

Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Efecto de la DoloMITANANO particulada en Naranja dulce *Citrus sinensis* L. Osb. Var. 'Salustiana' en Concepción, Santa Rosa, Corrientes, Argentina.

Modalidad: Tesina.

Alumno: De Carlo, Néstor Ariel.

Docente Asesor: Ing. Agr. (MsC.) Chabbal, Marco Daniel.

Corrientes 2022

Resumen

El objetivo de este trabajo es concluir con la etapa de prueba de un producto fertilizante denominado “MIST-Ca/Mg®” analizando la producción final de plantas de Naranja dulce *Citrus sinensis* L. Osb. Var. ‘Salustiana’. Este producto es a base de calcio y magnesio en forma de nanopartículas, y se busca comparar con la producción de plantas de la misma especie, pero fertilizadas con dolomita convencional.

La importancia de la innovación con productos como este radica en que facilita el trabajo tanto en la aplicación, así como en la logística, además de que mejoran considerablemente algunos aspectos de la producción final.

INDICE

1- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	5
1.1- Producción citrícola.....	5
1.2- Características botánicas.....	5
1.3- Nutrición mineral	5
1.4- Sobre el Calcio.....	6
1.5- Sobre el Magnesio.....	7
1.6- Nanotecnología.....	8
2- OBJETIVO GENERAL.....	10
2.1- objetivos específicos.....	10
3- HIPOTESIS DE TRABAJO.....	10
4- MATERIALES Y METODOS.....	10
4.1 Precipitaciones registradas.....	11
5- RESULTADOS Y DISCUSION	13
5.1 Medición del pH del suelo.....	13
5.2 Calidad de la fruta.....	13
5.3 Productividad	14
6- CONCLUSION.....	14
7- BIBLIOGRAFIA.....	14

INDICE DETABLAS

Tabla1:Tratamientos,FormadeAplicación,Momentodeaplicaciónydosis.....	10
Tabla2 :MedicionesdepHdelsuelo	13
Tabla3: Calidaddefrutas.....	13
Tabla4: Productividad.....	14
Tabla 5: Cosecha obtenida por Alegre Gil, Nelson.	14

INDICEDEFIGURAS

Figura1:Precipitacionesregistradas.....	12
---	----

1. Introducción y Antecedentes:

1.1 Producción cítrica

En la campaña 2017-2018, entre los países con mayor producción, se produjeron alrededor de 95.718.000 toneladas de cítricos, en la cual Argentina aportó 3.272.000 tn (FEDERCITRUS) de las cuales 1.676.000 correspondieron al limón, 1.025.000 a naranja, 429.000 a mandarina y 112.000 a pomelo. En la Argentina pueden distinguirse dos regiones productoras de cítricos, el NOA, que produjo el 62%, y el NEA, que produjo el 38% de las existencias.

En lo que respecta a la provincia de Corrientes, la superficie cítrica en producción se encuentra en 26 mil hectáreas, dando 557 mil toneladas. La provincia se encuentra dividida en dos regiones: La región Paraná centro constituida por los departamentos de Bella Vista, Concepción, Saladas, San Roque, San Miguel, Lavalle, Goya, Ituzingó, Mburucuyá, Empedrado y Esquina y concentra el 27% de la superficie; la Región del Río Uruguay conformada por Monte Caseros, Curuzú Cuatiá, Paso de los Libres y San Martín con el 73% de la superficie. (INTAGRI S.C.).

1.2 Características botánicas.

Los cítricos cultivados pertenecen botánicamente al Orden *Geraniales*, familia *Rutaceae*, género *Citrus*. Estos poseen, para su diferenciación con *Poncirus* y *Fortunella*, ovario con 8 o más carpelos.

El género *Citrus* presenta hojas perennes, generalmente glabras, aunque en algunas especies son pubescentes, con bordes serrados, pecíolos más o menos alados y sin alas y glándulas de aceites aromáticos. Sus flores son solitarias o en cima terminal o axilares, estas presentan cuatro o cinco sépalos cortos de color verde unidos entre sí y cinco pétalos color blanco o matizados de púrpura. Sus estambres se encuentran libres o más o menos soldados entre sí y en número múltiple al de pétalos. Su ovario es súpero y gamocarpelar. El fruto es hespéride con número variable de semillas (11).

1.3 Nutrición mineral.

Toda la producción está condicionada por varios aspectos, como pueden ser especie de cítrico, lugar de producción, sanidad del cultivo, la fisiología de la planta y entre ellos tenemos también a la nutrición del cultivo. Para mejorar la nutrición de las plantaciones deben entenderse las necesidades del cultivo, sus necesidades nutricionales, la importancia de los tiempos de aplicación, el papel de cada elemento y el impacto de la aplicación de fertilizantes. Además de ser los elementos esenciales, los nutrientes tienen "funciones especiales" en toda la planta.

Es importante aportar a la planta una nutrición equilibrada para favorecer el rendimiento, la calidad del fruto, la tolerancia al estrés biótico y abiótico en los cítricos (AGQ Labs, Marruecos).

La nutrición mineral es una de las vías más eficaces para influir en la producción y rendimiento de un cultivo, mediante un análisis del suelo podemos conocer el estado nutricional de este, pero esto no es suficiente, para conocer el estado nutricional del cultivo es necesario hacer un análisis y el foliar puede ser el más adecuado. Las necesidades del cultivo deben ser cubiertas por las reservas del suelo o en caso de déficit, por el aporte de fertilizantes. Al aplicar cada uno de ellos, hay que tener en cuenta que la planta solamente puede absorber parte de los mismos, ya que existe un porcentaje de

pérdidas por diferentes causas. A su vez también hay que tener en cuenta que las demandas de los nutrientes varían a lo largo del año y de la edad de la planta, por lo que un diagnóstico nutricional representa el paso obligado que conduce a un programa de fertilización. (Enrique E. Sánchez, 2000).

1.4 Sobre el Calcio (Ca^{2+}).

Dentro de los nutrientes necesarios, el calcio (Ca^{2+}) es el mineral con mayor representación en los cítricos adultos, alcanzando cerca del 20% del contenido elemental. Una proporción importante del Ca^{2+} se encuentra constituyendo parte de las paredes celulares, y en las vacuolas como sales de ácidos orgánicos (Gabriel o. Sozzi, 2007).

Este mineral activa y regula la división y el alargamiento celular. Influye en la compartimentación de la célula relacionada con la especialización de los orgánulos celulares. En consecuencia, resulta imprescindible para el crecimiento de raíces, brotes, frutos, etc. Es fundamental para la permeabilidad de la membrana y la absorción de elementos nutritivos. Es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas en forma de pectato de calcio.

El Ca^{2+} del suelo proviene principalmente de los minerales, y sus formas estables forman parte del complejo arcillo-húmico. Parte del Ca^{2+} del suelo, se pierde por erosión y lixiviación; por otra parte, puede estar bloqueado por otros elementos o por causa del pH, o en formas de baja solubilidad. Las plantas aprovechan aproximadamente un 3% del ion Ca^{2+} del suelo.

Este nutriente es poco móvil en el floema, por lo que no se redistribuye desde los órganos fuente (hoja) a los órganos destino (frutos). La razón es que el fosfato es el principal anión del jugo floemático y en presencia de Ca^{2+} se forman compuestos de baja solubilidad que no pueden avanzar por el floema. Por lo tanto, el Ca^{2+} es suministrado al fruto vía xilema. Además, la alimentación por xilema ocurre casi exclusivamente en la fase de multiplicación celular. Durante esta fase, la relación superficie-volumen del fruto es elevada, por lo tanto, también la transpiración y el suministro xilemático de Ca^{2+} . En la fase de crecimiento, la relación superficie-volumen del fruto disminuye, la epidermis se hace menos permeable y la transpiración se reduce. En consecuencia, se acumula poco Ca^{2+} . Por eso, los órganos alimentados principalmente vía floema, como los frutos, presentan bajos contenidos de Ca^{2+} (poco móvil en floema) y altos en potasio (móvil) (Tromp 1979).

La incorporación de Ca^{2+} vía foliar es necesario si se requiere asegurar la presencia de este elemento en todos los tejidos a lo largo de la campaña, especialmente en los que están en desarrollo por tener escasa transpiración. En cambio, la incorporación de Ca^{2+} a la planta a través de las raíces es fuertemente condicionada por gran cantidad de procesos y factores más allá de la disponibilidad de Ca^{2+} en el suelo: pH, presencia de iones antagónicos, estado hídrico del suelo, crecimiento activo de raíces jóvenes, regulación de la transpiración, momento fenológico, etc. En particular, el suministro de Ca^{2+} al fruto por vía radicular es naturalmente muy difícil una vez superada la fase de multiplicación celular.

El Ca^{2+} , conjuntamente con el Boro y el Silicio se encargan de la fortaleza de la célula, la pared celular debe servir como la barrera física que resiste las hifas de patógenos y las mandíbulas de insectos plagas. (Kioshi Stone)

Deficiencia: La deficiencia de calcio se manifiesta de diferentes formas en la parte aérea de la planta, con una detención del crecimiento de los brotes en caso extremo, produce

deficiencias en la formación de la pared celular de los tejidos nuevos por lo que provoca el rajado del fruto. La deficiencia hace que exista poco desarrollo radical. Aparece también clorosis en los márgenes y nervaduras de las hojas jóvenes, que luego se extienden a toda la lámina foliar. Se produce necrosis en áreas amarillentas, comenzando también en los márgenes. Finalmente se presenta una fuerte defoliación. Los frutos son pequeños y deformes, con bolsas de jugo arrugadas, cáscara áspera y gruesa. Se reduce el crecimiento y la producción (E. Molina, 2000).

1.5 Sobre el Magnesio (Mg)

Otro de los nutrientes con fundamental importancia en la nutrición de los cítricos es el Magnesio (Mg). En la planta, alrededor del 70% del Mg se transporta en asociación con aniones inorgánicos y ácidos orgánicos tales como malato y citrato. Entre el 10% y el 20% del Mg se encuentra en los cloroplastos, la mitad, aproximadamente, formando parte de las moléculas de clorofila, y la otra mitad como activador de la ribulosa 1,5-difosfatocarboxilasa. (M. Agusti)

El Mg ocupa la posición central de la molécula de la clorofila. La clorofila es un pigmento verde de la planta que interviene en la producción de materia orgánica utilizando la energía solar. De hecho, un adecuado suministro de Mg a las plantas intensifica claramente la actividad fotosintética de las hojas.

No obstante, únicamente pertenece a la clorofila el 10 % o 20% del Mg en la planta. La mayor parte participa en otros procesos vitales. Así la síntesis de carbohidratos, proteínas, grasas y varias vitaminas no puede realizarse sin suficiente Magnesio, ya que este elemento juega un papel esencial como activador de importantes enzimas.

El transporte de Mg como ión bivalente al interior de la planta es pasivo. A diferencia del Ca, el Mg presenta una movilidad elevada en el floema, pudiendo translocarse de las hojas maduras a las más jóvenes, razón por la cual los síntomas de deficiencia se visualizan en las hojas más viejas. (ARBOLES FRUTALES. Ecofisiología, cultivo y Aprovechamiento. Gabriel Sozzi (ed). 2007).

En el suelo este elemento se encuentra como Mg^{2+} y es esta la forma como las raíces de las plantas pueden absorberlo. Pero su absorción depende de varios factores del suelo, como su disponibilidad, sinergismo y antagonismo con otros nutrientes. El nivel de Magnesio disponible en un suelo no puede ser considerado aisladamente, ya que está relacionado con el contenido de otros cationes tales como el Calcio (Ca) y el Potasio (K), así como con el índice de acidez del suelo (pH).

Uno de los antagonismos más conocidos se da entre el Mg y el K, donde la fertilización alta o excesiva con este último puede inducir, o agravar la deficiencia de Mg. Por otro lado, si los niveles de pH superan el valor 5, la competencia proviene de los iones Calcio (Ca), provocándose una menor extracción del Magnesio por la planta.

Hojas deficientes en Mg muestran clorosis interveinal en las puntas, mientras la base de la hoja se queda verde. Estos síntomas son más comunes en variedades que producen altas cantidades de semillas en los frutos, y que por eso requieren más Mg. Con deficiencias extremas se puede producir necrosis. La afectación de una deficiencia de Mg puede ir desde pocas ramas hasta provocar una defoliación completa del árbol (Yara).

1.6 Nanotecnología.

La nanotecnología es un área de investigación a la cual se le dedica mucho tiempo en los últimos años, logrando avances en muchas disciplinas. En particular, en el campo de los polímeros, estos han permitido el progreso de tecnologías relacionadas con fármacos mediante nanoencapsulación, nanoimpresión, entre muchos otros. Para lograr esto, se han desarrollado muchas estrategias de nanoestructuración logrando la obtención de materiales como mezclas de polímeros o nanocompuestos. Los nanocompuestos son materiales donde al menos una de sus fases se encuentra en la escala nanométrica (1-100 nm). En este caso, los nanocompuestos poliméricos consisten en nanopartículas (NPs). Así, la suma de NP a polímeros resulta en un material con características multifuncionales de más alto rendimiento comparado con los compuestos poliméricos tradicionales. (Alexander Córdoba Manrique, Químico Universidad del Valle).

Tal como ocurre en otras ramas mencionadas anteriormente como la medicina, la nanotecnología tiene gran cantidad de aplicaciones potenciales en la agricultura, desde la nano-escala se puede obtener una mayor eficiencia en el uso de agroquímicos, reduciendo con esto las dosis requeridas, lo cual implica una mejora ambiental. Se pueden regenerar suelos dañados, tratar enfermedades de cultivos eficientemente, degradar rápidamente complejas moléculas de pesticidas y además mejorar la asimilación de nutrientes por las plantas. Debido a esto las inversiones en investigación de la nanotecnología en la agricultura van en aumento.

En el área de la nutrición vegetal hay también oportunidades usando la nanotecnología. Se puede tener mayor seguridad de aplicación debido a que se podría realizar una aplicación localizada, las nano-estructuras podrían controlar la liberación de nutrientes para que solo se libere lo que las plantas consuman.

Considerando el tamaño de las rutas de acceso y absorción de los nutrientes por la planta (simplasto, apoplasto y vía foliar), se pueden suponer algunas ventajas de aplicar nanofertilizantes, los cuales podrán acceder fácilmente a la planta. Actualmente ya se han diseñado nanopartículas como componentes de los fertilizantes destinados a aumentar la eficiencia en su uso, haciéndolos del mismo tamaño que los poros de la raíz y las hojas. Esto sugiere que se puede aprovechar la nanotecnología para mejorar la nutrición vegetal. Considerando la alta superficie de contacto en relación con el volumen ocupado, la efectividad de los nanofertilizantes podría sobrepasar a los más novedosos fertilizantes recubiertos convencionales. (INTAGRIS.C. Boletín 2018. La Nanotecnología en la Nutrición Vegetal.)

Varios experimentos se han realizado para conocer el tamaño óptimo, forma y concentración de las NPs para que sean aplicadas a las plantas tratando de mejorar su penetración y translocación por los haces vasculares del xilema y floema. Las NPs pueden penetrar los tejidos vegetales cuando se aplican sobre las plantas en forma de aerosol o aspersión, penetrando por los estomas y desplazándose por el floema hacia

diferentes tejidos de las. También se pueden aplicar a la zona de las raíces mediante el riego y de esa manera las NPs se pueden desplazar por el xilema. Algunos resultados revelan que solo el 14.7% del nanomaterial aplicado a las plantas se pierde al usar la técnica de aspersión o aerosol, en comparación con la pérdida de 32.5% o más con los productos agrícolas convencionales (Hawthorne et al., 2014).

Las NPs de Cu han atraído la atención en los últimos años por ser un metal que tiene propiedades físicas, químicas y antibacteriales. Además, el cobre también ha sido de interés, porque a diferencia de otros metales antimicrobiales presenta un amplio espectro de acción contra hongos y bacterias fitopatógenas.

Kuo-Hsun Hua et al (2015) afirman en sus trabajos que hasta el momento, las publicaciones de investigaciones sobre el $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Dolomita) nanoparticulado, en la protección de las plantas y la nutrición son escasas. En sus investigaciones compararon los efectos del carbonato de nano-calcio y carbonato de calcio coloidal y encontraron que los tratamientos del carbonato de nano-calcio eran mejor para aumentar el contenido de calcio cuando se rocía en hojas de *Tankan*. El nanocalcio produjo mejores resultados generales que el calcio coloidal para la fertilización, la protección de las plantas y el control de plagas. (Citrus Tankan Hayata).

Los nanofertilizantes pueden incrementar la eficiencia en el uso de los nutrientes, reducir su toxicidad en el suelo al aplicarse cantidades muy pequeñas, bajar la frecuencia de aplicación de los fertilizantes y así disminuir el costo de estos insumos. Por lo tanto, emplear NPs metálicas de Fe, Zn, Cu, etc., que funcionen como micronutrientes tienen mucho potencial para la agricultura.

Además, la utilización de elementos nanoparticulados reduce los costos de logística (disponible en bag in box), facilita la aplicación, y reduce las dosis necesarias porque hay respuesta inmediata, inclusive, a bajas dosis. (Kioshi Stone).

Sin embargo, también es necesario señalar que existen riesgos en la utilización de las NPs debido a que por su tamaño pueden atravesar las paredes y membranas celulares pudiendo ocurrir una interacción con las moléculas u organelas celulares, aunque no se sabe por completo los efectos de estas interacciones.

2- Objetivo General:

- Estudiar el efecto de la dolomita en la productividad del naranjo dulce *Citrus sinensis* L. Osb. Var. 'Salustiana' en Concepción, Santa Rosa, Corrientes, Argentina.

2.1- Objetivos específicos:

- Analizar la variabilidad del pH y conductividad eléctrica del suelo con la aplicación, en diferentes dosis, de dolomita en suelo.
- Analizar el comportamiento del agregado de nanopartículas de dolomita aplicada en forma foliar y al suelo en la calidad y producción de plantas de naranjo dulce.

3- Hipótesis de trabajo:

Mediante la incorporación foliar y al suelo de dolomita en forma de nanopartículas, se puede incrementar la producción en plantas de naranjo dulce *Citrus Sinensis* (L.) Osb. Var. "Salustiana", en la Localidad de Concepción, Santa Rosa, Corrientes, Argentina.

4- Materiales y métodos:

El ensayo se realizó en la campaña 2019-2020 en el Establecimiento "Doña Sara", perteneciente al Ing. Agr. Guillermo Vaccaro, ubicado en la Localidad de Santa Rosa, Dto. Concepción, provincia de Corrientes.

El material experimental utilizado fue naranjo dulce *Citrus Sinensis* L. Osb. Var. 'Salustiana', injertada sobre Lima de Rangpur, *Citrus Limonia* L. Osb. El año de plantación fue en el 2009. La densidad de plantación es de 408 plantas por hectárea con un distanciamiento de 7 metros entre líneas y 3,5 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, con seis tratamientos y con 4 (cuatro) repeticiones.

Los tratamientos se describen en la tabla 1:

Tabla 1. Tratamientos, Forma de Aplicación (FA), Momento de aplicación (MA) y dosis.

Tratamientos	FA	MA	Dosis
T1 testigo	Suelo	50% otoño, 50% primavera	2 Kg de $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \text{Pta}^{-1}$
T2	Foliar	50% otoño, 50% primavera	2 L. Ha^{-1} MIST-Ca/Mg®
T3	Foliar	50% otoño, 50% primavera	4 L. Ha^{-1} MIST-Ca/Mg®
T4	Suelo	50% otoño, 50% primavera	2 L. Ha^{-1} MIST-Ca/Mg®
T5	Suelo	50% otoño, 50% primavera	4 L. Ha^{-1} MIST-Ca/Mg®

T6	Suelo	Marzo, Agosto, Diciembre	4L.Ha ⁻¹ MIST-Ca/Mg®
-----------	-------	--------------------------	---------------------------------

El tratamiento T1 (testigo) tiene aplicación de Dolomita convencional.

Los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 tienen aplicación de MIST-Ca/Mg®.

Los productos que se aplicaron fueron Dolomita CaMg(CO₃)₂ convencional en polvo y MIST-Ca/Mg® que es una fuente de dolomita nanoestructurada de alta concentración. En el tratamiento N°1, testigo, se aplicó 2 kg por planta de Dolomita convencional en dos partes 50% en marzo y el otro 50% en agosto de 2019.

A partir de agosto de 2019 se aplicó HYDROCOMPLEX® que contiene 12% N + 11% P₂O₅ + 18% K₂O + 3% MgO + 8% S, a razón de 1,5 kg por planta, 50% en septiembre de 2019 y 50% en mayo de 2020.

APLICACIONES:

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

29 de Agosto de 2019.

Hora: 09hs.

Temperatura: 23°C.

Humedad Relativa: 65%.

Aplicación de Dolomita: Tratamiento 1 (Testigos): 1 k.Pta⁻¹ Dolomita en polvo convencional.

Humedad de suelo: Muy buena.

Volumen de soluciones:

Aplicaciones foliares, Tratamientos N°2 y 3: 2,0 L. pta.⁻¹. (Motomochila de espalda)

Aplicaciones de suelo, (Tratamientos N°4, 5 y 6): Mochila de espalda, para aplicación de herbicidas, picos N° 80-02.

Volumen de agua: 220 L.ha⁻¹.

Estado fisiológico de cultivo: Prefloración.

-2da. Aplicación. (2do. 33% dosis anual)

Aplicación Tratamiento 6.

17 de diciembre de 2019; Hora: 9,30 hs. Humedad de suelo: Muy buena.

-3da. Aplicación. (2do. 50% dosis anual) Día:

15 de Mayo de 2020.

Hora: 11,00hs.

Temperatura: 28°C.

Humedad Relativa: 55%.

Aplicación de Dolomita: En parcelas Testigos: 1,0 k.Pta⁻¹. Humedad de suelo: Muy buena.

Volumen de soluciones:

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

Aplicaciones de suelo, Tratamientos N°4, 5 y 6): Mochila de espalda, para aplicación de herbicidas, picos N° 80-02.

Volumen de agua: 220 L.ha⁻¹.

Estado fenológico: Tamaño de frutos 55 mm de diámetro.

4.1-Precipitaciones registradas: en la Figura 1 se muestran los datos tomados en el establecimiento Ayui, Colonia Taboá, Corrientes. (A 15 km del ensayo).

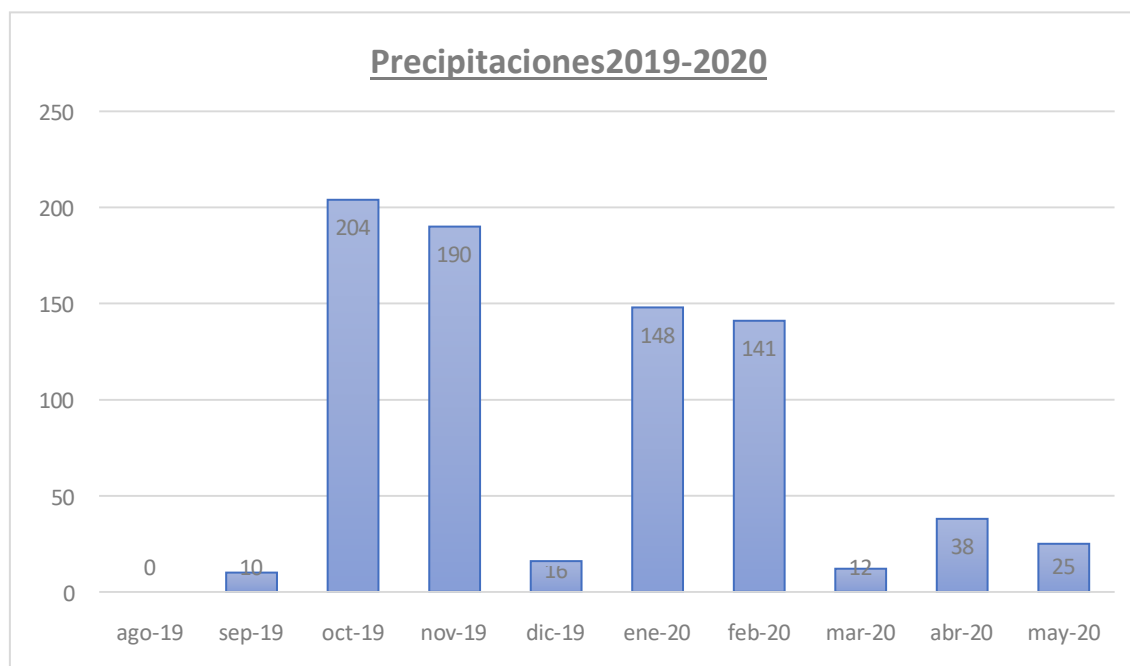


Figura 1. Datos de lluvia registrados en forma mensual en milímetros, durante el desarrollo del experimento.

La evaluación de las variables en el estudio se determinó de la siguiente manera:

Determinación de pH: para determinar esta variable se tomaron las muestras luego de las aplicaciones, después de la cosecha el 7 de agosto del 2020, sacando los primeros 5 cm desde la base de la copa en los cuatro puntos cardinales, tomando un kilo de muestra. En laboratorio utilizando peachímetro digital se midió el pH de cada muestra. Las mediciones se efectuaron con potenciómetro (Dewis y Freitas, 1970).

Variables de calidad de fruta: La muestra se extrajo al momento de cosechar el 29-05-2020, en forma simultánea en todas las parcelas, se tomaron al azar 15 frutos por planta, mediante un muestreo aleatorio simple, luego en laboratorio se determinaron las siguientes variables de calidad de fruta: peso de fruta (PF) en gramos (g), medido con balanza digital con escala 0,0; diámetro ecuatorial (DE; mm) medido con calibre electrónico digital de 0,01 mm de precisión; porcentaje de jugo (PJ(%)), para lo cual se pesaron los frutos con balanza digital, se extrajo el jugo con una exprimidora eléctrica y se pesó el jugo total extraído, luego mediante la siguiente fórmula se calculó: $PJ = \frac{\text{peso de jugo}}{\text{peso de frutos}} \times 100$ (%); en el jugo extraído se determinaron los sólidos solubles totales con un refractómetro de mano (SST; °Brix), la acidez total titulable se determinó mediante neutralización con hidróxido de sodio 0,1 normal (ATT; %) y se calculó el índice de madurez como un cociente entre el total de sólidos solubles y la acidez ($IM = \frac{SST}{ATT} - 1$; ratios).

La producción se midió en kilos por planta ($k.Pta^{-1}$) y se realizó en dos momentos en el 2020, la primera fue en el mes de abril con destino mercado fresco (se cosecharon las frutas de 55 milímetros para arriba) y la segunda para industria (se cosecharon las frutas menores a 55 mm).

milímetros) fue en el mes de mayo. Posteriormente se sumaron ambas cosechas y se determinó el total de fruta en kilos por planta (k.Pta^{-1}).

Con los resultados obtenidos se realizó análisis de la varianza con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y Test de comparación de medias, Duncan $\alpha = 0,05$. Se utilizó para analizar los resultados el software InfoStat (Di Rienzo *et al* 2020).

5- Resultados y discusión

5.1-Medición de pH del suelo

Los resultados presentados en la Tabla 2 fueron analizados con el Test de Duncan para analizar el

efecto del producto sobre el pH del suelo, donde se determinó diferencias significativas del tratamiento 2 con el 5 y 6, todos estos a su vez sin diferencias con los tratamientos 1, 3 y 4.

Tabla 2. Naranja cv. 'Salustiana'. Mediciones de pH del suelo. Test de Duncan. Nivel 0.05. Promedios de 4 repeticiones.

Tratamientos	pH
1. Testigo	5,95ab
2. MIST-Ca/Mg@Aplic.Fol. 2l.ha ⁻¹	6,24 b
3. MIST-Ca/Mg@Aplic.Fol. 4l.ha ⁻¹	6,00ab
4. MIST-Ca/Mg@Aplic.Suelo 2l.ha ⁻¹	6,04ab
5. MIST-Ca/Mg@Aplic.Suelo 4l.ha ⁻¹	5,75a
6. MIST-Ca/Mg@ “ “ 4L.ha ⁻¹ (3plic.)	5,90a
C.V.	3,2

Letras iguales, sin diferencias estadísticas significativas.

Estos resultados son valores de pH considerados óptimos para el cultivo de cítricos, en las áreas citrícolas.

A su vez, vemos que estos resultados son superiores a los obtenidos por Alegre Gil, Nelson (2019), en su trabajo.

5.2-Calidad de fruta

Entre las variables representadas en la Tabla 3, podemos apreciar que la mayoría de estas no presentaron mayores diferencias, pudiendo decir que los valores que se obtuvieron son normales para este cultivo. Solo los valores correspondientes al peso y al diámetro de los frutos tuvieron algunas diferencias, pudiendo señalar que el peso de los frutos del tratamiento 5 y 6 superaron ampliamente al del testigo 1, y en cuanto al diámetro, el tratamiento 2 tuvo diferencias respecto de los tratamientos 1 y 3, pero es tos sin diferencias con los demás.

Tabla 3. Calidad de Frutas de Naranja cv. 'Salustiana' de los promedios por tratamiento (Trat.) para las variables de Peso de Fruta (PF) en gramos (g), Diámetros en milímetros (mm), Contenido de Jugo (PJ) en porcentaje(%), Sólidos Solubles Totales (SST) en Grados Brix (°Brix), Acidez (Ac) en porcentaje (%) y Ratios (R). Resultados según Test de Duncan $\alpha=0,05$.

Trat.	PF(g)	DF(mm)	PJ(%)	SST°Brix	Ac (%)	R
1	118,2a	61,5a	54,3a	12,2a	1,20a	10,3a
2	133,5ab	67,7 b	54,1a	12,0a	1,19a	10,2a
3	129,2ab	63,2a	54,8a	11,9a	1,15a	10,4a
4	127,7ab	64,1ab	57,0a	11,9a	1,25a	9,6a

5	135,2b	65,2ab	55,0a	11,8a	1,10a	10,9a
6	130,2ab	63,9ab	53,3a	12,4a	1,24a	10,1a
C.V.	7,5	3,8	6,9	4,0	9,8	11,1

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Cabe mencionar que las frutas fueron clasificadas, según su diámetro, de acuerdo al destino ya sea mercado fresco o industria, quedando las menores a 55 cm de diámetro con destino de industria. A diferencia con el trabajo realizado por Alegre Gil, Nelson (2019), en este estudio se determinó que tanto el diámetro de las frutas, el porcentaje de acidez y los sólidos solubles totales, tuvieron mayores valores, pero no así con respecto al porcentaje de jugo y ratios que se comportaron de forma similar.

5.3-Productividad:

En la Tabla 4 se pueden observar los resultados obtenidos de las cosechas tanto para mercado fresco, como para industria y el total.

Se midieron los rendimientos en kilogramos de fruta por planta, cosechando las parcelas útiles en los meses de abril y mayo del 2020, se puede apreciar que en ninguno de los análisis en las tres variables en estudio se encontraron diferencias significativas.

Tabla 4. COSECHA. Cantidad de frutas cosechadas de Naranja cv. 'Salustiana' para mercado fresco e industria en kg.Pta⁻¹, los resultados son el promedio de dos plantas y Total de fruta cosechada en kg.Pta⁻¹. Test de Duncan. Nivel $\alpha=0,05$.

Tratamientos	Fresco(kg.Pta ⁻¹)	Industria(k.Pta ⁻¹)	Total(k.Pta ⁻¹)
1.Testigo	101,7a	25,6a	127,6a
2.MIST-Ca/Mg@2 Aplic.Foliar(2L.ha ⁻¹)	98,6a	31,3a	129,3a
3.MIST-Ca/Mg@2Aplic.Foliar(4L.ha ⁻¹)	111,3a	29,4a	141,4a
4.MIST-Ca/Mg@2Aplic.Suelo (2L.ha ⁻¹)	103,3a	22,2a	125,6a
5.MIST-Ca/Mg@2Aplic.Suelo (4L.ha ⁻¹)	106,2a	27,2a	133,4a
6.MIST-Ca/Mg@3Aplic.Suelo (4L.ha ⁻¹)	117,7a	30,8a	148,7a
CV	33,2	60	26,7

Letras iguales, sin diferencias estadísticas significativas.

Si se analizan los porcentajes de fruta para mercado fresco oscilan entre 76,25 a 82,24 % de la producción. Los porcentajes de la fruta con destino industria fueron entre 17,76 y 23,75 %. Por lo que alrededor del 80% de lo obtenido fue comercializada en el mercado fresco, logrando mejores precios.

TABLA 5. COSECHA OBTENIDA POR ALEGRE GIL, NELSON. (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 Testigo	38,5 a	31	85,2 a	69	123,7 a
2. Mist. Ca - Mg Aplic. Foliar (2 l. ha-1)	41,2 a	37	68,7 a	63	110,0 a
3. Mist. Ca - Mg Aplic. Foliar (4 l. ha-1)	46,7 ab	37	79,7 a	63	126,4 a
4. Mist. Ca - Mg Aplic. Suelo (2 l. ha-1)	48,1 ab	38	77,6 a	62	125,7 a
5. Mist. Ca - Mg Aplic. Suelo (4 l. ha-1)	57,7 b	41	82,5 a	59	140,2 a
C.V.:	19,2		23,7		19,4

Los resultados determinados en productividad en este estudio son superiores a los valores obtenidos por Alegre Gil, Nelson D. en su tesina en el año 2019.

6- CONCLUSIÓN

Conforme a los datos analizados se puede concluir que:

Se puede considerar la aplicación de dolomita Nanoparticulada en reemplazo a la de uso convencional, dado que se obtienen mejores rendimientos para la comercialización en fresco.

En calidad de frutas la aplicación de dolomita Nanoparticulada aumentó considerablemente los valores obtenidos en peso de fruta en los tratamientos 5 y 6 con respecto al testigo 1.

En cuanto a la producción, la dolomita en forma de nanopartícula aplicada vía foliar, podría ser una alternativa tecnológica a la dolomita convencional, tanto en dosis de dos y en cuatro litros por hectárea.

7- **BIBLIOGRAFIA**

- 1- AGQ Labs, Marruecos. El calcio en el cultivo de cítricos (20/05/2005). Consultado el 1 de noviembre de 2019. Disponible en: http://www.agq.com.es/article-es/calcio-cultivo-citricos_maroc@agq.com.es
- 2- Agustí, M. 2003. Citricultura, 2ª Edición. Ed. Mundi Prensa. ISBN: 84-8476-158-4. Madrid, España. 422 pp.
- 3- Arvensis Agro. Importancia del Calcio en las plantas. Consultado 22 de noviembre de 2019. Disponible en: <https://www.arvensis.com/blog/424-2/>.
- 4- Alegre Gil, N. D., (2019). "Efecto de la dolomita en forma de nanomolécula en naranjo dulce *Citrus sinensis* L. Osb. var. 'salustiana' en Corrientes, Argentina.
- 5- Del Rivero J. M. 1968. Los Estados de Carencia en los Cítricos, 2ª Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 510 pp.
- 6- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. 2020. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- 7- FEDERCITRUS, boletín 2017. Consulta: 9 de octubre de 2019. Disponible en: <https://www.federcitrus.org/wp-content/uploads/2018/05/Actividad-Citricola-2018.pdf>
- 8- Gabriel O. Sozzi E. 2007 Árboles frutales, ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Universidad de Buenos Aires. ISBN: 950-29-0974-7, Buenos Aires, Argentina.
- 9- Hawthorne, J., De la Torre Roche, R., Xing, B., Newman, L., Ma, X., Majumdar, S., Gardea-Torresdey, J., & White, J. (2014). Acumulación dependiente del tamaño de partícula y transferencia trófica de óxido de cerio a través de una cadena alimentaria terrestre. Ciencia y tecnología ambiental. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/416/41655593002/html/>
- 10- INTAGRI S.C. Boletín 2018. Importancia del Magnesio en frutales. Consulta : 13 del noviembre de 2019. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-magnesio-en-frutales>.
- 11- INTAGRI S.C. Boletín 2018. La Nanotecnología en la Nutrición Vegetal. Consulta : 13 del noviembre de 2019. Disponible en: www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-nanotecnologia-en-la-nutricion-vegetal.
- 12- Kioshi Stone. Consulta boletín 2019 “la aplicación de mist en el cultivo”. Fabricante del producto utilizado <http://kioshistone.com/>.
- 13- 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.
- 14- Lira Saldivar, R. H., Méndez Argüello, B., De los Santos Villareal, G., & Vera Reyes, I. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. Acta Universitaria, 28(2), 9-24. doi: 10.15174/au.2018.157.
- 15- Maestría en Ciencias Química Santiago de Cali, Alexander Córdoba Manrique. Polímeros nanoestructurados sensibles a estímulos para el desarrollo de sistemas inteligentes de fertilización con micronutrientes. Químico Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Maestría en Ciencias Química Santiago de Cali,

Colombia 2017. Disponible
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/14316/1/CB-0575215.pdf>

16- Nutrición y fertilización de la naranja E. Molina, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Disponible en
[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D4E5F648629449B0852579A30079AC9D/\\$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20naranja.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D4E5F648629449B0852579A30079AC9D/$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20naranja.pdf)

17- Sánchez Enrique E. 1999. Nutrición Mineral de Frutales de Pepita y Carozo. 1ª Edición. Ed. INTA, Estación Experimental Alto Valle de Río Negro, Macrorregión Patagonia Norte. ISBN: 987-521-010-2 Río Negro, Argentina. 196 pp.

18- TROMP, J. 1979. La curva de ingesta de calcio en frutos de manzana bajo diversas condiciones ambientales. Ciencia del suelo. Disponible en:
https://www.infoagro.com/documentos/bases_practicas_optimizar_asimilacion_del_calcio.asp