



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Trabajo Final de Graduación
Modalidad Tesina

**Efecto de la dolomita en forma de nanopartícula en Limonero *Citrus limón* (L.)
Osb. var. 'Eureka' en corrientes, argentina".**

Autor: ZUIANI, Matias Leroy.

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

-Argentina Corrientes, 2022-

I.RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del fertilizante nanoparticulado de Dolomita denominado “MIST-Ca/Mg®” sobre la producción, el contenido de nutrientes foliares y calidad de fruta de Limon *Citrus limón* L. Osb. var. 'Eureka'. Para ello, el material de estudio que se utilizó fue Plantas de Limonero cv 'Eureka', injertada sobre Lima de Rangpur, *Citrus Limonia* L. Osb. Implantado en el año 2009, sobre un suelo arenoso en el departamento de Santa Rosa, Corrientes. El diseño experimental fue en Bloques completos al azar, con cuatro (4) repeticiones y cuatro (4) plantas como parcela experimental, tomándose como plantas útiles las dos centrales. Se evaluaron las siguientes variables; pH, conductividad eléctrica; elementos minerales a través de análisis foliares y calidad de frutas externa e interna: coloración de cáscara (CC), diámetro Ecuatorial (EC) de la fruta, porcentaje de jugo (PJ), acidez (Ac), Solidos Solubles Totales (SST) en Grados Brix y Ratios (SST/ Acidez). Los tratamientos se realizaron con distintas/os: concentraciones (litros.ha⁻¹), formas de aplicación (foliar o al suelo) y momentos en el año (primavera/verano). Luego del resultado de los análisis con los datos obtenidos, se logró demostrar que el uso del producto “MIST-Ca/Mg®” es una alternativa de fertilización que satisface correctamente las demandas del cultivo.

INDICE

1- INTRODUCCION.....	4
1.1- Producción citrícola.....	4
1.2- Nutrición mineral.....	4
1.3- Sobre el Calcio.....	5
1.4- Sobre el Magnesio.....	6
1.5- Nanotecnología.....	7
2- OBJETIVOS.....	8
2.1- Objetivo general.....	8
2.2- Objetivos específicos.....	8
3- HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	8
4- MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
5- RESUTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5.1- Evaluación de ph.....	13
5.2- Evaluación de cosecha.....	14
5.3- Análisis de variables de calidad de fruta.....	15
5.4- Análisis de variables de contenido de nutrientes en hojas.....	17

6- CONCLUSIÒN.....	18
7- BIBLIOGRAFIA.....	19

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

1.1 Producción citrícola

Los cítricos se cultivan en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales en ambos hemisferios del planeta, y son los frutos de mayor producción. Poseen su origen en Asia Oriental (Agustí, 2003).

El limonero (*Citrus limón*), es considerado oriundo del límite entre China e India, junto al valle de Sikkim (Palacios, 2005).

En 1493, Cristóbal Colón llevó las semillas desde España hasta Haití, Cuba y Florida, de estas áreas comienzan a difundirse por el océano Pacífico hasta llegar a Argentina (Palacios, 2005)

En la actualidad la producción mundial de cítricos se encuentra alrededor de los 101.606.000 Tn, siendo el país con mayor producción China contando con 33.300.000 Tn, le sigue Brasil con 17.340.00 Tn, y México con 7.620.000 Tn. Argentina se posiciona en el octavo lugar con de 3.284.000 Tn, siendo la producción frutícola más importante a nivel país, seguida de fruta de pepita (manzana y pera) con 1.300.000 tn. La producción citrícola la podemos encontrar en dos regiones: El Noroeste Argentino aporta el 62 % de la producción total abarcando las provincias Tucumán, Salta, Jujuy, Catamarca, y el Noreste Argentino con 38 % restante, las provincias: Corrientes, Entre Ríos, Misiones y Buenos Aires (FEDERCITRUS 2018).

En Corrientes la superficie citrícola en producción se encuentra alrededor de las 26 mil hectáreas con una producción de 557 mil toneladas de las cuales 60.615 toneladas corresponden a los limones. 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, Ituzaingó, Mburucuyá, Empedrado y Esquina concentrando 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 acaparan el 73 % (Molina *et al.*, 2019).

1.2 Nutrición mineral

La fertilidad natural de un suelo no es un factor determinante de su calidad en el cultivo de los cítricos. De hecho, es posible detectar grandes diferencias de fertilidad entre suelos, debidas a diferencias en las condiciones climáticas y al cultivo previo. Por otra

parte, el contenido en los elementos minerales de un suelo es fácilmente alterable con la fertilización. De ahí que un suelo con baja fertilidad pero con adecuadas características físicas, en particular con un buen drenaje, sea preferible a un suelo fértil pero deficiente en sus características físicas (Palacios, 2005).

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 efectuar recomendaciones 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.

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 1999).

1.3 sobre el Calcio

De todos los nutrientes, el calcio tiene entre sus funciones más importantes como estabilizador de la pared celular y del plasmalema. También tiene que ver en la multiplicación celular en los tejidos meristemáticos y en general, ejerce una acción favorable sobre el crecimiento radical y es necesario en la germinación (Alcántar González, 2007; Del Rivero, 1968).

El calcio, conjuntamente con el boro y el silicio gobiernan la fortaleza de la célula, la pared celular debe ser vista como la barrera física que resiste las insistentes hifas de patógenos o las mandíbulas de insectos o plagas (Kioshi Stone).

El calcio se encuentra en el suelo formando parte de diferentes compuestos, como sulfatos, fosfatos, silicatos, etc. Este se pierde rápidamente por lixiviación por eso en los suelos deficitarios, como los arenosos, debe recurrirse a enmiendas calizas o con yeso, según su pH. Los síntomas más característicos de la deficiencia de calcio son la reducción de desarrollo, pérdida de vigor, desecación de las puntas de las ramas y defoliaciones. En los casos más graves y como consecuencia de una reducción del desarrollo radicular y pudrición de la barbada, aparece un amarillamiento de las hojas y una clorosis del nervio central (Palacios, 2005).

Los frutos son pequeños y deformes, con bolsas de jugo arrugadas, cáscara áspera y gruesa. Se reduce el crecimiento y la producción (E. Molina, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.)

1.4 Sobre el Magnesio (Mg)

Otro elemento importante para la planta es el magnesio, alrededor del 70% de este elemento se transporta en asociación con aniones inorgánicos y ácidos orgánicos tales como malato y citrato. Entre el 10% y el 20% del mismo 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-difosfato carboxilasa (M. Agusti, 2003)

El transporte de magnesio como ion bivalente al interior de la planta es pasivo, mediado por las ionosferas. 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 (Gabriel Sozzi (ed).2007).

Las necesidades anuales en este elemento mineral se estiman en 40-70 g por árbol. 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, 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 (Ca^{2+}) y (K^{+}) , y con el pH de la solución del suelo. La carencia de este elemento mineral se manifiesta por un amarillamiento de la hoja que no alcanza toda la superficie, quedando una V rellena de color verde, con su vértice apuntando hacia el ápice de la hoja. Dada la movilidad de este elemento en la planta, las hojas afectadas son las más viejas (Palacios, 2005). También niveles bajos de magnesio provoca defoliación prematura, reducción del desarrollo radicular, disminución de la cosecha, menor resistencia al frío, frutos de menor tamaño, con una corteza más delgada y con menor contenido de azúcares, acidez total y vitamina C (Agustí, 2003).

1.5 Nanotecnología

En estos últimos años la tecnología de materiales nano-estructurados son cada vez más utilizado y 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).

La aplicación de la NT en la agricultura y la industria de alimentos también están recibiendo mucha atención en la actualidad. Las inversiones en agricultura y alimentación nanotecnológica van en aumento debido a sus beneficios potenciales, los cuales incluyen desde la mejora en la calidad e inocuidad de los insumos agrícolas hasta un mejor procesamiento y mayor valor nutricional de los mismos (Dasgupta et al., 2015).

Considerando el tamaño de las rutas de acceso y absorción nutrimental de la planta (simplasto, apoplasto y vía foliar), se pueden suponer algunas ventajas de aplicar nano-fertilizantes, 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 nano-fertilizantes podría sobrepasar a los más novedosos fertilizantes recubiertos convencionales (INTAGRI 2018).

Hasta el momento las publicaciones de investigaciones sobre el $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomita) nano-particulado, 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 eran mejor para aumentar el contenido de calcio cuando se rocía en hojas de Tankan (*Citrus tankan* Hayata).

Se ha demostrado que los nanofertilizantes incrementan el uso eficiente de los nutrientes, reducen su toxicidad en el suelo al aplicarse cantidades muy pequeñas, minimizan el efecto negativo de las sobredosis, bajan la frecuencia de aplicación de los fertilizantes y en consecuencia el costo de estos importantes insumos. Los resultados generados por Amirnia, Bayat & Tajbakhsh (2014) revelan que en un estudio de dos años se encontraron diferencias significativas entre los niveles o dosis estudiadas de

nanofertilizantes con base en Fe, P y K. Los resultados muestran que los nanofertilizantes conteniendo Fe, P y K tuvieron efectos positivos en la floración de diferentes cultivos. Por lo tanto, emplear NPs metálicas de Fe, Zn, Cu, etc., que funcionan como micronutrientes tienen mucho potencial para la agricultura sustentable (Naderi & Danesh- Shahraki, 2013)

En un estudio realizado por Alegre (2019), trabajo con nanomolécula en naranjo dulce *Citrus sinensis* L. Osb. var. 'Salustiana' en Corrientes, Argentina" y determinó que el contenido de nutrientes foliares se encontró dentro de los niveles óptimos para un correcto comportamiento fisiológico de las plantas, incrementos en el rendimiento e igual calidad de fruta que la dolomita convencional.

2.- OBJETIVO.

2.1 Objetivo general: Evaluar el efecto de un fertilizante líquido a base de calcio y magnesio (nanoparticulado) aplicado en plantas de 'Limón' *Citrus limón* L. Osb. Var. 'Eureka'. En la localidad de Santa Rosa, Corrientes, Argentina.

2.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de aplicaciones de fertilizante nanoparticulado de Dolomita foliar y en suelo, en distintas dosis.
- Determinar el contenido de elementos minerales en las hojas.
- Evaluar el rendimiento y calidad (interna y externa).

3.- 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, aplicado en forma foliar y al suelo, en plantas de Limón *Citrus limón* L. Osb. var. 'Eureka'.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS.

El establecimiento donde se realizó el ensayo tiene como nombre Establecimiento “Doña Sara”, perteneciente al Ing. Agr. Guillermo Vaccaro, Departamento de Santa Rosa, Corrientes, ubicado en los puntos GPS 28°14'39" S y 58°07'56" W.

El Suelo del lote es Arenosos, del tipo Udipsamént, rojo amarillo podsólico. El material experimental es el cultivo Limón *Citrus limón* (L). var. 'Eureka', injertado sobre el portainjerto Lima de Ránpur *Citrus limonia* (L). Osb. La fecha de plantación fue en el 2009. La plantación está definida en un marco 7 metros entre líneas por 5 metros entre plantas, lo que da una densidad de plantación de 285 Ptas. Ha⁻¹.

Se utilizó un diseño experimental de Bloque completos al azar, con cuatro repeticiones y parcelas de cuatro plantas, tomando como útiles las dos centrales.

En la tabla 1 se presentan los tratamientos.

Tabla 1. Se presentan los tratamientos (Trat), descripción de los tratamientos, dosis (Kilo por planta y Litros por hectárea y por año) y momentos de aplicación.

Trat.	Descripción	Dosis	Momento de Aplicación
1	Dolomita convencional (Testigo)	2 kg. Planta ⁻¹	(50% Otoño y 50% Primavera)
2	MIST-Ca/Mg® (Aplic. foliar)	2 L. ha ⁻¹ Año ⁻¹	(50% Otoño y 50% Primavera)
3	MIST-Ca/Mg® (Aplic. foliar)	4 L. ha ⁻¹ Año ⁻¹	(50% Otoño y 50% Primavera)
4	MIST-Ca/Mg® (Aplic. al suelo)	2 L. ha ⁻¹ Año ⁻¹	(50% Otoño y 50% Primavera)
5	MIST-Ca/Mg® (Aplic. al suelo)	4 L. ha ⁻¹ Año ⁻¹	(50% Otoño y 50% Primavera)
6	MIST-Ca/Mg® (Aplic. al suelo)	4 L. ha ⁻¹ Año ⁻¹	(3 aplicaciones (Marzo, Agosto, Diciembre))

Los productos que se aplicó fueron Dolomita CaMg (CO₃)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.

En el tratamiento N°1, Testigo, se particionó en dos momentos el agregado de 2 kg Pta.⁻¹ de Dolomita convencional, 50% en el mes de diciembre del 2019 y 50% en abril del 2020.

Todas las plantas del ensayo fueron fertilizadas con 3 kg de un fertilizante compuesto llamado Hidrocomplex®, aplicado en vuelo de copa a 50 cm de la planta.

Las aplicaciones foliares fueron por medio de una motomochila de espalda marca STILL modelo 420®.

1ra. Aplicación. (1^{er}. 50% dosis anual)

Día: 28 de Agosto de 2019.

Hora: 12,00 hs.

Temperatura: 24° C.

Humedad Relativa: 55%.

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

Humedad de suelo: Muy buena.

Volumen de soluciones:

Aplicaciones foliares, Tratamientos N°2 y 3: 2,5 L. pta.⁻¹ (Motomochila de espalda).

Aplicaciones de suelo, Tratamientos N°4; 5 y 6 (a partir de Abril 2018): Mochila de espalda, para aplicación de herbicidas, picos N° 80-02 y a razón de 220 L. ha⁻¹.

Estado fisiológico de cultivo: Floración de primavera, pimpollos 50%, flores abiertas 25% frutitos 25%.

Fertilizaciones de todas las plantas en ensayo, el día 2-09-2019: 1,5 k.Pta⁻¹ de (Hidrocomplex®) con excelente humedad de suelo.

Día 17 de diciembre de 2019, se aplicó el tratamiento 6. (1,33 l. ha⁻¹ MIST®), con muy buena humedad de suelo.

2da. Aplicación. (2^{do}. 50% dosis anual)

Día: 15 de Mayo de 2020.

Hora: 10,00 hs.

Temperatura: 18° C.

Humedad Relativa: 60%.

Aplicación de Dolomita: 1,0 k Pta.⁻¹ (Testigos).

Humedad de suelo: Muy buena.

Volumen de soluciones:

Aplicaciones foliares, Tratamientos N°2 y 3: 2,50 L. pta.⁻¹. (Motomochila de espalda)

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

Volumen de agua: 220 ha⁻¹.

Estado fenológico: Brotes fructíferos 20% de brotes existentes, compuestos de la siguiente manera: pimpollos 30%, flores abiertas 30% frutitos 40%.

Fertilizaciones de todas las plantas en ensayo 15 Mayo 2020: Aplicación de 1,5 k Pta⁻¹ de Hidrocomplex®, con excelente humedad de suelo.

Las precipitaciones producidas en milímetros (mm) por mes se presentan en la Tabla 2. (Datos tomados en Establecimiento Ayuí, Colonia Tabaí, Corrientes, 15 km del ensayo).

Tabla 2. Datos de lluvia registrados en forma mensual en milímetros, durante los meses de desarrollo del experimento.

Mes	Precipitación (mm)
Agosto 2019	6
Septiembre 2019	27
Octubre 2019	30
Noviembre 2019	136
Diciembre 2019	77
Enero 2020	195
Febrero 202	6
Marzo 2020	168
Abril 2020	67

Evaluaciones:

La determinación de los análisis foliares se realizó recolectando hojas de ramas fructíferas en el mes de marzo del año 2020, los muestreos se hicieron en cada parcela experimental, de manera que las hojas tendrían alrededor de 7 meses de edad. En estas muestras se determinó el contenido de los siguientes elementos N (nitrógeno), P (fósforo), K (potasio), Ca (calcio) y Mg (magnesio), por métodos volumétricos y espectrofométricos (Kalra, 1998).

El análisis del efecto de los productos sobre el pH y la conductividad eléctrica se extrajo la muestra hasta los 5 centímetros de profundidad en dos tiempos distintos. Las mediciones se efectuaron con potenciómetro y conductímetro (Dewis y Freitas, 1970). Se determinó el rendimiento en kilogramos de fruta por planta, cosechando las parcelas útiles aproximadamente en el mes de junio del 2020.

Previo a las cosechas se tomaron muestras de 15 frutas de cada parcela experimental al azar de los cuatro puntos cardinales de las plantas en estudio. Se determinò coloración de cáscara (CC), diámetro Ecuatorial (EC) de la fruta, porcentaje de jugo (PJ), acidez (Ac), Solidos Solubles Totales (SST) en Grados Brix y Ratios (SST/Acidez).

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1- EVALUACIÓN DE PH

En la Tabla 1 se puede apreciar la evolución del pH del suelo desde julio del 2019, inicios de la experiencia hasta Agosto del 2020, en líneas generales, se puede afirmar que los valores de pH del suelo se mantuvieron hasta agosto del 2020, sin diferencias entre tratamientos en las dos fechas.

TABLA 3. Mediciones de pH del suelo por tratamiento, en dos momentos (fechas). Resultados del Test de Duncan $\alpha=0.05$. Coeficiente de variación (C.V.).

Tratamientos	pH (10-07-19)	pH (07-08 20)
1.Testigo (Dolomita)	6,15 a	5,9 a
2. MIST-Ca/Mg® Aplicac. Fol. (2 l. ha ⁻¹)	5,61 a	6,0 a
3. MIST-Ca/Mg®. Aplicac. Fol. (4 l. ha ⁻¹)	5,68 a	5,8 a
4. MIST-Ca/Mg® Aplicac. Suelo (2 l. ha ⁻¹)	5,59 a	5,9 a
5. MIST-Ca/Mg® Aplicac. Suelo (4 l. ha ⁻¹)	5,79 a	5,9 a
6. MIST-Ca/Mg® 3 Aplicac. Suelo (4 l ha ⁻¹)	5,65 a	6,0 a
C.V.	6,3	4,5

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Los resultados se mantuvieron dentro de los niveles óptimos para los cítricos. Esto concuerda con lo propuesto por Sozzi (2007) quien destaca que el rango en el cual los cítricos presentan un buen desarrollo se extiende de 5,5 a 7 de pH.

5.2- EVALUACIÓN DE COSECHAS

El 18 de junio del 2020 se realizó la cosecha correspondiente al invierno, frutos provenientes de la floración de primavera del 2019, se puede apreciar en la Tabla 4.

TABLA 4. Cosecha de otoño y de verano,

Tratamientos	Cosecha (kg.Pta ⁻¹).		
	Otoño	Verano	Cosecha total
1.Testigo	47,8 a	33,7 a	81,5 a
2. MIST-Ca/Mg® Apic. Foliar (2 l. ha ⁻¹)	73,9 ab	40,6 a b	114,9 ab
3. MIST-Ca/Mg® Aplic. Foliar (4 l. ha ⁻¹)	70,9 ab	44,7 a b	115,6 ab
4. MIST-Ca/Mg® Aplic. Suelo (2 l. ha ⁻¹)	76,9 ab	41,9 a b	118,7 ab
5. MIST-Ca/Mg®. Aplic. Suelo (4 l. ha ⁻¹)	69,7 ab	48,4 b	118,0 ab
6. MIST-Ca/Mg® 3 Aplic.Suelo (4 l. ha ⁻¹)	80,0 b	50,2 b	133,1 b
C.V.	7,0	19,0	25,0

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Las cantidades de frutas cosechadas en los diferentes tratamientos pueden considerarse satisfactorias, encontrándose en esta oportunidad diferencias significativas entre tratamientos, en efecto, el tratamiento 6, MIST-Ca/Mg® aplicado al suelo 4 L.ha⁻¹ en tres oportunidades, con un rendimiento de 80 kg de frutas por planta superó significativamente al testigo con tan solo 47,8 kg, casi un 70% más de frutas, pero sin diferenciarse de los demás tratamientos en estudio.

La cosecha de verano se realizó en dos momentos en 4 de diciembre del 2020 y el 19 de marzo del 2021, donde se dieron diferencias significativas con el testigo, los tratamientos que se pueden destacar son con dosis de 4L.ha⁻¹ como son el 5 con dos aplicaciones y el 6 con tres aplicaciones ambos aplicados al suelo, pero sin diferencias con los demás con aplicación de MIST-Ca/Mg®.

En líneas generales, los datos obtenidos durante las dos cosechas estivales pueden considerarse algo bajas, tal vez debido a las escasas precipitaciones pluviales durante los meses de agosto, setiembre y octubre y heladas tardías producidas en setiembre, lo que sin dudas afectó negativamente en el cuajado de frutos durante la primavera del 2020, problema que aconteció en la mayoría de las plantaciones cítricas sin riego de la región, que alcanzan al 80% del total.

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.

En la Cosecha Total se presentan diferencias estadísticas solo en el tratamiento 6 con el testigo tratamiento 1, pero sin diferenciarse estadísticamente de los demás tratamientos en estudio, no obstante hay que distinguir que con el tratamiento 6, se volvió a cosechar una cantidad importante de frutas, casi 40 t ha⁻¹ una cantidad ligeramente inferior a la campaña anterior, muy probablemente por la relativamente escasa cosecha durante el verano del 20-21.

5.3- ANÁLISIS DE VARIABLES DE CALIDAD DE FRUTA

En la Tabla cinco se presentan los resultados de calidad de fruta proveniente de la muestra que se tomó previo a la cosecha de otoño.

TABLA 5. Se presentan los valores de variables de calidad de frutas, cosecha de otoño. Las variables por tratamiento (Trat.) de Peso de Fruto (PF), Diametro de Fruta (DF) en gramos (g), Contenido de Jugo (CJ) en porcentaje (%), Grados Brix (°Brix), Acides (Ac) en porcentaje (%) y Ratios. Coeficiente de variación (C.V.)

Trat.	PF (g)	DF (mm)	CJ (%)	° Brix	Ac (%)	Ratios
1	161,5 a	67,7 a	36,5 a	6,50 a	5,48 a	1,19 a
2	182,2 bc	70,7 a	35,7 a	6,50 a	5,73 a	1,14 a
3	170,2 ab	71,0 a	36,0 a	6,58 a	5,75 a	1,14 a
4	191,0 c	68,2 a	36,5 a	6,65 a	5,55 a	1,20 a
5	187,0 bc	67,7 a	33,2 a	6,63 a	5,60 a	1,18 a
6	178,7 abc	69,7 a	37,5 a	6,50 a	5,65 a	1,15 a
C.V.	6,2	5,3	7,4	3,7	3,2	3,8

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

De los datos se determinaron diferencias significativas solo en PF, en que el tratamiento 4 fue el mayor, si bien solo se diferenció del 1 y 3, pero no de los 2, 5 y 6.

No se encontraron diferencias significativas en las demás variables experimentadas, en las cuales se registraron valores que deben incluirse dentro del rango considerado como normales para la especie y variedad en estudio, según las normas de comercialización (Reglamento de ejecución de la Unión Europea 543/2011; Resolución-145-1983-SAGPyA).

TABLA 6. Se presentan los valores de variables de calidad de frutas, cosecha de verano (04-12-2020). Las variables por tratamiento (Trat.) de Peso de Fruto (PF), Diametro de

Fruta (DF) en gramos (g), Contenido de Jugo (CJ) en porcentaje (%), Grados Brix (°Brix), Acides (Ac) en porcentaje (%) y Ratios. Coeficiente de variación (C.V.).

Trat.	PF (g)	DF (mm)	CJ (%)	° Brix	Ac (%)	Ratios
1	171,5 a	66,2 ab	32,7 ab	6,70 a	5,43 a	1,23 a
2	184,2 a	67,0 ab	34,5 ab	6,58 a	5,45 a	1,21 a
3	173,2 a	64,5 ab	31,5 a	6,55 a	5,33 a	1,24 a
4	184,2 a	67,5 b	34,0 ab	6,65 a	5,50 a	1,21 a
5	180,5 a	62,5 a	34,0 ab	6,48 a	5,55 a	1,16 a
6	173,0 a	65,5 ab	37,0 b	6,55 a	5,43 a	1,21 a
C,V,	6,3	4,4	8,6	2,3	4,3	4,6

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

En los análisis de calidad de frutas, solamente se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en DF, donde el tratamiento 5 arrojó los menores valores, aunque solo el tratamiento 4 con el mayor valor diferenció del 5, tal vez por ser éste último, el de menor cosecha por lo que presentó los frutos más grandes.

En Porcentaje de jugo, el tratamiento 6, fue el de mayor cantidad de jugo, superó significativamente al 3, posiblemente debido a las aplicaciones divididas del MIST-Ca/Mg® en la mayor dosis estudiada, que al parecer confirieron a las plantas mayor actividad vegetativa con la cosecha más cuantiosa (Ver Tabla 4).

En las demás variables estudiadas, no se registraron diferencias entre tratamientos, determinándose datos normales para la especie y variedad ensayada.

5.4- ANÁLISIS DE VARIABLES DE CONTENIDO DE NUTRIENTES EN HOJAS

Con respecto a los análisis foliares, no se pudo concluir ya que en el periodo de evaluación, estábamos bajo una cuarentena obligatoria debido al Covid-19, por lo cual por fuerza mayor no se realizaron las mediciones de los respectivos elementos.

6. -CONCLUSIONES:

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

- La aplicación de MIST-Ca/Mg®, no produjo cambios en el pH con respecto a la dolomita convencional, por lo que es una alternativa con una nueva tecnología.
- El rendimiento se incrementó con respecto al agregado del fertilizante en forma de MIST-Ca/Mg® nanopartícula, expresando los mejores resultados para el tratamiento 6 que logró las mejores cosechas.
- La calidad de la fruta tratada con nanopartículas de MIST-Ca/Mg® en dosis más altas mejoro para el DF y CJ.
- La aplicación de dolomita en forma de nanopartícula de MIST-Ca/Mg® es una alternativa tecnológica, que disminuye las operaciones de logística de aplicación en comparación a la dolomita convencional.

7.-BIBLIOGRAFÍA:

1. Agustí, M. 2003. Citricultura, 2ª Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 422 pp.
2. Alcántar González, G. 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi Prensa México. ISBN: 968-7462-48-5.
3. 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. Trabajo final de graduación. Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agrarias UNNE.
4. 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
5. Del Rivero, J.M. 1968. "Los estados de carencia en los agrios". Ed. Mundiprensa. Madrid .España.
6. Dewis, J. y Freitas, F., 1970, Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. FAO, Roma, Italia. Boletín sobre Suelos N° 10, 252 pp.
7. FEDERCITRUS, boletín 2017. Consulta: 22 de octubre de 2017. <http://www.federcitrus.org/newsite/estadisticas/#>
8. INTAGRI S.C. Boletín 2018. La Nanotecnología en la Nutrición Vegetal. Consulta: 13 del noviembre de 2020. Disponible en: www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-nanotecnologia-en-la-nutricion-vegetal
9. Kalra, P.Y. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. USA. 300 pág.
10. Kioshi Stone. Consulta boletín 2019 “la aplicación de mist en el cultivo”. Fabricante del producto utilizado <http://kioshistone.com/>
11. 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.
12. 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 en:

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

13. 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
14. Palacios, J. 2005. Citricultura. Ed Alfa Beta S. A. Tucumán. 513 pp. ISBN: 987-43-8326-7.
15. Sánchez, E. 1999. Nutrición mineral de frutales de pepitas y carozo. 1ª Edición. Ed. INTA, Estación experimental Alto Valle de Río Negro. Macro región Patagonia Norte. ISBN: 987-521-010-2. Río Negro, Argentina.
16. Sozzi, E. 2007. Árboles frutales, ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Universidad de Buenos Aires. ISBN: 950-29-0974-7, Buenos Aires, Argentina.

Aval del asesor: Por la presente presto mi conformidad para la realización de esta Tesina.



Firmante digital:Marco Daniel
Chabbal
DN:C=AR,
E=marc.chabbal@gmail.com,
CN=Marco Daniel Chabbal
Fecha:2022.11.07
09:19:01 -03:00

Ing. Agr. (Mgter.) Chabbal, Marco Daniel

