



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

(Modalidad Tesina)

**“INCIDENCIA DE UN FUNGICIDA CÚPRICO OBTENIDO
BAJO LA TÉCNICA DE NANO PARTÍCULAS EN EL
CONTROL DE MANCHA NEGRA Y SU COMPARACIÓN
CON FUNGICIDAS TRADICIONALES”**

ALUMNO: ALCARÁZ PIKARSKI, Fernando Gabriel
ASESOR: Ing. Agr. RODRIGUEZ, Víctor Antonio

Corrientes, 2021

Resumen

El objetivo del siguiente trabajo consiste en evaluar la incidencia de la enfermedad de Mancha Negra, causada por el hongo *Guignardia citricarpa* Kiely (forma sexual), ante el uso de un fungicida cúprico elaborado bajo la tecnología de Nanopartículas y compararlo con aplicaciones de fungicidas tradicionales, usados normalmente en la región citrícola de Corrientes, Argentina. Para ello se evaluaron 8 tratamientos diferentes, incluyendo un testigo, en un establecimiento citrícola ubicado en Colonia Tres de Abril, Bella Vista, Corrientes, Argentina, sobre un cultivo de Naranja Dulce *Citrus sinensis* L. mediante un diseño experimental de bloques al azar. Los cuales fueron analizados en diferentes concentraciones y combinaciones, y que de acuerdo al Análisis de Varianza y Test de Duncan se demuestra que el uso de los productos cúpricos formulados en Nanopartículas reducen las incidencias de la enfermedad en comparación a los productos tradicionales. Por otro lado el análisis de la productividad ante estas aplicaciones en los distintos tratamientos demuestra que en condiciones similares a las del ensayo, se podría obtener importantes cosechas solamente con cobre formulado en Nanopartículas.

Palabras claves: Nanopartículas de cobre- Control de Mancha Negra- *Guignardia citricarpa* Kiely.

ÍNDICE

I- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	5
I- 1. Origen y Producción Citrícola	5
I- 2. Características Botánicas	6
I- 3 Mancha Negra (Black Spot)	6
I- 3. 1. Sintomatología	7
I- 4. Fuente de Inóculo	9
I- 5. Ciclo y Epidemiología	9
I- 6. Control	11
II- OBJETIVOS	13
III- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	17
IV- DISCUSIÓN DE RESULTADOS	18
IV- 1. Control de la enfermedad	18

V- CONCLUSIONES	23
-----------------------	----

VI- BIBLIOGRAFÍA.....	24
-----------------------	----

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

I -1. Origen y producción Citrícola:

El origen de los cítricos se localiza en Asia oriental, abarcando desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. Actualmente este cultivo se extiende por la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales comprendidas entre los paralelos 44°N y 41°S (2).

La producción de naranjas ha aumentado a nivel mundial. Se estimó para la campaña 2018/2019 6.3 millones de toneladas, con lo cual se ubicaba como la producción más alta en los últimos 8 años con un valor de 54.3 millones de toneladas (9).

En Sudamérica la producción de naranja en el año 2016 fue de más de 22.000 millones de toneladas. Al momento del censo realizado ese año, Brasil lideraba con más de 14.500.000Tn, seguido por Argentina con 2.800.000Tn (8).

La producción citrícola en Argentina se encuentra dividida en dos regiones importantes. Por un lado la región del Noroeste Argentino (NOA), compuesta por las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán, y por el otro lado la región del Noreste Argentino (NEA), compuesta por las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. También se encuentra en la Región del Litoral un polo importante citrícola, conformada por parte norte de la provincia de Buenos Aires y el extremo sur de la provincia de Santa Fe.

La naranja se destina para industria (240.014Tn), para consumo interno (487.792Tn) con un consumo de 12.159 kg/Hab./Año y para exportación (76.857Tn), que corresponde al 11% de fruta fresca.

Argentina exporta productos cítricos a 51 países, de los cuales los de mayor demanda son España, Rusia, Holanda, Italia, Canadá, Grecia, Ucrania, Gran Bretaña, Filipinas, Francia y Alemania (7).

Dentro del mercado interno, los antecedentes de consumos de los 10 años anteriores, confirman la superioridad del consumo fresco de naranja todos los años (6).

La provincia de Entre Ríos produce el 54% de la producción del país, seguido por Corrientes con el 14%, Salta 8% y Tucumán con el 4% (5). La producción al año 2017 en Entre Ríos fue de 365.848Tn, en Corrientes 306.107Tn, Salta 85.950Tn, Tucumán 39.180Tn, Jujuy 162.000Tn, Catamarca 10.850Tn, Misiones 14.353Tn, Buenos Aires 40.000Tn y Formosa 630Tn, las cuales produjeron un total de 1.024.918 Tn. de naranjas (7).

I -2. Características Botánicas:

Los cítricos cultivados pertenecen botánicamente:

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, peciolo más o menos alados o sin alas y glándulas de aceites aromáticos. Sus flores son solitarias o en cimas terminales 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).

I -3. Mancha Negra (Black Spot):

Entre las enfermedades que causan daños a los cultivos de cítricos en la Argentina, la mancha negra es una de las más importantes.

También conocida como “Black Spot”, es una enfermedad que afecta la calidad externa de los frutos; en ataques severos también afecta los rudimentos, al provocar caída prematura de frutos. Es causada por el hongo *Guignardia citricarpa* Kiely (forma sexual). La forma asexual corresponde a *Phyllostictina citricarpa* (McAlp.) Petrak (hasta hace poco denominada *Phoma citricarpa* McAlp.).

El género *Guignardia* (Reino Fungi, Phylum Ascomycota, Clase Dothideomycetes, Orden Botryosphaeriales, Familia Botrosphaeriaceae) abarca alrededor de 330 especies conocidas.

Phyllosticta citricarpa (McAlpine) Van der Aa, es una enfermedad cuarentenaria (13).

En nuestro país esta enfermedad es mencionada desde 1928 por Marchionatto. Fue observada en Misiones y posteriormente en Corrientes (11).

I -3. 1. Sintomatología:

La enfermedad se caracteriza por afectar principalmente a los frutos maduros y “temperones” y muy escasamente a los frutos verdes y a las hojas, lo que hace difícil su detección, ya que el tiempo que media entre la aparición de los síntomas y la cosecha es muy corto, a veces inferior al mes (especialmente en naranja Valencia) (10).

La mancha negra ataca las hojas, ramas y frutos. Causando lesiones en la cáscara de la naranja, lo que no es aceptable para el consumo en el mercado de fruta fresca. En las áreas con una alta incidencia de la enfermedad puede causar la caída de la fruta, si no se trata adecuadamente. Una vez introducido el patógeno en la huerta su erradicación es casi imposible. Por lo que las medidas de prevención son importantes.(4).

Los síntomas iniciales aparecen como pequeñas puntuaciones deprimidas rosadas sobre los frutos, en su cara expuesta a la luz, la cual suele continuar aún luego de cosechada la

fruta. Se observa en el centro deprimido, la aparición de puntos negros salientes de tamaño muy pequeño, que corresponden a las fructificaciones asexuales del agente causal, es decir los picnidios.

Por otro lado, la aparición de los síntomas en hojas y ramas es poco evidente en naranjos (10).

Las lesiones que puede presentar el fruto son:



Figure SEQ Figure 1 ARABIC 1.
Lesión tipo A

a- Lesión TIPO “A”, Mancha Dura o “Hard Spot”: Se manifiesta en naranjas tardías y mandarinas. Se observan manchas grisáceas, o castañas, circulares con borde oscuro y centro claro levemente deprimido. Pueden encontrarse rodeadas de un halo verdoso que se hace visible en frutos

que ya han cambiado su color. En el centro pueden observarse puntos negros, que corresponden a picnidios (fructificaciones asexuales del hongo *Phyllosticta* (McAlp.) Petrak). Figura 1 (13).

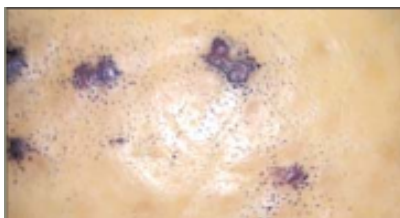


Figure SEQ Figure 1 ARABIC 2.
Lesión tipo B

b- Lesión de TIPO “B”, Mancha Tinta o Falsa Melanosis (“Spekled Blotch”): Estas manchas aparecen a pocas semanas de cuajar el fruto. Al ser una lesión similar al de la melanosis, recibió el nombre de Falsa Melanosis. Bajo

lupa se observa una serie de puntos oscuros levemente hundidos, los que con el tiempo se forman como pequeñas manchas alquitrosas. Figura 2 (13).



c- Lesión de TIPO “C”, Manchas Pecosas (“Freckle Spot”): Se presenta en frutos madurando, como pequeñas pecas o motas castañas rojizas. Esta se puede presentar inclusive en fruta cosechada. Figura 3(13).

Figure SEQ Figure 1* ARABIC 3.
Lesión tipo C



d- Lesión de TIPO “D”, Mancha Virulenta (“Virulent Spot”): Se presenta en fruta muy madura, a fines de cosecha. Ésta presenta lesiones deprimidas de color castaño rojizo oscuro, con el centro más claro, bordes rojizos e irregulares que pueden llegar a unirse. Figura 4 (13).

Figure SEQ Figure 1* ARABIC 4.
Lesión tipo D

I -4. Fuente de Inóculo:

La fuente principal del inóculo se encuentra constituida por la hojarasca ubicada debajo de las plantas afectadas. Luego de las lluvias, en la hojarasca se produce la formación de las fructificaciones sexuales del hongo, las cuales maduran y producen la liberación de infinidad de esporas que son diseminadas por el viento y depositadas tanto en los tejidos susceptibles como en frutos a partir del cuaje (10).

I -5 Ciclo y Epidemiología

La epidemiología del Punteado negro depende de la existencia del inóculo, de las condiciones climáticas cálidas y húmedas favorables a la infección y de la edad del fruto en relación con su susceptibilidad a la infección.

El patógeno presenta un estado sexual y asexual, siendo el estado asexual *Guidnardia citricarpa* Kyely y su estado asexual *Phyllostictina citricarpa* (McAlp.). Las conidias de los

picnidios (asexual) en las hojas muertas o en el fruto en el suelo no son transportados por el viento, pero pueden llegar a los frutos susceptibles al ser salpicadas por las gota de lluvia y representan una fuente de inóculo baja, pero pueden causar infecciones si los frutos de recolección tardía con lesiones frescas que permanecen en la planta tras la floración y cuajado, las conidias pueden llegar a los frutos inferiores más jóvenes que se hallan por debajo que todavía se encuentran susceptibles.

El estado sexual del patógeno se da en la hojarasca del suelo, no ha sido encontrada en frutos ni en hojas adjuntas. Las ascosporas (sexual) en las hojas muertas del suelo constituyen la principal fuente inóculo y una vez liberadas pueden ser transportadas por el viento y llegar a los órganos susceptibles de la planta. Estas se desarrollan entre 40-180 días desde que caen las hojas dependiendo fundamentalmente de la frecuencia con que se mojen ya que necesita períodos de mojado y secado sucesivamente y de las temperaturas dominantes 26-28 °C.

El período crítico de infección comienza en el cuajado cuando llueve. El fruto sigue siendo susceptible durante los 4-5 meses (aproximadamente 4 a 5 cm de diámetro), después de los cuales ya no se produce infección, independientemente de las condiciones climáticas o la presencia del inóculo (13).

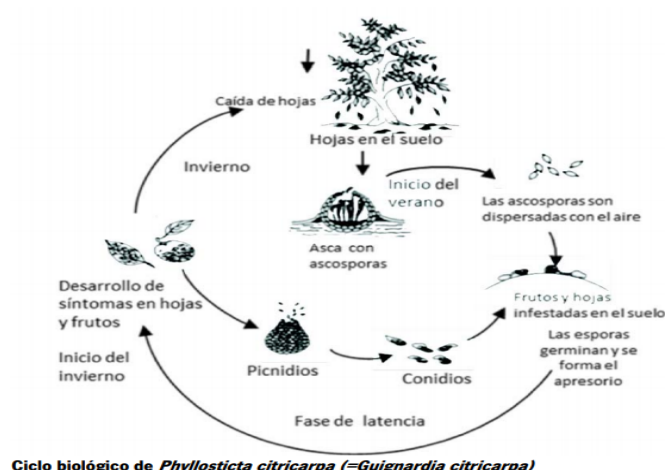


Figura 5. Ciclo biológico de *Phyllosticta citricarpa* (=Guignardia citricarpa).

I -6. Control

Esta enfermedad requiere de una atención muy especial por tratarse de una enfermedad muy grave de rápida difusión.

Los controles químicos deben aplicarse en los momentos de mayor sensibilidad del huésped y cuando las condiciones atmosféricas del lugar favorecen la reproducción de las estructuras del hongo (13).

Este tipo de control es el procedimiento más utilizado después de detectar la enfermedad en el campo, especialmente en aquellas producciones que están destinadas al mercado de fruta fresca. Los rociadores con componentes de protección de cobre o fungicidas sistémicos, especialmente los benzimidazoles, han sido desarrollados para proteger las frutas recién formadas (4).

En la provincia de Salta y Jujuy, las pulverizaciones preventivas con oxiclورو de cobre micronizado al 3% de “pre-floración” con pH 6 han dado buenos resultados.

El uso de Mancozeb en diciembre y enero resultan ser muy efectivos de acuerdo a los ensayos realizados por la Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres” en Tucumán.

Por el contrario, otros trabajos realizados en Tucumán sobre investigación en el control de mancha negra, arrojaron resultados mejores en la obtención de fruta limpia ante el uso de cobre y benomil (13).

En General Paz (Corrientes), Rodríguez et al. (2010), evaluaron el efecto de pyraclostrobin en comparación con otros fungicidas como el mancozeb y benomil en lotes de naranja Valencia. La mayor eficiencia de control (95,5% de frutos grado 0) se obtuvo con 30 ml de pyraclostrobin en 100L de agua aplicado en tres momentos (octubre, noviembre y enero). Debido al riesgo de aparición de resistencia a las Estrobilurinas por tres aplicaciones

por campaña, sería recomendable su uso en dos aplicaciones tardías (noviembre y enero), que permitieron obtener entre 75 y 88% de frutos sin síntomas (16).

Con la aparición de una nueva tecnología a nano escala, se prevé revolucionar los sistemas agrícolas y alimentarios dando origen a la agronanotecnología (1).

La nanotecnología se define como aquella tecnología que relaciona materiales, sistemas y procesos a escala de 100 nanómetros (nm) o menos, el cual supone de manipulación de materiales y de sistemas a escala de átomos y moléculas, es decir a nano escala, la cual difiere considerablemente de las partículas más grandes con igual composición química en cuanto a propiedades. Las primeras pueden tener mayor reactividad química y ser más bioactivas que las partículas más grandes, también por su tamaño tienen mejor acceso a cualquier cuerpo (14).

En el campo de la agricultura, el enfoque se dirige a reducir la dosis del ingrediente activo, la volatilización, su toxicidad, residualidad y contaminantes al ambiente.

Entre los avances en nanotecnología para la agricultura se distinguen los encapsulamientos de ingredientes activos como fertilizantes, herbicidas, fungicidas y nutrientes, los cuales se incorporaron en matrices de liberación lenta o controlada (12).

El uso de los plaguicidas bajo esta tecnología otorga como ventaja una mayor capacidad de aplicación dirigida o de baja liberación bajo condiciones específicas, así como también permite una mayor biodisponibilidad para alcanzar plagas específicas (14).

Se han demostrado en ciertas investigaciones como las citas de Park et al. , donde se investigaron el control de fitopatógenos con el uso de nanopartículas de metales como sílice-plata, para el control de *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporoides*, *Magnaporthe grisea*, *Pythium ultimum* y *Rhizoctonia solani*, demostrando su efectividad en inhibir el desarrollo del hongo (15).

Recientemente trabajos realizados con tecnología de nanopartículas en cítricos

demonstraron tener muy buenos resultados. Alegre Gil (2019) en su trabajo final de graduación bajo la modalidad tesina, evaluó el uso de esta tecnología como fertilizante, demostrando un incremento del rendimiento significativo ante su uso (3).

Sin embargo hasta el momento las investigaciones sobre el uso de cobre bajo la tecnología nanopartículas para el control de mancha negra en cítricos son escasas.

II- OBJETIVOS

- 1- Analizar la incidencia del uso de productos cúpricos mediante la técnica de nano partículas en el control de mancha negra y su comparación con fungicidas tradicionales de mayor uso en la región.

Materiales y métodos

- Lugar de ensayo: Establecimiento Citrícola. Propietario: Sr. Feyen, R.;
- Geo-posición geográfica: Latitud: 28°26'21.72'' Sur.
Longitud: 58°56'31.76'' Oeste.
- Localidad: Colonia Tres de Abril, Bella Vista, Corrientes, Argentina.
- Especie: Naranja Dulce *Citrus sinensis* L.
- Porta injerto: Lima Rámpur *Citrus limonia* Osbeck.
- Densidad de plantación: 357 plantas por hectárea (7 m. x 4 m.).
- Edad de plantas: 26 años de implantadas.
- Agente causal: Patógeno: Mancha negra *Guignardia citricarpa* Kyell., *Phyllostictina citricarpa*.
- Diseño experimental: Bloques al azar.
- Parcela experimental: 1 planta, con sus respectivas borduras.

- Tratamientos: Ocho (8).
- Repeticiones: Cuatro (4).
- Pulverizador: Atomizador moto mochila Stihl.

Tratamientos y aplicaciones.

TABLA 1. Dosis de aplicación de productos para el control de Mancha Negra.

	Aplicaciones						
Tratam.	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo
1	Testigo - (sin aplicaciones)						
2	Cu 0,03 %	Cu 0,03 %	Cu 0,03 %	Pyraclos. 0,02%	Cu 0,03 %	Pyraclos. 0,02%	Cu 0,03 %
3	Cu 0,06 %	Cu 0,06 %	Cu 0,06 %	Pyraclos. 0,02%.	Cu 0,06 %	Pyraclos. 0,02%	Cu 0,06 %
4	Cu 0,09 %	Cu 0,09 %	Cu 0,09 %	Pyraclos. 0,02%.	Cu 0,09 %	Pyraclos. 0,02%	Cu 0,09 %
5	Cu 0,03 %	Cu 0,03 %	Cu 0,03 %	0,03 l/ha	Cu 0,03 %	Cu 0,03 %	Cu 0,03 %
6	Cu 0,06 %	Cu 0,06 %	Cu 0,06 %	0,06 l/ha	Cu 0,06 %	Cu 0,06 %	Cu 0,06 %
7	Cu 0,09 %	Cu 0,09 %	Cu 0,09 %	0,09 l/ha	Cu 0,09 %	Cu 0,09 %	Cu 0,09 %
8	Cu ₂ O 0,15%	Cu ₂ O 0,15%	Cu ₂ O 0,15%	Pyraclos. 0,02%	Cu ₂ O 0,15%	Pyraclos. 0,02%	Cu ₂ O 0,15%

-En todos los tratamientos realizados se agregó Aceite orgánico al 0.2%.

Referencias: * Pyraclos. : Pyraclostrobin.

Productos utilizados.

-Pyraclostrobin:

Producto comercializado actualmente bajo el nombre comercial Comet.

Dosis: al 0,02%.

Principio activo: Pyraclostrobin 25%.

Clasificación química: Estrobirulina.

Formulación: Concentrado emulsionable.

Modo de Acción: Fungicida sistémico de acción Preventiva y Curativa.

-Óxido Cuproso (Cu_2O):

Dosis: al 0,15%.

Principio activo: Oxido cuproso.

Clasificación química: Fungicida inorgánico, cúprico.

Formulación: Polvo mojable.

Distribución: De contacto.

Modo de Acción: Acción preventiva.

-Cu (Nanopartícula):

Producto cúprico formulado conforme a tecnología en Nanopartículas.

Producto a comercializar bajo el nombre Mist Cu.

-Aceite Mineral; Dosis: al 0,2%

Clasificación Química: Hidrocarburo. Nombre comercial: Elf N° 7.

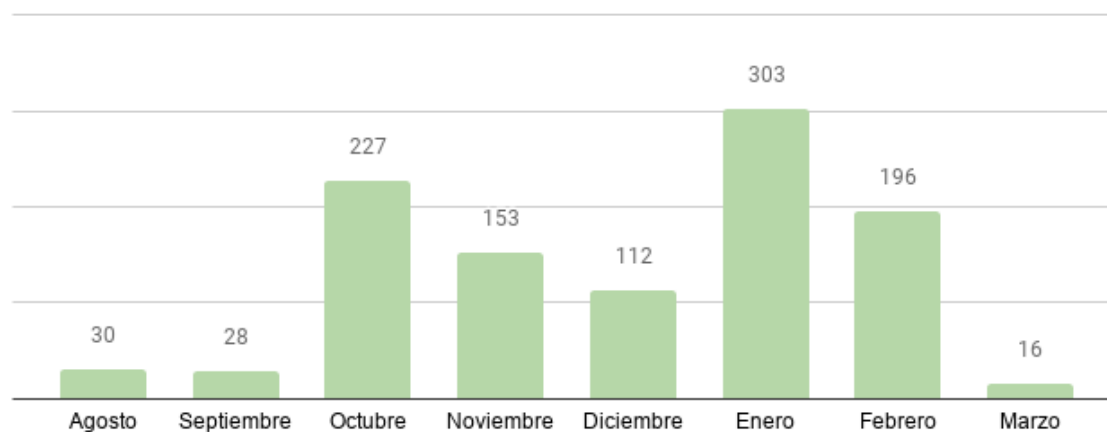
Uso: Como coadyuvante, además ejerce un efecto potenciador de plaguicidas en general.

Tabla 2. Características de cada aplicación.

Aplicación	Fecha	H° %	Temp. °C	Hora	L/Pl.	E. Fisiológico	PP mes (mm)
1ª	15-08-19	65	17	16:30	2,2		30
2ª	18-09-19	65	20	09:00	2,2	30% pimpollos florales, 50% flores y 20% frutos cuajados.	28
3ª	20-10-19	70	19	17:00	2,3	Post floración, 100% frutos con diámetro de 0,5 a 1cm.	227
4ª	14-11-19	65	25	11:30	2,5	frutos: 1,5 a 2,0 cm. diámetro.	153
5ª	14-12-19	65	28	11:00	2,5	Frutos: 3,0 a 4,0 cm. diámetro.	112
6ª	17-01-20	65	27	11:30	2,5	Frutos: 4,5 a 5,0 cm. diámetro.	303
7ª	18-03-20	55	26	14:00	2,5	Frutos: 5,5 a 6,0 cm. diámetro promedio.	16

GRÁFICO 1-

PRECIPITACIONES (mm)



Precipitaciones producidas durante el ensayo. (Datos tomados en Establecimiento (CORPAG) Empedrado, Corrientes, a 40 km. del lugar de ensayo).

III- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Las evaluaciones de estos ensayos fueron realizadas el día 12 de junio de 2020 sobre 10 frutos situados en cada punto cardinal de la planta en estudio (parcela experimental), de esta forma se evaluaron un total de 40 frutos en cada una de ellas.

Se determinó la incidencia (frecuencia en aparición de síntomas) de la enfermedad y el Índice de Severidad mediante la siguiente escala elaborada por Spósito y la adaptación por Mazza-Rodriguez. Tabla 2.

Con los resultados obtenidos, se aplicó el Análisis de Varianza y el Test de Duncan.

TABLA 3. Escala elaborada por Spósito y la adaptación de la misma por Mazza-Rodriguez.

Escala de Spósito	Escala de Mazza-Rodríguez
0% del fruto dañado.	Grado 0: sin síntomas
0,5% a 5% del fruto dañado.	Grado 1: hasta 15% de superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.
5% a 11,5% del fruto dañado.	Grado 2: 16% a 30% de superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.
11,5% a 22,5% del fruto dañado.	Grado 3: 31% a 45% de superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.
22,5% a 49% del fruto dañado.	Grado 4: + de 45% de superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.



Figure 5. Escala diagramática desarrollada por Spósito utilizada como referencia para la elaboración de la escala Mazza-Rodríguez

Incidencia: Porcentaje del fruto que presenta síntomas de la enfermedad.

Índice de Severidad: Superficie total o área de tejido vegetal dañado de un fruto.

Los resultados finales del Índice de Severidad se obtuvieron mediante el empleo de la siguiente fórmula con los datos recolectados de los ensayos, considerando la escala Mazza-Rodríguez.

$$I. \text{ Severidad} = \frac{0x(N^{\circ}\text{frutos } G. 0) + 1x(N^{\circ}\text{Frutos } G. 1) + 2x(N^{\circ}\text{Frutos } G. 2) + 3x(N^{\circ}\text{frutos } G. 3) + 4x(N^{\circ}\text{frutos } G. 4)}{40}$$

- I. Severidad: Índice de severidad.
- N°: Número de frutos evaluados.
- G: Grado de escala.

IV- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Control de la enfermedad:

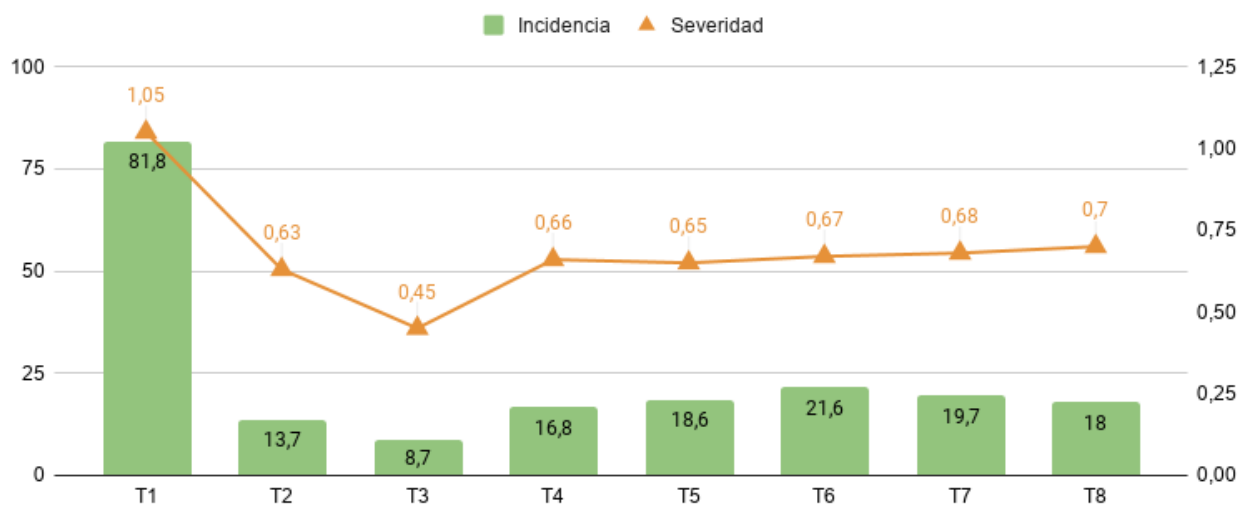
TABLA 4. Mancha Negra. Evaluación de síntomas en frutos. Valores promedios de cuatro repeticiones. 19-20. Test de Duncan. Nivel 0,05

Trat.	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo	Incidencia	Severidad
1	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	81,8 c	1,05 c
2	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,03%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,03%	13,7 a b	0,63 a b
3	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,06%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,06%	8,7 a	0,45 a
4	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,09%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,09%	16,8 a b	0,66 b
5	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03 %	Cu 0,03%	18,6 a b	0,65 a b
6	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06 %	Cu 0,06%	Cu 0,06 %	Cu 0,06%	21,6 b	0,67 b
7	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09 %	Cu 0,09%	Cu 0,09 %	Cu 0,09%	19,7 b	0,68 b
8	Cu ₂ O 0,15%	Cu ₂ O 0,15%	Cu ₂ O 0,15%	Pyracl. 0,02%	Cu ₂ O 0,15%	Pyracl. 0,02%	Cu ₂ O 0,15%	18,0 a b	0,70 b
								C.V. 18,7	C.V. 19,3

Referencias: * Pyraclos. : Pyraclostrobin.

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Gráfico 2- Evaluaciones de síntomas en frutos.



En la Tabla 4 y Gráfico 2 se observa la dinámica de la enfermedad en función a los distintos tratamientos utilizados en el control de mancha negra en frutos, donde se puede apreciar que tanto en Incidencia como en Severidad, todos los tratamientos con aplicaciones superaron significativamente al testigo.

Respecto a la Incidencia, conforme al Test de Duncan, el tratamiento 3 superó significativamente al testigo 1 y a los tratamientos 6 y 7, no logrando diferenciarse estadísticamente de los demás tratamientos en estudio.

Este tratamiento 3 obtuvo los mejores resultados dentro del ensayo con la utilización del producto Mist al 0,06% durante todos los meses, junto con el Comet en los meses de noviembre y enero, arrojando como resultado un 8,7% de incidencia de la enfermedad, superando a los demás tratamientos en estudio, aunque sólo significativamente a los ya mencionados anteriormente.

El producto Mist Cu (Producto cúprico formulado conforme a tecnología en Nanopartículas), obtuvo diferentes resultados en los tratamientos, pudiéndose diferenciar aquellos tratamientos con combinaciones con Pyraclostrobin de aquellos en la que solamente se utilizaron Mist Cu, los cuales permite comparar estos con el tratamiento de uso comercial más utilizado en la región (Tratamiento 8).

Por un lado comparando el uso de Mist Cu en combinación con Pyraclostrobin con el tratamiento 8, se puede observar una mejor respuesta ante su aplicación bajo concentraciones 0,03%, 0,06% y 0,09%, destacando el tratamiento 3 al 0,06% el cual logró bajar la incidencia de la enfermedad en algo más del 10% de lo que se consiguió ante el uso del tratamiento con fungicidas tradicionales, lo cual, si bien estadísticamente no presentan diferencias significativas, desde el punto de vista agronómico y económico, esto adquiere relevante importancia.

También se puede apreciar que los tratamientos 5, 6 y 7, los cuales se basaron únicamente en aplicaciones de Mist Cu durante todos los meses, tuvieron un comportamiento que podría considerarse aceptable y de acuerdo con el Test utilizado, estadísticamente, no se diferenciaron significativamente del tratamiento 8, considerado como testigo comercial. Sin embargo, estos datos deben ser confirmados con nuevos ensayos a realizarse en próximas campañas.

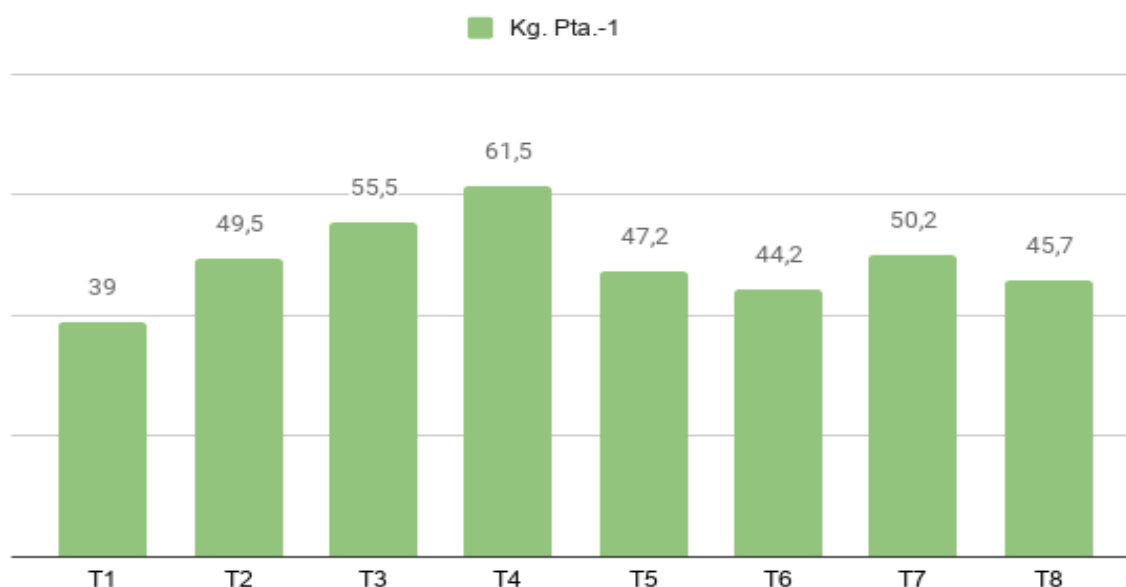
En relación a la severidad se obtiene un análisis muy similar al realizado para incidencia, pudiendo apreciarse un mejor desempeño del tratamiento 3, seguidos por el 2 y 5.

TABLA 5. Mancha Negra. Cosecha de frutos. Valores promedios de cuatro repeticiones.

Test de Duncan. Nivel 0,05

Tra t.	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzro	Kg. Pta. ⁻¹
1	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	39,0 a
2	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,03%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,03%	49,5 ab
3	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,06%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,06%	55,5 ab
4	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,09%	Pyracl. 0,02%	Cu 0,09%	61,5 b
5	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03%	Cu 0,03	Cu 0,03 %	Cu 0,03%	47,2 ab
6	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06 %	Cu 0,06%	Cu 0,06 %	Cu 0,06%	44,2 ab
7	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09 %	Cu 0,09%	Cu 0,09 %	Cu 0,09%	50,2 ab
8	Cu ₂ O 0,15%	Cu ₂ O 0,15%	Cu ₂ O 0,15%	Pyracl. 0,02%	Cu ₂ O 0,15%	Pyracl. 0,02%	Cu ₂ O 0,15%	45,7 ab
								CV: 25,1

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

GRÁFICO 3- Cosecha de frutos. Valores promedios de cuatro repeticiones. kg Frutas. Pta.⁻¹

Los resultados obtenidos de la cosecha llevada a cabo el 12 de junio del 2020, permiten apreciar que solamente el tratamiento 4 se distinguió significativamente del testigo, superando al mismo en un poco más de 20 kg. de fruta por planta. Esto equivaldría a aproximadamente unas 8 toneladas por hectárea. Estas relativamente escasas diferencias de rendimientos entre los tratamientos con buen control de *Guignardia* y el testigo, se debe a que la cosecha se realizó tempranamente, ya que las frutas eran destinadas hacia la industria de jugos. Si éstas hubieran sido cosechadas con destino a comercializarse en el mercado nacional de fruta fresca, la misma debería realizarse a partir de los meses de septiembre u octubre, momento en el cual los cítricos logran alcanzar los mejores precios, pero en este caso, las pérdidas por caída de frutas debidas a la enfermedad tanto en parcelas testigos como en parcelas que no presenten un óptimo control del hongo, se incrementarían notoriamente hasta inclusive podría producirse en algunas ocasiones, la pérdida casi total de la producción.

Los resultados también demuestran que los tratamientos con la combinación secuencial del producto Mist cobre junto con Pyraclostrobin presentaron un promedio de 55,5

Kg.Pl⁻¹ de frutas cosechadas por planta, mientras que los tratamientos 5, 6 y 7, en los que no se utilizó Pyraclostrobin, alcanzaron un promedio de 47,2 Kg.Pl⁻¹, cosecha no tan diferente a la del primer grupo, lo cual estaría demostrando que en condiciones climáticas similares a las del ensayo, hasta se podría suprimir el uso de fungicidas específicos, obteniendo cosechas importantes solamente con cobre formulados en Nanopartículas, pero esto hay que corroborar en próximas experiencias.

V- CONCLUSIONES.

Conforme a los resultados obtenidos en esta investigación, se puede concluir que:

- 1) En lo que respecta al control de la enfermedad, todos los tratamientos con aplicaciones superaron con diferencias significativas al testigo en el control de mancha negra, tanto en Incidencia como en Severidad.
- 2) El tratamiento 3 demostró que la utilización del Mist Cu al 0,06% en combinación con Pyraclostrobin logra ejercer un mejor control que el tratamiento 8 basado en el uso de fungicidas tradicionales.
- 3) En cuanto a la productividad, es posible mencionar al tratamiento 4, Mist al 0,09% y Pyraclostrobin en noviembre y enero, con promedio de 61,5 kg Pta⁻¹, rendimientos significativamente superiores solamente al de las parcelas testigos.

VI- BIBLIOGRAFÍA

1. Abdelmalek GAM, Salaheldin TA. (2016). Silver Nanoparticles as a Potent Fungicide for Citrus Phytopathogenic Fungi. *J Nanomed Res* 3(5): 00065.
DOI: 10.15406/jnmr.2016.03.00065.
<https://medcraveonline.com/JNMR/JNMR-03-00065.pdf>. (p.1). Fecha de consulta: 4/11/2019.
2. Agusti, M., (2000). *Citricultura*. Ediciones Mundi-Prensa. (p. 21). Fecha de consulta: 19/11/2019.
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. (pp.13-18). Fecha de consulta: 2/11/2019.
4. Antonio J., (2001). Control de las Enfermedades de los Cítricos en Brasil. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/006/x6732s/x6732s13.pdf>. Fecha de consulta: 20/11/2019.
5. Consejo Federal de Inversiones. (2014). Sector Citrícola. <http://cfi.org.ar/wp-content/uploads/2014/11/informe-citricola.pdf>. (pp.1-11). Fecha de Consulta: 1/11/2019.
6. Federcitrus. (2017). La Actividad Citrícola Argentina. <https://www.federcitrus.org/wp-content/uploads/2017/10/Act-Citricola-17.pdf>. (p. 13). Fecha de consulta: 4/11/2019.
7. Federcitrus. (2018). La Actividad Citrícola Argentina, the Argentine citrus industry. <https://www.federcitrus.org/wp-content/uploads/2018/05/Actividad-Citricola-2018.pdf>. (p. 5). Fecha de consulta: 4/11/2019.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). Citrus Fruit Fresh and Processed Statistical Bulletin. <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>. (p. 5). Fecha de consulta: 1/11/2019.
9. Foreign Agricultural Service/United States Department of Agriculture, Office of Global Analysis. (2019). Citrus: World Markets and Trade. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>. (p.1). Fecha de consulta: 1/11/2019.
10. Garrán, S. (s.f). Manual de enfermedades- Enfermedades causadas por hongos. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_citricultura_cap12.pdf. (pp. 1-2). Fecha de consulta: 24/11/2019.
11. INTA. Manual para productores de naranjas y mandarina de la Región del Río Uruguay. Extraído de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_citricultura_cap1.pdf. (p.1). Fecha de consulta: 24/11/2019.
12. 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.2018.1575. (pp.11-17). Fecha de consulta: 17/05/2021.
13. Palacios, J., (2005). *Citricultura*. Editorial hemisferio sur. Tucumán - Argentina. (p.518). Fecha de consulta: 10/11/2019.
14. Ra Ximhai Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable, (2010). Nanotecnología y Nanoencapsulación de Plaguicidas. Universidad Autónoma

Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. (pp. 63-66). Fecha de consulta: 17/05/2021.

15. Sotelo Boyás M. E., Bautista Baños S., Llanos L. A., Solorza Fera J., Jiménez Aparicio A., Barrera Necha L. L., Valverde Aguilar G., Plascencia Jatomea M. (2015). La Nanotecnología en el control de Microorganismos Patógenos e Insectos de importancia económica. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Carr. Yautepec– Jojutla, Km 6. CEPROBI 8, San Isidro, Yautepec, Morelos, México CP 62730. (pp. 295-305). Fecha de consulta: 17/05/2021.
16. Rodríguez, D.S., (2012). Origen y desarrollo de los cítricos en Bella Vista, Corrientes. 1ra ed. Corrientes: Ediciones INTA, 2012 (p.51). Fecha de consulta: 23/11/2019.