



Fecha recibido: 26/10/2022

Fecha aceptado: 08/02/2023

DOI: 10.22490/21456453.6353



ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE *Rhizoctonia solani* Kühn EN CINCO GENOTIPOS COMERCIALES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN NARIÑO

EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF *Rhizoctonia solani* Kühn IN FIVE COMMERCIAL GENOTYPES OF POTATO (*Solanum tuberosum* L.) IN NARIÑO

¹ Jessica Descanse Vallejo (jesicandrea12@gmail.com).

Ingeniera agrónoma. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Grupo de investigación GRISAV. San Juan de Pasto, Colombia.

² Carlos Betancourth García (cbet70@udenar.edu.co).

Doctor en Ciencias Agrarias. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Grupo de investigación GRISAV. San Juan de Pasto, Colombia.

³ Claudia Salazar González (claudiasalazarg@udenar.edu.co).

Doctora en Ciencias Agrarias. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Grupo de investigación GRISAV. San Juan de Pasto, Colombia.

⁴ Benjamin Sañudo Sotelo (benjaminsañudo@yahoo.es).

Ingeniero agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Grupo de investigación GRISAV. San Juan de Pasto, Colombia.

Citación: Descanse, J., Betancourth, C., Salazar, C. y Sañudo, B. (2023). Estudio epidemiológico de *Rhizoctonia solani* Kühn en cinco genotipos comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Nariño. Revista de Investigación Agraria y Ambiental 14(2), 73 - 89. <https://doi.org/10.22490/21456453.6353>

RESUMEN

Contextualización: el cultivo de la papa, en Nariño, presenta un número significativo de genotipos comerciales, pero diversos problemas fitosanitarios [como el fitopatógeno *R. solani* Kühn], afectan su producción y rendimiento.

Vacío de conocimiento: no existe información relacionada, en el departamento de Nariño, sobre el ataque de este fitopatógeno a diferentes genotipos de la papa.

Propósito: esta investigación tuvo como objetivo determinar los daños ocasionados por la costra negra (*R. solani* Kühn) en cinco variedades comerciales de papa en el departamento de Nariño.

Metodología: en tres municipios productores de papa del departamento de Nariño [Ipiales, Pasto y Túquerres], mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar [con cuatro repeticiones y cinco tratamientos], se evaluaron las

siguientes variables en genotipos de papa afectados por *R. solani*: incidencia en emergencia y brotación, incidencia en cosecha y rendimiento comercial. Finalmente, se realizó un análisis de varianza, mediante pruebas de comparación de Tukey.

Resultados y Conclusiones: en la localidad de Túquerres se obtuvo el mayor porcentaje de incidencia en emergencia y brotación [36,04%], con diferencias estadísticas, frente a las localidades de Pasto [30,70%] e Ipiales [31,98 %]. Para la variable de incidencia en cosecha, el genotipo Roja Huila [en Túquerres] fue el más afectado, alcanzando un porcentaje de incidencia de 19.94 %. Finalmente, en la evaluación del Rendimiento comercial, el genotipo Superior [en Pasto] presentó el mejor comportamiento, con un promedio de 22,37 t/ha.

Palabras claves: variedades de papa, patógeno, productividad, susceptibilidad.

SUMMARY

Context: the potato crop in Nariño, presents a significant number of commercial varieties, but diverse phytosanitary problems like the pathogen *R. solani* Kühn, affect its production and yield.

Knowledge gap: there is no information in the department of Nariño, about

the attack of this phytopathogen to different potato genotypes.

Purpose: the objective of this research was to determine the damage caused by black scurf [*R. solani* Kühn] on five commercial potato varieties in the department of Nariño.

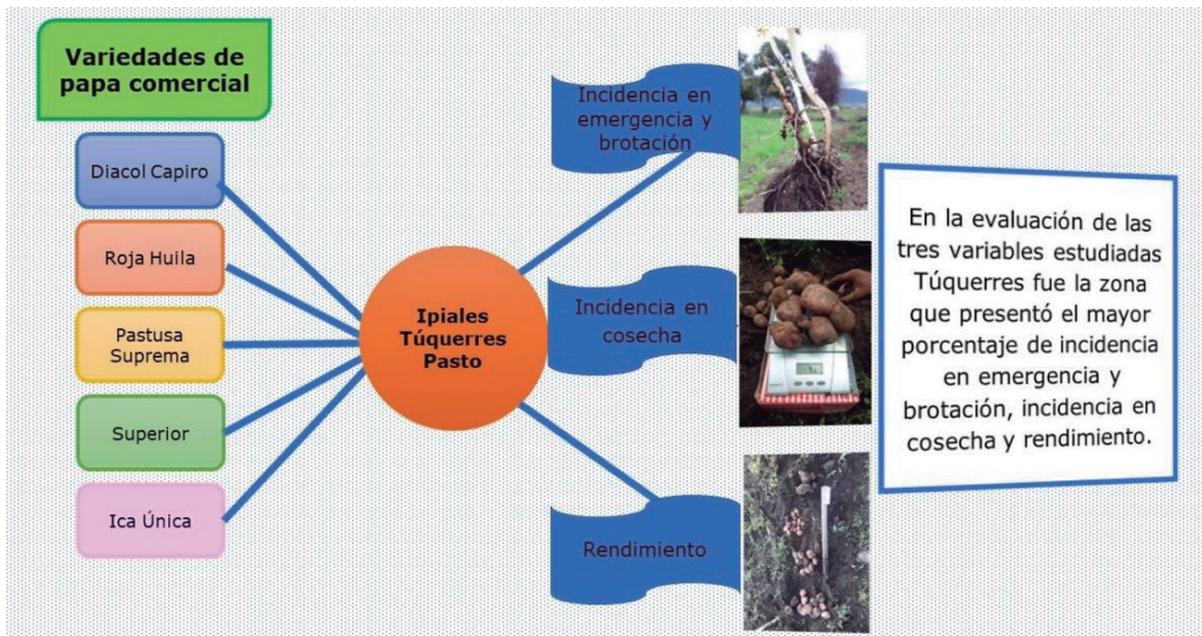
Methodology: in three potato producing municipalities of the department of Nariño [Ipiales, Pasto and Túquerres], using a Randomized Complete Block Design [with four replications and five treatments] were evaluated these variables: incidence on emergence and sprouting, incidence on harvest, and Commercial yield. Finally, it was carried out analysis of variance, using Tukey's comparison tests.

Results and Conclusions: in the locality of Túquerres, the highest percentage of incidence in emergence and sprouting

was obtained [36,04%], with statistical differences comparison to the localities of Pasto [30,70%] and Ipiales [31,98%]. For the harvest incidence variable, the Roja Huila genotype [in Túquerres] was the most affected, reaching an incidence percentage of 19,94%. Finally, in the evaluation of commercial Yield, the Superior genotype [in Pasto] presented the best performance, with an average of 22,37 t/ha.

Key words: potato varieties, pathogen, productivity, susceptibility.

RESUMEN GRÁFICO



Fuente: Autores

1. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, la papa es considerada fundamental en seguridad alimentaria (Esfahani, 2020) y en Colombia es de los cultivos de mayor importancia. Para el año 2021 se sembraron 120190 hectáreas con un rendimiento comercial de 20,93 t/ha (Federación nacional de productores de papa [Fedepapa] y Fondo Nacional de Fomento de la papa [FNFP, 2021] generando aproximadamente, 264000 empleos y beneficiando a más de 100 000 familias (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura], 2019). En el departamento de Nariño, el cultivo de la papa es de los más importantes, ya que constituye una fuente primordial en la alimentación e ingresos de las familias campesinas (Gobernación de Nariño, 2019).

Algunos factores como la baja tecnificación del cultivo de la papa y el uso de semillas no certificadas hacen que los problemas fitosanitarios se incrementen (Fedepapa, 2019). Debido a los altos costos para obtener semillas certificadas, el productor realiza su propia selección; pero [al tener poco conocimiento] utiliza semilla afectada por *R. solani* Kühn, generando daños en la calidad de cosecha, baja rentabilidad y poca competitividad. La baja sanidad de las semillas de papa se da debido a la acumulación de patógenos o plagas en la semilla, en ciclos sucesivos de propagación vegetativa (Andrade Piedra et al., 2015). Actualmente, la producción del cultivo de papa se ve fuertemente afec-

tada por el ataque de la costra negra de la papa, una enfermedad causada por el hongo *R. solani* Kühn, ocasionando pérdidas del 20% y 40% en todo el mundo (Srivastava et al., 2016). Este patógeno, causa múltiples síntomas, como ulceraciones en la base del tallo, muerte de brotes, áreas necróticas extensas en raíces y estolones, ennegrecimientos corticales de las raíces y costras en los tubérculos (Betancourth et al., 2020).

Los daños ocasionados por la costra negra [en variedades comerciales de papa en Nariño], han llevado a que el agricultor para su control, haga uso de fungicidas químicos con el mismo principio activo, generando resultados infructuosos en el control de este patógeno (Betancourth et al., 2020). Algunos estudios señalan que realizar tratamiento químico antes de la plantación protege los brotes emergentes y tallos, pero los resultados son variables sobre los tubérculos hijos (Acuña y Araya, 2017).

Por lo anterior, esta investigación se centró en identificar los daños ocasionados por el hongo *R. solani* Kühn evaluando las siguientes variables: incidencia en emergencia y brotación, incidencia en cosecha y rendimiento comercial. La identificación de *R. solani* Kühn y sus daños en genotipos comerciales de papa, así como la reacción de resistencia o tolerancia a este fitopatógeno, permitirá identificar los genotipos comerciales con mayor potencial frente al ataque de este fitopatógeno.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en fincas productoras de papa de tres municipios del departamento de Nariño, con registros históricos de alta incidencia de

la enfermedad Rizoctoniasis [Costra negra de la papa] durante el segundo semestre agrícola del año 2020 [Tabla 1].

Tabla 1. Condiciones climáticas de las localidades donde se desarrollaron los ensayos para la evaluación del ataque de *R. solani* Kühn.

Municipio	Altura [m s. n. m]	Temperatura [°C]	Humedad Relativa [%]
Pasto	2710	13,1	81
Túquerres	2843	11,7	84
Ipiales	2945	11,5	82

Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2020).

Material Vegetal

Se sembraron cinco genotipos comerciales: Diacol Capiro, ICA Única, Superior, Pastusa Suprema y Roja Huila, procedentes de semillas seleccionadas por agricultores de la zona sur del departamento de Nariño [Tabla 2].

Tabla 2. Características agronómicas de genotipos comerciales de papa (*S. tuberosum* L.) en Nariño.

Genotipos	Características agronómicas
Diacol Capiro	Adaptación [1800 a 3200 m. de altitud], maduración relativamente semitardía [165 días a 2 600 m de altitud]. El rendimiento en Nariño es de 32,08 t/ha en condiciones óptimas de cultivo (Fedepapa y FNFP, 2019).
ICA Única	Adaptación [2000 a 3500 m. de altitud], maduración relativamente semitardía [165 días a 2 600 m de altitud]. El rendimiento en condiciones óptimas de cultivo, a nivel nacional, es superior a las 40 t/ha (Ñutzes, 2011).



Superior	Adaptación [2500 a 3200 m. de altitud], maduración relativamente tardía [165 días a 2 600 m de altitud]. El rendimiento en Nariño, teniendo condiciones óptimas de cultivo, es de 32,10 t/ha (Fedepapa y FNFP, 2019).
Pastusa Suprema	Adaptación [2500 a 3200 m. de altitud], maduración relativamente tardía [165 días a 2 600 m de altitud]. El rendimiento nacional, en condiciones óptimas de cultivo, es superior a 45 t/ha (Segura et al., (2006); Núñez et al., (2009).
Roja Huila	Adaptación [2400 a 3200 m de altitud], maduración relativamente tardía [165 días a 2600 m de altitud). El rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es superior a 40 t/ha.

Fuente: autores

Área y Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar [BCA], con cinco tratamientos [cinco genotipos comerciales] y cuatro repeticiones. El ensayo se realizó en un área total de 442 m², cada unidad experimental tenía 3,2 m. de largo por 4,8 m. de ancho [correspondiente a un área de 15,36 m²], había cuatro surcos y cada uno de ellos tenía 10 plantas ubicadas a 0,40 m de distancia entre ellas, con separación por calles de cada parcela de 1 m.

Variables de Respuesta

Incidencia de *R. solani* Kühn en Emergencia y Brotación

Esta variable se evaluó [en los dos surcos centrales de cada parcela experimental] a los 30 días después de la siembra, teniendo en cuenta los sitios con brotación tardía, quemazón y muerte de

brotos. Para evidenciar la presencia de *R. solani* Kühn, en los tejidos afectados se tomaron muestras de material infectado y se aislaron en PDA [medio de cultivo] siguiendo el protocolo de Carling & Leiner (1986). Para determinar el porcentaje de esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

Incidencia en emergencia y brotación = (Número de individuos afectados/ Total de individuos) * 100.

Incidencia de *R. solani* Kühn en Cosecha

Al momento de la cosecha, se determinó la incidencia en tubérculos mediante la presencia de deformación de tubérculos sobre el total de la producción. Para determinar el porcentaje de esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

Incidencia en cosecha = (Número de individuos afectados por deformación de tubérculos/ Total de individuos) * 100.





Rendimiento Comercial

En el momento de la cosecha se tomaron los surcos centrales de cada parcela y se realizó la colecta de tubérculos de cada planta para hacer la evaluación de acuerdo con cuatro categorías que se establecieron por la Resolución 3 168 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2015), la cual cataloga los diámetros para la especie *S. tuberosum* L. spp *andigena* así:

Diámetro grande: entre 71-90 mm.

Diámetro mediano: entre 51-70 mm.

Diámetro pequeño: entre 11-20 mm.

A continuación, se clasificaron los tubérculos en grandes, medianos, pequeños y deformes para hacer el conteo y

pesaje de cada categoría. El rendimiento comercial se calculó sumando el peso de los tubérculos grandes con el peso de los tubérculos medianos por planta y se expresó como t/ha.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos, en cada una de las variables evaluadas, se sometieron a un análisis de Varianza [ANOVA] realizando Pruebas de Comparación Múltiple [Tukey], de acuerdo con un análisis combinado de localidades y tratamientos, basándose en el diseño de bloques al azar de forma manual. La transformación de los datos en porcentaje [%] se determinó mediante la fórmula $\sqrt{\text{Dato \%} / 100}$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de *R. solani* Kühn. en Emergencia y Brotación



Fuente: Autores

Figura 1. Identificación de lesiones en tallos.

La incidencia en emergencia y brotación se evidenció con la presencia de lesiones de color castaño rojizo, quemazón y muerte de brotes basales en los tallos [Figura 1]. El análisis de varianza, para incidencia en emergencia y brotación [Tabla 3], indicó que existieron diferencias estadísticas entre la localidad y el genotipo; sin embargo, la interacción entre localidad y genotipo [Localidad*Genotipo] no presentó diferencias estadísticas.

Tabla 3. Análisis de varianza para la incidencia en emergencia y brotación de *R. solani* Kühn en genotipos comerciales de papa en Nariño.

FV	GL	Cuadrados medios Incidencia	F calculado	F Tabla
Modelo	23	67,84*	3,89	
Localidad(a)	2	155,61*	14,23	3,26
Genotipo(b)	4	269,08*	15,42	2,63
Localidad*Genotipo (a)*(b)	8	9,31 ^{ns}	0,53	2,21
Error	36	17,44		

(*) indica diferencias estadísticas.

^{ns} indica que no existieron diferencias estadísticas.

Fuente: autores

En la tabla 4, Túquerres obtuvo el mayor porcentaje de incidencia de *R. solani* Kühn. En Emergencia y Brotación [36,04 %], con diferencias estadísticas frente a los municipios de Pasto [30,70 %] e Ipiales [31,98 %]. Esto probablemente, se debe a la facultad de dispersión de *R. solani* Kühn, a las condiciones fisicoquímicas de los suelos y a la variabilidad climática presente en las zonas (Betancourth et al., 2021).

Los daños más graves, ocasionados por *R. solani* Kühn, se producen con una humedad relativa alta [superior al 80 %]. El hongo ataca en cualquier momento el desarrollo del cultivo (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2017), especialmente a los brotes y tallos subterráneos, retrasando o impidiendo la emergencia del cultivo (Mantecón, 2015). Túquerres se caracterizó por presentar la humedad relativa más alta con un porcentaje del 84 % aproxi-

madamente (IDEAM, 2020), diferente de Pasto [81 %] e Ipiales [82 %]; dichas condiciones de humedad en Túquerres generaron un óptimo desarrollo de este patógeno y favorecieron el ataque de *R. solani* Kühn en estados de emergencia y brotación del cultivo de papa.

R. solani Kühn, tiene la capacidad de formar esclerocios que son estructuras de resistencia con capacidad de perpetuarse año tras año, mediante la plantación de tubérculos infectados (Mantecón, 2015), estos esclerocios presentan resistencia a condiciones ambientales extremas, debido a la presencia de melanina en las paredes (Desvani et al., 2018) y una vez establecidos en el suelo, se convierten en una fuente continua de infección para las plantas (Tsror, 2010). *R. solani* Kühn, se disemina rápidamente [mediante la preparación y movimiento del suelo, y el uso de semilla infectada] gracias a los esclerocios

y puede dispersarse a larga distancia, llegando a contaminar zonas libres de este patógeno (Tsrer, 2010).

Los genotipos con el mejor comportamiento fueron: Pastusa Suprema [27,93 %], Superior [30,60 %] y Diacol Capiro [30,07 %] respecto a ICA Única [38,45 %] y Roja Huila [37,47 %], con diferencias estadísticas [Tabla 3]. La alta incidencia en brotación permitió evidenciar la existencia de *R. solani* Kühn en todos los genotipos evaluados, así como que esta variable se determina, en gran parte, por la susceptibilidad de los genotipos y de las condiciones ambientales.

Los estudios realizados por Chavarro (2011) identificaron que la presencia o ausencia de los síntomas de la Rizoctoniasis en los materiales evaluados, depende de la tolerancia y del comportamiento agronómico del cultivo. Esto se debe al importante papel de la variabilidad genética entre genotipos, presentándose como una de las mejores alternativas para la mejora de materiales en campo (Ritter et al., 2010) y el control de enfermedades (Centro Internacional de la Papa [CIP], 2018).

Tabla 4. Comparación de porcentajes de incidencia de *R. solani* Kühn, en emergencia y brotación en los genotipos comerciales de papa en Nariño.

Localidades (a)	Tratamientos (b)					Promedio (a)
	Superior	Diacol Capiro	Pastusa Suprema	Roja Huila	ICA Única	
Pasto	26,48	28,14	24,93	36,97	36,99	30,70 b
Túquerres	35,48	33,17	32,41	39,22	39,94	36,04 a
Ipiales	29,85	28,91	26,47	36,24	38,44	31,98 b
Promedio (b)	30,60 b	30,07 b	27,93 b	37,47 a	38,45 a	

Tukey (a) 0,005 = 2,91 Tukey (b) 0,005= 4,85

Fuente: autores



Incidencia de *R. solani* Kühn en cosecha



Fuente: autores

Figura 2. Deformación (Malformación) de tubérculos de plantas, genotipo Roja Huila.

El análisis de varianza [Tabla 5] indicó que existieron diferencias estadísticas entre la localidad, el genotipo y la interacción entre localidad y el genotipo [Localidad*Genotipo].

Tabla 5. Análisis de varianza de la incidencia de *R. solani* Kühn [malformación de tubérculos] durante la cosecha de genotipos comerciales de papa de Nariño.

FV	GL	Cuadrados medios incidencia en cosecha	F calculado	F tabla
Modelo	23	24,94	3,26	
Localidad	2	107,40*	14,51	3,26
Genotipo	4	24,34*	0,97	2,63
Localidad*Genotipo	8	24,35*	3,18	2,21
Error	36	7,65	3,18	

(*) indica diferencias estadísticas.
ns indica que no existieron diferencias estadísticas.

Fuente: autores

De acuerdo con la interacción entre localidad y genotipo, en el municipio de Pasto, el genotipo Diacol Capiro [14,98 %] tuvo el mayor porcentaje de incidencia en cosecha; diferente al genotipo ICA Única, el cual presentó el menor

porcentaje [9,23 %] de malformación de tubérculos. En Túquerres, el mayor porcentaje de Incidencia en cosecha fue para el genotipo Roja Huila [19,94 %], con diferencias estadísticas frente a Pastusa Suprema [13,17 %]. Finalmente, en Ipiales no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los genotipos.

R. solani Kühn, causó síntomas de malformación en la gran mayoría de tubérculos [Figura 2]; esto se debe a que el patógeno estimula la producción de una toxina con efecto sobre el crecimiento de la planta (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2018). Asimismo, el efecto de *R. solani* Kühn, en la calidad de los tubérculos es altamente significativa, en relación con las plantas sanas, pudiendo ocasionar cosechas con 80 % de tubérculos pequeños y deformes y sólo un 20 % de tamaño regular (García et al., 2002).

De acuerdo con observaciones realizadas por Betancourth et al. (2020), *R. solani* Kühn es un patógeno que afecta el cultivo de la papa de forma indirecta, mediante la malformación de tubérculos. Este daño genera pérdidas significativas en el rendimiento comercial, debido a que las plantas infectadas tienden a producir una gran cantidad de tubérculos con deformaciones, protuberancias y particiones (Acuña, 2019). Hay que indicar que dicho patógeno no afecta únicamente a los cultivos de Colombia, ya que los estudios realizados por Pozo (2013) indican que *R. solani* Kühn, se encuentra produciendo daños cuantitativos y cualitativos en cultivos de papa en el Ecuador, donde catalogan la deformación de tubérculos como un perjuicio que genera severas pérdidas económicas a los productores de este tubérculo.

Tabla 6. Comparación de porcentajes sobre la incidencia de *R. solani* Kühn en la cosecha de genotipos comerciales de papa en Nariño.

Tratamientos (b)					
Localidades (a)	Superior	Diacol Capiro	Pastusa Suprema	Roja Huila	ICA Única
Pasto	11,78 ab	14,98 a	14,12 ab	14,49 ab	9,23 b
Túquerres	17,43 ab	16,31 ab	13,17 b	19,94 a	15,03ab
Ipiales	14,45 a	7,9 a	12,79 a	12,81 a	11,93 a

Tukey (a*b) 0,005 = 5,53

Fuente: autores



Rendimiento Comercial

El análisis de varianza [Tabla 7] indicó que existieron diferencias estadísticas

entre la localidad, el genotipo y la interacción entre localidad y genotipo [localidad*genotipo].

Tabla 7. Análisis de varianza para el rendimiento comercial de los genotipos comerciales de papa en Nariño.

FV	GL	Cuadrados medios de rendimiento	F calculado	F tabla
Modelo	23	94,73*	12,05	
Localidad	2	601,62*	76,90	3,26
Genotipo	4	95,67*	12,17	2,63
Localidad*Genotipo	8	65,30*	8,31	2,21
Error	36	7,86		

(*) indica diferencias estadísticas.

ns indica que no existieron diferencias estadísticas.

Fuente: autores

Al analizar la interacción [Tabla 8], el municipio de Pasto presentó diferencias estadísticas en el comportamiento de los genotipos, Superior [22,37 t/ha] y Diacol Capiro [20,12 t/ha] superaron estadísticamente a Roja Huila [14,92 t/ha], Pastusa Suprema [11,28 t/ha] e ICA Única [4,28 t/ha] [Tabla 7]. Sin embargo, los municipios de Ipiales y Túquerres, no presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos. El genotipo Superior presentó un rendimiento comercial

promedio de 22,37 t/ha con respecto a plantas sanas y tuvo un rendimiento de 29,50 t/ha (Fedepapa y FNFP, 2020). Esto se le puede atribuir, posiblemente, a la capacidad que tienen muchos materiales vegetales para ser resistentes o tolerantes al manejo integrado de *R. solani* Kühn en campo (Prado et al., 2001), donde una de las principales características de los genotipos para tener en cuenta es el potencial de rendimiento comercial.

Tabla 8. Comparación de la interacción del rendimiento comercial de *R. solani* Kühn en genotipos de papa en el departamento de Nariño.

Tratamientos (b)					
Localidades (a)	Superior	Diacol Capiro	Pastusa Suprema	Roja Huila	ICA Única
Pasto	22,37 a	20,12 a	11,28 b	14,92 b	4,28 b

Túquerres	13,57 a	9,525 a	11,85 a	10,55 a	8,67 a
Ipiales	21,2 a	22,875 a	20,68 a	21,37 a	22,06 a
Tukey (a*b) 0,005 = 5,607					

Fuente: autores

El genotipo Superior en Colombia es altamente cultivado por su alto rendimiento (Fedepapa y FNFP, 2020), logrando ocupar cerca del 23 % del área sembrada a nivel nacional debido a su potencial productivo en campo. Para el año 2018, en Nariño, el genotipo Superior fue el único que presentó un aumento de almacenamiento del 55 % respecto al año anterior; así mismo, su calidad para la culinaria y su aceptación en mercados mayoristas provocó la sustitución de una gran parte del área sembrada con papa de las variedades Parda Pastusa y Pastusa Suprema por este genotipo en su lugar (Minagricultura, 2019). Herrera (2019), en su estudio, se interesa en el genotipo Superior, frente al ataque de Rizoctoniasis, por su gran recepción y demanda para el con-

sumo en fresco y su alto rendimiento en campo.

Diacol Capiro, en Pasto, es un genotipo que se destacó por su buen comportamiento frente a esta variable, alcanzando un valor de 20,12 t/ha, frente a un rendimiento Comercial de plantas sanas de 27,72 t/ha; probablemente esto se debe al potencial de adaptación que presenta Diacol Capiro en el tiempo. Este genotipo fue entregado por el DIA en 1958 (Ñustez, 2011) y sus características son útiles para la culinaria (CIP, 2017), es el principal genotipo utilizado para el procesamiento industrial en Colombia; en Nariño, para el año 2019, fue la variedad de mayor abastecimiento con 73 961 ton. (Fedepapa y FNFP, 2020).

4. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, *R. solani* Kühn, es un hongo que se encuentra atacando genotipos comerciales de papa en la zona sur del departamento de Nariño. En la evaluación de las tres variables estudiadas, Túquerres fue la zona que presentó el mayor porcentaje de incidencia de este patógeno en emergencia y brotación y en incidencia en cosecha; así como la mayor

afectación en el rendimiento comercial. La variable de incidencia en campo permitió identificar que el genotipo con mayor presencia de malformación fue Roja Huila, en el municipio de Túquerres, alcanzando un valor de [19,94 %], afectando en gran medida el mercado comercial de este tubérculo.

El genotipo con mejor comportamiento agronómico frente al daño ocasionado



por *R. solani* Kühn fue Superior, en el municipio de Pasto, alcanzando el mayor rendimiento comercial [22,37 t/ha]. Debido a su potencial frente al ataque

de este fitopatógeno, este genotipo puede considerarse como una alternativa para garantizar mayor sanidad en el cultivo de la papa.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Jessica Andrea Descanse: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, supervisión, revisión y edición.

Claudia Salazar González: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, supervisión, revisión y edición.

Carlos Betancourth García: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, supervisión, revisión y edición.

Benjamín Sañudo Sotelo: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, supervisión, revisión y edición.

AGRADECIMIENTOS

A la convocatoria 818 de MINCIENCIAS que financió esta investigación, fruto del proyecto 'Manejo Integrado de la Costra Negra [*R. solani* Kühn] de la papa en el departamento de Nariño'.

LITERATURA CITADA

Acuña., Ivette (2019). Enfermedades del cultivo de papa presentes en Magallanes [en línea]. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 396. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6774>

Acuña, I. y Araya, M. (2017). Rizoctonias de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Andrade-Piedra, J. L., Kromann, P. y Otazu, V. (2015). *Manual para la produc-*

ción de semilla de papa usando aeroponía: diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú. Quito (Ecuador). Centro Internacional de la Papa. <https://doi.org/10.4160/9789290604556>

Betancourth, C., Sañudo, B., Flórez, C. y Salazar, C. (2021). Manejo de la costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani* Kühn.) con el establecimiento de abonos verdes. *Información tecnológica*, 32(2), 165-174.



- <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000200165>
- Betancourth, C., Sañudo, B., Flórez, C., Castro, B., Arteaga, F., Lagos, L. y Salazar, C. (2020). *Vulneración del cultivo de papa ante problemas sanitarios emergentes en Nariño*. Universidad de Nariño.
- Carling, D. E. & Leiner, R. H. (1986). Isolation and Characterization of *Rhizoctonia solani* and Binucleate *R. solani* like Fungi from Aerial Stems and Subterranean Organs of Potato Plants. *Phytopathology*, 76(7), 725-729. <https://doi.org/10.1094/Phyto-76-725>
- Chavarro, E. (2011). *Variabilidad genética y detección molecular de poblaciones del hongo Rhizoctonia solani en regiones colombianas productoras de papa* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11279>
- Centro Internacional de la Papa [CIP]. (2017). *Inventario de tecnologías e información para el cultivo de papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/papaenecuador/>
- Centro Internacional de la Papa [CIP]. (2018). *Mejoramiento genético de la papa: resiliencia climática y seguridad alimentaria* [Conferencia]. XIX Congreso Nacional de Productores de papa, Montenegro, Colombia.
- Desvani, S. D., Lestari, I. B., Wibowo, H. R., Supyani., Poromarto, S. H. & Hadiwiyo. (2018). Morphological characteristics and virulence of *Rhizoctonia solani* isolates collected from some rice production areas in some districts of Central Java. *AIP Conference Proceedings*, 2014, (1), 1-7. <https://doi.org/10.1063/1.5054472>
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa] y Fondo Nacional de Fomento de la Papa [FNFP]. (2021). *Informe de gestión vigencia 2021*. <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2022/05/INFORME-DE-GESTION-VIGENCIA-2021.pdf>
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa] y Fondo Nacional de Fomento de la Papa [FNFP]. (2020). Boletín Regional No. 04. <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2021/09/ANTIOQUIA-2019.pdf>
- Federación Nacional de Productores de Papa [Fedepapa] y Fondo Nacional de Fomento de la Papa [FNFP]. (2019). *Informe de gestión vigencia 2019*. <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2022/05/INFORME-DE-GESTIO%CC%81N-VIGENCIA-2019.pdf>
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa] y Fondo Nacional de Fomento de la Papa [FNFP]. (2019). *Boletín regional Número 3*. <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2021/09/NARINO-2019.pdf>
- García, R. G., García, A. y Garnica, C. (2002). Distribución, incidencia y al-



- ternativas de control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo papa en el Estado Mérida, Venezuela. *Revista Latinoamericana de la papa*, 13(1), 24-41.
- Gobernación de Nariño. (2019). Plan departamental de extensión agropecuaria del departamento de Nariño. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/PDEA%27s%20Aprobados/PDEA%20Nari%C3%B1o.pdf>
- Herrera, M. A. (2019). *Evaluación del fungicida químico glory 75 wg (Mancozeb + Azoxystrobin), en el manejo de costra negra del suelo (rhizoctonia solani), en el cultivo de papa variedad superior en dos regiones de Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. SIDRE. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/1399>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2020). <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2017). Enfermedades en el cultivo de papa: evaluación de riesgo sanitario.
- Mantecón, J. D. (2015). Fungicidas aplicados al suelo como estrategia de manejo integrado de enfermedades en papa, bajo escenarios de elevada infestación inicial y residual. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 19(1), 29-39. <https://doi.org/10.37066/ralap.v19i1.224>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura]. (2019). Estrategia de ordenamiento de la producción cadena productiva de la papa y su industria. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Normatividad/Plan%20de%20Ordenamiento%20papa%202019-2023.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2018). *Evaluación de la integración de métodos para el control de la costra negra (Rhizoctonia solani) en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)*. [http://cunori.edu.gt/descargas/Evaluacion de la integracin de metodos para el control de la costra negra 1.pdf](http://cunori.edu.gt/descargas/Evaluacion%20de%20la%20integracion%20de%20metodos%20para%20el%20control%20de%20la%20costra%20negra%201.pdf)
- Esfahani, M. N. (2020). Genetic variability and virulence of some Iranian (*Rhizoctonia solani* Kühn), isolates associated with stem canker and black scurf of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Plant Protection Research*, 60(1), 21-30. <https://doi.org/10.24425/jppr.2020.132201>
- Ñustez, C. (2011). *Varietades Colombianas de papa*. Universidad Nacional de Colombia.
- Pozo, V. (2013). Evaluación de dos fungicidas para control de *Rhizoctonia solani* en papa (*Solanum tuberosum*). Carchi- Ecuador. Universidad Politécnica Estatal de del Carchi.
- Prado, G. A., Correa, F. J., Aricapa, M. G. y Escobar F. (2001). Caracterización preliminar de la resistencia de germoplasma de arroz al año-



- blo de la vaina (*Rhizoctonia solani* Kuhn). *Foro Arrocero Latinoamericano*, 7(1), 8-11. <https://hdl.handle.net/10568/65792>
- Ritter, E., Ruiz, J., Barandalla, L., López, R., Huarte, M., Capezzio, S., Cuesta, X., Rivadeneira, J., Vilaró, F., Gabriel, J., Scurrah, M., Canto, R., Amoros, W., Forbes, A. y Bonierbale, M. (2010). Papas nativas – un cultivo con potencial de alto valor añadido para la agricultura sostenible. En X. Cuesta, J. Andrade, E. Yáñez, y R. Iván (Eds.). *I Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas: Memorias* (pp. 13-14). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Segura, M., Santos, M y Núñez, C. 2006. Desarrollo fenológico de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca). *Fitotecnia Colombiana* 6(2), 33-43.
- Srivastava, S., Bist. V., Srivastava. S., Singh. P. C., Trivedi, P. K., Asif M. H., Chauhan P. S. y Nautiyal. C. S. (2016). Unraveling Aspects of *Bacillus amyloliquefaciens* Mediated Enhanced Production of rice under biotic stress of *Rhizoctonia solani*. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00587>
- Tsrer, L. (2010). Biology, Epidemiology and Management of *Rhizoctonia solani* on Potato. *Journal of Phytopathology*, 158(10), 649-658. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01671.x>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.



Licencia de Creative Commons

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional License.

