



Temas Agrarios

ISSN: 0122-7610

ISSN: 2389-9182

revistatemasagrarios@correo.unicordoba.edu.co

Universidad de Córdoba

Colombia

Ortiz Muñoz, Yoldi Dalila; Rodríguez Rodríguez, Luis Francisco
Eficiencia de dos consorcios bacterianos para el control de *Spongospora subterranea* f sp. *subterranea* en cultivos de papa *Solanum tuberosum* var. andígena
Temas Agrarios, vol. 26, núm. 2, 2021, Julio-Diciembre, pp. 182-189
Universidad de Córdoba
Colombia


DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v26i2.2742>

- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



Eficiencia de dos consorcios bacterianos para el control de *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* en cultivos de papa *Solanum tuberosum* var. andígena.

Efficiency of two bacterial consortia on *Spongospora subterranea* f sp. *subterranea* control in *Solanum tuberosum* var. andigena potato crops

Yoldi Dalila Ortiz Muñoz^{1*} ; Luis Francisco Rodríguez Rodríguez¹

Recibido para publicación: octubre 07 de 2021 - Aceptado para publicación: diciembre 14 de 2021

RESUMEN

Para los cultivadores de papa, las plagas y enfermedades son los principales problemas que afectan la producción. Cultivos completos se pierden por la enfermedad llamada sarna polvorosa causada por el protozoo *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* (Sss), la cual perjudica a las raíces generando reducción en la producción de tubérculos y deteriorando la apariencia del mismo. Con el fin de validar una alternativa para su control, se evaluaron en el municipio de Subachoque – Cundinamarca, dos consorcios bacterianos: uno conformado por tres cepas de *Bacillus* spp (C1) y otro formado con dos cepas de *Pseudomonas* spp (C2). La evaluación se realizó en cultivos de papa orgánica *Solanum tuberosum* var. andígena-cultivar nativo, en unidades experimentales empleando el modelo estadístico Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con tres tratamientos, incluyendo el testigo y cuatro repeticiones cada uno. Se midió la severidad expresada como presencia/ausencia de pústulas en los tubérculos (post cosecha), el número de quistosoros de Sss/g de suelo (antes, durante y post cosecha), y el rendimiento por unidad de área. El consorcio C1 reportó mayor acción antagonista frente Sss, presentando un 4,5% en la aparición de las pústulas en la piel de los tubérculos, frente un 23,6% reportado para el testigo. El mismo tratamiento tuvo diferencias estadísticas significativas frente a los otros tratamientos ($P \leq 0,05$) tanto en la disminución del recuento de quistosoros en suelo, como en la presencia de pústulas. Se concluye que, el consorcio C1 (*Bacillus subtilis*, *B. megaterium* y *B. thuringiensis*), es una alternativa para el manejo integrado de Sss.

Palabras clave: Agricultura; Antagonismo; *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *B. thuringiensis*; *Pseudomonas fluorescens*, *P. moraviensis*.

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

*Autor para correspondencia: Yoldi Dalila Ortiz Muñoz
Email: andessumapaz@gmail.com

ABSTRACT

For potato growers, pests and diseases are the main factors that affect production. Entire crops are lost due to Powdery scab disease caused by the protozoan *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* (Sss) which damages the roots, reducing tuber production and appearance. To validate a control alternative, two bacterial consortia were evaluated in the municipality of Subachoque - Cundinamarca: *Bacillus* spp and *Pseudomonas* spp (C2). Evaluation was performed on an experimental crop of *Solanum tuberosum* var. andigena - native, using a Completely Randomized Design, with three treatments, including the control, and four replicates each. Severity was assessed as pustules presence/absence in the tubers (post-harvest), number of Sss cystosorus g⁻¹ soil (before, during and post, harvest), and yield per unit area. C1 consortium reported greater antagonistic action against Sss, showing only 4.5% in pustule appearance on tuber skin compared to 23.6% reported in the control. The same treatment reported significant statistical differences compared to other treatments ($P \leq 0.05$) in both, decrease in Sss cystosorus g⁻¹ soil, and pustules. It is concluded that using C1 consortium (*Bacillus subtilis*, *B. megaterium* and *B. thuringiensis*) is an alternative for integrated management of Sss.

Key words: Agriculture; Antagonism; *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *B. thuringiensis*; *Pseudomonas fluorescens*; *P. moraviensis*.

Cómo citar

Ortiz Muñoz, Y.D. y Rodríguez Rodríguez, L.F. 2021. Eficiencia de dos consorcios bacterianos para el control de *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* en cultivos de papa *Solanum tuberosum* var. andígena. *Temas Agrarios* 26(2): 182-189.
<https://doi.org/10.21897/rt.v26i2.2742>



Temas Agrarios 2021. Este artículo se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>), que permite copiar, redistribuir, remezclar, transformar y crear a partir del material, de forma no comercial, dando crédito y licencia de forma adecuada a los autores de la obra.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la papa se cultiva en climas fríos y zonas de páramo, siendo las plagas y enfermedades el principales problemas que afectan la producción (Vargas *et al.*, 2020). La sarna polvorosa enfermedad producida por el parásito *Spongospora subterranea f.sp. subterranea* (Sss), está presente en la mayoría de las zonas paperas del país generando pérdidas hasta del 50% en cosechas, debido a la malformación generada y la reducción en la producción de tubérculos. Este protozoo presenta difícil manejo por los largos periodos de supervivencia en el suelo y la falta de tratamientos efectivos, puesto que no hay plaguicidas químicos ni biológicos para su control (Mesa *et al.*, 2018).

Estudios han demostrado que existen en la naturaleza biocontroladores como hongos y bacterias capaces de minimizar los efectos asociados a la sarna polvorosa en cultivos de papa; entre los cuales se destacan *Trichoderma* spp, *Pseudomonas* spp, *Bacillus* spp, y *Streptomyces* spp, (Mesa *et al.*, 2018). Con base en lo anterior y con el fin de contribuir en el manejo de la enfermedad, se planteó comprobar la eficiencia de dos consorcios bacterianos no patógenos previamente aislados e identificados como *Bacillus* spp, consorcio 1 (C1); *Pseudomonas* spp, consorcio 2 (C2).

El cultivar seleccionado fue *Solanum tuberosum* var andígena, grupo de papas nativas recuperadas que se ha venido extendiendo por Sudamérica presentando gran diversidad morfológica de plantas, incluyendo formas y colores en tubérculos y flores (Atencio *et al.*, 2019). Los tubérculos empleados en los cultivos experimentales coinciden con la descripción hecha por Monteros *et al.* (2017), quienes caracterizaron al cultivar *Leona negra* con flores en cantidades moderadas de color violeta - morado oscuro con forma

pentagonal, tallos pigmentados y nervaduras de color verde rectas, hojas con cinco pares de foliolos laterales, periderma rojo-morado y pulpa amarilla con manchas rojas circulares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área y del cultivo.

La eficiencia de los consorcios se determinó en un cultivo experimental de papa nativa (*Solanum tuberosum* var. andígena), ubicado en la vereda El Hato (LN 4,966 y LW 74,140. 2584 msnm), de Subachoque, Cundinamarca – Colombia, suelos en los que se identificó previamente la presencia de Sss. El cultivo se realizó entre los meses de junio a octubre de 2021 siguiendo los principios agroecológicos propuestos por Bover y Suárez (2020). El área del cultivo se caracteriza por presentar temperatura promedio anual de 13 °C con zonas de clima frío y páramo. La precipitación promedio anual es de 890 mm, distribuida entre abril y junio, y entre octubre y diciembre (Vargas *et al.*, 2020).

Características de los inóculos antagonistas.

En fases anteriores al proyecto, se tomaron muestras de suelos de cultivos de papa de la región Cundi-Boyacense, de las cuales se aislaron, purificaron e identificaron *In Vitro* 21 cepas bacterianas nativas no patógenas con potencial antagonico frente al Sss, en el laboratorio de la línea de biotecnología del TecnoParque SENA, nodo Bogotá. Las mismas se identificaron molecularmente en el laboratorio de investigación y biotecnología CORPOGEN®. Las cepas no patógenas fueron sometidas, de nuevo, a pruebas de antagonismo en campo con condiciones controladas, según los métodos propuestos por Espinoza, *et al.* (2019). Por su comportamiento antagonista frente a Ss, se seleccionaron: C1, *B. subtilis*, *B. megaterium* y *B. thuringiensis*; y C2, *P. fluorescens* y *P. moraviensis*.

Las cepas bacterianas seleccionadas, se conservaron y encapsularon por separado con tierra de diatomeas siguiendo la metodología de Espitia *et al.* (2019), obteniendo un polvo de fácil manipulación. En campo se mezclaron las cepas correspondientes a C1 y por aparte las cepas de C2. Los consorcios se aplicaron de forma líquida sobre el suelo en una dilución acuosa 1:100, aproximadamente 200 mL por planta, tres veces durante el cultivo de la papa: en la siembra, en el primer y segundo aporque. Antes de cada aplicación, se realizó recuento de microorganismos garantizando concentraciones entre 10^7 - 10^8 ufc/mL.

Variables evaluadas.

Se tomaron muestras de suelo compuestas para realizar los análisis físico químicos de interés agrícola (Rodríguez, Olivera y Peña, 2019) y para determinar el recuento de quistosoros de Sss. Este último se hizo modificando el método empleado por Pérez, *et al.* (2012). De cada unidad experimental se tomaron 300 g de muestra de suelo secado al ambiente durante 48 h. Posteriormente, se tamizó por mallas 500, 350, 106 y 53 μ m, sucesivamente. De cada muestra se pesó 1 g, se hidrató con agua hasta completar 10 mL y se adicionó 1 gota de azul de tripano.

Esta suspensión se agitó en vortex durante 3 minutos a 1500 rpm. Después de reposar un minuto, se tomó una alícuota superficial de 20 μ L para ver en cámara de Neubauer bajo objetivo 4x de microscopio óptico. Se contaron únicamente los quistosoros reconocidos morfológicamente ubicados en los cuatro cuadrantes para recuento de Leucocitos (García *et al.* 2018) (Figura 1A). La concentración se calculó multiplicando el número de quistosoros contados x 50. Para calcular los quistosoros por gramo de suelo, se multiplicó el resultado por el factor de dilución (10) y se dividió por el peso de la muestra de suelo (300 g). Lo anterior se repitió por triplicado.

Después de la cosecha se recolectaron aleatoriamente dos plantas junto con todos sus tubérculos, ubicadas en las parcelas centrales de cada unidad experimental. De cada una de ellas, se seleccionaron las papas sanas e infectadas con Sss según la morfología caracterizada por García *et al.* (2018) (Figura 1B), obteniendo el número de tubérculos por planta sanos y el número de tubérculos por planta enfermos. Para determinar el rendimiento por tratamiento y área, se pesó la totalidad de las papas por unidad experimental y se comparó frente

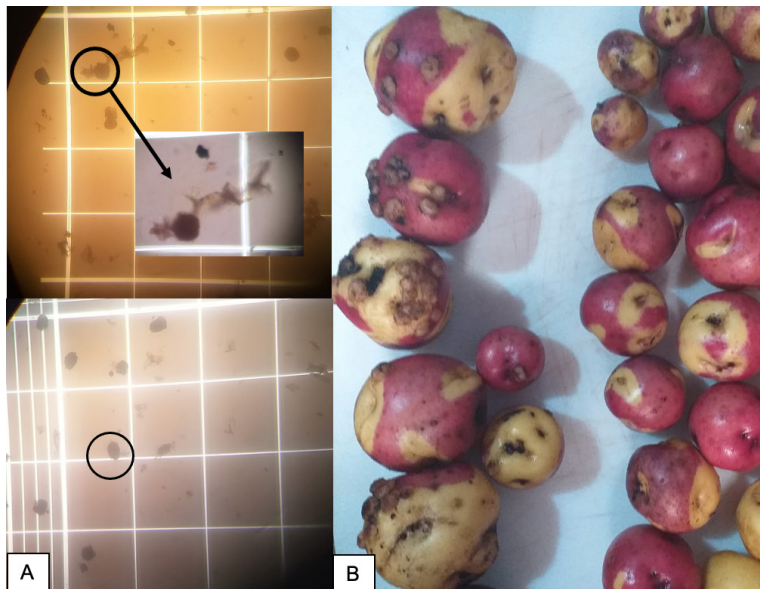


Figura 1.A. Identificación de quistosoros recuperados de suelos de cultivo. Microscopio óptico 4x. **B.** Identificación y recuento de tubérculos con presencia de pústulas de *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*.

al peso de la cosecha (Lavilla *et al.*, 2021). Análisis estadísticos.

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado, conformado por tres tratamientos (C1, C2 y un testigo), cada uno con cuatro repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad de 4 m x 4 m, con cuatro surcos internos en los que se sembraron 32 semillas de papa con yemas o estado de brote. Las características de las unidades experimentales fueron extrapoladas de los protocolos para ensayos de eficacia (ANDI – ICA. 2015).

Para el análisis de los resultados del número de tubérculos infectados y el recuento de los quistosoros de Sss, se utilizó el software libre R. Se comprobó la normalidad de las variables a través de un análisis descriptivo y análisis de varianza ANAVA. La significancia de la varianza se corroboró con la prueba F. Las medias se compararon a través de Rangos Múltiples de Tukey con un α de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico químicos y climáticos de interés para Sss.

Los principales parámetros de interés agrícola monitoreados fueron pH (5,9 para todas las unidades), Carbono Orgánico Total (COT entre 7,6 y 11,4%), Nitrógeno Total (NT entre 1 y 1,4%), Fósforo Disponible (FD entre 7,4 y 9,3 mg/kg) y Potasio (K entre 463,8 y 628 mg/kg). En todas las unidades, incluyendo los testigos y a lo largo del cultivo, se registró un incremento de los nutrientes, sin diferencia significativa estadística entre ellos. Puede que dicho aumento se debe a la adición de los bioinsumos empleados a lo largo del cultivo (Bover y Suárez, 2020) y no por la capacidad de los microorganismos en movilizar y/o fijar nutrientes. Sin embargo, autores como Rodríguez *et al.* (2019) manifiestan que

los géneros empleados *Bacillus* spp y *Pseudomonas* spp ostentan esta capacidad, así como algunos hongos micorrízicos.

El desarrollo de la enfermedad es altamente dependiente de las condiciones ambientales, más no de la cantidad de quistosoros en el suelo. Al respecto, se encontró que no hay una correlación directa entre el recuento de quistosoros y las condiciones climáticas del lugar (suelo y aire). Balendres, *et al.* (2017), plantean que, aunque haya una mínima cantidad de zoosporas (fase asexual de movilidad del protozoo), sí las condiciones del suelo respecto a humedad (WC) son superiores al 60%, y con temperaturas medias (ST) entre 15 – 20 °C, el microorganismo pasa a fase de reproducción propagándose rápidamente sobre los tubérculos. Puntualmente, una WC entre 65 – 100% y ST entre 12 a 15°C, son las condiciones necesarias para el desarrollo Sss; es decir, clima húmedo y frío (Mesa *et al.*, 2018); siendo los 17 °C la ST óptima para la formación de agallas y liberación de zoosporas (Franco *et al.*, 2015).

Al respecto, las condiciones edafológicas del área de estudio, reportaron promedio de WC 28% y ST de 19°C (Figura 2), lo que indica que existían los escenarios favorables para la propagación de la sarna polvorosa entre los tubérculos del cultivo; sin embargo, según el conteo post cosecha de papas con pústulas, las unidades que fueron tratadas con C1 y C2 no manifestaron altos niveles de infestación (Tabla 1). De manera similar, parámetros como la temperatura del aire (TEMP 17,4 °C) y la humedad relativa (RH 58,3%) del área de cultivo, permitieron identificar que el entorno del cultivo presentó condiciones óptimas para el crecimiento y propagación del fitopatógeno Sss; no obstante, el recuento de pústulas y de quistosoros reportaron evidencia estadística que indica que existió un control efectivo del patógeno por parte de los tratamientos.



Figura 2. Condiciones de los suelos del área de estudio. Promedios: humedad WC 28% y temperatura ST 19°C.

Tabla 1. Cálculo postcosecha de la Incidencia de pústulas de *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* en tubérculos de papa *Solanun Tuberosum* var. *andigena*.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (%)	TUBÉRCULOS INFECTADOS	GRADO INCIDENCIA
Testigo	31,7	23,8	3
Consorcio C1	32,8	4,5	1
Consorcio C2	35,6	7,4	1
TOTAL	100	35,7	4

Por otro lado, en suelos con WC constante, la incidencia de Sss es mayor que en aquéllos cuya WC está continuamente fluctuando (Falloon *et al.*, 2016). En los suelos de los cultivos el WC fluctuó desde el 5,2 % hasta el 41,2%. Esta información sumada a la disminución de los quistosoros en los suelos tratados con C1 y C2 puede interpretarse como efecto positivo de los tratamientos sobre el control de la sarna polvorosa.

La tasa de infiltración de los suelos analizados, corresponde a los valores de infiltración esperados para suelos en condiciones normales (Farias *et al.*, 2020). El promedio de infiltración para el predio fue de 59,13 y 65,81 mm/h, en el primer y segundo monitoreo, respectivamente. Para los mismos autores, los resultados se encuentran dentro del

rango normal de la capacidad de infiltración de suelos en condiciones adecuadas para labranza, con medio-alto contenidos de materia orgánica y medio-alto contenido de arcillas. Por otro lado, la diferencia entre los promedios de los monitoreos no supera el 10%, lo cual indica la certidumbre de los procedimientos y, por tanto, la veracidad de los resultados. Según las dos observaciones hechas en campo, la capacidad de infiltración de los predios presentó una tasa de infiltración normal en donde, a mayor saturación de agua (mayor tiempo de la prueba) menor capacidad de infiltración (mayor retención del agua en la superficie).

El resultado obtenido coincide con los antecedentes edáficos del lugar y con los resultados obtenidos en años anteriores

en pruebas de capacidad de infiltración. Al respecto, Úbeda y Delgado (2018) manifiestan que es evidente que las actividades antrópicas realizadas en la zona no hayan afectado las características edáficas del lugar, específicamente la capacidad de infiltración del suelo.

Al comparar los resultados de la infiltración con las concentraciones de materia orgánica disponible en los suelos de cultivo, se evidencia una relación directamente proporcional. Según los mismos autores, la materia orgánica en el suelo funciona como hidro retenedor, puesto que el desprendimiento de los coloides orgánicos que atraen las moléculas de agua, se conservan hasta cuando un organismo vivo los necesita; en este caso, las plantas de papa.

Recuento de quistosoros de Sss.

Según el ANAVA correspondiente al recuento de quistosoros, se comprobó que hay diferencias significativas entre los tratamientos ($P \leq 0,05$). Posteriormente con la prueba de Tukey, se establecieron evidencias estadísticas que sugieren que el tratamiento C1 es el consorcio bacteriano con mejor capacidad antagónica frente al protozoo Sss. Al respecto, Mesa *et al.* (2018), plantean que hay microorganismos productores de metabolitos que son capaces de ejercer control biológico sobre el patógeno en la papa, específicamente, bacterias de los géneros *Bacillus spp* y *Pseudomonas spp*.

O'brien y Milroy (2017), y Simango y Van der Waals (2017), indican que al rededor del mundo existen pocas investigaciones sobre microorganismos que actúen como biocontroladores de Sss, destacando la capacidad antagónica de las bacterias pertenecientes al grupo de *Bacillus subtilis* y al género de *Pseudomonas spp*.

Ahora bien, O'brien y Milroy (2017), basados en estudios anteriores, manifiestan que no es

viabile mezclar dos géneros bacterianos para el control de Sss, pues entre ellos mismos se genera competencia. Esto último, desmotivó la idea de incluir un tratamiento que contuviera cepas de los dos géneros.

Número de tubérculos por planta enfermos.

De forma similar al recuento de quistosoros, se corrió un ANAVA y posteriormente prueba Tukey para determinar la respuesta de los tratamientos sobre el control de Sss en los cultivos experimentales. Al respecto, se encontró evidencia estadística de que existen diferencias entre los tratamientos ($P \leq 0,05$), y que el C1 fue el que mejor control ejerció sobre la aparición de pústulas del protozoo en el peridermis de las papas.

Adicionalmente, se obtuvieron los porcentajes y niveles de incidencia de la enfermedad, siguiendo la metodología clásica planteada por Abbott (1925). El tratamiento con menor incidencia fue el C1 (4,5% y grado de incidencia GI 1 – escala de 0 a 5, en donde 5 es el grado con mayor afectación con porcentajes > 60), seguido de C2 (7,4% y GI 1) y como era de esperarse, las unidades experimentales testigo fueron las que presentaron mayor grado de incidencia de la enfermedad (23,8% y GI 3). Con ello, una vez más se demuestra la capacidad de controlar la sarna polvorosa por parte de los microorganismos testeados y la certidumbre del ejercicio.

Rendimiento por tratamiento y área.

Se observó un leve incremento en el número de tubérculos obtenidos en los cultivos con los tratamientos, siendo el de mayor rendimiento el C2. Así pues, y aunque existió un número mayor de papas en las unidades con inóculos bacterianos, no existe evidencia estadística que apoye tal relación y, por tanto, no se puede aseverar que otro efecto de los tratamientos sea el mejoramiento en el rendimiento.

CONCLUSIONES

Los consorcios bacterianos C1 (tres cepas de *Baccillus* spp) y C2 (dos cepas de *Pseudomonas* spp) fueron eficientes al reducir significativamente los daños causados por *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*. De los dos consorcios, el C1 reportó 2.9% menos porcentaje de afectación en los tubérculos, con respecto a C2. Por tanto, se recomienda el uso del consorcio C1 como estrategia en los planes de manejo de la enfermedad.

Aparentemente, los consorcios bacterianos empleados también generan mejores condiciones nutricionales para los cultivos, reflejado en un leve incremento del rendimiento de las cosechas. Sin embargo, esto último se deja como recomendación para futuras investigaciones con el fin de contrastar estadísticamente la información.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que es un trabajo original y no existió conflicto de intereses de ningún tipo en la elaboración y publicación del manuscrito.

REFERENCIAS

- Abbott, W. 1925.** A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol.; 18: 265-267.
- ANDI – ICA. 2015.** Manual para elaboración de protocolos para ensayos de eficacia. Cámara pro cultivos de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI.
<https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/manual-protocolos-ensayos-eficacia-pqua-1.aspx>
- Atencio, H. Ispizúa, N., Feingold, S. y Clausen, A. 2019.** Conservación ex situ de variedades de papas nativas. Caso de estudio de la variedad 'Collareja' del noroeste de la Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias 45(2): 242-251.
- Balendres, A., Tegg, S. and Wilson, C. 2017.** Resting spore dormancy and infectivity characteristics of the potato powdery scab pathogen *Spongospora subterranea*. Journal of Phytopathology 165(5): 323-330.
<https://doi.org/10.1111/jph.12565>
- Bover, F. y Suárez, H. 2020.** Contribución del enfoque de la agroecología en el funcionamiento y estructura de los agroecosistemas integrados Pastos y Forrajes; 43 (2): 102-111.
- Espinoza, C., Gallegos, M., Hernández, C., Ochoa, F., Cepeda, S. y Castillo, R. 2019.** Antagonistas microbianos a *Fusarium* spp., como agente causal de pudrición de raíces y tallo en melón. Ecosistemas y recursos agropecuarios 6(16): 45-55.
<https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1843>
- Espitia, N., Corredor, P., Castaño, O., Rodríguez, M., Ordoñez, B. and Pérez, F. 2019.** Mechanisms of encapsulation of bacteria in self-healing concrete: review. DYNA 86 (210): 17-22.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.75343>
- Fariás, B., Marquez, A., Guevara, E. and Rey, D. 2020.** Geostatistical modeling of surface water balance (SWB) under variable soil moisture conditions in the Pao river basin, Venezuela. Dyna 87(213): 192-201.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v87n213.84446>

- Falloon, E., Merz, U., Butler, C., Curtin, D., Lister, A. and Thomas, M. 2016.** Root infection of potato by *Spongospora subterranea*: knowledge review and evidence for decreased plant productivity. *Plant Pathology* 65(3): 422-434.
<https://doi.org/10.1111/ppa.12419>
- Franco, R., Amaya, Z. y Torres, C. 2015.** Evaluación de la Resistencia a la Sarna Polvosa en Genotipos de *Solanum Phureja* Bajo Condiciones Controladas a Partir de Tubérculos Semilla. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 11(1): 8-19.
<https://doi.org/10.18359/rfcb.378>
- García, Á., Valenzuela, T., Florencio, A., Ruiz, G., Moreno, V., Hernández, M., López, B., Bravo, P., Pineda, R., Quezada, S. y Ávila, Q. 2018.** Organismos asociados a daños en tubérculos de papa en postcosecha. *Revista mexicana de fitopatología* 36 (2): 308-320.
<https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1801-1>
- Lavilla, M. y Ivancovich, A. 2021.** Relación entre enfermedades y rendimiento de granos de soja. *Agronomía Mesoamericana* 32 (2): 479-486.
<https://doi.org/10.15517/am.v32i2.44057>
- Mesa, Q., García, D. y Cotes, P. 2018.** En búsqueda de una alternativa de manejo del camanduleo de la papa ocasionada por *Spongospora subterranea*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 11 (2): 378-386.
<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.6150>
- Monteros, A., Buitrón J., Orbe K. and Cuesta, X. 2017.** Ecuadorian potato landraces: Traditional names and genetic identity. *Revista Fitotecnia Mexicana* 40 (4): 481-489.
<https://doi.org/10.35196/rfm.2017.4.481-489>
- O'Brien, A. and Milroy, P. 2017.** Towards biological control of *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*, the causal agent of powdery scab in potato. *Australasian Plant Pathology* 46: 1-10.
- Pérez, P., Gilchrist, R. y Reynaldi, S. 2012.** Producción de quistosoros de *Spongospora subterranea* (Walk.) Lagerh f. sp. *subterranea* Tomlinson durante un ciclo de cultivo de papa en tres tipos de suelo. *Acta Agronómica* 61(2): 111-116.
- Rodríguez, E., Olivera, V. y Peña, C. 2019.** Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 20 (2): 295-308.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460
- Simango, K. and Van der Waals, J. 2017.** Effects of Different Soil Treatments on the Development of *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* in Potato Roots and Tubers in the Greenhouse. *Open Access* 60(1): 47-60
- Úbeda, R. y Delgado, D. 2018.** La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim* 4 (7): 889-896.
<http://dx.doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6299>
- Vargas, C., Plata, R. y Guevara, O. 2020.** Diseño participativo de una alerta agroclimática temprana para el cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*) en Subachoque, Colombia. *Acta Agronómica* 69 (3): 179-187.
<https://doi.org/10.15446/acag.v69n3.77051>