



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Agrarias



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MODALIDAD TESINA

“Incidencia de Nanopartículas de cobre en el control
de Cancrosis en plantas de limón”.

Autor: Orlando Rubén, Maggio

Asesor: Ing. Agr. Víctor A. Rodríguez

Lugar de realización: Quinta “Doña Sara”. Santa Rosa - Corrientes.

Año: 2020



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, Rubén y Griselda por haberme dado la posibilidad de haber podido estudiar en una Universidad y por todos los sacrificios que hicieron para que hoy pueda llegar a la meta tan ansiada. A mis hermanas, Mayra, Pamela y Débora por el apoyo y acompañamiento durante tantos años.

Al Ingeniero Agrónomo Víctor Rodríguez quien, además de ser mi asesor en este Trabajo Final de Graduación, siempre estuvo a disposición para cada consulta realizada. También le agradezco por invitarme a formar parte de su grupo de tesis y por ofrecerme este trabajo de investigación.

Al grupo de tesis por el apoyo y el compromiso ante cada viaje, por la colaboración y la ayuda brindada en la toma de datos para la realización de mi trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros que fui conociendo durante todo este camino, a los que ya se recibieron y a los que siguen luchando por llegar a la meta.

Y a todas y cada una de las cátedras y a los docentes que formaron y forman parte de cada una de ellas, que me fueron moldeando como profesional y también como persona, desde el primer año y para siempre.

ÍNDICE:

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN	5
I.- OBJETIVO.	9
OBJETIVO GENERAL:.....	9
OBJETIVO ESPECÍFICO:	9
II.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Tabla 1: Tratamientos y meses de aplicaciones.....	10
APLICACIONES:	11
METODOLOGÍA DE EVALUACIONES:	12
Fitotoxicidad.....	12
Síntomas de la Enfermedad.	12
Frutos	12
Brotes	13
Gráfico 1. Precipitaciones producidas durante el ensayo.....	14
III.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
TABLA 2. Evaluaciones de síntomas de Cancrosis sobre Frutos en limón.....	15
Gráfico 2. Porcentajes de frutos libres de cancrrosis por Tratamientos.....	16
TABLA 3. Evaluaciones de síntomas de Cancrosis sobre brotes en limón.	16
Gráfico 3. Porcentajes de brotes libres de cancrrosis por Tratamientos.....	17
CONCLUSIONES	18
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:.....	19

RESUMEN

La cancrrosis de los cítricos es una enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas axonopodis p.v. citri*. Si bien no es dañino para los humanos, el cancro afecta significativamente la vitalidad de los árboles de cítricos lo que hace que las hojas y los frutos caigan prematuramente. Una fruta infectada con cancro es segura para el consumo de las personas, pero por su aspecto la comercialización se ve reducida como fruta fresca.

El objetivo de esta experiencia fue determinar el comportamiento de diferentes dosis de cobre formulado en tecnología nanopartículas y su comparación con tratamientos utilizados normalmente en la región como ser Oxido cuproso con y sin Mancozeb. La experiencia fue llevada a cabo en la quinta Doña Sara, ubicada en Colonia Santa Rosa, en la zona norte de la provincia de Corrientes.

El presente trabajo consistió en la realización de siete tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, donde se aplicaron dos dosis diferentes de cobre formulado en tecnología nanopartículas, una de 0,06% y la otra de 0,09% de Cobre, dos tratamientos con agregado de Mancozeb y dos tratamientos con productos utilizados normalmente en la región, como ser Oxido cuproso con y sin Mancozeb. Los seis tratamientos comparados con un Testigo al cual no se le aplicó ningún producto. Las aplicaciones se realizaron de septiembre a marzo. En los dos primeros meses, septiembre y octubre, las aplicaciones fueron realizadas por el productor, el cual aplicó Oxido cuproso y en los meses siguientes comenzamos con los seis tratamientos en estudio.

Los resultados de incidencia de la enfermedad en los diferentes tratamientos, observados tanto en frutos como en brotes arrojaron valores que superaron significativamente a las parcelas testigos. En las evaluaciones de los síntomas sobre los frutos el que más se destacó fue el tratamiento con la dosis de Cu al 0,09% formulado en tecnología nanopartículas, que arrojó una Incidencia de 38% de frutos dañados y una severidad de 45%. En cuanto a las evaluaciones de los síntomas sobre los brotes, si bien todos superaron a las parcelas testigos el tratamiento que mejores resultados arrojó fue el formulado con las dosis de Cu 0,09% en tecnología nanopartículas con el agregado de Mancozeb, con un 31,2% de Incidencia y 40% de severidad.

INTRODUCCIÓN

El origen de los cítricos se ha localizado en Asia oriental, en una zona que abarca desde la vertiente meridional de la cordillera del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. Actualmente su cultivo se extiende por la mayor parte de las zonas tropicales y subtropicales de esa región. (Agusti, 2000).

Los principales países con mayor producción estimada de frutas cítricas frescas en el periodo de los años 2016/2017 fueron China (29.500.000 Tn), Brasil (18.197.000 Tn) y Estados Unidos (7.261.000 Tn). En cuanto a la producción citrícola argentina, esta se encuentra en el octavo lugar a nivel mundial en lo que a producción de fruta fresca se refiere, con un volumen de 2.480.000 Tn, de las cuales la región del Nordeste Argentino aporta el 38,83 % del total. La superficie máxima plantada con frutales cítricos comprende unas 132.346 Has. La provincia de Corrientes, por su parte, cuenta con unas 25.025 Has de superficie implantada y una producción de 545.055 Tn de frutas. En nuestro país se producen alrededor de 1.675.851 Tn de limones, destinándose 1.110.141 Tn a la industria, 120.846 Tn al consumo interno y 243.762 Tn al mercado de exportación en fresco. (FEDERICITRUS FRUTAS SECAS, 2010).

Las frutas destinadas a la exportación deben cumplir con ciertos requisitos indispensables para ser aceptadas por los diferentes mercados, como ser la ausencia de síntomas pertenecientes a enfermedades que van en detrimento de la calidad de las mismas. Una de las enfermedades más problemáticas que se encuentran presente en la Argentina es la Cancrosis en cítricos. Las regiones favorables para el ataque de esta enfermedad son tropicales y subtropicales, con características de climas húmedos, intensos rocíos y precipitaciones. (Agusti, 2000; Canteros, 1995a).

La Cancrosis de los cítricos existe desde tiempos remotos en Asia y desde allí se diseminó al resto del mundo, afectando a casi todos los cítricos (*Citrus sp.*) y especies relacionadas con este género dentro de las familias de las Rutáceas, siendo los limones moderadamente susceptibles a esta enfermedad. La Cancrosis se ha reportado en Argentina desde 1928 como la forma del tipo B. La baja agresividad y el rango restringido de

hospedantes limitaron las cepas de tipo B durante 40 años en un área pequeña. Estas cepas desaparecieron en 1978 después de la introducción de cepas más agresivas de tipo A en 1974. La sustitución de las cepas del tipo B con las cepas del tipo A pudo haber tenido lugar debido a la producción de sustancia de tipo bacteriocina (toxina proteica sintetizada por una bacteria con el fin de inhibir el crecimiento de bacterias similares o de cepas cercanas) por las cepas A contra las cepas B. Las cepas del tipo B infectaron casi exclusivamente a las plantas de limón y se obtuvo un control adecuado mediante la aplicación de bactericidas que contenían cobre (Cu^{2+}). El tipo A de cancro de los cítricos, causado por *Xhantomonas citri* tipo A (*Xhantomonas axonopodis* pv *citri*) se volvió endémico en el Nordeste de Argentina después de que los esfuerzos por erradicación fracasaran. El tipo A ingresó al Nordeste Argentino en 1974, se propagó rápidamente de 1974 a 1980 y luego a una tasa constante de propagación hasta 1990, cuando se volvió endémico en la región. (Palacio, 2005).

El desarrollo de tecnología de manejo de lotes para exportación libres de síntomas de Cancrosis (llamados lotes de sanidad controlada), permitió la certificación de envíos de fruta fresca a la Unión Europea. Esta metodología está basada en el conocimiento de la variabilidad en la intensidad de la enfermedad según las condiciones ambientales y el uso adecuado de cortinas rompevientos, tipo de cítrico utilizado, podas y pulverizaciones con productos químicos. (Stall, R.E.; Marco, G.M. Y Canteros B.I. 1979).

Los síntomas más importantes son canchros (lesiones corchosas) en hojas, ramitas, frutos y tallos. También ocurre defoliación y caída de frutos cuando el ataque es muy fuerte. Los plantines con canchros en el tallo son difíciles de injertar pues las bacterias se multiplican en la herida y forman un cancro corchoso que hace que el injerto no prenda. Si las lesiones de canchros son invadidas por bacterias del género *Pseudomonas* se verán manchas cloróticas concéntricas circulares bien marcadas y las lesiones se tornarán rojizas. Este síntoma es muy común ver en las plantas de pomelo en la estación de otoño. Los síntomas de la enfermedad denominada Sarna en porta injertos pueden confundirse con los de canchros, se los diferencia porque la Sarna desarrolla síntoma sólo en el haz o el envés de la hoja mientras que cada cancro siempre se forma en ambos lados simultáneamente.

La Cancrosis de los *Citrus* puede controlarse mediante un manejo integrado. La Estación Experimental Agropecuaria INTA Bella Vista ha desarrollado tecnología para el control químico y otras prácticas culturales que, en su conjunto, permiten el manejo de la enfermedad. (Canteros, et al., 2004). Mazal en 1997 evaluó el comportamiento de diferentes tratamientos con productos carbámicos, cúpricos y óxidos cuprosos para tratamientos en el control de *Xanthomonas axonopodis pv citri*. En los cuales solamente el óxido cuproso (58%), en concentración del 3 por mil, mostró respuestas significativas con un 92% de control, en las aplicaciones de inicio de floración (Velázquez y Koteich-Klatib, 2015).

En el año 2005, Bruzzo realizó ensayos a campo de productos desinfectantes como son el HAY EFÉDOS 2% (fenoles naturales no determinados) y la mezcla de oxiclورو de cobre 0,3% y Mancozeb 0,2%, demostrando su eficacia en el control de la Cancrosis a campo en comparación con testigos sin pulverizar. Al determinar la población de *Xanthomonas axonopodis pv citri* en el agua de lluvia sobre hojas enfermas, observó una acción residual efectiva del oxiclورو de cobre 0,3% en mezcla con Mancozeb 0,2%, posiblemente debida a la resolubilización de los residuos que han quedado en hoja desde la última pulverización. (Agusti, 2000). Sin embargo, como había ocurrido con otras bacterias fitopatógenas, la resistencia al cobre en *Xanthomonas axonopodis pv citri* surgió en una zona de Argentina en 1994 y luego se logró el control exitoso de las cepas resistentes a cobre y prevenir su difusión con el uso de la mezcla de cúpricos con Mancozeb. (Naranjo, M. and Canteros, BI. 2002).

En razón de existencia de cepas resistentes a oxiclورو de cobre, se decidió probar otras fuentes cúpricas (hidróxido de cobre) como producto alternativo.

Una nanopartícula es una partícula que posee las tres dimensiones menores que 100nm. Actualmente las nanopartículas son un área de intensa investigación científica debido a una amplia variedad de aplicaciones potenciales en diferentes áreas. Las nanopartículas son de gran interés científico, de hecho, son un puente entre los materiales a granel y las estructuras atómicas o moleculares. Un material a granel debe tener propiedades físicas constantes, sin importar su tamaño, pero en una nano escala sus propiedades son observadas. Así, las propiedades de los materiales cambian mientras su talla se aproxima a

la nano escala y conforme el porcentaje de átomos en la superficie de un material se vuelve significativa. Actualmente se desarrollan nanopartículas de diferente tamaño y composición y se evalúa su actividad antimicrobiana y su capacidad de inducción de defensas o promoción del crecimiento en las plantas. Con objetivos tales como la obtención de formulados a base de nanopartículas de cobre como nuevos aportes a la protección vegetal, concretamente para el control de enfermedades causadas por hongos y bacterias. La hipótesis es obtener formulados con cantidades más reducidas de cobre, baja fitotoxicidad y menor impacto ambiental, pero manteniendo una eficacia equivalente a los existentes en la actualidad. (Velázquez y Koteich-Khatib, 2015).

Comportamiento de nueva formulación de Cobre (nanopartículas) en el control de Cancrosis de los cítricos, en frutos y brotes de limón

I.- OBJETIVO.

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de este trabajo fue constatar la experiencia de determinar el comportamiento de diferentes dosis de cobre formulado en tecnología nanopartículas, en el control de cancrrosis de los cítricos y su comparación con tratamientos utilizados normalmente en la producción citrícola de la provincia de Corrientes.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Analizar y comparar la Incidencia y Severidad de la enfermedad con los diferentes tratamientos en frutos de limón.
- Examinar y cotejar los resultados de Incidencia y Severidad de la enfermedad con los diferentes tratamientos en brotes de limón.

II.- MATERIALES Y MÉTODOS.

EL lugar del ensayo propuesto para realizar el trabajo de investigación fue el establecimiento citrícola “Doña Sara”, perteneciente al ingeniero agrónomo Guillermo Vaccaro, ubicado en Colonia Santa Rosa, Departamento de Concepción al norte de la provincia de Corrientes. El establecimiento se localiza a una Latitud de 28°14’25.22” Sur y a una Longitud de 58°09’14.73” Oeste.

La especie en estudio fue limón (*Citrus limón L.*), cuyo portainjerto utilizado era Lima de Ránpur (*Citrus limonia*). El cultivo contaba con plantas de seis años de implantadas distribuidas en un marco de plantación de 7m x 5m, con una densidad de 285 plantas por hectáreas.

Para alcanzar los objetivos propuestos para esta investigación y poder comparar la incidencia y severidad de la Cancrosis de los cítricos causada por *Xanthomonas axonopodis p.v. citri* (Hasse) Vaut en brotes y frutos de Limón, se utilizó el Diseño en Bloques Completos al Azar con parcelas de 3 plantas, tomándose como planta útil la central.

La investigación consistió en evaluar el resultado de 7 tratamientos diferentes, con 4 repeticiones cada uno, comparados con una parcela testigo a la cual no se le aplicó ningún tratamiento.

Tabla 1: Tratamientos y meses de aplicaciones.

Trat.	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
1	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
2	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%	Cu 0,06%
3	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%	Cu 0,09%
4	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	Cu 0,06 % + Mn	Cu 0,06% + Mn	Cu 0,06% + Mn	Cu 0,06% + Mn	Cu 0,06% + Mn
5	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	Cu 0,09 % + Mn	Cu 0,09% + Mn	Cu0,09% + Mn	Cu 0,09% + Mn	Cu 0,09% + Mn
6	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%
7	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu 0,15%	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn

En todos los tratamientos se agregó Aceite orgánico al 0.2%

Cu: Cobre (Nanopartícula).

O₂Cu: Óxido Cuproso 0,15%.

Mn: Mancozeb 0,2%



Imagen 1: proceso de pesado del producto. Imagen 2: dilución en agua de las diferentes dosis de los respectivos tratamientos. Imagen 3: carga del producto en la motomochila de espalda. Quinta “Doña Sara” en la localidad de Santa Rosa al norte de la provincia de Corrientes. 20 de febrero del año 2021.

Como consecuencia de la sequía y heladas durante el invierno y primavera 2020 que afectaron notoriamente las plantas sujetas a este ensayo, se decidió no continuar el mismo en el establecimiento del Sr. Vitarello y reiniciarlo en Santa Rosa, a partir de noviembre en plantas de limón de 6 años de implantadas, luego de podas de ramas afectadas por las heladas.

APLICACIONES:

1ra. Aplicación: 19-09-20. Realizada por el productor.

Equipo de aplicación: Pulverizadora atomizadora para frutales, Jacto.

Volumen por planta: 5,0 l. por planta.

Estado fenológico: Inicio de brotaciones, posteriores a podas de eliminación de ramas afectadas por heladas.

2da. Aplicación: 15-10-20. Realizada por el productor.

Equipo de Aplicación: Pulverizadora atomizadora para frutales, Jacto.

Volumen por planta: 5.0 l. por planta.

Estado fenológico: Inicios de floración.

3era. Aplicación: 19-11-20. Hora: 10,00 hs. Temperatura: 20°C.

Humedad relativa: 60%.

Equipo de Aplicación: Motomochila de espalda.

Volumen de solución: de 2,1 l. por planta.

Estado fenológico: Pimpollos 50%; flores abiertas 25%; frutos expuestos con diámetro de 0,5 a 1cm: 25%. Presencia de daños de la enfermedad en brotes y pocos frutos de 2 cm de longitud, cuajados en flores aisladas de setiembre-octubre.

4ta. Aplicación: 17-12-20. Hora: 09,00 hs. Temperatura: 22°C.

Humedad relativa: 50%.

Equipo de Aplicación: Motomochila de espalda.

Volumen de solución: de 2,50 L. por planta.

Estado fenológico: Frutos: 1,0 por 2,0 cm de longitud.

5ta. Aplicación: 15-01-21. Hora: 15,00 hs. Temperatura: 26°C.

Humedad relativa: 55%.

Equipo de Aplicación: Motomochila de espalda.

Volumen de solución: 2,50 L. por planta.

Estado fenológico: frutos: 1,5 por 3,0 cm. de longitud.

6ta. Aplicación: 20-02-21. Hora: 11,30 hs. Temperatura: 27°C.

Humedad relativa: 50%.

Equipo de Aplicación: Motomochila de espalda.

Volumen de solución: 2,50 L. por planta.

Estado fenológico: tamaño promedio de frutos: 4,0 a 5,0 cm. de longitud.

7ma. Aplicación: 29-03-21. Hora: 10,30 hs. Temperatura: 21°C.

Humedad relativa: 70%.

Equipo de Aplicación: Motomochila de espalda.

Volumen de solución: 2,50 L. por planta.

Estado fenológico: Promedio de frutos: 4,5 a 6,0 cm. de longitud.



Imagen 1, 2 y 3: momento de aplicación del producto sobre plantas de limón con el equipo de protección personal cumpliendo las normas de BPA. Quinta “Doña Sara” en la localidad de Santa Rosa al norte de la provincia de Corrientes. 20 de febrero del año 2021.

METODOLOGÍA DE EVALUACIONES:

Fitotoxicidad

En Frutos, la enfermedad comienza a manifestarse después de setiembre, aumenta casi verticalmente hasta marzo, y a partir de marzo comienza a declinar al igual que en hojas, el porcentaje de presencia aumenta entre setiembre y marzo, y disminuye a partir de marzo hasta setiembre. (Falico A., Ladys M. y Rodríguez, D. 1970).

A los 7 días de las aplicaciones de setiembre y luego, el día de las aplicaciones realizadas en los meses correspondientes, se realizaron las evaluaciones referidas a la determinación de Fitotoxicidad en brotes, flores y frutos, conforme a una Escala de 1 a 10 (1; sin síntomas; 10 síntomas de fitotoxicidad en más del 80% de órganos).

En todos los casos, las evaluaciones se registraron con el Grado 1.

Síntomas de la Enfermedad.

Frutos

Las evaluaciones se efectuaron sobre 20 frutos por planta (parcela), los que fueron tomados al azar, de los cuatro puntos cardinales. Se determinó Incidencia (Frecuencia) de la enfermedad e Índice de Severidad de la misma mediante la siguiente Escala:

Grado 0: Sin daños.

Grado 1: 1 a 15% superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Grado 2: 16 a 30% superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Grado 3: 31 a 45% superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Grado 4: + de 46% superficie de cáscara con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Luego se utilizó la Fórmula:

$$\text{Severidad: } \frac{0. \text{N}^\circ \text{ Frutos G.0} + 1. \text{N}^\circ \text{ Frutos G.1} + 2. \text{N}^\circ \text{ Frutos G.2} + 3. \text{N}^\circ \text{ Frutos G.3} + 4. \text{N}^\circ \text{ Frutos G.4}}{20}$$

20: Número de frutos evaluados.



Foto ilustrativa de un fruto de limón afectada por Cancrosis de los cítricos.

Brotes.

Se llevó a cabo con la misma metodología utilizada para frutos, de manera que las determinaciones se realizaron sobre 20 brotes provenientes de la brotación de diciembre-enero de cada parcela tomados al azar, mediante la Escala:

Grado 0: Sin daños.

Grado 1: 1 a 15 % superficie de los brotes con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Grado 2: 16 a 30 % superficie de los brotes con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Grado 3: 31 a 45% superficie de los brotes con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Grado 4: + de 46% superficie de los brotes con pústulas (síntomas) de la enfermedad.

Luego se utilizó la Fórmula:

$$\text{Severidad: } \frac{1. \text{N}^\circ \text{ Brotes G.1} + 2. \text{N}^\circ \text{ Brotes G.2} + 3. \text{N}^\circ \text{ Brotes G.3} + 4. \text{N}^\circ \text{ Brotes G.4}}{20}$$

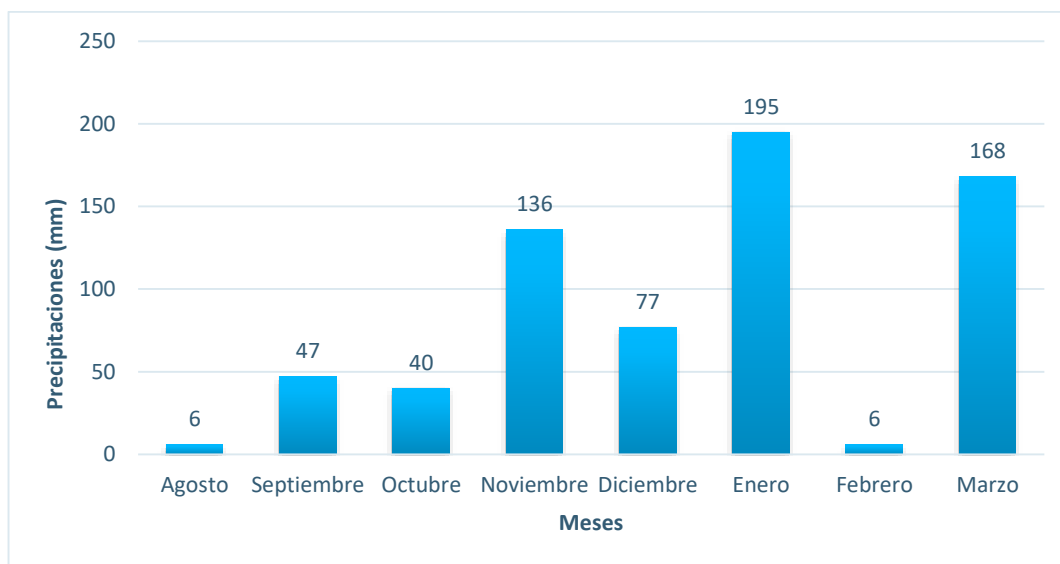
Con los resultados obtenidos se efectuó el análisis de Varianza y Test de Duncan.

Evaluación de síntomas de Cancrosis: Se realizó el día 14 de mayo de 2021.



Foto ilustrativa de una hoja de limón afectada por Cancrosis de los cítricos.

Gráfico 1. Precipitaciones producidas durante el ensayo.



Datos tomados en Establecimiento AYUÍ S.A., Colonia Tabái, a 10 km. del lugar de ensayo.

III.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 2. Evaluaciones de síntomas de Cancrosis sobre Frutos en limón.

Trat.	Sbre.	Obre.	Nbre.	Dbre.	Enero	Febrero	Marzo	Incidencia	Severidad
1	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	81,9 c	1,31 b
2	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,06%	Cu	Cu	Cu	Cu	43,2 a-b	0,47 a
3	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,09%	Cu	Cu	Cu	Cu	38,4 a	0,45 a
4	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,06 %+Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	40,0 a	0,46 a
5	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,09 %+Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	40,0 a	0,45 a
6	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	54,6 b	0,63 a
7	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	48,9 a-b	0,62 a
								C.V.: 17,6	C.V.: 21,5

C.V.: Coeficiente de Variación.

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

En la Tabla 2 se pueden apreciar los resultados obtenidos en las evaluaciones correspondientes, todos los tratamientos con aplicaciones superaron significativamente a las parcelas testigos con valores que para Incidencia variaron entre 38,4 y 54,6 % y Severidad entre 0,45 y 0,63.

Es importante recordar las aplicaciones con los tratamientos en estudio comenzaron recién en noviembre, las anteriores de setiembre y octubre las realizó el productor y en dicho momento (inicio de esta experiencia) había presencia de brotes y frutos de 2 cm de longitud con daños de cancrrosis que no se ralearon de las plantas en estudio y pudieron haber influido como fuentes de infección de la enfermedad atacando a nuevos brotes y frutos formados anteriormente, todo esto pudo haber conducido, tal vez en una menor “eficiencia” por parte de los tratamientos en experimentación, dado que los controles alcanzados en las evaluaciones a criterio del autor, pueden considerarse en líneas generales, como algo bajos. No obstante, de acuerdo con el Test de Duncan, los tratamientos de mejor comportamiento estadístico fueron el 3, 4 y 5 que se diferenciaron significativamente del tratamiento 6, Óxido cuproso sin Mancozeb, que podría considerarse como un testigo comercial ya que junto al Oxiclورو de Cobre es el producto cúprico más utilizado por los productores.

Merecen destacarse el tratamiento 3 con 38% de frutos con daños y severidad de 0,45 y en menor medida el 4 y 5 con 40% de frutos dañados en ambos casos y 0,46 y 0,45 de severidad respectivamente, tratamientos con los que se alcanzaron entre 10 y 15% más de frutas libres de cancros que en los tratamientos con Óxido cuproso.

Si fijamos la mirada en el porcentaje de frutos libres de cancrrosis, como lo muestra la figura 2, podemos observar la marcada diferencia de los tratamientos del 2 al 7, con el tratamiento 1, el testigo, y como aquellos tratamientos que consistían en la aplicación de nanopartícula de cobre arrojan los mejores resultados, logrando mayor cantidad de frutos sanos que se traduce en un mejor rendimiento y rentabilidad.

Gráfico 2. Porcentajes de frutos libres de canchrosis por Tratamientos.

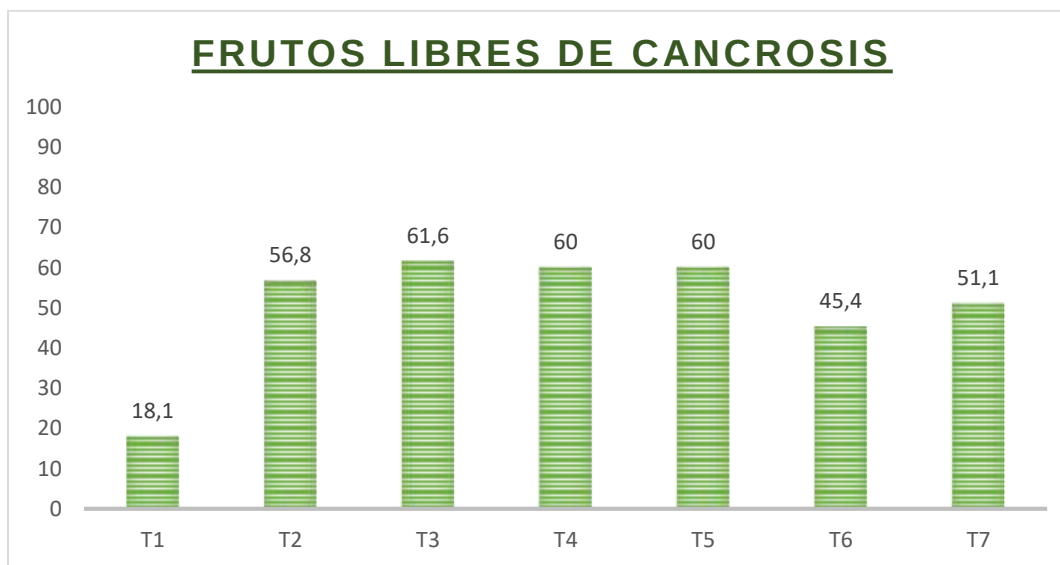


TABLA 3. Evaluaciones de síntomas de Cancrosis sobre brotes en limón.

Trat.	Sbre.	Obre.	Nbre.	Dbre.	Enero	Febrero	Marzo	Incidencia	Severidad
1	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	79,7 b	1,08 b
2	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,06%	Cu	Cu	Cu	Cu	48,9 a	0,50 a
3	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,09%	Cu	Cu	Cu	Cu	37,0 a	0,45 a
4	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,06 % + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	37,1 a	0,40 a
5	O ₂ Cu	O ₂ Cu	Cu 0,09 % + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	Cu + Mn	31,2 a	0,40 a
6	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu	40,0 a	0,45 a
7	O ₂ Cu	O ₂ Cu	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	O ₂ Cu + Mn	41,2 a	0,53 a
								C.V.: 29,0	C.V.: 32,0

C.V.: Coeficiente de variación

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

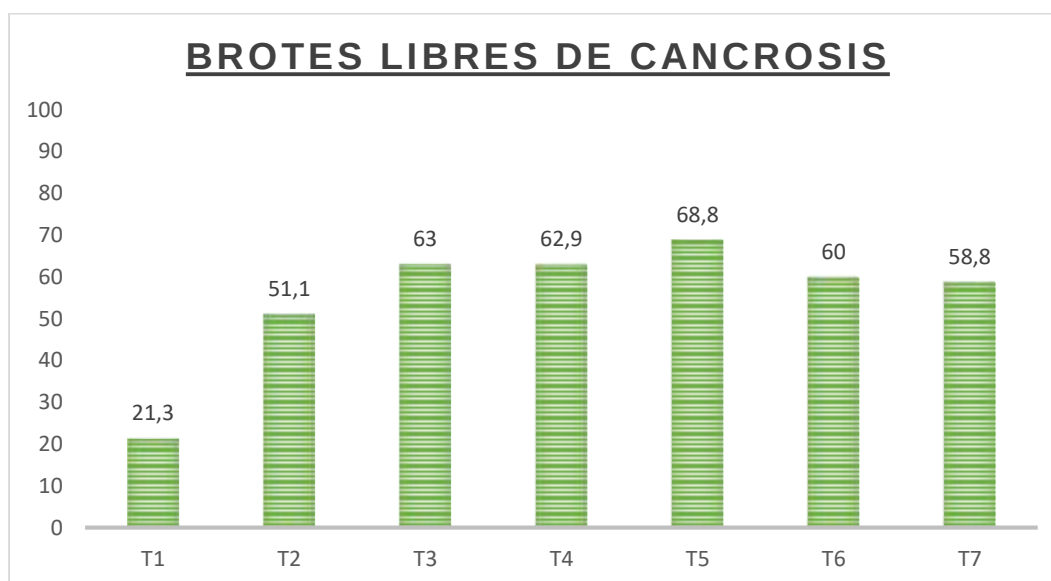
En las evaluaciones realizadas en brotes, se determinaron mejores controles que en frutos, todos los tratamientos con aplicaciones superaron con diferencias estadísticas significativas a los testigos tanto en incidencia como en severidad, como se puede observar en la Tabla 3.

A pesar de que no se diferenció significativamente de los demás tratamientos con aplicaciones conforme al test de Duncan, se pone de relieve el buen control ejercido por el tratamiento 5, con un 31,2% de Incidencia y 0,4 de severidad, casi un 70% de brotes sin síntomas de la enfermedad, lo que estaría asegurando una muy buena productividad de las plantas, ya que como es aceptado, hojas con canchros se desprenden rápidamente de las plantas, pudiendo afectar severamente el aparato fotosintético.

Un mayor número de brotes sanos significa una mayor cantidad de hojas, aumentando así el área fotosintética que va a generar los fotoasimilados para el llenado de los frutos.

En el gráfico 3 se puede observar el porcentaje de brotes libres de canchros que arrojó cada uno de los 7 tratamientos. Todos supera ampliamente al tratamiento 1, el testigo, y se destaca el tratamiento 5, que consistió en aplicar nanopartícula de cobre más mancozeb, con respecto al 6 y al 7 que corresponden al Oxido cuproso con y sin mancozeb, producto utilizado en la región.

Gráfico 3. Porcentajes de brotes libres de canchros por Tratamientos.



CONCLUSIONES

Del análisis comparativo entre los diferentes tratamientos aplicados para el control de canchros en plantas de limón, se concluye que:

- 1- En frutos los tratamientos con las diferentes dosis de cobre formulado en tecnología nanopartículas fueron los que registraron valores más bajos tanto en incidencia como en severidad de la enfermedad, destacándose el tratamiento 3, correspondiente al Cu 0,09% que arrojó una Incidencia de 38% de frutos dañados y una severidad de 45%. Que se traduce en un 62% de frutos sanos, sin presencia de la enfermedad
- 2- En brotes, el tratamiento que mejores resultados arrojó comparados con los demás, fue el tratamiento 5, formulado con las dosis de Cu 0,09% en tecnología nanopartículas con el agregado de Mancozeb, con un 31,2% de Incidencia y 40% de severidad. Lográndose así, un 68,8 % de brotes libres de la enfermedad.
- 3- Con una mirada más amplia se podría decir que los tratamientos con nanopartículas de Cobre para el control de canchros, tanto en fruto como en brotes, arrojaron resultados más bajos de incidencia y severidad comparados con aquellos tratamientos utilizados normalmente en la región citrícola como ser Oxido cuproso con y sin Mancozeb.
- 4- Por último, se destaca que los resultados obtenidos en brotes fueron mejores que los obtenidos de frutos.

Con este trabajo de investigación espero haber colaborado con la difusión de esta nueva tecnología al servicio de la producción, y que le sea útil al productor a la hora de analizar variantes para combatir la Cancrosis en el cultivo de Limón.

Considero que esta nueva tecnología de nanopartículas, que va creciendo y expandiéndose día tras día en la agricultura, ofrece muchas ventajas para el productor, como ser mejores resultados en control de la enfermedad, lo cual se comprueba en este trabajo, facilidad de manipuleo, con respecto a traslado y almacenamiento y el uso de una menor dosis comparado con el oxiclورو de cobre tradicional que es el utilizado en la región, lo que hace que sea más amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Agusti, M. 2000.** Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa. (Pag: 21-24)
- Canteros, B.I. 1995a.** Relación entre las cortinas rompevientos y la intensidad de cancrrosis en citrus. FCA UNNE. Corrientes, Argentina, 1-4 Agosto 1995. Resumen 123.
- Canteros, B.I. 1997a.** Cancrosis de los citrus. Etiología, Sintomatología y Manejo. EEA INTA Bella Vista. Hoja divulgación N° 7. pág. 4. Disponible on-line en: www.inta.gov.ar/Bellavista [Fecha de consulta: 22/09/2020]
- Canteros, B.I. 2002.** Control of citrus canker caused by *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* susceptible and resistant to copper. Phytopathology 92: S116.
- Canteros, BI. 2004.** Management of citrus canker in Argentina. A review. Proc. Int. Soc. Citriculture. 10th International Citrus Congress. Agadir, Morocco.
- Falico A., Ladys M. y Rodríguez, D. 1970.** Cancrosis Bacteriana del Limonero.
- FEDERCITRUS FRUTA FRESCA (2010).** Los cítricos, Nuestra Fruta. Disponible on-line en: www.federcitrus.org/fruta.asp [Fecha de consulta: 12/10/2020].
- Naranjo, M. and Canteros, BI. 2002.** Pathogenicity of *Xanthomonas axonopodis* strains isolated from citrus. Phytopathology 92: S128.
- Palacio, J. 2005.** Citricultura. Editorial Alfa Beta S.A. Tucumán. Pag: 518.
- Stall, R.E.; Marcó, G.M. y Canteros B.I. 1979.** Cancrosis de los Citrus. Informe Investigación Proyecto Cooperativo INTA-IFAS durante 1978-79. National Institute Agriculture Technology, Bella Vista, Corrientes, Argentina. Pag: 122.
- Velásquez C. Lárez; S. Koteich-Khatib; F. López-González, Ed. (2015).** Nanopartículas: Fundamentos y Aplicaciones. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. PP.: 159-170.



Ing. Agr. Víctor A. Rodríguez