

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE CULTIVARES DE FRUTILLA
(*Fragaria ananassa* Duch.) FRENTE A *Neopestalotiopsis clavispora*,
Rhizoctonia AG-A Y *Macrophomina phaseolina* EN EL DEPARTAMENTO DE
SALTO, URUGUAY

por

Magdalena Mafalda LAXAGUE DA ROSA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Dra. Elisa Silvera

Ing. Agr. Dr. Esteban Vicente

Ing. Agr. MSc. Pablo González

Fecha:

30 de julio de 2021

Autora:

Magdalena Mafalda Laxague Da Rosa

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Edgardo y Etel que fueron apoyo incondicional, los cuales me enseñaron a no bajar los brazos cuando las cosas se tornaban difíciles.

A mis hermanos y amigos que de una manera u otra me brindaron apoyo y siempre me estuvieron motivando en el camino para terminar la tesis.

También a la profesora y tutora, Ing. Elisa Silvera que me acompañó continua e incansablemente desde el inicio la tesis. Al Ing. Esteban Vicente, por sus aportes a la causa siempre servicial ante dudas.

Agradecer a las genias Carmen Estelda y Lucia Boffano del laboratorio de Fitopatología de EEFAS por su ayuda durante el ensayo. A Johan Ghelifi y Juan Amaral personal Técnico de INIA Salto Grande, que cuidaron y cultivaron las plantas para el trabajo.

¡GRACIAS!

TABLA DE CONTENIDO

	Página.
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y SOCIAL.....	3
2.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN URUGUAY.....	3
2.3 ANTECEDENTES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y DE TECNOLOGÍA DEL CULTIVO.....	4
2.4 PATÓGENOS QUE PRODUCEN ENFERMEDADES DE RAÍZ Y CORONA EN FRUTILLA.....	7
2.4.1 <i>Neopestalotiopsis clavispora</i>	8
2.4.2 <i>Rhizoctonia spp.</i>	9
2.4.3 <i>Macrophomina phaseolina</i>	10
2.5 MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DE RAÍZ Y CORONA ..	11
2.6 DESCRIPCIÓN DE LOS CULTIVARES EVALUADOS.....	13
2.6.1 <u>INIA Ágata</u>	13
2.6.2 <u>INIA N25.1</u>	14
2.6.3 <u>INIA Yuri</u>	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1 PRODUCCIÓN DE PLANTAS.....	15
3.2 PRODUCCIÓN DE INÓCULO.....	16
3.3 ENSAYO EN CONDICIONES CONTROLADAS.....	17
3.4 EVALUACIÓN.....	19
3.4.1 <u>Re aislamiento</u>	19
3.4.2 <u>Identificación morfológica</u>	19
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	21
5. <u>CONCLUSIONES</u>	25
6. <u>RESUMEN</u>	26
7. <u>SUMMARY</u>	27
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	28

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura No.	Página
1. Plantas de los tres cultivares utilizados	15
2. Inoculación con <i>Neopestalotiopsis clavispora</i>	17
3. Inoculación con <i>Rhizoctonia</i> AG-A	18
Gráfico No.	
1. Índice de severidad de raíz en plantas de INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yurí inoculadas con <i>N. clavispora</i> , <i>Rhizoctonia</i> AG-A y <i>M. phaseolina</i>	21
2. Índice de severidad de corona en plantas de INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yurí inoculadas con <i>N. clavispora</i> , <i>Rhizoctonia</i> AG-A y <i>M. phaseolina</i>	22
3. Índice de severidad foliar en plantas de INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yurí inoculadas con <i>N. clavispora</i> , <i>Rhizoctonia</i> AG-A y <i>M. phaseolina</i>	23

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, existen dos zonas de producción de frutilla. Una de ellas es la zona Norte, ubicada en el departamento de Salto, con 77 productores en 53 hectáreas de cultivo protegido, con una producción de 1.97 toneladas. La zona Sur incluye los departamentos de Canelones y principalmente San José, con 84 productores en 84 hectáreas de cultivo a campo, con una producción de 1.58 t. (MGAP. DIEA, 2017).

La frutilla en Salto representa entre el 50 y 60% de la producción nacional anual, siendo un producto emblemático de la zona hortícola del Noroeste del país.

Desde el año 2015 la producción de frutilla en la zona de Salto estuvo comprometida por causa de un grave problema de mortandad de plantas asociada a un complejo de hongos de tallo y raíz. Los géneros identificados correspondieron a *Neopestalotiopsis*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Rhizoctonia*, *Pythium* spp., *Macrophomina*, *Phytophthora* y *Verticillium* (Machín, 2017). Varios de ellos son patógenos emergentes en los últimos años, como es el caso de *Neopestalotiopsis clavispora* (Machín et al., 2019).

En otras regiones productivas relacionaron la emergencia de algunos patógenos de suelo con la prohibición del uso de bromuro de metilo a nivel mundial. Este fumigante de amplio espectro tiene acción sobre diversas plagas, y fue usado durante años en varios países para la desinfección de suelos en los cultivos y los viveros.

El uso de bromuro de metilo fue requisito para la producción de plantines vigorosos libres de plagas en los estados de California y Florida de EEUU. En 1991, el producto fue identificado por el Protocolo de Montreal como agente reductor de la capa de ozono y desde entonces se ha buscado reducir su uso en la agricultura mundial.

En el Norte del país, la producción de plantas frigo importadas es menor y está más desarrollado el uso de cultivares nacionales, los cuales mostraron diferente comportamiento sanitario frente a las enfermedades de raíz y corona. Una de las posibles agravantes al problema de mortandad de plantas es la producción del material de plantación en la misma zona de producción, además de las fallas en el manejo del cultivo.

Las enfermedades de raíz y corona en frutilla pueden ser controladas a través de un sistema de manejo integrado que incluye medidas culturales, biológicas y químicas. Además del control genético mediante el uso de cultivares resistentes o tolerantes, alternativa más efectiva frente a estas enfermedades.

A nivel mundial existen antecedentes sobre la respuesta diferencial de cultivares a patógenos específicos asociados a enfermedades de raíz y corona, bajo inoculación artificial y en condiciones controladas. Sin embargo la información sobre los cultivares nacionales, se obtiene mediante evaluaciones de los cultivos a campo y protegido, expuestos a infección natural.

Los materiales nacionales son caracterizados morfológicamente y agronómicamente durante varios años, liberando al mercado los cultivares más destacados en cuanto a características agronómicas y de calidad, además presentar satisfactorio comportamiento sanitario frente a las enfermedades de raíz y corona.

En el país no se conoce el comportamiento de los cultivares actualmente en uso en la zona de Salto frente a patógenos específicos causantes de enfermedades en raíz y corona. Así el presente trabajo se plantea el objetivo de evaluar la susceptibilidad de los cultivares Ágata, INIA Yurí e INIA N25.1, frente a *Neopestalotiopsis clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A y *Macrophomina phaseolina*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y SOCIAL

La producción mundial de frutilla fue de 8.3 millones de toneladas y una superficie de 372 mil hectáreas en 2018, según las estadísticas de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). Donde se destaca como principal país productor China, con poco más de 3 millones de toneladas y 110 mil hectáreas de cultivo, representando el 36% de la producción mundial. Seguido por Estados Unidos, México, Turquía, Egipto y España, donde la producción de estos últimos cinco países concentra aproximadamente el 37% de la producción mundial.

En Uruguay el cultivo de frutilla ocupa alrededor de 130 ha. y es producido por aproximadamente 150 productores, con un rendimiento promedio anual de 30 ton/ha, ocupando los primeros lugares en América Latina (MGAP. DIEA, 2017).

Los ingresos anuales de frutilla al Mercado Modelo alcanzan poco más de 100 toneladas anuales, alrededor de las cuales, el 40% proceden de la zona litoral Norte (MGAP. DIGEGRA, 2020).

Desde el punto de vista de la superficie ocupada y el número de productores el cultivo de frutilla no es uno de los principales cultivos hortícolas en el país. Aun así, es un cultivo que conlleva un uso intensivo de recursos, fundamentalmente mano de obra y capital, y genera altos márgenes de ganancia por unidad de superficie. La mayoría de los predios que lo realizan son familiares, que generalmente contratan mano de obra sazonal para la plantación y cosecha (Giménez et al., 2003).

2.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN URUGUAY

Existen dos zonas de producción, que complementan la oferta en base sus diferencias climáticas para prolongar el período de cosecha (Aldabe, 2000).

El litoral Norte, considerando principalmente Salto, y el Sur en particular San José, se ubica entre el 85 y el 90% del área total. A esto se agrega una distribución de áreas menores en muchos departamentos del país, incluyendo Artigas, Paysandú, Colonia, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha (Giménez y Lenzi, 2015).

El departamento de Salto explica el 40% de la producción nacional de frutillas, con alrededor de 60 ha. de cultivo. Desde el otoño hasta inicios de la primavera es la principal zona que abastece el mercado interno (casi el 90% del ingreso al Mercado Modelo en este período). En esta zona, el principal modelo productivo es bajo plástico, estimando la utilización de macrotúneles en un 60% y microtúneles 40%. Quedando el uso de invernáculos con muy poca incidencia en este cultivo (MGAP. DIGEGRA, 2020). Se basa en el uso de cultivares nacionales de día corto adaptados al clima, y a los objetivos productivos, como la precocidad en cosecha, tamaño y color de fruta y resistencia a enfermedades; y las plantas se producen a raíz cubierta en viveros locales (Giménez y Lenzi, 2015).

El rendimiento esperado para la zona Norte en el año 2020, se estimó en los 40 a 50 ton/ha para los sistemas de producción bajo macrotúneles y algo menos para los cultivos en microtúneles. Los cultivares más usados fue INIA Ágata representando alrededor del 60% de la superficie, mientras que INIA Yrupé el 40% restante (MGAP. DIGEGRA, 2020).

La zona productiva del Sur del país, sobre todo ubicada en el departamento de San José, es complementaria con la anterior ubicando su período con oferta de setiembre hasta abril (MGAP. DIGEGRA, 2020). Esta zona, se basa en el uso de cultivares extranjeros de día corto y de día neutro, con plantas tipo frigo provenientes de viveros del exterior ubicados en USA, Argentina, Chile y España, ya que en Uruguay no existen las condiciones de altitud ni de latitud para la producción de este tipo de material de propagación. Los cultivares nacionales con plantas verdes producidas localmente ocupan un espacio menor en esta zona (Vicente 2009, Giménez y Lenzi 2015).

En la actualidad la mayor variedad cultivada en la zona Sur es San Andreas. El área sembrada se mantiene estable siendo similar a la zafra 2019 con 84 hectáreas (MGAP. DIGEGRA, 2020).

2.3 ANTECEDENTES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y DE TECNOLOGÍA DEL CULTIVO

Fragaria X ananassa Duch. fue el punto de partida para la creación de los cultivares modernos de gran fruto que dominan la producción mundial a partir de 1800 (Folquer, 1986).

El cultivo de frutilla se planta en diversas regiones del mundo, gracias a la creación de cultivares adaptados a distintas condiciones ecológicas y a los modernos sistemas de manejo del cultivo, lo cual hace posible su producción

desde las zonas frías, en los países próximos a los círculos polares, hasta las regiones subtropicales y tropicales de altura (Folquer, 1986).

Las frutillas pueden ser diploides, tetraploides, hexaploides, octoploides e incluso decaploides (Hancock et al., 1996). Esta poliploidía del género *Fragaria* hace que una selección de rasgos deseables a través de la reproducción tradicional utilizando la polinización cruzada de plantas con flores, sea un tanto tediosa y lenta (Husaini et al., 2011).

En Uruguay, específicamente en la zona de Salto existen registros de su cultivo desde 1870 y fue la principal zona productora del país hasta 1998 a 1999 (Vicente et al., 2012). La incorporación de cultivares y prácticas culturales fue importada desde Francia por Pascual Harriague (Taborda, 1947).

Hasta la década del 70 los cultivares utilizados fueron los llamados Criollos de *F. X ananassa* Duch. de origen poco conocido y otros provenientes de Brasil. Las plantas se obtenían del cultivo del año anterior y duraban hasta tres años, trasplantadas en fila simple y secano al aire libre, con rendimientos de 5 ton/ha. El principal problema era la podredumbre de fruto causada por *Botrytis cinerea*.

Durante los 70', se introducen y evalúan los cultivares californianos como "Sequoia", "Tioga" y "Campinas" entre otros, tomando importancia el cultivar inglés "Cambridge Favourite", lográndose mayor tamaño de fruta y rendimientos de 10 ton/ha.

A principio de los 80', se generalizó el cultivo anual, mulch y riego por surcos. También se introdujeron nuevos cultivares californianos, europeos y japoneses, de los cuales el californiano "Lassen" fue el más importante y predominó hasta mediados de los 80'. No se produjo cambios en el material de propagación, que continuaron siendo las plantas obtenidas del cultivo de año anterior. Por esta fecha se introdujeron otros cultivares californianos como "Douglas", "Cruz", "Pájaro" y "Chandler". Éste último resultó ser el más utilizado por presentar mejor calidad y rendimientos de alrededor de 30 t/ha. Los problemas más importantes en este período eran las podredumbres en frutos y la mortandad de plantas causada por *Colletotricum* spp, así como la bacteriosis ocasionada por *Xanthomonas fragariae*, ambos patógenos introducidos junto con el material vegetal de los nuevos cultivares. Frente a la problemática, se realizaron intentos de difundir el uso de viveros, frente a la práctica generalizada de extracción de plantas a partir del cultivo del año anterior.

A inicio de los 90, "Chandler" era el principal cultivar y durante esta década la incorporación de nuevas tecnologías como túneles bajos, el riego por

goteo y la plantación a cuatro hileras por cantero fue masiva. Posteriormente se introdujeron “Oso Grande” y “Tudla Milsei”, que dominaron el panorama varietal hasta fines de la década. Además, se realizaron los primeros intentos de adopción de macrotúneles e invernaderos, la producción de plantas frescas y frigo de viveros de alturas argentinos y la desinfección de suelos con bromuro de metilo por parte de algunos productores, pero con muy bajo grado de adopción en la zona (Vicente, 2009).

Desde 1992, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), comenzó el proyecto de mejoramiento genético de frutilla. El objetivo era desarrollar cultivares nacionales de día corto y día neutro adaptados a las condiciones agroambientales del país. Además de abastecer a los multiplicadores de materiales básicos para propagación en viveros con calidad superior de fruta, productividad estable y resistencia o tolerancia a las principales enfermedades, con especial énfasis en antracnosis de fruto y corona (*Colletotrichum* spp). Así también de evaluar cultivares comerciales de origen extranjero tales como “Camarosa”, “Oso Grande”, “Selva”, “Seascape”, “Aromas” y “Gaviota” de origen californiano y “Tudla Milsei” de origen español (Giménez et al. 2003, Vicente 2009).

A partir de 1995 se constató una reducción en superficie cultivada, rendimiento y número de productores debido a una combinación de problemas tecnológicos asociados a la falta de calidad fisiológica y sanitaria del material de propagación. Frente a esta problemática, fueron implementados dos modelos de producción, uno inspirado en la tecnología desarrollada por la Universidad de California (USA) y otro originado de forma colectiva entre INIA, Facultad de Agronomía, técnicos privados, productores individuales, apoyo de organizaciones de productores de Salto y viveristas licenciarios de cultivares nacionales.

El modelo californiano a nivel mundial mostró en las últimas cuatro décadas un proceso singular de adopción masiva de la tecnología desarrollada para la producción de frutilla, destacándose el uso de plantas frescas y frigo conservadas producidas en viveros de altura o de alta latitud y la desinfección de suelo con bromuro de metilo, entre otros factores distintivos de este modelo. Éste fue incorporado en la zona de Salto y Bella Unión por parte de algunos productores y técnicos locales. Aunque el modelo californiano no fue incorporado por completo, seguramente por el alto costo de implantación que implicaba, además la adopción de algunos factores de esta tecnología por separado no permitió levantar las restricciones reportadas (Vicente et al., 2012).

El modelo alternativo fue una propuesta tecnológica incorporando una manera organizada de mejoras adaptadas a la experiencia, cultura y

condiciones locales. Entre los años 1990 y 1994 se acumuló un volumen importante de información experimental en ajustes del manejo de viveros a la intemperie, densidad de plantación, acondicionamiento de plantas con tratamientos de frío y fotoperíodo, pre plantación que mostraron resultados positivos, aunque muy graduales y con dificultades en su adopción. En ese momento los recursos se centralizaron en mejoramiento genético y en la investigación adaptativa que originó el sistema de plantas de maceta directa producidas en viveros locales bajo invernáculo (Vicente et al., 2012).

Con el tiempo los cultivares californianas utilizadas fueron remplazados por cultivares nacionales y las obtenidas de zonas templadas húmedas provenientes de Florida (USA) principalmente por su mayor precocidad como son los cultivares “Earlibrite” y “Festival” (Vicente et al., 2012).

Como productos del mejoramiento genético nacional entre el año 2001 y 2019 se han liberado los cultivares de “INIA Arazá”; “INIA Yvahé”; “INIA Guenoa”; “INIA Yvapitá”; “INIA Yuri”; “INIA Guapa”; “INIA Mica”; “INIA Mayte”; “INIA Ágata” y por último “INIA Yrupé” (Vicente et al. 2017b, 2019). Todos son cultivares de día corto, menos “INIA Mayte”, primer cultivar de día neutro lo que le permite producir la mayor parte del año, característica buscada por productores de la zona Sur (Giménez y Lenzi, 2015).

Con los cultivares nacionales se mejoraron los aspectos de aroma y sabor del fruto así como también un destacado comportamiento frente a la mayoría de las enfermedades de raíz y corona, y resistencia a oídio, viruela y ácaros (Giménez y Lenzi 2015, Vicente et al. 2017b).

2.4 PATÓGENOS QUE PRODUCEN ENFERMEDADES DE RAÍZ Y CORONA EN FRUTILLA

Las enfermedades de raíz y corona constituyen un problema importante en diferentes regiones productoras de frutilla ocasionando pérdidas al provocar muerte en plantas. Algunos de los principales géneros asociados a esta problemática incluyen una o más especies de *Colletotrichum* spp. (Brooks 1931, Maas 1984, Smith 1986, Howard et al. 1992, Freeman y Katan 1997, Ramallo et al. 2000, Bi et al. 2017), *Phytophthora* spp. (Maas 1984, de los Santos et al. 2002), *Verticillium* spp (Maas 1984, Bhat y Subbarao 1999), *Macrophomina phaseolina* (Maas 1984, Mertely et al. 2005, Koike et al. 2013), *Rhizoctonia* spp (Maas 1984, France 2013), *Fusarium* spp (Maas, 1998), *Pythiums* (Watanabe 1977, Ishiguro et al. 2013), *Cylindrocarpon* spp (Adhikari et al., 2013) y *Neopestalotiopsis* sp. (Dung et al. 2016, Chamorro et al. 2016).

Otros patógenos, como *Phoma exigua* y *Gnomonia fructicola* también pueden causar enfermedades significativas de la raíz y/o corona en la frutilla (Fang et al., 2011).

En Uruguay, en el departamento de Salto, se asociaron a la muerte de plantas de frutilla *Neopestalotiopsis* sp., *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Macrophomina* sp., *Verticillium* spp., y *Phytophthora* spp. (Machín, 2017). Además se determinó la presencia por primera vez de las especies *Neopestalotiopsis clavispora*, *Dactylonectria novozelandica*, *D. macrodidyma* y *D. ecuadoriensis* como agentes causales de la necrosis de raíz y corona en frutilla (Machín et al. 2019, Vigliecca 2020).

Recientemente *N. clavispora*, *Rhizoctonia AG-A* y *M. phaseolina*, son considerados patógenos emergentes en diferentes regiones productoras de frutilla causando pérdidas de plantas (Fang et al. 2013, Obregón et al. 2018, Gerin et al. 2018).

Neopestalotiopsis clavispora se reportó por primera vez causando pudrición de raíz y corona en frutilla, en España por Chamorro et al. (2016), de igual forma, en Argentina por Obregón et al. (2018).

Así también, *Rhizoctonia AG-A*, representa uno de los grupos más comunes asociados con la pudrición de la raíz y una seria amenaza para la producción de frutilla en el mundo (Fang et al., 2013). *Rhizoctonia* binucleada AG-A, fue reportada en Beijing, China por Zhong et al. (2015) y Huelva, España por Avilés et al. (2019).

Otro patógeno que integra el complejo de hongos que afecta gravemente al cultivo de frutilla es *M. phaseolina* reportado en la región, precisamente en Tucumán, Argentina por Bains et al. (2011), en Chile por Sánchez y Gambardella (2013), recientemente en Italia (Gerin et al., 2018) y Pakistan (Qamar et al., 2019).

2.4.1 *Neopestalotiopsis clavispora*

El hongo pertenece al filo Ascomycota, clase Sordariomycetes, orden Xylariales, familia Sporocadaceae y género *Neopestalotiopsis* (GenBank, 2019). Se reportó como agente causal de la pudrición de la raíz y la corona en frutilla en España (Chamorro et al., 2016), Argentina (Obregón et al., 2018), Vietnam (Dung et al., 2016) y recientemente en Uruguay (Machín et al., 2019).

Los síntomas típicos comienzan con el secado del borde hojas jóvenes y se extiende a los tejidos vasculares como corona y raíz. Las plantas

severamente infectadas presentan hojas y flores completamente secas (Dung et al., 2016). Además de decoloración o áreas necróticas marrones en los tejidos de raíz y corona (Chamorro et al., 2016).

En medio papa dextrosa agar (PDA), *N. clavispora* produce colonias blancas y algodonosas, de borde ondulado. Acérvulos de color negro y concéntricos, que aparecen después de diez días de crecimiento. Los conidios son fusiformes a elipsoides con cinco células. Las células apicales y basales son hialinas, mientras las centrales eran más oscuras. Los conidios tienen de dos a cuatro apéndices apicales y un apéndice basal (Chamorro et al., 2016).

Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad causada por *N. clavispora* son las temperaturas entre 20 y 25° C y 95 a 100 % de humedad (Dung et al., 2016).

2.4.2 Rhizoctonia spp.

El género *Rhizoctonia* pertenece al filo Basidiomycota, clase Agaricomycetes, orden Cantharellales y familia Ceratobasidiaceae (GenBank, 2019).

Dos especies del género que causan enfermedades en plantas de frutilla son *Rhizoctonia solani* (Kühn, 1858) y *R. fragariae* (Husain y McKeen, 1963).

Rhizoctonia fragariae causa pudrición seca en la fruta inmadura pero pudrición blanda en fruta madura, mientras *R. solani* provoca tizón foliar severo, que destruye las plantas por defoliación (Maas, 1998).

Estos patógenos pueden ser predominantes en suelos pesados con altos contenidos de arcilla (Paulus, 1990). Condiciones frescas de temperaturas de entre 2 y 18° C con alta humedad favorecen la infección de las raíces de frutilla, mientras que temperaturas más altas entre 18 y 32° C favorecen el daño en corona e infección de pecíolos (Maas, 1998).

Las especies de *Rhizoctonia* no producen esporas asexuales, crecen produciendo hifas, que se ramifican en ángulo recto y agudo. Además, producen hifas especializadas compuestas de células compactas llamadas células monilioides. Las mismas se fusionan para producir estructuras duras llamadas esclerocios que son resistentes a los extremos ambientales, permitiendo que el hongo sobreviva a condiciones adversas (Tredway y Burpee, 2001).

Estos hongos se pueden dividir en dos grupos según el número de núcleos presentes en las células de las hifas, especies binucleadas o multinucleadas las cuales tienen tres o más núcleos en cada célula, como es el caso de *Rhizoctonia solani* (Tredway y Burpee, 2001).

La especie binucleada es uno de los grupos más comunes asociados con la pudrición de la raíz y una seria amenaza para la producción de frutilla en todo el mundo (Fang et al., 2013).

Rhizoctonia AG-A, fue reportada como agente causal de la enfermedad pudrición de la raíz en frutilla en Italia (Manici y Bonora, 2007), China (Zhong et al., 2015), Mongolia (Zhang et al., 2016) y recientemente en España (Avilés et al., 2019).

Los síntomas en plantas de frutillas afectadas a nivel de raíz muestran decoloración de marrón a marrón oscuro con lesiones necróticas y pocas raíces nuevas que emergen de la corona (Zhong et al. 2015, Avilés et al. 2019). En las frutas presentan podredumbre dura, seca y marrón y en pecíolos basales necrosis marrón a negra (Zhang et al., 2016).

Las colonias de *Rhizoctonia* AG-A en medio de cultivo PDA a 25° C son de color blanco a marrón pálido, y desarrolla micelios aéreos flocosos (Zhong et al., 2015). Los micelios se ramifican en ángulo recto, los septos se ubican cerca del punto de ramificación y se puede encontrar ligeras constricciones en las bases de las ramas (Zhang et al., 2016).

2.4.3 *Macrophomina phaseolina*

Macrophomina phaseolina pertenece al filo Ascomycota, clase Dothideomycetes, orden Botryosphaerales y familia Botryosphaeriaceae (GenBank, 2019).

Es un patógeno cosmopolita, capaz de infectar a más de 500 especies de plantas (Dhingra y Sinclair, 1975). Reportado como agente causal de la enfermedad de la pudrición carbonosa en frutilla, en Illinois (Tweedy y Powell, 1958), Israel (Zveibil y Fremman, 2005), España (Avilés et al., 2008), California (Koike, 2008), Argentina (Baino et al., 2011), Chile (Sánchez y Gambardella, 2013) y recientemente reportado en Italia (Gerin et al., 2018) y Pakistan (Qamar et al., 2019).

La enfermedad causada por *M. phaseolina* se ve favorecida cuando las plantas han sido sometidas a estrés hídrico y condiciones de alta temperatura.

El patógeno es más virulento, cuando las temperaturas superan los 30° C (Fang et al., 2011).

Los síntomas en el cultivo de frutilla incluyen el marchitamiento y necrosis de hojas viejas, permaneciendo verdes las hojas nuevas en el centro de la planta, lo que provoca un retraso en el crecimiento y posterior muerte (Koike, 2008).

Las plantas afectadas muestran lesiones necróticas en el tejido interno de la corona, vascular y cortical, con grietas y decoloración de color marrón rojizo a marrón oscuro (Avilés et al. 2008, Sánchez y Gambardella 2013). Generalmente, estos síntomas aparecen luego de que las plantas se han establecido en el campo, al comienzo de la cosecha o cuando son sometidas a tensiones ambientales, por consecuente provoca el colapso completo y su muerte (Koike, 2008).

Macrophomina phaseolina forma microesclerocios que le permite sobrevivir en los restos vegetales o en el suelo durante mucho tiempo, constituyendo una fuente de inóculo inicial para el nuevo cultivo (Zveibil et al., 2012). La germinación de los esclerocios se produce en la superficie de la raíz cuando la temperatura oscila entre 28 y 35° C (Bowers y Russin, 1999). Luego el micelio coloniza la corona y peciolos de la planta (Koike et al., 2013). Contenidos alto de humedad del suelo e inundaciones causan disminución en la viabilidad de los esclerocios en comparación con suelos secos (Zveibil et al., 2012).

En medio PDA produce micelio aéreo de color gris oscuro y abundantes esclerocios de forma oblonga (Sánchez y Gambardella, 2013). En cultivo puro del hongo con 7 días de incubación a 25° C, se observaron abundantes esclerocios oscuros con una longitud promedio de 107 (62 a 217) μm y un ancho de 71 (35 a 110) μm (Avilés et al., 2008).

2.5 MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DE RAÍZ Y CORONA

Las enfermedades de raíz y corona se pueden controlar mediante un sistema de manejo integrado incluyendo medidas culturales, biológicas, genéticas y químicas. Actuando conjuntamente sobre la planta, el ambiente y directamente sobre los hongos causantes de enfermedades (Giménez et al., 2003).

Entre las medidas culturales la utilización de plantas certificadas, saneadas libres de patógenos es una medida importante, por lo que un buen origen del material de plantación es fundamental para el inicio del cultivo

(Giménez et al., 2003). Así la planificación con antelación del terreno incluyendo preparación de suelo, agregado de materia orgánica, uso de mulch y sistematización de cuadros son medidas que actúan sobre el ambiente y buscan reducir la incidencia de patógenos (Giménez et al., 2003). Además, la eliminación de rastrojos, solarización sola o combinada con biofumigación, contribuyen a bajar la población de patógenos en el suelo (Giménez et al., 2003). Otra recomendación es la rotación con cultivos no susceptibles a estas enfermedades o con abonos verdes, y el control adecuado de malezas que permiten cortar en algunos casos los ciclos de los hongos (Giménez et al., 2003).

En cuanto al control químico de estas enfermedades, presenta una efectividad relativa ya que hasta el momento no existen principios activos con buena acción en el suelo (Giménez et al., 2003). Asimismo, el uso de productos químicos para la protección de los cultivos genera alto riesgo para la salud humana y ambiental, además de afectar la inocuidad de la fruta e incrementar los costos de producción. En este sentido, surge la necesidad de buscar nuevas alternativas más amigables con el ambiente para el manejo de estas enfermedades (Cano, 2013).

Otra alternativa, es el uso de antagonistas microbianos. El amplio espectro de estos microorganismos contra diferentes patógenos promueve la resistencia inducida en el hospedero. No solo como agentes de control biológico sino que también como promotores del crecimiento vegetal y biofertilizantes (Cano, 2013). Agentes de control biológico como *Trichoderma viride*, *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*, fueron capaces de colonizar y reducir la germinación de los esclerocios de *M. phaseolina* (Ahamad y Srivastava 2000, Srivastava et al. 2001). La mayoría de estos estudios se han llevado a cabo en condiciones de laboratorio o invernadero, y muchos evaluaron la inhibición del micelio del patógeno, la producción de antibióticos y la supresión de la germinación de los esclerocios (Manjunatha et al., 2013).

En la actualidad, el control genético de las enfermedades basado en la obtención de cultivares resistentes es el método más eficaz y económico, en la medida en que suprime o disminuye la aplicación de pesticidas durante el cultivo, aminora la contaminación de las cosechas y el medio ambiente, y los riesgos para la salud humana. Reduciendo los costos de producción de los cultivos tornándolos competitivos y sostenibles. Durante los últimos años se han intensificado los esfuerzos dentro de los programas de mejoramiento que han dado como resultado la producción de numerosas cultivares con resistencia a diferentes enfermedades limitantes de la producción (Vallejo y Estrada, 2002).

Los programas de mejoramiento genético de frutilla de INIA, se centran en la obtención de cultivares adaptados a condiciones agroambientales que ofrezcan resistencia o tolerancia a las principales enfermedades y plagas locales (Vicente, 2009).

Diversos estudios mostraron que los cultivares de frutilla varían en sus respuestas a la infección por diferentes hongos y oomicetos de la necrosis de raíz y corona. Así el cultivar “Camino Real” fue resistente al marchitamiento por *F. oxysporum* y *P. cactorum* tanto en condiciones controladas y en el campo. Además, el cultivar “Festival” mostró resistencia a la podredumbre de tallo y raíz causada por *F. oxysporum*, *Rhizoctonia* AG-A, *C. destructans*, *P. exigua* y *P. ultimum*. Mientras el cultivar “Albion” presentó resistencia a la podredumbre causada por *M. phaseolina* (Fang et al., 2012).

De los cultivares nacionales INIA “Mayte”, INIA “Ágata” y el más reciente “INIA Yrupé”, muestran ser los menos susceptibles al complejo de patógenos de tallo y raíz, que causan marchitamiento y muerte de plantas (Vicente et al., 2019).

2.6 DESCRIPCIÓN DE LOS CULTIVARES EVALUADOS

2.6.1 INIA Ágata

Liberado en el año 2016, cultivar de día corto. Seleccionado en condiciones de cultivo protegido, con producción de fruta entre los meses de mayo a diciembre. Presenta una alta productividad precoz en otoño-invierno, y total acumulada hasta final de primavera. De hábito semierecto y vigor medio. Produce un número alto de estolones en vivero. Los pedúnculos florales son de largo intermedio. La fruta es de forma cónica globosa y bien formada, firme, de tamaño grande a muy grande. El color externo es rojo intenso a rojo oscuro, brillante y el color interno es rojo claro (Vicente et al., 2017a).

El cultivar se destaca por presentar menor muerte de plantas frente al complejo de enfermedades de raíz y corona. Además, es resistente a oídio a nivel de fruta y planta, con resistencia intermedia a viruela y a la antracnosis en fruta. Sin embargo, presenta importantes daños por *Botrytis* en flores y frutas en condiciones ambientales favorables a la enfermedad. En cultivo protegido se observa tolerancia media a los ácaros. INIA Ágata, tuvo una adopción masiva por parte de los productores (Vicente et al., 2017b).

2.6.2 INIA N25.1

El clon N25.1, es un material antiguo del programa, primeramente propuesto para huertas de autoconsumo al aire libre, debido a su alta rusticidad en cultivo y vivero a la intemperie. Caracterizada por presentar facilidad de cosecha, fruta de buen color, firme y de buen tamaño. Cultivar con baja mortandad de plantas frente a las enfermedades de raíz y corona (Vicente et al., 2018).

2.6.3 INIA Yuri

Liberado en el año 2010, cultivar de día corto, seleccionado en condiciones de cultivo protegido, con producción de fruta entre los meses de junio y diciembre. Presenta estabilidad de producción en el ciclo, en particular en los meses de otoño e invierno, lo que permite producción precoz, sin problemas de albinismo y baja incidencia de mala polinización. Hábito semierecto y vigor medio alto con buen desarrollo vegetativo. Produce pedúnculos florales largos exponiendo la fruta, lo que facilita la cosecha. La fruta es de forma cónica alargada, muy firme, de tamaño grande. El color externo es rojo intenso, brillante y el interno también rojo pero más claro. De buen sabor, dulce, con altos valores de sólidos solubles y baja acidez (Vicente et al., 2017b).

Buenos niveles de resistencia a manchas foliares y *Podosphaera aphanis* a nivel de fruta. Es poco preferida por los ácaros en cultivo protegido. A nivel de corona tiene susceptibilidad intermedia a *Phytophthora* spp y alta a *Colletotrichum* spp (Vicente et al., 2017b) y alta mortandad de plantas frente a las enfermedades de raíz y corona (Vicente et al., 2018).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante el año 2018 en el laboratorio de fitopatología en la Estación Experimental de San Antonio (EEFAS) para la producción de inóculo y el re aislamiento de los patógenos. La producción y la inoculación de las plantas se realizaron en las instalaciones del INIA Salto Grande.

3.1 PRODUCCIÓN DE PLANTAS

Las plantas de frutilla de los cultivares INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yurí se cultivaron en macetas de 1 L con sustrato compuesto de turba, vermiculita y arena de cava, 1/3 de cada una (Figura No. 1a, 1b y 1c).



a) INIA Ágata. b) INIA N25.1. c) INIA Yurí.

Figura No. 1. Plantas de los tres cultivares utilizados

La fertilización constó de una orgánica inicial a base de abono de corral razón de 2 kg/m³ seguida de un fertilizante químico de lenta liberación como Basacote Plus 6M.

El manejo fitosanitario durante el período de crecimiento hasta la inoculación con los patógenos fue de cinco aplicaciones en total. Combinando algunos principios activos como Boscalid (Bellis®), Matrine (AKARKILL®1% SL), Piraclostrobina (Comet®), Mancozeb + Metalaxilo (Ridomil Gol®) y Azufre (azufre mojable 80%). Durante el ensayo se realizó una aplicación para oídio, con una mezcla de 800 ml agua destilada, 200 ml de leche y 20 g bicarbonato de sodio a las plantas inoculadas con *M. phaseolina*.

3.2 PRODUCCIÓN DE INÓCULO

Los aislados de *Neopestalotiopsis clavispora*, *Macrophomina phaseolina* y *Rhizoctonia* AG-A utilizados en el trabajo se obtuvieron de la colección del grupo disciplinario de Fitopatología de la Estación Experimental de Facultad de Agronomía Salto (EEFAS). Los tres patógenos se aislaron de plantas de frutilla de Salto con síntomas de necrosis de raíz y corona.

Previo a la producción de inóculo los aislados de cada patógeno se repicaron a placas de Petri con PDA y se incubaron a 23° C en oscuridad, por siete días.

El inóculo de *N. clavispora* se produjo en granos de maíz remojados previamente por 24 hs, luego se los fraccionó en frascos de vidrio y se autoclavaron a 120° C durante 30 min por tres días sucesivos. Seguidamente se colocaron en cada frasco cinco discos de micelio de 5 mm del aislado, 10 ml de agua esterilizada y se incubaron a 23° C en oscuridad, durante diez semanas hasta la formación de acérvulos

Para *Rhizoctonia* AG-A, se usó 200 g arena de río lavada y 10 g salvado de trigo, se mezcló en frascos de vidrio y se añadió 30 ml de agua destilada. La mezcla se autoclavó a 120° C durante 30 min por tres días sucesivos. Más tarde, se colocaron ocho discos de micelio de 5 mm de micelio del aislado por frasco, 9 ml de agua estéril y se mantuvieron a 25° C en oscuridad durante dos semanas (Lamprecht et al., 1988).

El procedimiento para *M. phaseolina* consistió en dejar granos de avena en remojo por 24 hs, se fraccionaron a razón de 60 g por frasco y se esterilizaron a 120° C durante 30 min por tres días sucesivos. Luego en cada frasco se colocaron ocho discos de micelio de 5 mm del aislado, 9 ml de agua

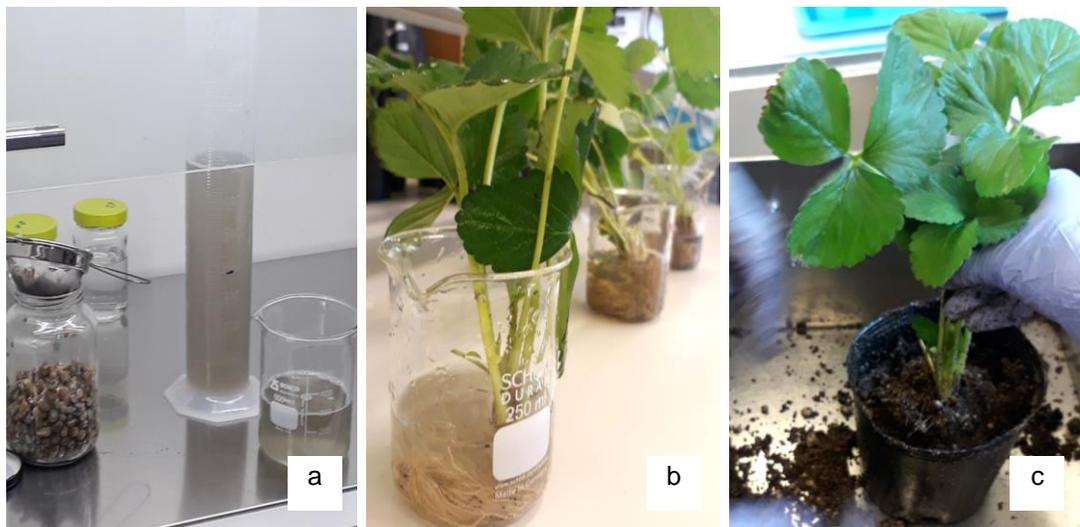
estéril y se incubaron a 30° C en oscuridad por diez semanas (Sánchez y Gambardella, 2013).

Los sustratos con cada patógeno se homogenizaron día por medio hasta el fin del período de incubación para favorecer la colonización y la aireación del inóculo.

3.3 ENSAYO EN CONDICIONES CONTROLADAS

Plantas de 12 semanas de edad de los tres cultivares de frutilla se inocularon con los tres patógenos.

Para la inoculación de *N. clavispora* se preparó inicialmente la suspensión de conidios con granos de maíz colonizados por el patógeno. Se colocaron 200 ml de agua destilada + Tween 20 (0,01%) en cada frasco que contenía los granos de maíz colonizados y se homogenizó con Vortex para dejar los conidios en la suspensión. Luego se filtró a través de una gaza esterilizada y se ajustó a la concentración de 1×10^5 esporas mL⁻¹, usando cámara Neubauer (Figura No. 2a). Se vertió 50 mL de suspensión de conidios en frascos previamente esterilizados y se sumergieron las plantas durante 4 minutos (Figura No. 2b). Seguidamente las plantas se colocaron nuevamente a sus macetas y se llevaron a cámara de crecimiento a 20° C y 14 hs de luz, durante catorce días (Figura No. 2c).



a) Suspensión de conidios filtrada a través de gaza esterilizada y ajuste de la concentración a 1×10^5 esporas.mL⁻¹. b) Raíces sumergidas en suspensión de esporas por 4 minutos. c) Planta en maceta (1L) con sustrato.

Figura No. 2. Inoculación con *Neopestalotiopsis clavispora*

En la inoculación con *Rhizoctonia* AG-A, 50 g de la mezcla de arena de río y salvado colonizada por el micelio del hongo (Figura No. 3a). Se homogenizó con el sustrato de la maceta de 1 L y se colocó la planta nuevamente en su respectiva maceta (Figura No. 3b y 3c). Posteriormente se le suministró 100 ml de agua y se incubó en cámara de crecimiento a $25 \pm 2^\circ \text{C}$ con 12 h de luz, durante catorce días.



a) Mezcla de arena y salvado colonizada por *Rhizoctonia* AG-A. b) Inóculo incorporado al sustrato (5%). c) Planta en maceta (1L) con sustrato contaminado.

Figura No. 3. Inoculación con *Rhizoctonia* AG-A

Un día previo a la instalación del ensayo con *M. phaseolina* los granos de avena con el hongo se dejaron en dos fuentes de metal sobre papel aluminio dentro de la cámara de flujo laminar para el secado de las semillas. Se colocó 9 g de la avena colonizada con el patógeno en el sustrato de la maceta de 1 L, se homogenizó y se trasplantó la planta. Posteriormente se le suministró 100 ml de agua y se llevaron a una cámara de crecimiento a $28 \pm 2^\circ \text{C}$ con 12 h de luz, durante una semana. Seguidamente se trasladaron a un invernáculo donde permanecieron durante 10 semanas a un rango de humedad y temperatura de $20-30^\circ \text{C}$ respectivamente. Y se irrigaron tres veces a la semana con 100 ml agua.

3.4 EVALUACIÓN

Al final del ensayo las plantas se retiraron de la maceta y se lavó completamente con agua corriente para eliminar todo el suelo adherido, se rotuló y evaluó severidad del daño tejido a nivel de raíz y corona realizando cortes longitudinales de las coronas.

La evaluación consistió observación visual y semanal de los síntomas medido por escala de severidad foliar, y al finalizar el ensayo se midió severidad de raíz y corona, utilizando el método descripto por Fang et al. (2011).

La severidad de raíz, corona y foliar se midió en una escala de 0 a 5, proporción del tejido con síntoma donde: 0, tejido sano; 1, <25%; 2, ≥25%, <50%; 3, ≥50%, <75%; 4, ≥75%; 5, 100% (planta muerta). Los valores se convirtieron en índice de severidad (IS) según McKinney (1923).

Fórmula de cálculo de índice de severidad:

$$\%IS = \frac{(aX0)+(bX1)+(cX2)+(dX3)+(eX4)+(fX5)}{(a+b+c+d+e+f) X 6} X 100$$

Donde a, b, c, d y e son el número de plantas con puntuaciones de disminución 0, 1, 2, 3 y 4, de respectivamente.

3.4.1 Re aislamiento

De cada tratamiento y para cada patógeno se tomó cuatro secciones de raíz y corona de la zona de avance de la lesión. Se desinfectó superficialmente con alcohol 70 % durante un minuto y se enjuagó tres veces con agua destilada estéril. Se secó en papel de filtro esterilizado, se colocaron en placas de Petri con agar agua con antibiótico (sulfato de estreptomocina 0,02%) y se incubó a 25° C durante cinco días. Se seleccionó un aislado de cada tipo de colonia y a partir de la punta de hifa se repicó a placas con PDA.

3.4.2 Identificación morfológica

Los cultivos puros incubados a 25° C durante cinco días, obtenido de los aislados de raíz y corona fueron caracterizados morfológicamente mediante el uso de microscopio óptico e identificados mediante la utilización del manual ilustrado de Barnett y Hunter (1972). Mientras que *M. phaseolina* se identificó a través de los primeros reportes de Avilés et al. (2008), Sánchez y Gambardella (2013) y *N. clavispora* con el reporte de Chamorro et al. (2016).

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

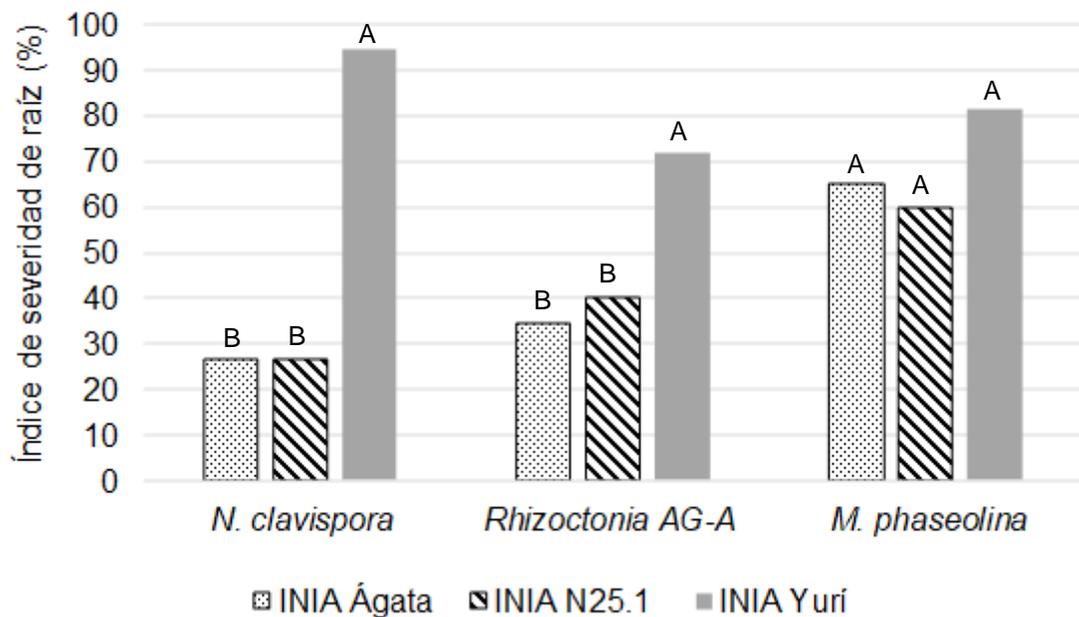
El diseño experimental consistió en bloques completamente al azar con tres tratamientos (cultivares) y tres repeticiones. La unidad experimental fue de cinco plantas por parcela en *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A, y cuatro para *M. phaseolina*. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y las medias de los tratamientos se compararon por Tukey (5%) (Genes 2013.5.1).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los distintos cultivares se observaron diferencias significativas a nivel de raíz, corona donde INIA Ágata e INIA N25.1 presentaron menor índice de severidad que el cultivar INIA Yuri frente a las enfermedades causadas por *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los cultivares en la severidad de los síntomas de la enfermedad causada por *M. phaseolina*.

Los cultivares INIA Ágata e INIA N25.1 inoculados con *N. clavispora* ambos presentaron índice de 26%. Mientras para *Rhizoctonia* AG-A los índices fueron de 34% y 40% respectivamente. En tanto, INIA Yuri fue de 94% frente a *N. clavispora* y 72% para *Rhizoctonia* AG-A (Gráfico No. 1). No obstante, los cultivares inoculados con *M. phaseolina* obtuvieron índices de severidad de 60-81%.

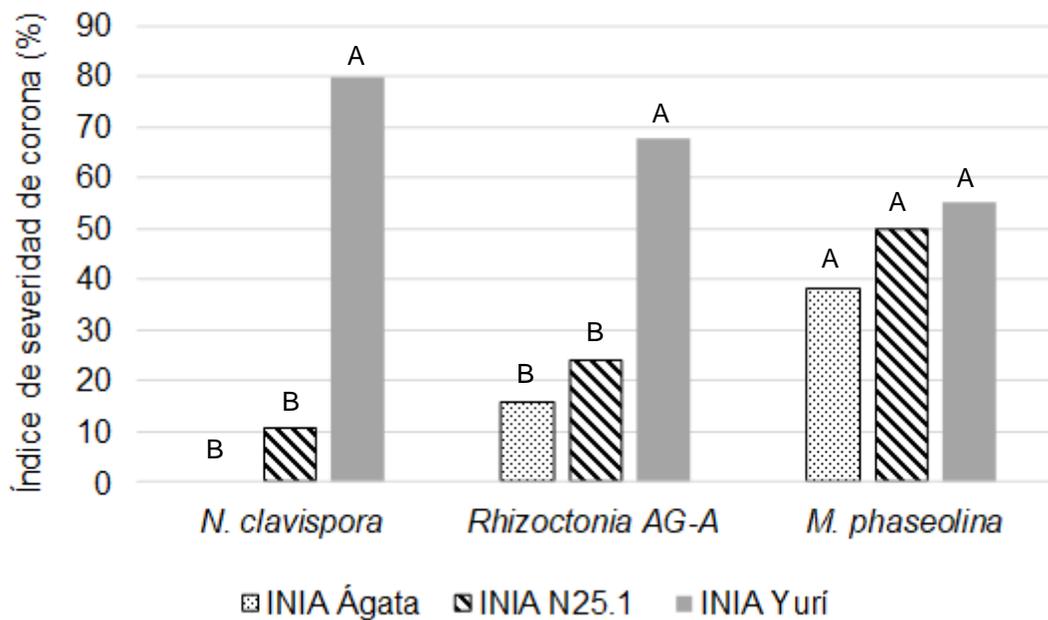
Gráfico No. 1. Índice de severidad de raíz en plantas de INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yuri inoculadas con *N. clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A y *M. phaseolina*



(*) Las medias de los tratamientos seguidas por la misma letra no difieren significativamente por el test Tukey ($p=0,05$).

A nivel de corona, el índice de severidad en las plantas de INIA Ágata e INIA N25.1 inoculadas con *N. clavispota* fue de 0 y 10%, mientras con *Rhizoctonia* AG-A fue de 16% y 24%, respectivamente. INIA Yuri resultó la más afectada de los cultivares con índices de 80% para *N. clavispota* y 67% para *Rhizoctonia* AG-A (Gráfico No. 2). Sin embargo, el índice de severidad de los tres cultivares inoculados con *M. phaseolina* estuvo entre 38-55%.

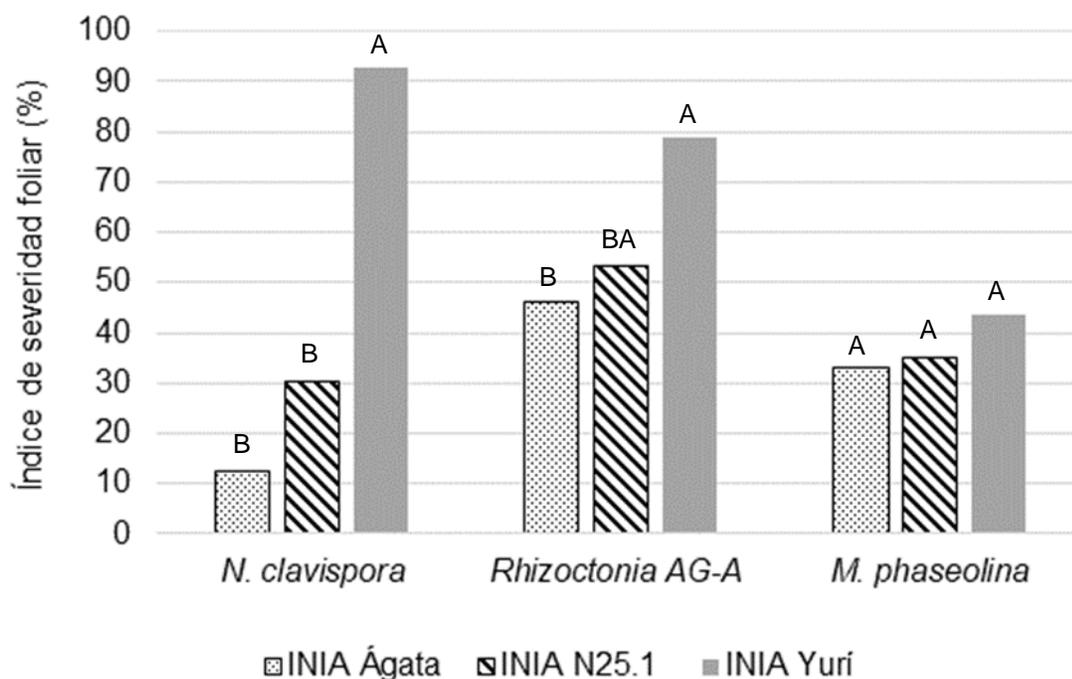
Gráfico No. 2. Índice de severidad de corona en plantas de INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yuri inoculadas con *N. clavispota*, *Rhizoctonia* AG-A y *M. phaseolina*



(*) Las medias de los tratamientos seguida por la misma letra no difieren significativamente por el test Tukey ($p=0,05$).

En cuanto al índice de severidad a nivel foliar de los cultivares inoculados con *N. clavispota* se destaca la menor severidad de INIA Ágata la cual fue de 12% y de 30% para INIA N25.1, en comparación con el cultivar INIA Yuri el cual fue de 92% de severidad (Gráfico No. 3). Para las plantas inoculadas con *Rhizoctonia* AG-A el menor porcentaje de severidad fue para INIA Ágata (46%) y el mayor para INIA Yuri (78%), mientras que INIA 25.1 tuvo valores intermedios, no diferenciándose entre INIA Agata e INIA Yuri. Al igual que para el índice de raíz y corona no se observaron diferencias significativas entre los cultivares inoculados con *M. phaseolina* (33-43%).

Gráfico No. 3. Índice de severidad foliar en plantas de INIA Ágata, INIA N25.1 e INIA Yuri inoculadas con *N. clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A y *M. phaseolina*



(*) Las medias de los tratamientos seguidas por la misma letra no difieren significativamente por el test Tukey ($p=0,05$).

El presente trabajo permitió detectar diferencias de susceptibilidad entre los cultivares nacionales, INIA Ágata e INIA N25.1 los cuales fueron menos susceptibles a *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A en comparación con INIA Yuri, pero todos resultaron susceptibles a *M. phaseolina*. Estas diferencias de respuesta se pudo observar mediante la inoculación artificial específica de cada patógeno.

En la evaluación sanitaria realizada por INIA, los cultivares INIA Ágata e INIA N 25.1 presentaron características superiores a INIA Yuri. No obstante, dicha evaluación se realiza a la intemperie bajo alta presión de inóculo, durante dos años, donde el vivero y el cultivo se realizan en suelo sin rotación y sin aplicaciones de fitosanitarios (Vicente et al., 2017b). De esta manera se obtiene información parcial sobre el comportamiento de los cultivares frente a distintas enfermedades causadas por patógenos de suelo.

A diferencia, este ensayo de inoculación dirigida y en condiciones controladas de humedad y temperatura, eliminando el estrés abiótico se pueden obtener datos más específicos sobre el comportamiento de los cultivares en cuanto a la susceptibilidad a los patógenos de la necrosis de raíz y corona.

Actualmente, existe escasa información sobre la resistencia de la frutilla frente a los distintos patógenos de suelo. Algunas trabajos se refieren a respuestas diferenciales a diferentes genotipos frente a la infección artificial y en condiciones controladas, causada por patógenos como *F. oxysporum*, *C. destructans*, *M. phaseolina*, *P. ultimum*, *G. fructicola*, *P. exigua*, *P. cactoru*, *R. AG-A binucleada* (Fang et al. 2011, Fang et al. 2012, Koike et al. 2013).

Este trabajo es el primero en evaluar la susceptibilidad de los cultivares nacionales frente a *N. clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A y *M. phaseolina*. Un segundo año de ensayo podría proporcionar datos más concretos sobre los cultivares en cuanto a tolerancia o susceptibilidad de estos frente al desarrollo de estas enfermedades. Además, se podrían incluir al estudio mediciones, como peso seco y diámetro de corona, para estimar posible nivel tolerancia reflejada en la producción de biomas de las plantas afectadas.

Existe además la necesidad de conocer la susceptibilidad de los cultivares ante los patógenos que causan enfermedades de raíz y corona para avanzar hacia la obtención de cultivares resistentes. Esto permitirá a los productores y viveristas tomar decisiones acerca de cultivares específicos a utilizar para minimizar las pérdidas (Sánchez y Gambardella, 2013).

El desarrollo de cultivares resistentes o tolerantes contribuirá en el manejo integrado de las enfermedades de raíz y corona. Por esta razón es necesario continuar con la generación de nuevo conocimiento sobre cultivares ya existentes, los futuros y tecnologías para el manejo correcto de los mismos.

5. CONCLUSIONES

En las condiciones que se desarrolló el experimento los tres cultivares presentaron distinto grado de susceptibilidad a *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A.

INIA Ágata e INIA N25.1 fueron los cultivares menos susceptibles a *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A por lo cual podrían ser incluidos en los cruzamientos del programa de mejoramiento genético para el desarrollo de cultivares resistentes o tolerantes a las enfermedades de raíz y corona.

INIA Ágata e INIA N25.1 son potenciales materiales para el manejo integrado de las enfermedades en donde predominan *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A.

INIA Ágata e INIA N25.1 fueron susceptibles a *M. phaseolina*, mientras que INIA Yurí fue susceptible a los tres patógenos.

6. RESUMEN

La producción de frutilla en la zona de Salto, que abastece la oferta de otoño, invierno y primavera temprana está siendo afectada por un complejo de patógenos que producen debilitamiento y muerte de plantas. El uso de cultivares resistentes o tolerantes, integrado a prácticas culturales son una alternativa de manejo a las enfermedades. En Uruguay no se conoce el comportamiento de los cultivares utilizadas frente a la necrosis de raíz y corona. El objetivo de este trabajo fue evaluar la susceptibilidad de los cultivares INIA Ágata, INIA Yuri e INIA N25.1 a *Neopestalotiopsis clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A y *Macrophomina phaseolina*. Plantas de frutilla de 12 semanas fueron inoculadas con los tres patógenos. *N. clavispora* se inoculó colocando las raíces en una suspensión de conidios (1×10^5 esporas mL⁻¹), *Rhizoctonia* AG-A se inoculó a través de una mezcla de arena con salvado (5%) al sustrato, mientras que para *M. phaseolina* adicionó granos de avena (0,9%). El diseño experimental consistió en bloques completamente al azar con tres repeticiones, cinco plantas por parcela en *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A y cuatro en *M. phaseolina*. Las plantas se incubaron en cámaras de crecimiento durante siete, 14 y 70 días para *N. clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A y *M. phaseolina*, respectivamente. Se evaluó la severidad (%) raíz, corona y foliar, por medio de escala y se calculó el índice de enfermedad (%). Se realizó análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon por Tukey (5%) (Genes 2013.5.1). Los cultivares INIA Ágata e INIA N25.1 inoculados con *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A presentaron menor severidad a nivel de raíz y corona que INIA Yuri. A nivel foliar únicamente INIA Ágata tuvo la menor severidad. En cambio, *M. phaseolina* afectó por igual la corona, raíz y las hojas de los tres cultivares. INIA Ágata e INIA N25.1 resultaron menos susceptibles a *N. clavispora* y *Rhizoctonia* AG-A, pero los tres cultivares son susceptibles a *M. phaseolina*.

Palabras clave: Pudrición de raíz y corona; Pudrición seca; Pudrición carbonosa; INIA Ágata; INIA N25.1; INIAYurí.

7. SUMMARY

Strawberry production in the Salto area, which supplies the supply of autumn, winter and early spring, is being affected by a complex of pathogens that causes the weakening and death of plants. The use of resistant or tolerant cultivars, integrated into cultural practices, are an alternative for disease management. In Uruguay, the behavior of the cultivars used against root and crown necrosis is not known. The objective of this work was to evaluate the susceptibility of the cultivars INIA Ágata, INIA Yuri and INIA N25.1 to *Neopestalotiopsis clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A and *Macrophomina phaseolina*. 12-week-old strawberry plants were inoculated with the three pathogens. *N. clavispora* was inoculated by placing the roots in a conidia suspension (1×10^5 spores mL⁻¹), *Rhizoctonia* AG-A was inoculated through a mixture of sand with bran (5%) to the substrate, while for *M. phaseolina* added oat grains (0.9%). The experimental design consisted of completely randomized blocks with three replications, five plants per plot in *N. clavispora* and *Rhizoctonia* AG-A and four in *M. phaseolina*. The plants were incubated in growth chambers for 7, 14 and 70 days for *N. clavispora*, *Rhizoctonia* AG-A and *M. phaseolina*, respectively. Root, crown and leaf severity (%) was evaluated by means of a scale and the disease index (%) was calculated. An analysis of variance was performed and the means of the treatments were compared by Tukey (5%) (Genes 2013.5.1). The cultivars INIA Ágata and INIA N25.1 inoculated with *N. clavispora* and *Rhizoctonia* AG-A presented less severity at the root and crown level than INIA Yuri. At the foliar level, only INIA Ágata had the least severity. In contrast, *M. phaseolina* affected the crown, root and leaves of the three cultivars equally. INIA Ágata and INIA N25.1 were less susceptible to *N. clavispora* and *Rhizoctonia* AG-A, but all three cultivars are susceptible to *M. phaseolina*.

Keywords: Root and crown rot; Dry rot; Charcoal rot; INIA Ágata; INIA N25.1; INIAYuri.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Adhikari, T. B.; Hodges, C. S.; Louws, F. J. 2013. First report of *Cylindrocarpon* sp. associated with root rot disease of strawberry in North Carolina. *Plant Disease*. 97(9):1251.
2. Agrios, G. 2005. *Plant Pathology*. 5th. ed. New York, Elsevier. 922 p.
3. _____. 2017. *Fitopatología*. 2^a. ed. México, D. F., Limusa. 838 p.
4. Ahamad, S.; Srivastava, M. 2000. Biological control of dry root rot of chickpea with plant products and antagonistic microorganisms. *Annals of Agricultural Research*. 21:450-451.
5. Aldabe Dini, L. 2000. *Producción de hortalizas en Uruguay*. Montevideo, Epsilon. 269 p.
6. Avilés, M.; Castillo, S.; Bascon, J.; Zea-Bonilla, T.; Martín-Sánchez, P. M.; Pérez Jiménez, R. M. 2008. First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root of strawberry in Spain. (en línea). *Plant Pathology*. 57(2):382. Consultado 11 feb. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/230366718_First_report_of_Macrophomina_phaseolina_causing_crown_and_root_rot_of_strawberry_in_Spain
7. _____.; Avilés-García, I.; Pérez, S.; Borrero, C. 2019. First Report of Root Rot on Strawberry Caused by Binucleate *Rhizoctonia* AG-A in Spain. (en línea). *Plant Disease*. 103(5):1036. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-08-18-1300-PDN>
8. Baino, O.; Salazar, S.; Ramallo, A. 2011. First report of *Macrophomina phaseolina* causing strawberry crown and root rot in northwestern Argentina. (en línea). *Plant Disease*. 95:1477. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30786651/>
9. Barnett, H.; Hunter, B. 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 3rd. ed. Minneapolis, Burgess. 241 p.

10. Bhat, R. G.; Subbarao, K. V. 1999. Host range specificity in *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*. 89:1218-1225.
11. Bi, Y.; Guo, W.; Zhang, G. J.; Liu, S. C.; Chen, Y. 2017. First report of *Colletotrichum truncatum* causing anthracnose of strawberry in China. (en línea). *Plant Disease*. 101(5):832. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-07-16-1036-PDN>
12. Blanco, R. 2017. Genética de la resistencia de las plantas a factores bióticos: bacterias, hongos, nematodos, virus, insectos y plagas. (en línea). Ciudad de Córdoba, Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural. 15 p. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/321475433_Genetica_de_la_resistencia_de_las_plantas_a_factores_bioticos_un_informe
13. Bowers, G. R.; Russin, J. S. 1999. Soybean disease management. In: Heatherly, L. G.; Hodges, H. F. eds. *Soybean Production in the Mid-south*. Florida City, CRC. pp. 231-270.
14. Brooks, A. N. 1931. Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum fragariae*. *Phytopathology*. 21(7):739-744.
15. Caldwell, R.; Schafer, F.; Compton, L.; Patterson, F. 1958. Tolerance to cereal leaf rusts. *Science*. 128:714-715.
16. Cano, M. 2013. Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria* spp.). (en línea). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 7 (2):263-276. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v7n2/v7n2a11.pdf>
17. Chamorro, M.; Aguado, A.; de los Santos, B. 2016. First report of root and crown rot caused by *Pestalotiopsis clavispora* (*Neopestalotiopsis clavispora*) on strawberry in Spain. (en línea). *Plant Disease*. 100(7):1495. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-11-15-1308-PDN>
18. de los Santos, B.; Porras, M.; Blanco, C.; Barrau, C.; Romero, F. 2002. First Report of *Phytophthora cactorum* on Strawberry Plants in

Spain. (en línea). Plant Disease 86(9):1051. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS.2002.86.9.1051A>

19. _____.; Barrau, C.; Romero, F. 2003. Strawberry fungal diseases. Journal of Food Agriculture and Environment. 1(34):129-132.
20. Dung, L. N.; Hoang Dai, P.; Ngoc Tuan, P. 2016. The first report of *Pestalotiopsis* sp. causing crown rot disease on strawberries in Dalat. (en línea). Dalat University Journal of Science. 6(3):364-376. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <http://www.vjol.info/index.php/dhdl/article/viewFile/26325/22527>
21. Fang, X.; Phillips, D.; Li, H.; Sivasithamparam, K.; Barbetti, M. 2011. Comparisons of virulence of pathogens associated with crown and root diseases of strawberry in Western Australia with special reference to the effect of temperature. (en línea). Scientia Horticulturae. 131:39-48. Consultado 10 mar. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423811004985>
22. _____.; Phillips, D.; Verheyen, G.; Li, H.; Sivasithamparam, K.; Barbetti, M. 2012. Yields and resistance of strawberry cultivars to crown and root diseases in the field and cultivar responses to pathogens under controlled environmental conditions. (en línea). Phytopathologia Mediterranea. 51(1):69-84. Consultado 10 mar. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/267265368_Yields_and_resistance_of_strawberry_cultivars_to_crown_and_root_diseases_in_the_field_and_cultivar_responses_to_pathogens_under_controlled_environment_conditions
23. _____.; Finnegan, P.; Barbetti, M. 2013. Wide Variation in Virulence and Genetic Diversity of Binucleate *Rhizoctonia* Isolates Associated with Root Rot of Strawberry in Western Australia. (en línea). PLoS ONE. 8(2):55877. Consultado 10 mar. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055877>
24. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2014. The statistical database (FAOSTAT). (en línea). Rome. s.p. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en <http://faostat.fao.org/>

25. Flor, H. 1971. Current Status of the gene-for-gene concept. (en línea). *Phytopathology*. 9:275-296. Consultado 10 mar. 2019. Disponible en <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.py.09.090171.001423>
26. Folquer, F. 1986. La frutilla o fresa: estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 150 p.
27. France, A. 2013. Manejo de enfermedades en frutilla. In: Undurraga, P.; Vargas, S. eds. Manual de frutilla. Chillán, INIA. Centro Regional de Investigación Quilamapu. cap. 6, pp. 61- 72 (Boletín INIA no. 262).
28. Freeman, S.; Katan, T. 1997. Identification of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in Israel. (en línea). *Phytopathology*. 87(5):516-521. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18945106/>
29. Gerin, D.; Dongiovanni, C.; De Miccolis Angelini, R.; Pollastro, S.; Faretra, F. 2018. First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root rot on strawberry in Italy. (en línea). *Plant Disease*. 102(9):1857-1858. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-01-18-0191-PDN>
30. Giménez, G.; Paullier, J.; Maeso, D. 2003. Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutilla. Montevideo, INIA. 56 p. (Boletín de Divulgación no. 82).
31. _____.; Lenzi, A. 2015. El primer cultivar de frutilla de día neutro de INIA LBK 36.1. In: Jornada de Divulgación. Más Tecnologías para la Producción Familiar, Promoción y Desarrollo de Tecnologías Apropriadas (2015, Canelones, Uruguay). Nuevo sistema de producción de frutilla en el Sur del país. Montevideo, INIA. pp. 11- 13 (Actividades de Difusión no. 758).
32. Hancock, J. F.; Scott, D. H.; Lawrence, F. J. 1996. Strawberries. In: Janick, J.; Moore, J. N. eds. *Fruit Breeding, Vine and Small Fruits*. New York, Wiley. pp. 419-470.

33. _____.; Sjulín, T.; Lobos, G. 2008. Strawberries. (en línea). In: Hancock, J. F. ed. Temperate Fruit Crop Breeding. Michigan, Michigan State University. pp. 393-394. Consultado 15 mar. 2019. Disponible en https://page-one.springer.com/pdf/preview/10.1007/978-1-4020-6907-9_13
34. Howard, C. M.; Maas, J. L., Chandler; C. K.; Albregts, E. 1992. Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. (en línea). Plant Disease. 76(10):976-981. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1992Abstracts/PD_76_976.htm
35. Husaini, A. M.; Mercado, J. A.; Schaart, J. G.; Teixeira da Silva, J. A. 2011. Review of factors affecting organogenesis, somatic embryogenesis and *Agrobacterium tumefaciens* mediated transformation of strawberry. In: Husaini, A. M.; Mercado, J. A. eds. Genomics, Transgenics, Molecular Breeding and Biotechnology of Strawberry. Isleworth, UK, Global Science Books. pp. 1–11.
36. Husain, S. S.; McKeen, W. E. 1963. *Rhizoctonia fragariae* sp. in relation to strawberry degeneration in southwestern Ontario. Phytopathology. 53(5):532-540.
37. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2016. Cultivares de frutilla en el litoral Norte: Salto Grande. Montevideo. s.p
38. Koike, S. T. 2008. Crown rot of strawberry caused by *Macrophomina phaseolina* in California. (en línea). Plant Disease. 92(8):1253. Consultado 16 mar. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-92-8-1253B>
39. _____.; Gordon, T. R.; Daugorish, O.; Ajwa, H.; Martin, F. 2013. Charcoal rot of strawberry. (en línea). Watsonville, CA, California Strawberry Commission. 6 p. (Production Guideline no. 10). Consultado 15 mar. 2019. Disponible en <http://www.calstrawhuberry.com/Portals/0/Reports/Research%20Reports/Production%20Guidelines/English/Charcoal%20Rot%20of%20Strawberry%20-%202013.pdf>

40. Lamprecht, S.; Knox-Davies, P.; Marasas, W. 1988. Fungi associated with root rot of annual *Medicago* spp. in South Africa. *Phytophylactica*. 20:281-286.
41. Maas, J. L. 1984. Compendium of strawberry diseases. St. Paul, Minnesota, APS. 96 p.
42. _____. 1998. Compendium of strawberry diseases. 2nd. ed. St. Paul, Minnesota, APS. 98 p.
43. Machín, A. 2017. Identificación de los organismos asociados a la muerte de plantas de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.) en el departamento de Salto, Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 41 p.
44. _____.; González, P.; Vicente, E.; Sánchez, M.; Estelda, C.; Ghelfi, J.; Silvera-Pérez, E. 2019. Primer informe de pudrición de raíz y corona causada por *Neopestalotiopsis clavispora* en fresa en Uruguay. (en línea). *Plant Disease*. 103(11):2946. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-05-19-0948-PDN>
45. McKinney, H. 1923. Helminthosporium disease of wheat. *Journal of Agricultural Research*. 26(5):195-218.
46. Manici, L.; Bonora, P. 2007. Molecular genetic variability of Italian binucleate *Rhizoctonia* spp. isolates from strawberry. (en línea). *European Journal of Plant Pathology*. 118:31. Consultado 24 jul. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9100-5>
47. Manjunatha, S. V.; Naik, M. K.; Khan, M. F. R.; Goswami, R. S. 2013. Evaluation of bio-control agents for management of dry root rot of chickpea caused by *Macrophomina phaseolina*. (en línea). *Crop Protection*. 45:147-150. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219412002517>
48. Marin, M.; Seijo, T.; Oliveira, M.; Zuchelli, E.; Mertely, J.; Peres, N. 2018. First Report of *Phytophthora nicotianae* Causing Crown Rot of Strawberry in the United States. (en línea). *Plant Disease*. 102(7):1463. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-08-17-1333-PDN>

49. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. Encuesta hortícola zona Sur y litoral Norte 2015-2016. (en línea). Montevideo. 15 p. (Serie de Encuestas no. 344). Consultado 23 feb. 2019. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/encuestas-hortícolas-2015-2016-zonas-sur-litoral-norte-344>
50. _____. DIGEGRA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de la Granja, UY). 2020. Observatorio granjero: frutilla un rubro que se adapta a las necesidades del mercado junio 2020. (en línea). Montevideo. 8 p. Consultado 10 set. 2020. Disponible en http://www.mercadomodelo.net/c/document_library/get_file?uuid=c163628-c445-4765-a6e7-bae0a7738b48&groupId=42766
51. Obregón, V.; Meneguzzi, N.; Ibáñez, J.; Lattar, T.; Kirschbaum, D. 2018. First Report of *Neopestalotiopsis clavispora* Causing Root and Crown Rot on Strawberry Plants in Argentina. (en línea). Plant Disease. 102 (9):1856. Consultado 24 jul. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-02-18-0330-PDN>
52. Paulus, A. 1990. Fungal Diseases of Strawberry. (en línea). Hortscience. 25(8):885-889. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/25/8/article-p885.xml>
53. Qamar, M. I.; Ghanzafar, M. U.; Abbas, M. F.; Zainab, R.; Andleeb, S.; Shafiq, M.; Mushtaq, S. 2019. First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root rot on strawberry in Sargodha. (en línea). Plant Disease. 103(6):1420. Consultado 23 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-10-18-1876-PDN>
54. Ramallo, C. J.; Ploper, L. D.; Ontivero, M.; Filippone, M. P.; Castagnaro, A. P.; Díaz Ricci, J. C. 2000. First report of *Colletotrichum acutatum* on strawberry in north-western Argentina. Plant Disease. 84:706.

55. Rebellato, L.; Monteiro, C. 1987. El fenómeno de la muerte de plantas de frutilla en el Uruguay. In: Jornadas Nacionales de Horticultura (1^{as.}, 1987, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, s.e. s.p.
56. Sánchez, S.; Gambardella, M. 2013. First report of crown rot of strawberry caused by *Macrophomina phaseolina* in Chile. (en línea). Plant Disease. 97(7):996. Consultado 20 feb. 2019. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30722560/>
57. Schafer, J. 1971. Severity of crown and root diseases of strawberry and associated fungal and oomycete pathogens in western Australia. (en línea). Australasian Plant Pathology. 40(2):109-119. Consultado 15 mar. 2019. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s13313-010-0019-5>
58. Smith, B. J. 1986. First report of *Colletotrichum acutatum* on strawberry in the United States. (en línea). Plant Disease. 70:1074. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1986Articles/PlantDisease70n11_1074.PDF
59. Srivastava, A. K.; Singh, T.; Jana, T. K.; Arora, D. K.; Singh, T. 2001. Induced resistance and control of charcoal rot in *Cicer arietinum* by *Pseudomonas fluorescens*. Canadian Journal of Botany. 79:787-795.
60. Taborda, E. S. 1947. El Salto y sus saladeros, Don Pascual Harriague. (en línea). Letras Uruguay. s.p. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en http://letras-uruguay.espaciolatino.com/taborda/salto_y_sus_saladeros.htm
61. Tredway, L. P.; Burpee, L. L. 2001. *Rhizoctonia* diseases of turfgrass. (en línea). APS. The Plant Health Instructor. s.p. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalbasidio/pdlessos/Pages/Rhizoctonia.aspx>
62. Vallejo, F.; Estrada, E. 2002. Mejoramiento genético en plantas. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 404 p.
63. Vanderplank, J. E. 1963. Plant Disease: epidemics and Control. New York, Academic Press. 349 p.

64. Van Hemelrijck, W.; Ceustermans, A.; Van Campenhout, J.; Lieten, P. Bylemans, D. 2017. Crown rot in strawberry caused by *Pestalotiopsis*. (en línea). Acta Horticulturae.no. 1156:781-786. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://10.17660/ActaHortic.2017.1156.115>
65. Vicente, E. 2009. Bases para la utilización de plantas con cepellón como material de plantación del fresón: influencia de la fecha de plantación y de los cultivares bajo cultivo protegido en el litoral Norte uruguayo. Tesis Doctoral. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 179 p.
66. _____.; Manzzi, A.; González, M.; Giménez, G.; Barros, C.; Vassallo, M. 2012. La producción de frutilla en salto: investigación, desarrollo e innovación. Revista INIA. no. 31:37-42.
67. _____.; _____.; _____.; Giambiasi, M.; Lado, J.; Varela, P.; Arruabarrena, A.; Silvera, E.; Rubio, L. 2017a. El cultivar de frutilla para cultivo protegido INIA ágata (SGN48.3). (en línea). INIA. Hoja de Divulgación no. 108. 4 p. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8112/1/Hd-108-Frutilla-INIA-Agata-2017.pdf>
68. _____.; Giménez, G. 2017b. Frutillas. In: González, M.; Giménez, G. eds. Catálogo de cultivares hortícolas. 2ª. ed. Montevideo, INIA. pp. 29-39 (Boletín de Divulgación no. 113).
69. _____.; Manzzi, A.; Arruabarrena, A.; Varela, P.; González, M.; De Hegedüs, P. 2018. Alternativas para enfrentar la mortandad de plantas de frutilla en la zona de Salto un desafío para el Sistema de Innovación Regional. Revista INIA. no. 53:42-47.
70. _____.; _____.; González, M.; Giambiasi, M.; Lado, J.; Varela, P.; Arruabarrena, A.; Silvera, E.; Machín, A.; González, M. 2019. La búsqueda de variedades de frutilla adaptadas al nuevo escenario de la zona de Salto. Revista INIA. no. 57:18-22.
71. Watanabe, T. 1977. Pathogenicity of *Pythium myriotylum* isolated from strawberry roots in Japan. (en línea). Japanese Journal of Phytopathology. 43:306-309. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.3186/jjphytopath.43.306>

72. Zhang, X.; Huo, H.; Zhao, Z.; Dong, B.; Wang, W. 2016. First Report of a Root rot Caused by Binucleate *Rhizoctonia* AG-A on Strawberries in Inner Mongolia, China. (en línea). Plant Disease. 100(5):1011. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-08-15-0859-PDN>
73. Zhong, S.; Xu, M. J.; Yin, S. L.; Zhang, G. 2015. First Report of Root Rot on Strawberry Caused by Binucleate *Rhizoctonia* AG-A in China. (en línea). Plant Disease. 100(1):225. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-03-15-0326-PDN>
74. Zveibil, A.; Freeman, S. 2005. First report of crown and root rot in strawberry caused by *Macrophomina phaeolina* in Israel. (en línea). Plant Disease. 89:1014. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PD-89-1014C>
75. _____.; Mor, N.; Gnayem, N.; Freeman, S. 2012. Survival, Host-Pathogen Interaction, and Management of *Macrophomina phaseolina* on Strawberry in Israel. (en línea). Plant Disease 96(2):265-272. Consultado 10 feb. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/270779850_Survival_Host-Pathogen_Interaction_and_Managem