que el rango en el cual los cítricos presentan un buen desarrollo se extiende de 5,5 hasta 7; lo que se puede destacar y que llama en cierto modo la atención, es que en las parcelas con aplicaciones foliares de MIST-Ca/Mg®, tratamientos 2 y 3, se hayan encontrados valores algo más elevado que en las aplicaciones al suelo, tratamientos 4 y 5.

En abril del 2018 se registraron valores menores a diciembre del 2017, posiblemente por lluvias importantes ocurridas durante el verano, sumado a que los suelos son de tipo arenoso.

TABLA 3. Precipitaciones producidas. (Datos tomados en Establecimiento Ayuí, Colonia Tabaí, Corrientes, 15 km del ensayo).

| Mes | Precipitaciones (mm) |
|----------------|----------------------|
| Agosto 2017 | 68,0 |
| Setiembre 2017 | 96,0 |
| Octubre 2018 | 93,0 |

| | |
|----------------|-------|
| Noviembre 2017 | 96,0 |
| Diciembre 2017 | 56,0 |
| Enero 2018 | 200,0 |
| Febrero 2018 | 90,0 |
| Marzo 2018 | 172,0 |
| Abril 2018 | 80,0 |
| Mayo 2018 | 50,0 |

TABLA 4. Mediciones de Conductividad eléctrica del suelo (CE). La variable CE para cumplir con el supuesto de normalidad fue transformada aplicando Log_{10} (base 10).

Test de Duncan. Nivel 0.05, promedios de 4 repeticiones.

| Tratamientos | CE suelo (mS) | CE suelo (mS) |
|--|---------------|---------------|
| | (21-12-17) | (25-04-18) |
| 1. Testigo 2 Kg de $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ Planta ⁻¹ | 0,05 a | 0,05 a |
| 2. Mist Ca - Mg Aplic. Foliar (2 L. Ha ⁻¹) | 0,04 a | 0,07 a |
| 3. Mist Ca - Mg Aplic. Foliar (4 L. Ha ⁻¹) | 0,05 a | 0,05 a |
| 4. Mist Ca - Mg Aplic. Suelo (2 L. Ha ⁻¹) | 0,04 a | 0,03 a |
| 5. Mist Ca - Mg Aplic. Suelo (4 L. Ha ⁻¹) | 0,05 a | 0,07 a |
| C.V. | 11,76 | 13,92 |

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

En cuanto a lo que respecta a la medición de conductividad eléctrica, los valores registrados fueron similares para todos los tratamientos, sin diferencias significativas entre sí, considerándolos muy por debajo de los niveles que pueden comprometer el normal desarrollo los cítricos. Agustí (2003) considera como niveles muy bajos aquellos suelos con una $\text{CE} < 0,20$ dS/m.

TABLA 5. ANÁLISIS FOLIARES. (Muestras del 22-03-18). Test de Duncan.

Promedios de 4 repeticiones. Valores expresados en % de Materia seca.

| Tratam. | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2,01 a | 0,12 a | 1,21 a | 3,38 a | 0,25 a |
| 2 | 2,24 a b | 0,11 a | 1,14 a | 3,51 a | 0,30 a |
| 3 | 2,49 b | 0,11 a | 1,29 a | 3,33 a | 0,29 a |
| 4 | 2,37 b | 0,11 a | 1,40 a | 3,51 a | 0,37 a |
| 5 | 2,49 b | 0,11 a | 1,30 a | 3,67 a | 0,36 a |
| C.V. | 9,7 | 16 | 18 | 9,6 | 17 |

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

Los resultados obtenidos en los análisis foliares, pueden considerarse como óptimos para todos los elementos analizados, similares a los valores propuestos por Palacios (2005).

Conforme al Test de Duncan, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en ninguno de los elementos analizados.

En nitrógeno, en todos los tratamientos en estudio se registraron muy buenos valores, se pueden destacar a los tratamientos 3, 4 y 5, que si bien no se diferenciaron significativamente del tratamiento 2, sí lo hicieron respecto del tratamiento 1. Según Chapman (1961) el rango de suficiencia de N para especies cítricas se encuentra entre 2,20-2,70 %.

Para fósforo los valores hallados fueron algo bajos, aunque sin dudas, esto se debe a los niveles altos encontrados para nitrógeno. Esto coincide con lo descripto por Cohen (1983), quien destaca que el nivel de P en la hoja depende más del nivel de N que del suministro de P disponible. De todas maneras, según Sozzi *et al* (2007) esta relación N/P no es lo suficientemente alta como para comprometer futuras cosechas.

En potasio, acorde a lo propuesto por Moreira *et al.* (1982), los niveles encontrados pueden considerarse dentro del rango muy satisfactorio, con tenores que oscilaron entre 1,14 y 1,40%.

El mismo análisis puede realizarse para calcio y magnesio, excelentes niveles para ambos elementos, dentro del rango óptimo (Chapman, 1961; Moreira *et al.*, 1982).

TABLA 6. COSECHA. (19-05-2018) Promedios 2 plantas (kg)
Test de Duncan. Nivel 0,05

| Trat. | Kg. Fresco/Pta. | % del Total | Kg. Indust./Pta. | % del Total | Kg Totales/Pta. |
|-------|-----------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| 1 | 38,5 a | 31 | 85,2 a | 69 | 123,7 a |
| 2 | 41,2 a | 37 | 68,7 a | 63 | 110,0 a |
| 3 | 46,7 ab | 37 | 79,7 a | 63 | 126,4 a |
| 4 | 48,1 ab | 38 | 77,6 a | 62 | 125,7 a |
| 5 | 57,7 b | 41 | 82,5 a | 59 | 140,2 a |
| C.V.: | 19,2 | | 23,7 | | 19,4 |

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Analizando los resultados obtenidos en la cosecha realizada, Tabla 5, se puede apreciar que se cosecharon frutas con rendimientos que variaron entre 123 y 140 Kg de frutas por planta, sin diferencias estadísticas entre tratamientos y equivalentes a 50 y 57 Tn.ha⁻¹ respectivamente, rendimientos que pueden considerarse más que óptimos, si se comparan con las medias obtenidas en la región citrícola correntina, que está alrededor de 25 a 30 Tn.ha⁻¹, según los datos publicados por FEDERCITRUS (2018), en el último boletín de la actividad citrícola argentina.

Respecto a la cosecha de frutas destinadas al mercado Fresco e Industria en esta campaña, se pone de relieve gran predominancia de frutas destinadas a industria, como se presentan en las parcelas testigos, en porcentajes de 30 y 70% respectivamente, valores que reflejan exactamente lo que acontece en el medio productivo. Esta situación no es la más adecuada, a criterio del Ing. Agr. Víctor A. Rodríguez (comunicación personal), quien destaca que en función de los precios que alcanzan uno y otro mercado, siempre son mejores los del fresco, y es aquí a donde se debe apuntar. Además Molina *et al.* (2019) manifiestan que en cuanto a la comercialización las naranjas no están pasando por un buen momento, apenas logran un precio en el mercado interno e internacional que permiten salvar los costos, en cambio la fruta destinada a industria no cubre los costos de producción.

En lo referente a frutas destinadas al mercado fresco, es importante destacar lo registrado en el tratamiento 5 donde se alcanzaron las mejores cosechas, aunque solamente diferentes significativamente al testigo, con 57,7 Kg de frutas por planta que representaron el 41% del total,

casi 24 Tn por ha destinadas a los frescos, rendimiento similar al total de frutas cosechadas por la mayoría de los productores en la región.

TABLA 7. CALIDAD DE FRUTAS. (27-06-18), Tratamientos (Tratam), Diámetro en milímetros (mm), Contenido de Jugo, Sólidos Solubles Totales (°Brix), Acidez Total Titulable en (%) e índice de madurez (Ratios).

| Tratam. | Diámetro (mm) | Contenido de Jugo (%) | Sólidos Solubles Totales (° Brix) | Acidez Total Titulable (%) | Ratios |
|---------|------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|--------|
| 1 | 59,8 a | 53,8 a | 9,1 a | 0,86 a | 10,7 a |
| 2 | 58,3 a | 53,1 a | 9,9 ab | 0,84 a | 11,9 a |
| 3 | 58,8 a | 54,0 a | 10,3 b | 0,91 a | 11,3 a |
| 4 | 58,3 a | 55,6 a | 10,2 ab | 0,93 a | 11,0 a |
| 5 | 59,8 a | 53,4 a | 10,3 b | 0,84 a | 12,4 a |
| C.V.: | 4,5 | 4,3 | 7,2 | 10,6 | 11,7 |

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

De acuerdo con el Test de Duncan, no se registraron, salvo en Sólidos Solubles Totales (°Brix), diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las diversas variables en estudio, en SST (°Brix), los tratamientos 3 y 5 solamente superaron significativamente al testigo.

Los valores determinados en las diferentes variables deben considerarse como normales para la especie y variedad en experimentación, según las normas de comercialización (Reglamento de ejecución de la Unión Europea 543/2011; Resolución-145-1983-SAGPyA).

En cuanto a la coloración de cáscara, las frutas al momento de cosecha presentaron en líneas generales, coloración que varía entre verde amarillento (Grado 3) y amarillo verdoso (Grado 4). Esto va de la mano con lo expuesto por Sozzi *et al.*, 2007 quienes exponen que las naranjas pueden presentar color verde al momento de la cosecha y, sin embargo, haber alcanzado los niveles apropiados en los demás parámetros que determinan la calidad interna de los frutos, y posteriormente recurrir a la práctica de “desverdización”.

VI. CONCLUSIONES:

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta experiencia se puede concluir lo siguiente:

- El contenido de nutrientes foliares en todos los casos se encontró dentro de los niveles óptimos para un correcto comportamiento fisiológico de las plantas.
- El rendimiento se incrementó significativamente respecto al testigo únicamente cuando se utilizó la dosis más alta del fertilizante en forma de nanopartícula, aplicado al suelo (4 L.Ha^{-1}) y considerando sólo fruta fresca, ya que los rendimientos totales (fresco + industria) no variaron significativamente.
- La calidad de la fruta no experimentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, excepto para la variable SST ($^{\circ}\text{Brix}$) en el que los tratamientos 3 y 5 aplicación de 4 L.Ha^{-1} de manera foliar y al suelo respectivamente, superaron significativamente al Testigo.

VII. BIBLIOGRAFIA:

- Agustí, M. 2003. Citricultura, 2^a Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 422 pp.
- Alcántar González, G. 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi Prensa México. ISBN: 968-7462-48-5.
- AOAC. 2006. Método 983.17. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2006. 18th Edition, 2005. Revision 1. Horwtiz Ed. ISBN :0-935584-77-3. Chap 37: pp 7, 11.
- Bachiega Zambrosi, F. C.; Mattos Jr., D.; Boaretto, R. M.; Quaggio, J. A.; Muraoka, T.; Syvertsen, J. P. 2012. Contribution of phosphorus (32P) absorption and remobilization for citrus growth. *PlantSoil*. 355: 353-362.
- Chapman, H. 1961. The status of present criteria for the diagnosis of nutrient conditions in citrus. In: Plant analysis and fertilizer problems. W. Reuther Ed. USA.
- Chapman, H., Pratt, P. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Editorial Terillas. México. 195 pp.
- Cohen, A. 1983. Fertilización de los Cítricos. Instituto Internacional de la Potasa. Boletín IIP n° 4. Berna, Suiza. 48 pp.
- Criado, S. R. y M. N. García. 2010. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Parte I. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino Secretaría General Técnica Centro de Publicaciones. 259 pp. ISBN: 978-84-491-0997-3.
- Cuquerella, J. Martínez Javega, J. M. Monterde, A. Navarro, P. Salvador, A. 2004. Nuevo sistema de medida de color para cítricos. *Rev. Levante Agrícola*, N° 372, Espcial Poscosecha, p: 298-304.
- De la Torre Sánchez, R. G. 2016. Instituto de Investigaciones en Materiales-UNAM. Mundo Nano, Vol. 9, No. 16. Disponible en: www.mundonano.unam.mx

Del Rivero, J.M. 1968. "Los estados de carencia en los agrios". Ed. Mundiprensa. Madrid. España.

Dewis, J. y Freitas, F., 1970, Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. FAO, Roma, Italia.Boletín sobre Suelos Nº 10, 252 pp.

Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Escobar, E.; Ligier, H.; Melgar, R.; Matteio, H.; Vallejos, O. 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Corrientes. Disponible en: <http://www.geointa.inta.gob.ar/2016/09/23/suelos-de-la-provincia-de-corrientes-1500-000/>

FEDERCITRUS. 2017. La actividad citrícola argentina. Publicación de la federación Argentina de Citrus. Buenos aires, Argentina.

FEDERCITRUS. 2018. La actividad citrícola argentina. Publicación de la federación Argentina de Citrus. Buenos Aires, Argentina.

Kalra, P.Y. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. USA. 300 pp.

Kuo-Hsun Hua, Hsiang-Chuan Wang, Ren-Shih Chung, and Ju-Chun Hsu. 2015. Calcium carbonate nanoparticles can enhance plant nutrition and insect pest tolerance. J. Pestic. Sci. 40(4), 208–213. DOI: 10.1584/jpestics.D15-025.

Legaz, F; M.D. Serna; P. Ferrer; V. Cebolla y E. Primo Millo. 1993. Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. IVIA. SITA. Valencia España. 10 pp.

Molina, A.; Cáceres, S.; Aguirre, M.; Beltrán, V.; Lombardo, E. 2019. Informe de la citricultura correntina 2018. Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista. Hoja de divulgación n° 57. ISSN 0328-350X

Molina, E. 1999. Fertilización y Nutrición de Naranja en Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_291.pdf

Moreira, C.; Malavolta E.; Rodriguez, O.; Sanches, C.; Koo, R. 1982. Nutrição mineral e adubação dos citros. Instituto Internacional da Potassa. Boletim IIP nº 5. Berna, Suíça.

Palacios, J. 2005. Citricultura. Ed Alfa Beta S. A. Tucumán. 513 pp. ISBN: 987-43-8326-7.

Prause, J. 2001. Análisis de suelos, técnicas de muestreo de suelos, aguas y plantas.

Reglamento de ejecución de la UE 543/2011. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:157:0001:0163:ES:PDF>

Resolución-145-1983-SAGPyA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Disponible en : <http://www.senasa.gob.ar/tags/frutas-citricas>

Sozzi, G. O., Agostini, J. R., Fonfria, M. A., Alem, H. J., Altube, H. A., Arjona, C., ... & Borscak, J. 2007. Árboles frutales: Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires (Argentina). Facultad de Agronomía. 805 p. ISBN950-29-0974-7

Yúfera, E. P, y J. M. C. Dorrien, (1973). Química Agrícola. I. Suelos y Fertilizantes. Ed. Alhambra Madrid, España.