

DÉCIMO CONGRESO
ECUATORIANO DE LA PAPA
SAN GABRIEL - 2023

Tecnologías e innovaciones para el desarrollo sostenible



Libro de
MEMORIAS





DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023
Tecnologías e innovaciones para el desarrollo sostenible



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023
Tecnologías e innovaciones para el desarrollo sostenible



MEMORIAS DEL X-CEP
San Gabriel – Carchi – Ecuador
Junio 29 y 30, 2023

MEMORIAS DEL X CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA

Tecnología e innovaciones para el desarrollo sostenible

29 y 30 de junio de 2023

San Gabriel – Carchi – Ecuador

500 ejemplares

Compilación y diseño:

Marcelo Racines y Patricio Cuasapaz.

Editores:

Xavier Cuesta, Ph.D., Marcelo Racines M.Sc., Byron Montero, M.Sc., Patricio Cuasapaz, Ing., Nancy Panchi M.Sc., Hernan Benavides Ph.D.

Coordinador:

Patricio Cuasapaz
AGNLATAM S.A.

Cita sugerida:

Racines, M., Cuesta, X., Montero, B., Cuasapaz, P., Panchi, N., Benavidez, H. (Eds). 2023. Libro de Memorias del X Congreso Ecuatoriano de la Papa. San Gabriel, Ecuador. Pp 148.

Prólogo

Comité Organizador del X-CEP - 2023

Versión en línea, junio de 2023

ISBN: 978-9942-44-603-9



ISBN- 978-9942-44-603-9 Fecha de catalogación: junio de 2023

“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”.



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA
“Tecnología e innovaciones para el desarrollo sostenible”

Comité Organizador:

INIAP

Marcelo Racines, MSc.
Xavier Cuesta, Ph.D.
Jovanny Suquillo, MSc.
Jorge Rivadeneira, MSc.

UPEC

Hernán Benavidez, Ph.D.
Paúl Ortiz, Ing. Agr.

CIP

Nancy Panchi, Ing. Agr.
Israel Navarrete, Ph.D.

AGNLATAM

Patricio Cuazapaz, Ing. Agr.
Byron Montero, Ing. Agr.

Comité Científico:

Álvaro Monteros, Ph.D.
Israel Navarrete, Ph.D.
José Luis Pantoja, Ph.D.
José Velásquez, Ph.D.
Víctor Moreno, MSc.
Yamil Cartagena, Ph.D.

Carmen Castillo, Ph.D.
Iván Samaniego, Ph.D.
José Ochoa, Ph.D.
Víctor Barrera, Ph.D.
Xavier Cuesta, Ph.D.

Comité Editor:

Marcelo Racines, MSc.
José Luis Pantoja, Ph.D.

Xavier Cuesta, Ph.D.
Patricio Cuazapaz, Ing.





Índice

PRÓLOGO	xi
CONFERENCIAS MAGISTRALES	13
Investigación para el desarrollo del cultivo de la papa: Contribuciones y perspectivas del Centro Internacional de la Papa.....	15
Producción y consumo de papa en Ecuador	18
Agroecología en la práctica - La Granja del Futuro	21
Agricultura de conservación promueve la productividad y sostenibilidad en los sistemas de producción papa-pastos de la Región Andina del Ecuador	23
Haciendo Frente al Cambio Climático a Través de Prácticas de Bajas Emisiones en el Cultivo de Papa: Alcances y Perspectivas	24
Diagnóstico de la próxima generación para identificar y manejar plagas y enfermedades de papa.....	27
Impacto del Cambio Climático sobre la eficiencia de los pesticidas: Evidencia del patosistema Tizón Tardío – Papa en Ecuador	28
Búsqueda de resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> en germoplasma de papa	31
Conociendo a las papas silvestres Ecuatorianas	34
La papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.): un alimento saludable	35
Constelación de satélites de EOSDA – Una nueva herramienta para monitorizar los cultivos	37
PRESENTACIONES	41
AGRONOMIA Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	43
Dinámica de la absorción de nutrientes en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Superchola, para la producción de semilla prebásica	45
Semilla de calidad: Difusión y fortalecimiento de capacidades de productores que trabajan en el rubro de papa.....	47
Respuesta a la fertilización de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Capiro, en el Sector el Carmelo provincia de Imbabura	49
Rescate y multiplicación de las variedades de papas nativas chaucha roja y yema de huevo con organizaciones de pequeños agricultores de chimborazo	53
Huella hídrica en la producción de papa variedad Super Chola (<i>Solanum tuberosum</i> L.) provincia de Carchi.....	55
Evaluación de niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i> , L.), en la provincia del Carchi	58
Caracterización del comportamiento agronómico de cuatro accesiones de papa nativa (<i>Solanum tuberosum</i>), en los cantones de Montúfar y Bolívar, provincia de Carchi.....	60

MEJORAMIENTO GENETICO, RECURSOS GENETICOS Y BIOTECNOLOGIA	63
Evaluación de la regeneración <i>in vitro</i> vía organogénesis indirecta de diferentes genotipos de papa del INIAP	65
Caracterización molecular (SSRs) y screening de marcadores moleculares asociados a tizón tardío en especies silvestres de papa colectadas en Ecuador.....	69
Nuevas variedades de papa diploide para Nariño, Colombia.....	71
Evaluación de marcadores moleculares asociados con resistencia a tizón tardío, nematodo del quiste y aspectos de calidad en germoplasma de papa en INIAP	73
Determinación de resistencia/tolerancia en germoplasma de papa a <i>Globodera pallida</i> en invernadero	75
INNOVACIONES TECNOLÓGICAS	77
Zonificación Agroecológica del cultivo de Papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>) en Carchi, Ecuador.....	79
Evaluación de alternativas de biofertilización en papa variedad Superchola en Huacacachi (parte 1).....	83
Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa variedad Superchola en Huaca – Carchi (parte 2).....	85
Siembra en hoyos, una alternativa de producción de papa <i>Solanum tuberosum L.</i> , en suelos erosionados. Cacha, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.....	87
Control de lancha tardía (<i>Phytophthora infestans</i>) en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) con el fungicida Copper Green 25 WG (Dicopper chloride trihydroxide 420,1 g/kg, equivalente a 250 g/Kg de cobre metálico)	89
Incidencia de la fertilización edáfica en el comportamiento agronómico de la papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>) variedad Superchola en la Estación Experimental Tunshi	91
SOCIOECONOMÍA.....	93
Costos de producción de tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>) en la Asociación Conpapa - provincia de Tungurahua	95
Avances en el fortalecimiento de la robustez de los sistemas de semilla de papa y la conservación de la agrobiodiversidad.....	97
Monitoreo participativo del complejo de punta morada de la papa en Colombia.....	98
PROTECCION VEGETAL (FITOPATOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA).....	101
Caracterización de la variedad de papa Diacol Capiro frente al complejo punta morada, en el Sur de Colombia	103
Determinación de haplotipos mitocondriales de <i>Bactericera cockerelli</i> colectados en la provincia de Huancabamba - Perú.....	105
Validación de recomendaciones frente a punta morada en parcelas comerciales de <i>Solanum tuberosum</i> grupo phureja en Nariño - Colombia.....	107



Evaluación de la dinámica poblacional del complejo de polillas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en la provincia del Carchi.....	109
Manejo de tres tipos de trampas y dos insecticidas para monitoreo de gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>), Cuturiví Chico. Cotopaxi 2023.....	111
Evaluación de extractos vegetales para control de <i>Globodera pallida</i> bajo condiciones de invernadero	114
Ciclo de vida de <i>Bactericera cockerelli</i> bajo condiciones controladas y fluctuantes ..	116
Evaluación de la sensibilidad a fungicidas de poblaciones de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary aisladas de cultivos de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), mediante ensayo en placa de discos de hojas	118
Validación del sistema de apoyo a la decisión para manejo del tizón tardío de la papa en cuatro provincias de la Sierra Ecuatoriana	120
Detección y caracterización de los virus PLRV, PVY, PVX, PVS en la conservación in-situ de papas nativas en el departamento de Nariño	122
Patógenos de suelo en el cultivo de papa: Importancia	124
SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	127
Evaluación de productos biorracionales para el manejo de <i>Bactericera cockerelli</i>	129
Evaluación de biofertilizantes en el cultivo de papa variedad Superchola en Huaca-Carchi	131
POSCOSECHA, AGROINDUSTRIA, ALMACENAMIENTO Y VALOR NUTRITIVO	133
Evaluación de las características postcosecha, y de fritura de siete genotipos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) bajo estándares de calidad para agroindustria tipo bastón.....	135
Extracción y aislamiento por dos sistemas bifásicos acuosos de la enzima polifenoloxidasas de tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), para su aplicación en jugo de frutas en Latacunga, Cotopaxi, Ecuador	137
Inhibición de brotación y reducción de pérdida de peso en papa nativa fumigada con etanol	139
Efecto de la temperatura en la cinética de secado de pulpa de dos variedades de papas nativas.....	141
Agradecimientos.....	143



PRÓLOGO

La papa (*Solanum tuberosum* L.), después del arroz, trigo y maíz, es el cuarto cultivo alimenticio a nivel mundial. Al 2021 se cultivaron 18 millones de hectáreas, con una producción de 376 millones de toneladas de tubérculo fresco, que da alimento para 1,400 millones de personas en el mundo que consumen regularmente. En el Ecuador, según información del MAG en el 2021 se cosecharon 19,088 ha de papa, con una producción de 244,749 t y un rendimiento de 12.82 t/ha, cantidades importantes de producción y consumo para el país. Aunque en la última década la superficie sembrada y producción disminuyeron en 50% y 35% respectivamente, por diversos factores, entre ellos la presencia de plagas emergentes como punta morada, patógenos de suelo, variaciones climáticas; en tanto que el rendimiento creció en 40%. La provincia del Carchi, se mantiene como la principal productora con 4,021 ha cosechadas, 101.007 t, que representan el 21 y 47% respectivamente a nivel nacional. En tanto que el rendimiento fue de 25.12 t/ha, que duplica el promedio nacional.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Centro Internacional de la Papa (CIP), la empresa AGNLATAM, conjuntamente con la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), el GAD del Cantón Montúfar, la Prefectura del Carchi, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Proyecto Paisajes Andinos de FAO, Unión Europea en Ecuador y El Ministerio de Agricultura y Ganadería, han unido esfuerzos para organizar el Décimo Congreso Ecuatoriano de la Papa (X-CEP-2023), que constituye un espacio científico, tecnológico y cultural de alcance internacional, en el que especialistas reconocidos del (CIP) - Perú, Universidad Estatal de Oregón – Estados Unidos, Universidad de Wageningen – Los Países Bajos y del INIAP van a compartir los avances en temas de importancia mundial para el rubro. Adicionalmente se presentarán resultados de trabajos de investigación y desarrollo realizados en el Ecuador, Colombia y Perú. Este evento reúne a los diversos actores del sector papero integrados en la cadena de la producción, consumo y servicios relacionados a la papa. El lema del este X-CEP-2023 es “Tecnologías e innovaciones para el desarrollo sostenible”.

El XCEP se realiza en la ciudad de San Gabriel, provincia del Carchi, como una manera de dar realce y resaltar a este cantón, por ser uno de los más representativos de la producción de papa del Ecuador. El Congreso contempla una agenda que incluye conferencias magistrales, presentaciones de trabajos (29 y 30 de junio), un día de campo, que busca demostrar de manera real el uso de nuevas tecnologías, además una feria para conmemorar el Día Nacional de la Papa, en donde se junta la oferta tecnológica actual, los proyectos locales y nacionales de importancia y la gastronomía.

Los organizadores del X-CEP-2023 agradecen la participación de los expositores nacionales e internacionales que comparten sus experiencia y conocimientos. Igualmente agradecen a los auspiciantes que han aportado con sus recursos para la organización y ejecución de este evento.

El comité organizador se permite ofrecer un homenaje póstumo a Juan Eduardo León Ruiz, Ph.D., uno de los fundadores del Centro Experimental del Riego, investigador y especialista en el área de Riegos y Drenajes de la ESPOCH, por sus aportes en la investigación que han dejado importantes conocimientos que apoyarán a los productores a mejorar sus cultivos.

Comité Organizador
X Congreso Ecuatoriano de la Papa 2023



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

CONFERENCIAS MAGISTRALES



Investigación para el desarrollo del cultivo de la papa: Contribuciones y perspectivas del Centro Internacional de la Papa

Jorge L. Andrade-Piedra¹

¹Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.

Autor para correspondencia: j.andrade@cgiar.org

Palabras clave: biofortificación, tizón tardío, semilla, híbrido, manejo integrado

Los agricultores de pequeña escala en muchos países en vías de desarrollo enfrentan varios desafíos para producir alimentos nutritivos para sus familias y para lograr ingresos por ventas de sus productos (Devaux et al., 2021). Estos desafíos incluyen el crecimiento de la población que demanda más alimentos de mejor calidad, la pérdida de terrenos de uso agrícola, presencia de plagas y enfermedades, sequías e inundaciones, deterioro de la calidad de los suelos y distorsiones en los mercados globales, como la dependencia a los granos e insumos comercializados internacionalmente que deja a las poblaciones pobres en un mayor riesgo de desnutrición debido a los aumentos de precios. Para enfrentar estos desafíos en sistemas agroalimentarios basados en la papa, el Centro Internacional de la Papa y sus aliados desarrollan una cartera de investigación para el desarrollo que incluye, entre las más importantes (CIP 2019): (1) papas biofortificadas; (2) papas resistentes a enfermedades desarrolladas mediante biotecnología; (3) papas híbridas; (4) tecnologías de semilla y herramientas de negocio; y (5) métodos de intensificación y diversificación sostenible.

1. **Papas biofortificadas.** Este producto contribuye a reducir la malnutrición y mejorar los sistemas agroalimentarios. Mediante mejoramiento convencional se han desarrollado variedades de papa ricas en hierro y zinc con alta biodisponibilidad, productivas, tolerantes a estreses abióticos, resistentes a enfermedades como el tizón tardío, y de maduración precoz (Burgos et al., 2023).

2. **Papas resistentes a enfermedades desarrolladas mediante biotecnología.** El tizón tardío continúa siendo la principal enfermedad de la papa a nivel global. Mediante métodos biotecnológicos de vanguardia se ha transferido genes de resistencia al tizón tardío de parientes silvestres a papas cultivadas. Estas variedades están siendo evaluadas en Kenia y Uganda comprobándose que son altamente resistentes al tizón tardío (Byarugaba et al., 2021). Los próximos objetivos son el virus Y de la papa (PVY) y la marchitez bacteriana, segunda y tercera enfermedades más importantes de la papa, respectivamente.

3. **Papas híbridas.** Este producto se concentra en la producción de semilla sexual de papa a través del cultivo de líneas autógamias para la captura del vigor híbrido (Struik et al., 2023). Es una estrategia innovadora de mejoramiento que facilita la inclusión más rápida de nuevas combinaciones de rasgos. Además, es una estrategia que tiene el potencial de revolucionar el manejo de la semilla de papa, pues los tubérculos semilla pueden ser reemplazados por semilla sexual. Este producto se lo desarrolla en alianza con empresas privadas y otros actores de la cadena de papa.

4. **Tecnologías de semilla y herramientas de negocio.** La semilla de baja calidad es una de las mayores limitantes que enfrentan los agricultores en países en vías de desarrollo por el peligro de diseminar plagas y enfermedades y por las pérdidas de rendimiento que causa (Forbes et al., 2020). Este producto se concentra en el desarrollo de metodologías para diagnosticar a los sistemas de semilla (Andrade-Piedra et al., 2022), para diseminar nuevas variedades y conservar variedades locales, así como en la generación de tecnologías para mejorar el manejo de la degeneración de la semilla de papa mediante el uso de variedades resistentes a virosis, manejo de semilla en finca y provisión de semilla certificada (Thomas-Sharma et al., 2016), incluyendo el desarrollo y difusión de técnicas de multiplicación rápida, protocolos para asegurar la calidad de la semilla y herramientas de detección de enfermedades. También se desarrollan modelos de negocios inclusivos para mejorar la innovación en el sector de semillas de papa.

5. **Métodos de intensificación y diversificación sostenible.** Este producto desarrolla investigación y generación de tecnologías para mejorar la resiliencia de los sistemas agroalimentarios y aumentar la producción de alimentos de manera sostenible. Esto incluye tecnologías para manejo de plagas y enfermedades, manejo sostenible de suelos y agua, y rotación y asociaciones de cultivos. Ejemplos de estas tecnologías incluyen labranza mínima de papa y *mulching* para intensificar los sistemas de producción de arroz y papa en Asia con variedades precoces de papa (Ramirez et al., 2022), paquetes de manejo integrado para tizón tardío (Adolf 2020), detección remota de estreses bióticos y abióticos para predecir rendimiento, modelos para predecir el efecto del cambio climático en plagas, detección de enfermedades mediante herramientas digitales (Kreuze et al., 2022), entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

- Adolf, B., Andrade-Piedra, J., Bittara Molina, F., Przetakiewicz, J., Hausladen, H., Kromann, P., Lees, A., Lindqvist-Kreuze, H., Perez, W., and Secor, G. A. 2020. Fungal, Oomycete, and Plasmodiophorid Diseases of Potato – Late blight. In H. Campos & O. Ortiz (Eds.), *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind* (pp. 307-350). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_9
- Andrade-Piedra, J.L.; Garrett, K.A.; Delaquis, E.; Almekinders, C.J.M.; Kilwinger, F.; Navarrete, I.; McEwan, M.; Mayanja, S.; Rajendran, S.; Mulugo, L.; Omondi, B.A.; Kumar, P. L. 2022. Toolbox for Working with Root, Tuber, and Banana Seed Systems. In: Thiele, G., Friedmann, M., Campos, H., Polar, V., Bentley, J.W. (eds) *Root, Tuber and Banana Food System Innovations*. Springer, Cham. ISBN 978-3-030-92022-7. pp. 319 - 352. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92022-7_11
- Burgos, G., Liria, R., Zeder, C., Kroon, P.A., Hareau, G., Penny, M., Dainty, J., Al-Jaibaji, O., Boy, E., Mithen, R., Hurrell, R.F., Salas, E. zum Felde, T., Zimmermann, M., Fairweather-Tait, S. 2023. Total Iron Absorbed from Iron-Biofortified Potatoes Is Higher than that from Nonbiofortified Potatoes: A Randomized Trial Using Stable Iron Isotopes in Women from the Peruvian Highlands. *The Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.04.010>
- Byarugaba, A. A., Baguma, G., Jjemba, D. M., Faith, A. K., Wasukira, A., Magembe, E., Njoroge, A., Barekye, A., & Ghislain, M. (2021). Comparative Phenotypic and Agronomic Assessment of Transgenic Potato with 3R-Gene Stack with Complete



Resistance to Late Blight Disease. *Biology*. ISSN 2079-7737. 10(10), 952. 15 p. <https://doi.org/10.3390/biology10100952>

Devaux, A., Goffart, J. P., Kromann, P., Andrade-Piedra, J., Polar, V., Hareau, G. 2021. The Potato of the Future: Opportunities and Challenges in Sustainable Agri-food Systems. *Potato Research*. ISSN: 1871-4528. 40 p. <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09501-4>

Forbes, G.A., Charkowski, A., Andrade-Piedra, J., Parker, M.L., Schulte-Geldermann, E., 2020. Potato Seed Systems, in: Campos, H., Ortiz, O. (Eds.), *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. Springer International Publishing, Cham, pp. 431–447. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_12

Kreuze, J., Adewopo, J., Selvaraj, M., Mwanzia, L., Kumar, P.L., Cuellar, W., ... & Blomme, G. (2022). Innovative digital technologies to monitor and control pest and disease threats in Root, Tuber, and Banana (RT&B) cropping systems: progress and prospects. In M. Friedmann, H. Campos, V. Polar, and J.W. Bentley, *Root, Tuber and Banana Food System Innovations*, Cham, Switzerland: Springer, (p. 261-288). https://doi.org/10.1007/978-3-030-92022-7_9

Ramírez, D. A.; Silva-Díaz, C.; Ninanya, J.; Carbajal, M.; Rinza, J.; Kakraliya, S.; Gatto, M.; Kreuze, J. 2022. Potato Zero-Tillage and Mulching Is Promising in Achieving Agronomic Gain in Asia. *Agronomy*, 12(7), 1494. ISSN: 2073-4395. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071494>

Struik, P.C., Gildemacher, P.R., Dirk Stemerding, D., and Lindhout, P. (Eds). 2023. *Impact of hybrid potato: The future of hybrid potato from a systems perspective*. Wageningen Academic Publishers. 184 p. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-946-6>

Thomas-Sharma S, Abdurahman A, Ali S, Andrade-Piedra J, Bao S, Charkowski A, Crook D, Kadian M, Kromann P, Struik P, Torrance L, Garrett K, Forbes G. 2016. Seed degeneration in potato: the need for an integrated seed health strategy to mitigate the problem in developing countries. *Plant Pathology* 65(1):3-16. <https://doi.org/10.1111/ppa.12439>

Producción y consumo de papa en Ecuador

Marcelo Racines Jaramillo¹, Jessica Amagua¹, Verónica Suango¹, Xavier Cuesta¹

¹INIAP – EESC – PNRT-papa. Autor correspondiente: marcelo.racines@iniap.gob.ec

Palabras clave: alimento, *Solanum tuberosum*, rendimiento

Resumen

La papa (*Solanum tuberosum*) se considera como el cuarto cultivo alimenticio de importancia mundial después del maíz, arroz, trigo. En el año 2021, la superficie cultivada fue 18 millones de hectáreas y una producción que sobrepasó los 376 millones de toneladas (FAOSTAT, 2021). Aproximadamente 1.4 mil millones de personas consumen papa regularmente (CIP, 2020).

En Ecuador, la papa mantiene su importancia en los sistemas de producción andinos, así como su relevancia cultural, socioeconómica, y sobre todo como un alimento nutritivo que aporta a la seguridad y soberanía alimentaria. La papa se cultiva en las 10 provincias serranas del país. En el año 2021, la importancia socio económica se reflejó en la contribución del 2.3% al Valor Agregado Bruto Agropecuario del Ecuador (MAG, 2022b), así como por el flujo de dinero efectivo circulante que genera el sistema productivo. Es importante considerar el trabajo de las 82,999 personas relacionadas directamente con el cultivo; además, resaltar la presencia de la mujer en el 47% (MAG, 2022b). aunque apenas el 8% de productores pertenece a organizaciones relacionados con el cultivo (MAG, 2022a). Constituye además una fuente de empleo ya que genera alrededor de 1.5 millones de jornales al año.

Producción

En el período 2010-2021, la papa estuvo entre los puestos 10 al 13 de mayor superficie cultivada a nivel nacional, y en la región serrana estuvo entre el primero y cuarto puesto; en relación a la producción y rendimiento mantuvo en primer lugar en todas las provincias serranas (MAG, 2021). El 91% de los productores cultivan en áreas menores a cinco ha, el 8% en áreas entre 5 a 10 ha y el 1% en áreas mayores a 10 ha (MAG, 2022b). En el período analizado, la superficie decreció 56.8%, de 44,245 ha a 19,088 ha; la producción presenta una tendencia decreciente, disminuyó 36.7%, de 386,798 t a 244,749 t; al contrario, el rendimiento creció de 8.7 a 12,8 t ha⁻¹. (MAG, 2021a). De la producción nacional, el 74% se destina al consumo doméstico, 17% semilla y 9% consumo industrial (AGROBAYER, 2020).

Las provincias de la región norte (Carchi, Imbabura y Pichincha), representan el 32% de la superficie cultivada (6,155 ha) y aportan con el 54% de la producción (131,188 t), y un rendimiento de 21.3 t ha⁻¹. La región central (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) con el 53% del área cultivada (10,203 ha), 40% de la producción (99,057 t) y 9.7 t ha⁻¹ de rendimiento: y la región sur (Cañar, Azuay y Loja) con el 14% del área (2,622 ha), 5% de la producción (13,149 t) y un rendimiento de 5 t ha⁻¹. Las diferencias marcadas se deben a las diversas condiciones agroproductivas de suelo, manejo tecnológico y destino de la producción.

A pesar del incremento en rendimiento, aún se mantienen importantes brechas frente a los países vecinos de Colombia y Perú con 21.8 y 17.1 t ha⁻¹, respectivamente, y más aún con las más de 40 t ha⁻¹ que se obtienen en Nueva Zelanda, Estados Unidos, Alemania y



Holanda (FAOSTAT, 2021). Los bajos rendimientos son efecto de factores bióticos y abióticos, como: incidencia de plagas, enfermedades, exceso de lluvias, bajas temperaturas, uso de semilla de mala calidad, entre otros.

El MAG 2022a, estimó que el 3% cultiva con semilla certificada, y la gran diferencia, el 97% a semilla reciclada. La semilla común no presenta los atributos de calidad física, genética, sanitaria y fisiológica propios de una semilla de calidad, por lo que mantiene y genera problemas en los sistemas productivos: disemina rápidamente las plagas y enfermedades, tiene menor potencial productivo, presenta mezclas varietales y diversos estados fisiológicos del material, entre otros. En Ecuador, coexiste un problema de baja oferta y baja demanda de semilla de calidad, principalmente por efecto de la elasticidad de la demanda de este insumo, así como la dicotomía entre el precio y el valor de la semilla.

En el 2021, los principales factores abióticos declarados por los productores fueron: bajas temperaturas (11–39%) y exceso de humedad (33%) (MAG, 2022a), los valores varían por provincia. En los problemas bióticos, entre el 36 y 77% de los productores declararon que sus cultivos fueron afectados por plagas y enfermedades; los principales mencionados fueron: PMP (20-56%), tizón tardío o “lancha” (25-71%), gusano blanco (5-50%), virus 25%, bacterias 19% (MAG, 2022a).

Los técnicos de las UDT del INIAP en provincia reportaron los siguientes problemas prevalentes en sus zonas: complejo PMP, tizón tardío y enfermedades relacionadas al suelo (spongospora, nematodos, ralstonia, pectobacterium). Para el caso de PMP, la incidencia varía entre 30 al 80%, lo que ha ocasionado reducción del 30-100% en la producción y rendimiento. Para el control de plagas y enfermedades, indican que se realizan entre 5 a 20 aplicaciones por ciclo, lo que ha incidido en el incremento entre el 20 a 50% en el uso de agroquímicos y costos de aplicación. Los costos de producción varían dependiendo de la región, el uso y tecnología empleada, en Carchi y Pichincha entre 7,000 - 9,000 USD/ha; en Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, entre 5000 - 8,000 USD/ha, y en Cañar y Azuay 5,000 - 7,000 USD/ha (INIAP, 2023).

Consumo

La papa constituye alimento base de la dieta alimenticia de gran parte de la población ecuatoriana. Es un alimento popular de consumo masivo, de amplia aceptación y versátil para la preparación y consumo en diversos platos y variantes: locros, sopas, cremas, cocida, al vapor, asada, frita (bastones, criollas, hojuelas, rizadas, de colores), purés, llapingachos, tortillas, ensaladas, pan, tortas, pasteles, helados, coladas, vodka, vino, etc. El Ecuador, a pesar de ser un país de diversidad de papas, con alrededor de 550 variedades nativas, alrededor de 20 variedades mejoradas y 17 especies silvestres, la producción y consumo está tendiendo a una concentración en la variedad Superchola. A nivel provincial, se estima que la producción y oferta de esta variedad es del 83% en Carchi, 47% en Cotopaxi y 41% en Chimborazo (MAG, 2022a).

En el año 2010, la disponibilidad de papa para consumo fue de 326,549 t/año (producción nacional fue 317,832 t; se exportaron 4,818 t; se importaron 13,529 t de papa congelada). En el 2021 la disponibilidad fue de 284,676 t/año (257,569 t producción nacional, 762 t exportación e importación 27,870 t que correspondió) (MAG, 2021b), se aprecia que las importaciones de papa congelada crecieron en 106%, de 4,818 a 27,870 t por efecto del incremento del mercado de comidas rápidas de cadenas transnacionales y por cambio en los hábitos de consumo. Las importaciones provinieron de países europeos 83% y Argentina 17% (MAG, 2022b).

En el año 2010, con una población de 14.9 millones de habitantes, el consumo per-cápita de papa fue de 22 kg/año, además se consumió: plátano 22 kg/año, trigo 35 kg/año (99% importado) y arroz 61 kg/año. En el 2021, con 17.8 millones de habitantes, el consumo per-cápita de papa disminuyó a 16 kg/año, plátano 29 kg/año, trigo 39 kg/año (99% importado) y arroz 51 kg/año (MAG, 2021b), esto muestra que existe gran competencia en el consumo dentro del grupo de carbohidratos y una total dependencia externa en el caso del trigo.

La papa se considera un alimento nutritivo por la cantidad y calidad de sus contenidos nutricionales. Cuesta, 2013, menciona que, en una muestra en base húmeda de 150 g de papa cocida con cáscara, se determinaron los porcentajes de aporte al requerimiento diario recomendado (RDR): carbohidratos 11%, proteína 6%, fibra 11-14%, energía 4%; entre los minerales: potasio 20%, yodo 20%, cobre 20%, hierro 18%, magnesio 10%, fósforo 9%, zinc 6%; entre las vitaminas: C 40%, B1 16%, B2 5%, B3 8%, B6 29%, B9 16%; además aporta con antioxidantes (carotenoides, antocianinas). Esto demuestra que la papa es un alimento nutritivo e importante en la dieta de los consumidores de este tubérculo.

Una hectárea de papa puede producir de dos a cuatro veces la cantidad de alimentos de los cultivos de cereales (CIP, 2020). En Ecuador, al 2021, para obtener una tonelada de alimento, en papa, con un rendimiento de 12.82 t ha⁻¹, se requiere cultivar 780 m²; en cebada, con 1.51 t ha⁻¹ de rendimiento se debió cultivar 6,623 m² (8 veces más área que papa), y en maíz suave seco con 0.92 t ha⁻¹ de rendimiento se requiere cultivar 10,870 m² (14 veces más área que papa).

Conclusión

En el sistema agroalimentario del Ecuador, la papa continúa siendo un cultivo de importancia por su superficie, volumen de producción y aporte a la economía, cultura, además por su contribución como un alimento nutritivo para la seguridad y soberanía alimentaria del país.

Bibliografía.

- AGROBAYER. 2022. Cultivo de Papa. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/256195293_Cultivo_de_papa. (Consulta mayo de 2023). Quito, Ecuador.
- Centro Internacional de la Papa, 2020. Datos y cifras de la papa. Disponible en <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>. (Consulta de mayo de 2023). Lima-Perú.
- Cuesta, X., 2023. Comunicación personal. Mayo de 2023.
- FAOSTAT, 2021. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>. (Consulta mayo de 2023).
- INIAP-UDT. 2023. Comunicación personal. Abril de 2023.
- MAG, 2021-a. SIPA, Información productiva territorial. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>. (Consulta mayo de 2023). Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Quito-Ecuador.
- MAG, 2021-b. SIPA, Hoja de Balance de Alimentos. http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/base-estadistica/modulo_productivo/hoja-balance-alimentos.xlsx. (Consulta mayo de 2023). Quito-Ecuador.
- MAG, 2022-a. Informe de rendimientos objetivos de papa 2021. Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Quito-Ecuador.
- MAG, 2022-b. Boletín situacional cultivo de papa, 2021. Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Quito, Ecuador.



Agroecología en la práctica - La Granja del Futuro

Peter Kromann

Wageningen University & Research, Field Crops Business Unit, Lelystad, Los Países Bajos.
peter.kromann@wur.nl

Palabras clave: “Field lab”, Plataforma multi participativa, agro-ecología funcional.

Área temática: Protección vegetal (fitopatología y entomología). Conferencia magistral.

INTRODUCCIÓN

La Granja del Futuro es una iniciativa holandesa que reúne a investigadores de Wageningen University & Research (WUR) y a agricultores (jóvenes) del futuro de los Países Bajos en búsqueda de soluciones viables a los retos comunes a los que se enfrenta el sector agrario en Los Países Bajos. Reducir el uso de pesticidas al 50%, además de la reducción de los usos de nitrógeno, fósforo y energía fósil y la adaptación al cambio climático. Fue iniciada en el año 2020 en la estación experimental de WUR, cerca de la ciudad de Lelystad, en la provincia de Flevoland en una región de cultivo de papa.

La Granja del Futuro consta de un gran lote demostrativo vinculado a ensayos de investigación, tal como ensayos en sistemas a largo plazo y de parcelas experimentales más pequeñas. La iniciativa destaca por su plataforma de colaboración inclusiva en la que participan diversos agentes de los sectores público y privado. Entre los participantes figuran agricultores, empresas, institutos de investigación, gobiernos locales y el Ministerio de Agricultura como principal financiador. Los objetivos son los siguientes:

(a) Explorar la agroecología: El laboratorio de campo explora los principios de la agroecología, incluida la mejora de la biodiversidad, la gestión de la salud del suelo y los métodos ecológicos de manejo de plagas. El objetivo es evaluar los beneficios potenciales de la agroecología en términos de rendimiento, eficiencia de los recursos y sostenibilidad medioambiental.

(b) Integración de la mecanización inteligente: El laboratorio de campo demuestra la integración de tecnologías de mecanización inteligente, como la agricultura de precisión, las máquinas autónomas y los sistemas de supervisión basados en sensores. Estas tecnologías pretenden optimizar las operaciones agrícolas, reducir las necesidades de mano de obra y mejorar el uso de los recursos.

(c) Intercambio de conocimientos y cooperación: El laboratorio de campo sirve de plataforma para el intercambio de conocimientos y la cooperación entre investigadores, agricultores y agentes del sector privado.

A través de su plataforma multi participativa el proyecto aprovecha de los conocimientos y la experiencia de diversos actores, como la fuerza de las empresas privadas para impulsar el progreso del sector agrícola en los Países Bajos.

WUR proporciona apoyo técnico en el diseño de laboratorios de campo centrados en la agroecología y la mecanización inteligente a nivel nacional e internacional.

METODOLOGÍA Y POSIBLES ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA EL DISEÑO EN ECUADOR:

Identificación de los actores: El equipo central se forma con los agricultores directamente implicados en la zona de intervención y los investigadores que guían el proceso.

Investigadores adicionales pueden ser especialistas en temas relevantes para el proceso de diseño e implementación.

Definir potenciales temas de investigación:

- a) Agroecología (suelo, salud de los cultivos, biodiversidad, agua),
- a) Objetivos climáticos,
- b) Circularidad (nutrientes de las plantas y otros recursos)
- c) Mecanización (agricultura inteligente, datos)
- d) Economía

Recopilar datos sobre la zona de interés: Definir conjuntamente los retos y, a continuación, formular los objetivos iniciales y las condiciones previas de una Granja del Futuro local.

El proceso de diseño: Se desarrolla vía una serie de talleres involucrando a diversas partes interesadas: 1) explorar objetivos comunes, 2) explorar direcciones de diseño, 3) coordinación con las autoridades públicas entre otros, 4) definición de las oportunidades de financiación y plazo para la implementación de las plataformas vinculadas y el laboratorio de campo.

RESULTADOS PREVISTOS

La Granja del Futuro proporcionará información valiosa sobre los beneficios potenciales de la agroecología y la mecanización inteligente, permitiendo a los agricultores y a las partes interesadas tomar decisiones informadas sobre la adopción de estas prácticas.

Aumento de la productividad y la eficiencia: Tiene el potencial de mejorar la productividad de los cultivos, reducir los insumos de recursos y optimizar las operaciones agrícolas, lo que lleva a una mayor eficiencia y rentabilidad.

Sostenibilidad medioambiental: El laboratorio de campo pretende contribuir a un sistema agrícola más sostenible que minimice la degradación medioambiental y promueva la salud de los ecosistemas a largo plazo.

Intercambio de conocimientos y colaboración: El laboratorio de campo fomentará un entorno de colaboración en el que investigadores, agricultores y expertos del sector puedan intercambiar conocimientos, compartir experiencias y trabajar colectivamente en soluciones para una agricultura sostenible.

CONCLUSIONES

La plataforma multi participativa y el laboratorio de campo, La Granja del Futuro, ofrece una oportunidad única de sinergia entre los diferentes grupos del sector productivo, fomentando la interacción y la colaboración en búsqueda de soluciones innovadoras. Esto se consigue combinando los conocimientos, recursos y experiencia de los distintos participantes, con el objetivo común de impulsar el desarrollo agrícola. El éxito de este concepto se ha reproducido en varios lugares de los Países Bajos, generando interés a escala internacional.

BIBLIOGRAFÍA

Sitio web del Proyecto: <https://farmofthefuture.nl/en/>

Bouwma, I., S. Wigboldus, J. Potters, T. Selnes, S. van Rooij, and J. Westerink, 2022. Sustainability Transitions and the Contribution of Living Labs: A Framework to Assess Collective Capabilities and Contextual Performance. Sustainability 14: 15628.

<https://doi.org/10.3390/su142315628>



Agricultura de conservación promueve la productividad y sostenibilidad en los sistemas de producción papa-pastos de la Región Andina del Ecuador

Víctor Hugo Barrera¹, Jeff Alwang², Jorge Delgado³, Luis Escudero¹, Angélica Zapata¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias;

²Agricultural Research Servis-USDA,

³Virginia Tech

Palabras claves: agricultura; suelos; seguridad alimentaria; naturaleza, ambiente.

En la Región Andina del Ecuador (RAE), es necesario redefinir el papel de la agricultura y su contribución al desarrollo de estos sistemas tan frágiles. Conseguir que la agricultura asuma eficientemente el reto de garantizar de manera simultánea la conservación de los suelos y la seguridad alimentaria de la población, en equilibrio con el ambiente, es el desafío de todos aquellos que hacen un esfuerzo por mantener el equilibrio entre la naturaleza, el ambiente y los seres que la habitan. De manera general, la agricultura a pequeña escala en las tierras altas de la RAE está asociada a un bajo nivel de productividad agropecuaria en el interior de los sistemas de producción, provocado principalmente por malas prácticas de uso de suelo que conllevan a una erosión excesiva del suelo y la degradación de la salud del suelo, así como también redundan en bajos niveles de ingresos económicos con el consiguiente abandono de las tierras productivas. Ante esta realidad, el INIAP, Virginia Tech y el ARS de la USDA, desde el año 2010 lideran acciones desde el ámbito de la Investigación y Desarrollo (I+D) en prácticas de agricultura de conservación, para mejorar la gestión de los recursos naturales en varias zonas de la RAE, dando énfasis a las prácticas de conservación de suelos mediante el uso de zanjas de desviación de agua, a la labranza reducida y cero, y a la cobertura del suelo con cultivos como la avena-vicia y los residuos de cosecha, aplicación de nitrógeno, sumados a una rotación de cultivos prevalentes en la zona que sirvan para promover la salud del suelo, el mejoramiento de los rendimientos de los cultivos y el incremento de los beneficios económicos.

Haciendo Frente al Cambio Climático a Través de Prácticas de Bajas Emisiones en el Cultivo de Papa: Alcances y Perspectivas

David A. Ramirez¹, Percy Briceño¹, Javier Rinza¹, Johan Ninanya¹, Ronal Otiniano², Juan M. Pérez²

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP). Autor correspondiente: d.ramirez@cgiar.org

² ONG Asociación Pataz (AP)

Palabras clave: Huella de carbono, Labranza cero, Mulch.

Área temática: Soluciones basadas en la Naturaleza.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es responsable del 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, por lo que adoptar prácticas que reduzcan las emisiones de carbono (C) y aumenten la retención de C en el suelo son necesarias. La degradación de los suelos, el aumento de las plagas y enfermedades y la incertidumbre e intensidad de los fenómenos extremos están provocando que los agricultores andinos experimenten importantes reducciones en el rendimiento de cultivos importantes como la papa. Muchos productores se ven obligados a utilizar fertilizantes sintéticos y la aplicación frecuente e intensa de insecticidas y pesticidas para asegurar la producción. Aunque estas prácticas garantizan los rendimientos, afectan a las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, aumentando la huella de carbono y, a su vez, reduciendo la capacidad del suelo para secuestrar carbono. Además, los fertilizantes inorgánicos son más caros debido a factores externos (pandemia de COVID-19 y guerra contra Ucrania) que afectan el precio de mercado y a su disponibilidad. Debido a este escenario, es necesario explorar técnicas agronómicas con potencial de mitigación del Cambio Climático. El presente estudio tuvo como objetivo analizar diferentes tratamientos agronómicos basados en agricultura de conservación (AC) y orgánica (AO) valorados en relación con sus rendimientos de tubérculo, costo-beneficio y huella de carbono.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron dos ensayos sobre AC y AO en el distrito de Chugay – La Libertad (región andina norte del Perú) llevados a cabo del 11 de octubre del 2022 al 26 de abril del 2023. Se usaron semillas certificadas de la variedad de papa INIA 325-Poderosa en un diseño de parcelas subdivididas con 4 bloques y con un área total de 987 m². Los tratamientos en AC y AO consistieron en parcelas de 3x4 m², con un distanciamiento de 1 m entre surcos y 0.30 m entre plantas. En AC se compararon métodos de labranza (LC – convencional vs SL – sin labranza), niveles de “mulch” de avena y cebada con relación 1:1 (M1 – 10 cm vs M2 – 20 cm vs M3 – 30 cm) y uso de barreras plásticas (SP – sin vs CP – con plástico), para evitar ataque de gorgojo de los Andes (*Premnotripes spp.*). Los tratamientos específicos fueron: T1 = LC + M1 + CP, T2 = LC + M2 + CP, T3 = LC + M3 + CP, T4 = LC + M1 + SP, T5 = LC + M2 + SP, T6 = LC + M3 + SP, T7 = SL + M1 + CP, T8 = SL + M2 + CP, T9 = SL + M3 + CP, T10 = SL + M1 + SP, T11 = SL + M2 + SP y T12 = SL + M3 + SP. En AO se compararon el intercalado del cultivo con una leguminosa (SH – sin vs CH – con habas), concentración de gallinaza (D1 – 1 t ha⁻¹ vs D2 – 2 t ha⁻¹ vs D3 – 4 t ha⁻¹) y el uso de una herramienta para el manejo de fungicidas llamada “Juego de Ruedas” (SD – sin vs CD – con) (Pérez et al. 2020). Los tratamientos específicos fueron: T1 = SH + D1 + SD, T2 = SH + D2 + SD, T3 = SH + D3 + SD, T4 =



SH + D1 + CD, T5 = SH + D2 + CD, T6 = SH + D3 + CD, T7 = CH + D1 + SD, T8 = CH + D2 + SD, T9 = CH + D3 + SD, T10 = CH + D1 + CD, T11 = CH + D2 + CD y T12 = CH + D3 + CD. En ambos ensayos se estableció un control (T0) basado en la práctica convencional utilizada en el área. El rendimiento de tubérculo fresco (FTY, en t ha⁻¹), la huella de carbono (HC, en kg CO₂-eq ha⁻¹) estimada con la calculadora “Cool Farm Tool” y la rentabilidad definida por la relación costo-beneficio (BCR) fueron combinados en un índice integrado (INN) siguiendo el procedimiento sugerido por Rinza et al. (2022) para una valoración general de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En AC, FTY varió de 10.9-35.2 t ha⁻¹ con el máximo alcanzado en T0, mientras que los valores mínimos en SL y LC se presentaron en T7 y T4 respectivamente. El espesor de mulch tuvo un efecto positivo en FTY, siendo T5 y T12 los tratamientos más destacados en SL y LC respectivamente. En AO, FTY varió de 17.4-28.6 t ha⁻¹, alcanzando sus máximos valores en D3 para ambos tipos de intercalado. Los rendimientos de ambos ensayos se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura (11-59 t ha⁻¹, Otiniano *et al.* 2013). Por otro lado, HC osciló entre 448.3-2080 y 1270-1750 kg CO₂-eq ha⁻¹ en AC y AO respectivamente. Estos valores están en el rango de HC reportados para papa en el mundo (Rinza et al. 2022). En AC, las emisiones bajo SL fueron 72% menores en comparación a LC sugiriendo que esta práctica permite la reducción de emisiones; no obstante, cabe mencionar que el rendimiento se vio afectado significativamente. En todos los tratamientos de ambos ensayos, el BCR fue mayor a 1 debido principalmente a la subida del precio de kg de papa a 0.95 USD en la temporada de cosecha. En AC, el máximo valor de BCR se presentó en T0 (BCR=3.4); sin embargo, las emisiones en este tratamiento fueron 22% y 78% mayores que en LC y SL respectivamente. En el caso de AO, el BCR en SH fue 44% más alto que en CH.

En AO, los tratamientos T5 y T6 presentaron los valores más altos de INN (>0.66) sugiriendo que estos serían las prácticas (D2-D3 + SH) más adecuadas cuando se priorizan todos los indicadores (escenario V). El escenario que considera menor peso en la reducción de emisiones (escenario IV) mantiene los mismos tratamientos con valores más altos de INN. Respecto a AC, los tratamientos bajo SL mostraron valores bajos de INN en comparación con los tratamientos bajo LC.

CONCLUSIONES

El uso de un índice integrado (INN) que considere un indicador agronómico (FTY), ambiental (HC) y económico (BCR) podría ayudar a encontrar el mejor tratamiento para recomendar al agricultor de acuerdo con diferentes grados de priorización de estos indicadores (escenarios). En el caso de AO, los tratamientos que ayudan a reducir emisiones son T5 y T6 con valores altos de INN; por lo que el uso de gallinaza de 2-4 t ha⁻¹ sería lo recomendado para la zona de estudio. Para el caso de AC, se recomienda una mínima labranza para no tener una reducción significativa del rendimiento y la aplicación de mulch de 30 cm de espesor.

BIBLIOGRAFÍA

- Pérez, W., Arias, R., Taipe, A., Ortiz, O., Forbes, G. A., Andrade-Piedra, J., Kromann, P. 2020. A simple, hand-held decision support designed tool to help resource-poor farmers improve potato late blight management. *Crop protection*, 134, 105186.

- Cool Farm Alliance. Versión 2. Disponible en línea: <https://app.coolfarmtool.org/account/login/> (accedido el 24 mayo 2023).
- Rinza, J., Ramírez, D. A., Ninanya, J., de Mendiburu, F., García, J., Quiroz, R. 2022. Water Saving Using Thermal Imagery-Based Thresholds for Timing Irrigation in Potatoes under Drip and Furrow Irrigation Systems. *Agronomy*, 12(12), 2921.
- Otiniano, J., Pérez, J. M., Sánchez, H., Gastelo, M. 2014. Poderosa variedad de papa para la sierra con valor agregado. Congreso de la ALAP. Papa. Bogotá, Colombia.



Diagnóstico de la próxima generación para identificar y manejar plagas y enfermedades de papa

Jan Kreuze, Segundo Fuentes, Myriam Izarra

Centro Internacional de la Papa (CIP)

Palabras clave: Secuenciación, LAMP, genotipaje

Área temática: Protección vegetal.

RESUMEN

Tecnologías nuevas están abriendo posibilidades sin precedentes para identificar, diagnosticar y manejar plagas y enfermedades en cultivos. Estos incluyen varias tecnologías de secuenciación de alto rendimiento, tecnologías de amplificación rápida de ácidos nucleicos apta para el uso en campo y reconocimiento de imágenes por inteligencia artificial. En esa presentación se mostrará algunos ejemplos de la aplicación de estas diferentes tecnologías en papa. Esto incluye el uso de secuenciación en alto rendimiento y ensamblaje de pequeños ARNs para identificar virus nuevos y conocidos (Fuentes et al., 2019, 2021; Sylvestre et al., 2020) la secuenciación de vectores para identificar patógenos transmitidos por ellos, la secuenciación de amplicones para identificar y caracterizar variantes de *Phytophthora infestans*, el uso de Loop-mediated isothermal Amplification (LAMP) para la detección rápida de patógenos en campo, el uso de aplicativos móviles y las cámaras de teléfonos celulares para poder identificar las enfermedades de papa. Se discutirá los beneficios y desventajas de cada metodología y donde y en qué circunstancias se utilizará cada una.

BIBLIOGRAFÍA

- Fuentes, S., Gibbs, A.J., Adams, I.P., Wilson, C., Botermans, M., Fox, A., Kreuze, J., Boonham, N., Kehoe, M.A. and Jones, R.A., 2021. Potato virus A isolates from three continents: Their biological properties, phylogenetics, and prehistory. *Phytopathology*, 111(1): 217-226.
- Fuentes, S., Gibbs, A.J., Adams, I., Hajizadeh, M., Kreuze, J., Fox, A., Blouin, A. and Jones, R.A.C., 2021. Phylogenetics and evolution of potato virus V: another potyvirus that originated in the Andes. *Plant Disease*, <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-21-1897-RE>.
- Fuentes, S., Gibbs, A.J., Hajizadeh, M., Perez, A., Adams, I.P., Fribourg, C.E., Kreuze, J., Fox, A., Boonham, N. and Jones, R.A., 2021. The Phylogeography of Potato Virus X Shows the Fingerprints of Its Human Vector. *Viruses*, 13(4), p.644.
- Fuentes, S., Jones, R.A., Matsuoka, H., Ohshima, K., Kreuze, J. and Gibbs, A.J., 2019. Potato virus Y; the Andean connection. *Virus evolution*, 5(2), p.vez037.
- Sylvestre, R., Fuentes, S., Risco, R., Berrocal, A., Adams, I., Fox, A., Cuellar, W.J. and Kreuze, J., 2020. Characterization of distinct strains of an aphid-transmitted ilarvirus (Fam. Bromoviridae) infecting different hosts from South America. *Virus Research*, p.197944.

Impacto del Cambio Climático sobre la eficiencia de los pesticidas: Evidencia del patosistema Tizón Tardío – Papa en Ecuador

Arturo Taipe Pumasunta

Consultor privado. arturotaipe70@gmail.com

Resumen

El proceso de forzamiento radiativo efectivo, natural y antropogénico, impulsado, este último, por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y cambios en el uso del suelo, incrementa constantemente la concentración de los GEI en la atmósfera; esto deriva en una elevación de la temperatura del aire, fenómeno conocido como calentamiento global (Myhre et al., 2013, p. 665), el cual se lo puede observar con indicadores como el retroceso de los glaciares y anomalías en los patrones de precipitación, frecuentes e intensas, que resultan en tormentas, sequías e inundaciones; estas, junto a otras alteraciones, se las cataloga como el cambio climático que afecta a sistemas y comunidades (Heikkinen, 2017, p. 77; Viguera et al., 2017, p. 9).

Los modelos de circulación general pronostican un incremento de la temperatura del aire (Buytaert et al., 2011, p. 21) de 1.8 °C a 4 °C en escenarios de emisión de GEI estabilizadas (RCP 4.5) y elevadas (RCP 8.5), respectivamente (IPCC, 2018, p. 7). En los Andes, la temperatura del aire se ha incrementado a una tasa decadal de 0.1 °C; las precipitaciones aumentaron en el norte y disminuyeron en el sur y en el bosque lluvioso (-1.0 □ 0.8%); la humedad relativa aumentó un 2.5% por década (Vuille et al., 2008). En Ecuador, se espera un notable incremento de las lluvias (Buytaert et al., 2011, p. 25) principalmente en las zonas de piedemonte o transición entre la sierra y los valles del norte del país (Paz et al., 2019, p. 13). Recientes estudios pronostican un aumento de la temperatura del aire (+4.4 °C) y la precipitación (+17%) a fines del siglo 21 (Erazo, 2020). Esta alteración rápida y profunda del clima configura importantes desafíos ambientales para la humanidad (Burdon & Zhan, 2020, p. 1). La agricultura enfrentaría la escasez de agua para riego agrícola y consumo humano (Heikkinen, 2017, p. 77), una reducción de superficie cultivable en las altas montañas (Tito et al., 2018, p. 601), elevadas temperaturas del aire y suelo, patrones de lluvia erráticos y extremos, condiciones de humedad, del aire y del suelo, elevadas o deficitarias. Es evidente una disminución de la productividad agrícola, directamente al afectar el desarrollo y los rendimientos e indirectamente al influir en los ataques de enfermedades de los cultivos (Newbery et al., 2016, p. 101).

Se ha reportado que temperaturas, anormalmente altas, redujeron la producción de papa entre un 87% y 97%, y causaron pérdidas económicas por 805 a 2304 USD ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente (Tito et al., 2018, p. 599). Además, hay que considerar que los efectos del cambio climático sobre la problemática fitopatológica son múltiples: los patógenos invadirán nuevas áreas y hospederos, evolucionarán hacia cepas más agresivas o resistentes a fungicidas, la resistencia genética del hospedero podría decaer, las condiciones climáticas propiciarían epidemias más severas (Burdon & Zhan, 2020, p. 1; He et al., 2018; Qin et al., 2016). La epidemia de tizón tardío de la papa está definida por la interacción de variables ambientales y biológicas (resistencia de la papa, agresividad del patógeno) (Andrade-Piedra, Hijmans, et al., 2005, p. 1197; Shakya et al., 2015, p. 234), a las que el cambio climático aportaría incertidumbre, por consiguiente, es incierta la magnitud de epidemias futuras.



En Ecuador, *Phytophthora infestans* es un patógeno ubicuo (Oyarzún et al., 2001, p. 16) que causa una enfermedad endémica (Kromann et al., 2007, p. 12), es decir de frecuencia extrema (Arneson, 2011); sobrevive en múltiples hospederos propiciando fuentes de inóculo que asedian los campos de papa a lo largo del periodo vegetativo, por ende, la infección es intensa (Kromann, 2007, p. 24) y cualquier campo sin protección, por fungicidas y/o resistencia, desarrolla (rápida o lentamente dependiendo de la altura) una epidemia.

Por otro lado, el uso, la eficiencia y la dinámica en el suelo y el follaje de los pesticidas (fungicidas incluidos) serán también influenciados por los nuevos patrones de varios elementos climáticos, aunque la dirección de esta influencia es incierta y resta investigarla a fondo (Delcour et al., 2015, p. 8). Finalmente, las altas temperaturas del aire afectarán métodos de control muy practicados (p. ej. aplicación de fungicidas) (Qin et al., 2016, p. 6), por un lado y seleccionarán poblaciones marginales del patógeno con rápida adaptación térmica, pero sobre todo tendrán protagonismo en la futura incidencia, severidad y distribución del tizón tardío y la susceptibilidad del hospedero, por otro (Mariette et al., 2016; Wu et al., 2020, p. 777).

La agricultura deberá asegurar alimentos suficientes para una creciente población (Barzman et al., 2015, p. 2). Este desafío conllevará indudablemente el aumento del uso de plaguicidas (Heeb et al., 2019, p. 952) y los fungicidas entre ellos (Koli et al., 2019, p. 80).

Comprender y anticipar los potenciales impactos de la variabilidad climática en las interacciones hospedero-patógeno y los métodos de control, es un requisito para diseñar futuras estrategias de protección, apropiadas y confiables (Das et al., 2016, p. 205), y plantea desafíos en innovación que deben abordarse a través de una extensa investigación fitopatológica, de campo y bajo las condiciones locales, para evaluar cómo las enfermedades vegetales afectarían los sistemas agrícolas bajo el cambio climático, y poder sugerir adaptaciones al cultivo que minimicen las pérdidas en rendimiento y calidad (Barzman et al., 2015, p. 4; Velásquez et al., 2018, p. 628).

Las estrategias de adaptación climática a largo plazo son varias, sin embargo, generar conocimiento para el uso óptimo de fungicidas (determinando la periodicidad correcta, incorporando fungicidas de bajo impacto ambiental, diseñando una estrategia con parámetros ecológicos) es la opción más inmediata (Rivera et al., 2014) y la que les permitirá a los agricultores reducir los costos y las pérdidas (Newbery et al., 2016, p. 103) contribuyendo también a la mitigación climática mediante la reducción del exceso de insumos y las emisiones de CO₂ innecesarias (Heeb et al., 2019, p. 956).

La topografía andina genera un gradiente adiabático (Knapp, 1991, p. 22) y con un enfoque de coincidencia climática se puede estudiar los efectos diferenciales del clima de diferentes sitios (principalmente temperatura y humedad) (Sutherst, 1985, p. 282) sobre la población de *P. infestans* y la epidemia del tizón tardío; lo mencionado permitió comparar la eficiencia de fungicidas sistémicos en diferentes condiciones. Se planteó la premisa de que una altitud de 3050 msnm representa las temperaturas actuales (12 °C) y que una altitud de 2700 msnm representa temperaturas futuras (14 °C). Se instalaron experimentos en sitios agroecológicamente similares, excepto en la temperatura. En las parcelas experimentales, sembradas con la variedad de papa superchola, se aplicó los fungicidas sistémicos cimoxanyl, dimetomorph y fosfito de K a intervalos de 7, 14 y 21 días. Se apreció la tasa de infección y la severidad del tizón tardío en estas parcelas y mediante análisis de varianza se estudió la significancia estadística de la altitud, los fungicidas, los intervalos de aplicación y sus interacciones.

Los resultados demostraron que un clima más cálido y más horas de hoja húmeda, a 2700 msnm, optimizaron la infección, el establecimiento y el desarrollo de epidemias naturales

de tizón tardío. Por tal razón la tasa aparente de infección y la severidad fueron 40% y 10 % más altas que a 3050 msnm, respectivamente. Los fungicidas sistémicos restringieron el tizón tardío retrasándolo hasta 65 días (dimetomorph aplicado cada 7 días; a 2700 msnm este retraso disminuyó un 66%, la tasa aparente de infección y la severidad aumentaron 2.7 y 5 veces de lo observado a 3050 msnm, respectivamente. La elevación de la temperatura atmosférica planteó varios escenarios: fungicidas poco eficientes actualmente que pasarían a ser inútiles, fungicidas cuya eficiencia actual se reduciría pero que seguirían siendo herramientas válidas y, lo más preocupante, fungicidas que perderían toda eficacia bajo condiciones más cálidas.

Descifrar el efecto del calentamiento global de una manera más prolija requerirá profundizar aspectos como cambios fisiológicos del hospedero, aspectos evolutivos de adaptación del patógeno (resistencia o sensibilidad al calor y a los fungicidas) y el diseño de estrategias de manejo que enfrenten las intensas epidemias futuras.

Bibliografía

- Adler, N. E., Erselius, Lynn. J., Chacón, M. G., Flier, W. G., Ordoñez, M. E., Kroon, L. P. N. M., & Forbes, G. A. (2004). Genetic Diversity of *Phytophthora infestans* sensu lato in Ecuador Provides New Insight Into the Origin of This Important Plant Pathogen. *Phytopathology*, *94*(2), 154–162. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.2.154>
- Andrade-Piedra, J. L., Forbes, G. A., Shtienberg, D., Grünwald, N. J., Chacón, M. G., Taipe, M. V., Hijmans, R. J., & Fry, W. (2005). Qualification of a Plant Disease Simulation Model: Performance of the LATEBLIGHT Model Across a Broad Range of Environments. *Phytopathology*, *95*(12), 1412–1422. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-1412>
- Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W., & Nelson, R. J. (2005). Simulation of Potato Late Blight in the Andes. I: Modification and Parameterization of the LATEBLIGHT Model. *Phytopathology*, *95*(10), 1191–1199. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-1191>
- Arneson, P. A. (2011). *Plant Disease Epidemiology: Temporal Aspects*. APS/Education/Disease Impacts & Management/Topics. <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/EpidemiologyTemporal/Pages/default.aspx>
- Barzman, M., Lamichhane, J. R., Booi, K., Boonekamp, P., Desneux, N., Huber, L., Kudsk, P., Langrell, S. R. H., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L., & Messean, A. (2015). Research and Development Priorities in the Face of Climate Change and Rapidly Evolving Pests. En E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews: Volume 17* (pp. 1–27). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16742-8_1
- Burdon, J. J., & Zhan, J. (2020). Climate change and disease in plant communities. *PLOS Biology*, *18*(11), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000949>
- Buytaert, W., Cuesta, F., & Tobón, C. (2011). Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. *Global Ecology and Biogeography*, *20*(1), 19–33. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00585.x>
- Chakraborty, S., & Newton, A. C. (2011). Climate change, plant diseases and food security: An overview. *Plant Pathology*, *60*(1), 2–14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02411.x>
- Das, T., Majumdar, M. H. D., Devi, R. T., & Rajesh, T. (2016). Climate change impacts on plant diseases. *SAARC Journal of Agriculture*, *14*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3329/sja.v14i2.31259>
- Delcour, I., Spanoghe, P., & Uyttendaele, M. (2015). Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*, *68*, 7–15. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.030>
- Erazo, B. (2020). *Representing past and future hydro-climatic variability over multi-decadal periods in poorly-gauged regions: The case of Ecuador* [PhD Thesis Dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III - Paul Sabatier]. <http://thesesups.ups-tlse.fr/4734/>
- Garrett, K. A., Forbes, G. A., Gómez, L., Gonzáles, M. A., Gray, M., Skelsey, P., & Sparks, A. H. (2013). Cambio climático, enfermedades de las plantas e insectos plaga. En H. Álvarez, *Cambio climático y adaptación en el Altiplano boliviano* (1a ed., pp. 71–97). CIDES - UMSA.
- He, M.-H., Li, D.-L., Zhu, W., Wu, E.-J., Yang, L.-N., Wang, Y.-P., Waheed, A., & Zhan, J. (2018). Slow and temperature-mediated pathogen adaptation to a nonspecific fungicide in agricultural ecosystem. *Evolutionary Applications*, *11*(2), 182–192. <https://doi.org/10.1111/eva.12526>



Búsqueda de resistencia a *Phytophthora infestans* en germoplasma de papa

Willmer Pérez y Jorge Andrade-Piedra¹

¹ Centro Internacional de la Papa. Lima Perú,
Autor correspondiente: w.perez@cgiar.org

Palabras clave: Búsqueda de resistencia, tizón tardío, germoplasma, papa, silvestre, nativa

En la década de 1840, el tizón tardío de la papa causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary fue responsable de la "hambruna irlandesa", la cual ocasionó que alrededor de un millón de personas perdiera la vida y otro millón se viera obligada a emigrar (Sadurni, 2020). A pesar de casi dos siglos de investigación científica, esta enfermedad sigue siendo la principal limitante en la producción de papa a nivel mundial, la cual es favorecida por la expansión mundial de la papa y el aumento del comercio internacional. *P. infestans* puede ser diseminado a través de tubérculos-semilla a nivel regional e intercontinental, el cual es detectado cuando genotipos del patógeno en una región geográfica se parecen a los que se encuentran en los países o regiones de donde se hizo la importación de material vegetal (Chowdappa et al., 2013, Leesutthiphonchai et al., 2018, Njoroge et al., 2019; Saville et al., 2021). En otros lugares donde no existe este tipo de comercio, los linajes antiguos como el linaje US-1 ha sido desplazados en gran medida por nuevos linajes con mejor aptitud parasítica (Chaves et al., 2019; Forbes et al., 1997; Perez et al., 2001). Sin embargo, el patógeno es capaz de producir nuevos genotipos a partir de la reproducción sexual o asexual (Abu-El Samen et al., 2003) los cuales son capaces de vencer la resistencia genética de las variedades de papa. Variedades como Arka (Tanzania), Capiro (Colombia), Cecilia, Gabriela y Superchola (Ecuador), Canchan y Amarilis (Perú) que fueron originalmente liberadas como resistentes al tizón tardío hoy son susceptibles debido a la evolución del patógeno (Forbes, 2012). Una estrategia para incrementar el desarrollo de variedades resistentes es ampliar la base genética en los programas de mejoramiento mediante la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia en especies de papas silvestres y papas nativas (Blossei et al., 2022; Perez et al., 2022). Karki et al. (2021) identificó accesiones pertenecientes a *S. albornozii*, *S. agrimoniifolium*, *S. chomatophilum*, *S. ehrenbergii*, *S. hypacrarthrum*, *S. iopetalum*, *S. palustre*, *S. piurae*, *S. morelliforme*, *S. neocardenasii*, *S. trifidum*, y *S. stipuloideum* como resistentes a *P. infestans* en material silvestre conservado en el Banco de germoplasma de papa del Departamento de Agricultura de EE. UU. en Wisconsin. Khiutti et al. (2015) a su vez identificó a *S. bulbocastanum*, *S. schenckii*, *S. albicans*, *S. brevicaulis*, *S. polyadenium* y *S. lesteri*. Perez et al., (2022) en material silvestre mantenido por el Centro Internacional de la Papa identificó como resistentes a accesiones de *S. albornozii*, *S. andreanum*, *S. lesteri*, *S. longiconicum*, *S. morelliforme*, *S. stenophyllidium*, *S. mochiquense*, *S. cajamarquense*, y *S. huancabambense*. A la fecha, más de 70 genes de resistencia dominantes contra *P. infestans* (genes Rpi) en especies silvestres de papa han sido identificadas (Paluchowska et al., 2022). En trabajos de búsqueda de resistencia al tizón en papas nativas conservadas en el centro Internacional de la papa se encontraron accesiones resistentes en *S. tuberosum* L. subsp. *andigenum*, *S. tuberosum* L. subsp. *tuberosum*, *S. phureja*, *S. stenotomum* subsp. *stenotomum*, *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii* (Perez et al., 2014; Perez et al., 2022). Monteros y Delgado (2021) identificaron en el Ecuador a las variedades 'Uva', 'Guata amarilla', 'Coneja', 'Chaucha roja' y 'Chaucha ratona' como resistentes al tizón. En Colombia, Moncayo et

al. (2019) identificó como tolerantes al tizón a variedades ‘Chaucha Manzana’, ‘Cachuda’, ‘Criolla Colombia’, ‘Malvasaña’, ‘Andina’, ‘criolla’, ‘Calavera Negra’, ‘Chaucha Paisa’, ‘Ratona’, ‘Criolla Galeras’, ‘Ratona Roja’, ‘Tornilla Roja’ y ‘Aguacata’. Perez et al. (2022) sin embargo indicó que un gran número de variedades nativas son altamente susceptibles al tizón, lo cual pone en riesgo la biodiversidad de la papa en áreas que antes estaban libres de la enfermedad como Los Andes y que debido al clima cambio, el tizón tardío se está convirtiendo en el principal problema de los agricultores.

Referencias:

- Abu-El Samen, F. M., Secor, G. A., & Gudmestad, N. C. (2003). Variability in virulence among asexual progenies of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*, 93(3), 293–304.
- Blossei, J., Gäbelein, R., Hammann, T., & Uptmoor, R. (2022). Late blight resistance in wild potato species—Resources for future potato (*SOLANUM TUBEROSUM*) breeding. *Plant Breeding*, 141(3), 314–331. <https://doi.org/10.1111/pbr.13023>
- Chaves, S. C., Rodríguez, M. C., Mideros, M. F., Lucca, F., Núñez, C. E., & Restrepo, S. (2019). Determining Whether Geographic Origin and Potato Genotypes Shape the Population Structure of *Phytophthora infestans* in the Central Region of Colombia. *Phytopathology*, 109(1), 145–154. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-18-0157-R>
- Chowdappa, P., Kumar, N. B. J., Madhura, S., Kumar, M. S. P., Myers, K. L., Fry, W. E., Squires, J. N., & Cooke, D. E. L. (2013). Emergence of 13_A2 Blue Lineage of *Phytophthora infestans* was Responsible for Severe Outbreaks of Late Blight on Tomato in South-West India. *Journal of Phytopathology*, 161(1), 49–58. <https://doi.org/10.1111/jph.12031>
- Forbes, G. A. (2012). Using Host Resistance to Manage Potato Late Blight with Particular Reference to Developing Countries. *Potato Research*, 55(3–4), 205–216. <https://doi.org/10.1007/s11540-012-9222-9>
- Forbes, G. A., Escobar, X. C., Ayala, C. C., Revelo, J., Ordoñez, M. E., Fry, B. A., Doucett, K., & Fry, W. E. (1997). Population genetic structure of *Phytophthora infestans* in Ecuador. *Phytopathology*, 87(4), 375–380.
- Karki, H. S., Jansky, S. H., & Halterman, D. A. (2021). Screening of Wild Potatoes Identifies New Sources of Late Blight Resistance. *Plant Disease*, 105(2), 368–376. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1367-RE>
- Khiutti, A., Spooner, D. M., Jansky, S. H., & Halterman, D. A. (2015). Testing Taxonomic Predictivity of Foliar and Tuber Resistance to *Phytophthora infestans* in Wild Relatives of Potato. *Phytopathology*, 105(9), 1198–1205. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-15-0046-R>
- Leesutthiphonchai, W., Vu, A. L., Ah-Fong, A. M. V., & Judelson, H. S. (2018). How Does *Phytophthora infestans* Evade Control Efforts? Modern Insight into the Late Blight Disease. *Phytopathology*, 108(8), 916–924. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-18-0130-IA>
- Moncayo, J., Delgado, R., Marcillo, C., Salazar, C., & Betancourth, C. (2019). Genotype reaction of *Solanum tuberosum*, *andigena* and *phureja* groups to late blight (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(E), 138–157. <https://doi.org/10.22267/rcia.1936E.113>
- Monteros, A., & Delgado, R. (2021). Late blight resistance of Ecuadorian potato landraces: Field evaluation and farmer’s perception. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 37. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n3.03](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n3.03)



- Njoroge, A. W., Andersson, B., Lees, A. K., Mutai, C., Forbes, G. A., Yuen, J. E., & Pelle, R. (2019). Genotyping of *Phytophthora infestans* in Eastern Africa Reveals a Dominating Invasive European Lineage. *Phytopathology*, 109(4), 670–680. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-18-0234-R>
- Paluchowska, P., Śliwka, J., & Yin, Z. (2022). Late blight resistance genes in potato breeding. *Planta*, 255(6), 127. <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03910-6>
- Perez, W., Alarcon, L., Rojas, P., Correa, Y., Juarez, H., Andrade-Piedra, J., Anglin, N., & Ellis, D. (2022). Screening South American potato landraces and potato wild relatives for novel sources of late blight resistance. *Plant Disease*, PDIS-07-21-1582-RE. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-21-1582-RE>
- Perez, W. G., Gamboa, J. S., Falcon, Y. V., Coca, M., Raymundo, R. M., & Nelson, R. J. (2001). Genetic structure of Peruvian populations of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*, 91. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.91.10.956>
- Perez, W., Ñahui, M., Ellis, D., & Forbes, G. (2014). Wide phenotypic diversity for resistance to *Phytophthora infestans* found in potato landraces from Peru. *Plant Disease*, 98(11), 1530–1533. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-14-0306-RE>
- Sadurní, J.M. 2020. La gran hambruna irlandesa, un desastre humanitario. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/gran-hambruna-irlandesa-desastre-humanitario_15669
- Saville, A. C., La Spada, F., Faedda, R., Migheli, Q., Scanu, B., Ermacora, P., Gilardi, G., Fedele, G., Rossi, V., Lenzi, N., Testa, A., Bechir Allagui, M., Moumni, M., Dongiovanni, E., Zohra Rekad, F., Cooke, D. E. L., Pane, A., Cacciola, S. O., & Ristaino, J. B. (2021). Population structure of *Phytophthora infestans* collected on potato and tomato in Italy. *Plant Pathology*, 70(9), 2165–2178. <https://doi.org/10.1111/ppa.13444>

Conociendo a las papas silvestres Ecuatorianas

Álvaro Monteros Altamirano¹

¹ Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Email. alvaro.monteros@iniap.gob.ec

Palabras claves: parientes de cultivos, conocimiento ancestral, caracterización.

Resumen

Los parientes silvestres de los cultivos, son especies que corresponden a acervos genéticos cercanos a los cultivos y que pueden cruzarse con los cultivos produciendo descendencia fértil. En el Ecuador, el banco de germoplasma del INIAP, ha realizado colectas no solo de especies cultivadas de papa (papas nativas) sino también de sus parientes silvestres, que pueden ser utilizados en mejoramiento. Las primeras colectas de papas silvestres se realizaron en 1991 y en el 2018 gracias a un proyecto internacional financiado por el Crop Trust, con lo cual el INIAP conserva materiales (accesiones) de 8 especies silvestres de papa: *Solanum acaule*, *Solanum albicans*, *Solanum albornozii*, *Solanum andreanum*, *Solanum chilliasense*, *Solanum chomatophilum*, *Solanum colombianum* y *Solanum minutifoliolum*. Un trabajo de INIAP recopila información de los agricultores sobre estas especies silvestres, a las cuales se refieren como papas de monte, de cerro, entre otras y tienen usos medicinales y alimenticios. Un nuevo proyecto con fondos de Crop Trust y en coordinación con el Centro Internacional de la Papa, permitirá al INIAP estudiar morfológica, genética y ecogeográficamente 91 accesiones de estas papas silvestres, a más de ver su resistencia a la lancha *P. infestans*, para conocerlas y promover su uso en mejoramiento.



La papa (*Solanum tuberosum* L.): un alimento saludable

Elena Villacrés¹, María Belén Quelal¹, Michael Molina², Elena Coyago²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Autor correspondiente: elena.villacres@iniap.gob.ec

² Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Ingeniería en Biotecnología. Quito, Ecuador.

Palabras clave: almidón resistente, índice glicémico, aporte calórico, carbohidratos, digestión lenta.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo importante para la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana y fuente de ingresos para los productores. En nuestro país, 88 000 agricultores cultivan papa todos los años y alrededor de 250 000 personas están vinculadas directa o indirectamente a la producción, comercialización y distribución (IICA, 2020). La superficie cultivada con este rubro alcanza 50 mil hectáreas, con una producción aproximada de 300 mil toneladas que se destinan al consumo doméstico (74%), consumo industrial (9%) y para semilla (17%) (Agrovayer, 2020). El consumo per-cápita es de 30 kg, (CIP, 2015), la mayor cantidad se consume directamente cocinada y el resto se transforma en productos alimenticios para ganado, cerdos y pollos y la extracción de fécula o almidón el cual es empleado en la industria farmacéutica, textil, maderera y de papel como adhesivo, aglutinante, agente de texturización y masilla (CIP, 2015). El principal nutriente de la papa es el almidón, que es la mayor fuente de carbohidratos en la dieta humana. En el siglo pasado, se pensaba que el almidón se digería completamente en el intestino delgado, pero los últimos estudios muestran que una parte resiste a las enzimas digestivas. Esta fracción indigerible se denomina almidón resistente. Varios estudios han determinado que este carbohidrato ayuda en la reducción del nivel de colesterol y triglicéridos en la sangre, favorece la absorción intestinal de determinados minerales. Por su poder saciante y su capacidad para favorecer la quema de grasas en primer lugar y luego los hidratos de carbono y las proteínas, podría resultar efectivo en la pérdida de peso (Cornejo et al., 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con ocho genotipos (1.16.23, 11.6.11, 11.9.90, 11.9.101, 11.9.175, 14.4.16, 16.6.2 y 19.20.15) y tres variedades de papa (Capiro, Libertad y Superchola) las cuales fueron cultivadas y proporcionadas por el Programa Nacional de Raíces y tubérculos de la Estación Experimental Santa Catalina. Un kilo de cada cultivar fue lavado con agua potable, triturado, tamizado y decantado para la obtención de almidón, el cual se secó en una estufa de aire forzado a 60°C durante 8 h, posteriormente se redujo el tamaño de partícula en un molino centrífugo RETSCH provisto con malla 0.5 micrones; el producto resultante se pasó por un tamiz de 10 ciclos de 75 segundos, con aberturas de partícula de 200 µm, 150 µm, 100 µm y 50 µm. Los análisis se realizaron en el almidón con tamaños de partícula de 50 µm.

Para los análisis del almidón se aplicaron los siguientes métodos:

Humedad, cenizas, fibra cruda: métodos 930.15, 942.05, 993.21 (AOAC, 2005)

Almidón total: Espectrofotometría (Goñi et al., 1997)

Amilosa/amilopectina: Espectrofotometría (Morrison & Laignelet, 1983)

Digestibilidad y almidón resistente: Método enzimático (McCleary, 2007)

Tasa de digestión del almidón e índice glicémico: Método de Goñi et al., (1997).

El análisis estadístico incluyó un ANOVA, para los tratamientos significativos se aplicó una prueba Tukey con un p-valor de 0,05 mediante el software estadístico Infostat v. 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El enfoque principal de este trabajo fue determinar el efecto saludable de la ingesta de papa basada en el contenido de almidón resistente, la técnica de preparación y el índice glicémico IG. El contenido de almidón resistente y el IG fluctuaron con la variedad o genotipo de papa. La mayoría de los cultivares presentaron un IG menor a 60, correspondiente a un índice medio, este hecho, sumado al alto contenido de agua determinan el bajo aporte calórico de la papa (90 Kcal/100 g), no obstante, contribuyen al volumen físico de las comidas. Varios autores reportan que la papa es uno de los alimentos más saciantes entre 40 alimentos comunes. Un método de preparación que contribuyó a disminuir significativamente el IG de las papas es la refrigeración. El almacenamiento de la papa cocida a 8 °C durante 24 h ayudó a reducir el IG en un 6% en comparación con los tubérculos cocidos y servidos en caliente, lo cual puede atribuirse a la conversión parcial del almidón de digestión rápida a digestión lenta, durante el almacenamiento en frío. Igualmente, al recalentar las papas almacenadas en refrigeración se determinó un menor IG (50–54) en comparación con el IG de la papa recién cocida. La adición de ciertos aderezos como el vinagre y aceite comestible también pueden ayudar a reducir el IG.

CONCLUSIONES

La variedad Superchola cocida presentó el mayor contenido de almidón digerible (49.39%); mientras que al genotipo 16.6.2 caracterizó el mayor porcentaje de almidón resistente (31,48 %) y menor IG. La importancia y popularidad de las papas como cultivo alimentario indica la necesidad de desarrollar cultivares que se digieran lentamente y tengan un IG bajo, independientemente del método de preparación. El germoplasma y las líneas de fitomejoramiento de la papa son amplios y diversos, por lo que existe un gran potencial genético para los fitomejoradores.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (2005). Official Method of Analysis of the Association of Analytical Chemists (18th Edth).
- AGROBAYER. (2020). Cultivo de Papa https://www.researchgate.net/publication/256195293_Cultivo_de_papa.
- Goñi, I., Garcia-Alonso, A., & Saura-Calixto, F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17(3), 427–437. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(97\)00010-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0271-5317(97)00010-9)
- IICA. (2020). Día nacional de la papa. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/organizaciones-promueven-consumo-de-papa-por-la-salud-del-ecuador>.
- CIP. (2015). Procesamiento y usos de la papa. <https://cipotato.org/es/lapapa/procesamiento-y-usos-de-la-papa/>.
- Cornejo, Y., Martínez, O., Toro, C., Wong, F., Flores, J., & Cinco, F. (2018). The structural characteristics of starches and their functional properties. *CYTA - Journal of Food*, 16(1), 1003-1017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1518343>.
- McCleary, B. V. (2007). An integrated procedure for the measurement of total dietary fibre (including resistant starch), non-digestible oligosaccharides and available carbohydrates. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389(1), 291–308. <https://doi.org/10.1007/s00216-007-1389-6>
- Morrison, W. R., & Laignelet, B. (1983). An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *Journal of Cereal Science*, 1(1), 9–20. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(83\)80004-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0733-5210(83)80004-6).



Constelación de satélites de EOSDA – Una nueva herramienta para monitorizar los cultivos

Oleksii Kryvobok

EOSDA, Kyiv, Ucrania. Autor: [Aleksy.Kryvobok@eosda.com](mailto:Aleksey.Kryvobok@eosda.com)

Palabras clave: Constelación de satélites, LAI, predicción del rendimiento

INTRODUCCIÓN

Siete satélites ópticos equipados con 13 bandas relacionadas con la agricultura (VIS, NIR y SWIR) se enviarán a una órbita terrestre baja para ofrecer a los agricultores y otros participantes del sector información valiosa. EOS Data Analytics (<https://eos.com/>) utiliza su profundo conocimiento, pericia y experiencia para proporcionar a la agricultura y a otros sectores análisis de datos geoespaciales valiosos y precisos. La empresa lanzará la constelación de satélites EOS SAT para capacitar a los involucrados en la industria agrícola en todo el mundo y aumentar la sostenibilidad del sector. Estos satélites formarán la primera constelación del mundo centrada específicamente en las necesidades de la agricultura, lanzada por una empresa que ya cuenta con sus propios productos de software basados en el análisis de imágenes satelitales.

Siete satélites ópticos equipados con 13 bandas relacionadas con la agricultura (VIS, NIR y SWIR) se enviarán a una órbita terrestre baja para ofrecer a los agricultores y otros participantes del sector información valiosa. En combinación con la propia información de los agricultores, datos sobre el suelo, una previsión meteorológica fiable, datos históricos sobre la productividad de los campos y un análisis preciso de las imágenes satelitales, el usuario final obtendrá información completa sobre el estado de las tierras agrícolas.

De acuerdo con EOS Data Analytics (<https://eos.com/>), estos satélites harán posible tener un ciclo completo de análisis de datos geoespaciales, desde la obtención de los datos de su propia fuente hasta su procesamiento y transformación en valiosos conocimientos. El proyecto se desarrolló en colaboración con Dragonfly Aerospace (<https://dragonflyaerospace.com/>) y requirió una planificación minuciosa.

La monitorización de las tierras agrícolas se convertirá en la principal tarea de la constelación, lo que permitirá a EOS SAT ser un proyecto único entre las empresas que utilizan la teledetección. Los nuevos modelos de satélites permitirán a la empresa mejorar la precisión de la monitorización y aumentar la disponibilidad de datos satelitales fiables para el usuario final.

LÍNEA TEMPORAL DE LA CONSTELACIÓN EOS SAT

El proyecto ya ha comenzado y se han superado algunas etapas:

- 2021: Comprobación de la preparación para las pruebas. Comprobación de la disponibilidad operativa y de vuelo.
- 2023: Lanzamiento de EOS SAT-1 en enero.
- 2024: La empresa planea lanzar tres satélites más.
- 2025: Lanzamiento de los tres últimos satélites y consecución de la capacidad operativa completa.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SATÉLITES EOS SAT

Los satélites de esta constelación de satélites agrícolas se moverán en una órbita sincrónica al sol con una potencia media de 140 vatios. Los satélites ópticos, con una vida

útil prevista de 5 a 7 años, proporcionarán imágenes con una resolución pancromática de 1,4 m y multispectral de 2,8 m.

El periodo de revisita de tres días puede ayudar a conocer mejor los cambios en los campos. La revisita en 24 horas también será posible previa solicitud. La constelación EOS SAT, equipada con 13 canales de banda y su configuración única, ayudará a cubrir las necesidades más críticas de la industria agrícola. La comparación de las características entre el satélite EOS SAT-1, ya lanzado, y otras constelaciones de satélites existentes se muestra en la Tab.1.

El lanzamiento de la constelación de satélites permitirá a EOS Data Analytics mejorar la calidad de los datos obtenidos desde una órbita terrestre baja y hacerlos más accesibles a los agricultores. Estas actualizaciones repercutirán positivamente en la monitorización y clasificación de los cultivos, la comparación del crecimiento, la medición de la humedad del suelo, la previsión meteorológica y otros datos que EOSDA proporciona a la industria agrícola.

Tabla.1. Comparación de características entre EOS SAT-1 y otros satélites existentes

Satélite	Spot	Planet Flocks	Plane Super Dove	Landsat- 8,9	Sentinel-2	EOS SAT-1
Bandas	4	4	8	10	13	11(+3)
Resolución	1.5 m	3.6 m	3.6 m	30 m	10 m	1.5
Tiempo de revisita	6 días	1-2 días	1-2 días	16 días	10 días	5 días
Precisión de geolocalización	10 m	1000 m	100 m	10 m	12.5 m	10 m
Niveles del producto	L1, L2	L1, L2	L1, L2	L1, L2	L1, L2, L3	L1, L2, L3, L4

SINGULARIDAD DE LOS SATÉLITES EOSDA PARA LA INDUSTRIA AGRÍCOLA

El inicio del proyecto EOS SAT y la puesta en órbita del primer satélite de la futura constelación se produjeron en enero de 2023. El proyecto permitirá a EOSDA proporcionar a los participantes en el negocio agrícola datos de monitorización sobre el terreno. Gracias a EOS SAT, aumentará la precisión de los datos de análisis proporcionados por la empresa para diversos nichos de la industria agrícola. Este proyecto ayudará a consumir y asignar los recursos naturales de forma racional y sostenible. También pretende reducir el impacto negativo de la producción agrícola en el medioambiente. EOSDA ayudará a los productores a hacer sus productos más sanos y a garantizar la seguridad alimentaria mundial. La misión de EOS Data Analytics es aprovechar el poder de la tecnología y la innovación espaciales en beneficio de la humanidad. El proyecto EOS SAT contribuirá a hacer de la agricultura una industria más sostenible mediante datos fiables desde una órbita terrestre baja. La constelación de satélites permitirá a la empresa proporcionar a la industria agrícola información valiosa sobre la salud de las plantas, las condiciones del suelo, amenazas potenciales y otros datos que ayudarán a mantener la seguridad alimentaria y la sostenibilidad.

Una de las soluciones más singulares que propone EOSDA es el uso de datos de satélite directamente en los modelos de cultivo, lo que puede aumentar significativamente la



precisión de la predicción y previsión del rendimiento a nivel de campo para muchos cultivos. La utilidad de los datos de EOSDA, así como los de Sentinel-2, es que ayudan a obtener el LAI (Índice de Área Foliar) con un nivel significativo de precisión, que puede integrarse en los modelos de cultivos. Nuestra experiencia, basada en los datos de Sentinel-2 y el modelo WOFOST (Diepen et al., 1988), muestra que el objetivo de la integración de datos puede definirse como: Combinar toda la información posible (modelos, observaciones, datos previos y estadísticas) para obtener la mejor estimación posible del estado de un cultivo. Uno de los métodos más avanzados de la técnica de integración de datos es el filtro de Kalman (conjunto) (De Wit et al., 2007), uno de los métodos secuenciales que actualizan directamente las variables de estado de un sistema cuando se dispone de datos de observación. La magnitud de la actualización del estado depende de la incertidumbre tanto en el estado del modelo como en la observación.

En la Fig.1. se muestran los resultados de la utilización de la técnica de integración del LAI en el modelo WOFOST para la estimación del rendimiento de los cultivos. Los campos seleccionados están situados en la parte occidental de Ucrania y se monitorizaron durante todo el periodo de vegetación, desde la siembra hasta la cosecha, utilizando datos de Sentinel-2. A partir de estos datos se estimó el índice LAI de cada campo. Los campos se dividieron en aquellos con una estimación de precisión inferior al 70% (límites rojos) y superior al 70% (límites verdes).

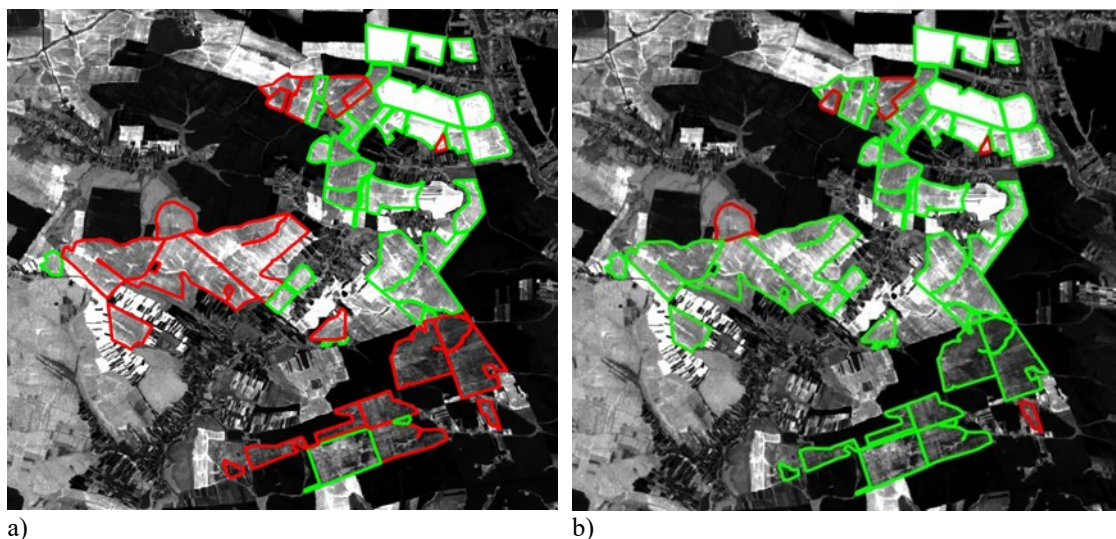


Fig.1. Localización de los campos rojos y verdes tras las simulaciones WOFOST simple (a) y WOFOST + asimilación del LAI (b).

El enfoque basado en la integración del LAI aumenta el coeficiente de correlación entre el rendimiento real y la estimación modelizada de 0,46 a 0,8 para todos los cultivos combinados. Los resultados se muestran en la Fig. 2. El enfoque basado únicamente en la simulación WOFOST demostró una correlación inversa para la mayoría de los cultivos, mientras que el enfoque de integración muestra una clara mejora. La pendiente de la línea de regresión es positiva y pronunciada para cada cultivo.

CONCLUSIONES

En este estudio, hemos demostrado las características del nuevo satélite EOSDA que ya se ha lanzado y los avanzados productos que EOSDA ha desarrollado. Estos productos

están relacionados con la estimación del rendimiento y la predicción basada en la integración del LAI derivado de Sentinel-2 (potencialmente derivado de EOS SAT-1) en el modelo de cultivo WOFOST, utilizando el filtro de Kalman. Ejemplos del uso de la técnica de integración demuestran sus efectos en la estimación y predicción del rendimiento de diferentes cultivos a nivel de campo, dependiendo del momento y la frecuencia de las observaciones por satélite. Nuestros resultados muestran que la técnica de integración de datos aumenta la correlación entre los rendimientos reales y los simulados de 0,46 a 0,80.

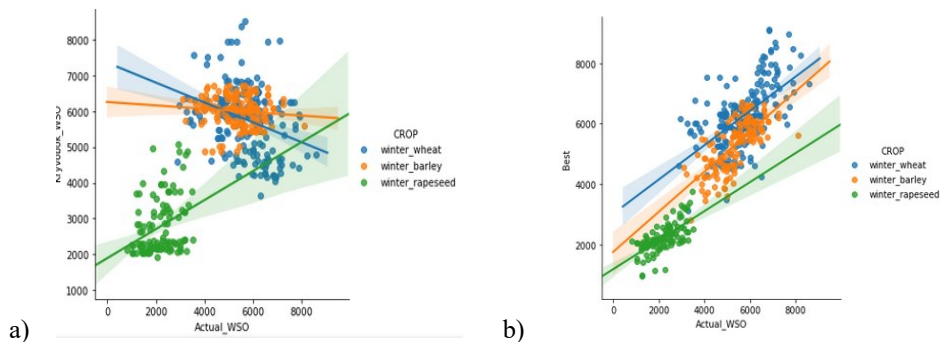


Fig.2. Relación entre los rendimientos simulados y los reales tras la simulación WOFOST simple y la simulación WOFOST + integración LAI.

REFERENCIAS

Diepen C.A. van, Rappoldt C., Wolf J., Keulen H. van. *Crop growth simulation model WOFOST. Documentation version 4.1. for World Food Studies.* Wageningen, The Netherlands. 1988.

De Wit, A.J.W.; van Diepen, C.A. Crop model data assimilation with the Ensemble Kalman filter for improving regional crop yield forecasts. *Agric. For. Meteorol.* **2007**, *146*, 38–56.

<https://eos.com/>

<https://dragonflyaerospace.com/>



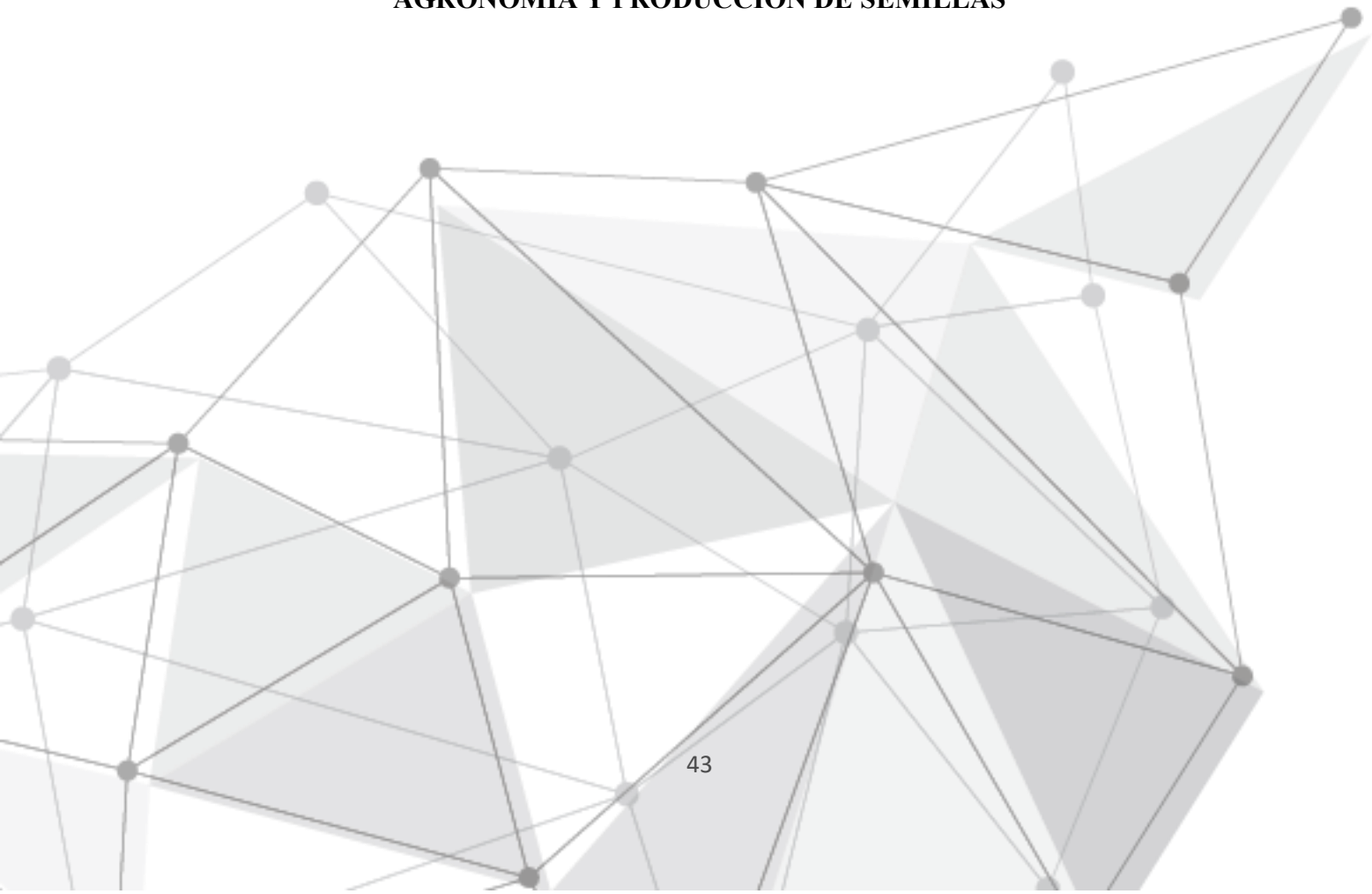
DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

PRESENTACIONES



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

AGRONOMIA Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS





Dinámica de la absorción de nutrientes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Superchola, para la producción de semilla prebásica

Gustavo Alejandro Arteaga Ch.¹, Randon Salin Ortiz C.¹, Yamil Everaldo Cartagena A².

¹ Universidad Central del Ecuador del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Autor correspondiente: gaarteaga@uce.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Dep. de Manejo de Suelos y Aguas.

Palabras clave: Curvas de Absorción, Biomasa, Nutrición, Papa

INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los cuatro cultivos más importantes en el mundo (Devaux *et al.*, 2010). En Ecuador, el rendimiento promedio nacional fue de 16.28 t ha⁻¹, siendo la variedad Superchola la más cultivada con un 62 % (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019). La nutrición mineral es un factor importante en el rendimiento y calidad de la papa. (Inostroza *et al.*, 2017). Una alternativa para suministrar los nutrientes de manera oportuna es la “fertirrigación” constituyéndose en una tecnología muy importante para el uso eficiente de los nutrientes y el agua (Santos y Ríos, 2016). Esta aplicación de los fertilizantes debe sincronizarse con las épocas de mayor absorción del cultivo, para de esta manera lograr una mejor eficiencia en el uso de los mismos durante el ciclo, esto mediante la generación de planes de fertirrigación (Bertsch, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló bajo invernadero en condiciones semihidropónicas, en el cual se utilizó suelo como sustrato, las plántulas de papa provinieron de esquejes variedad Superchola; el contenedor que se utilizó fue una funda plástica de 15 litros, colocándose una planta para tener en cada tratamiento 36 fundas (180 en total), dando una densidad de 13,333 plantas ha⁻¹. Se utilizó DCA con cinco tratamientos: T1, Testigo; T2, Método Racional (Rodríguez Sanfuentes, 1990); T3, INIAP (Araujo Jaramillo *et al.*, 2021); T4, Steiner (Steiner, 1984); y T5, Pilvicsa. La fertirrigación se aplicó con una frecuencia de tres veces por semana, con dosis crecientes de agua de 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 hasta 1 L planta⁻¹. Para la determinación de la biomasa y nutrientes se tomaron muestras en 3 órganos de las plantas (raíces, tallos con hojas y tubérculos). Los muestreos se realizaron considerando las fases fenológicas del cultivo. La cosecha se realizó en forma manual a los 131 días después del trasplante (ddt), en 12 plantas de cada tratamiento y se clasificaron en categorías. Para modelar la absorción de cada nutriente se utilizó la función logística normal (Alonso *et al.*, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de crecimiento tuvieron una tendencia similar durante el ciclo, además de presentar diferencias estadísticas en todas las fechas evaluadas. Los mayores valores de biomasa se obtuvieron en T3, T4 y T5 a los 131 ddt, con 175.82, 185.93 y 205.68 g planta⁻¹; respectivamente, lo cual se reflejó en el crecimiento del follaje y altura de la planta. La absorción de N total en las etapas iniciales fue baja, la cual se incrementó a medida que se formaron los tubérculos, esto debido que la necesidad de N del cultivo de papa es baja en las primeras 4 a 5 semanas de crecimiento, y que además entre el 58 y 70 % del N total se absorbe durante el desarrollo del tubérculo. En la dinámica de la absorción de P total,

se encontró que es similar al N, es decir, baja en sus primeras semanas de crecimiento y que la mayor cantidad se absorbe durante la fase de maduración de los tubérculos, este crecimiento se mantuvo hasta los 103 ddt para todos los tratamientos, a partir de los 131 ddt T5 acumuló el mayor valor con 0.97 g planta⁻¹ (12.91 kg ha⁻¹). La absorción de K total presentó un crecimiento constante hasta los 103 ddt, luego de lo cual aumentó hasta los 131 ddt, T5 extrajo el mayor valor con 8.25 g planta⁻¹ (110.05 kg ha⁻¹), siendo este elemento el que más remueve el cultivo, llegando a extraer alrededor de 415 kg ha⁻¹, con una tasa de absorción máxima de 15.6 kg ha⁻¹ día⁻¹. En la absorción de Ca se encontró un crecimiento lento hasta los 83 ddt, luego subió rápidamente a los 103 ddt obteniendo en T5 la mayor absorción a los 131 ddt con 1.57 g planta⁻¹ (20.88 kg ha⁻¹). La absorción de Mg total presentó un crecimiento lento hasta los 83 ddt, luego se incrementó hasta los 103 ddt obteniendo T5 la mayor absorción a los 131 ddt con 0.52 g planta⁻¹ (6.92 kg ha⁻¹). En la absorción del S total se obtuvo un crecimiento regular a lo largo del ciclo sin mayores variaciones hasta los 103 ddt, luego de lo cual presentó un incremento notable, T5 absorbió 0.55 g planta⁻¹ (7.30 kg ha⁻¹). El rendimiento de la semilla prebásica, para T5 presentó un valor promedio de 10,73 t ha⁻¹ (804.92 g planta⁻¹) fue superior a lo publicado por Cayambe J. (2010) quien reportó un valor promedio de 377.22 g planta⁻¹ y Mullo F. (2014) con 107.89 g planta⁻¹, que trabajaron con la variedad Superchola. Estas diferencias con sistemas similares de producción de semilla prebásica se atribuyen a que esta investigación utilizó como sustrato suelo donde frecuentemente se cultiva papa.

CONCLUSIONES

La absorción de nutrientes fue mayor con el T5, considerando una densidad de 13,333 plantas ha⁻¹ con 58.72, 12.91, 110.05, 20.88, 6.92 y 7,30 kg ha⁻¹, para N, P, K, Ca, Mg y S, respectivamente. En el rendimiento de semilla prebásica de papa el mejor fue T5 con 10.73 t ha⁻¹ siendo mayor con un 46.87% que T1, demostrando el efecto de la aplicación de la solución nutritiva en fertirriego. La generación de curvas de absorción de nutrientes para el cultivo de papa variedad Superchola se ajustó con los datos experimentales del modelo logístico obteniendo coeficientes de determinación (R²) mayores a 0.8.

BIBLIOGRAFÍA

- Inostroza, J., Méndez, P., Espinoza, N., Acuña, I., Navarro, P., Cisternas, E., y Larraín, P. (2017). Manual del cultivo de la papa en Chile. Boletín INIA N° 10. Instituto de Investigaciones [INIA].
- Rodríguez Sanfuentes, J. (1990). La fertilización de los cultivos: un método racional (1^a ed.). Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Araujo, M., Cartagena, Y., Castillo, C., Cuesta, H., Monteros, J., Paula, N., Racines, M., Rivadeneira, J., Velásquez, J., León, J., Panchi, N., y Andrade Piedra, J. (2021). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Manual No. 78 (3ra ed.). INIAP.
- Steiner, A. A. (1984). The Universal Nutrient Solution. En Sixth International Congress on Soilless Culture (pp. 633-650). Wageningen.
- Alonso Báez, M., Tijerina Chávez, L., Sánchez García, P., Martínez Garza, Á., Aceves Navarro, L. A., y Escalante Estrada, A. (2003). Modelo logístico: Herramienta para diagnosticar el cuánto y cuándo fertirrigar. Terra Latinoamericana, 21(2), 225-231.
- Cayambe Terán, J. M. (2010). Evaluación de soluciones nutritivas dinámicas para la producción de tubérculo-semilla categoría prebásica en dos variedades de papa bajo el sistema aeropónico. Universidad Central del Ecuador.
- Mullo Panoluisa, F. M. (2014). Producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.) de dos variedades para la agroindustria, utilizando el sistema de inmersión temporal. Universidad Central del Ecuador.



Semilla de calidad: Difusión y fortalecimiento de capacidades de productores que trabajan en el rubro de papa

Gabriela Narváez¹, Victoria López¹, José Camacho¹, César Asaquibay¹, Fausto Yumisaca¹, Diego Peñaherrera¹, Hugo Huaraca¹, Chang Hwan Park², Stalin Cuenca²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, Ecuador. Autor correspondiente: gabriela.narvaez@iniap.gob.ec

² Korea Partnership for Innovation of Agriculture - KOPIA Ecuador

Palabras clave: Semilla, Fortalecimiento de capacidades, promotores agrícolas.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa en el Ecuador es uno de los principales rubros de la canasta básica de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) y considerando su costo de producción se estima que del 15 al 20% corresponde al costo de la semilla (Velásquez, y otros, 2022). La producción de semilla de calidad garantiza las futuras cosechas, además si se cuenta con semilla propia se ahorra dinero al no requerir invertir en la adquisición permanente de este rubro (Montesdeoca, y otros, 2012).

En el marco del memorando de entendimiento entre RDA – Centro KOPIA Ecuador e INIAP se encuentra en marcha el proyecto “Promoción y difusión del uso de semilla de calidad y diversificación de cultivos con productores de la AFC en cinco provincias de la Sierra ecuatoriana”, con la finalidad de mejorar la productividad mediante una producción agrícola sostenible a través de la implementación de bancos de semilla de papa, el incremento de la producción y el fortalecimiento de capacidades de agricultores líderes que permita mejorar su desempeño para la implementación y manejo de parcelas de producción de semilla de papa, constituyéndose en el actor dinamizador que facilite el acceso oportuno (en cantidad y calidad) de semilla para su organización.

La capacitación del agricultor es un continuo desafío para potenciar el capital humano, de acuerdo con FAO (2022), la “Escuela de campo” propicia la construcción de conocimientos entre personas adultas, que se reúnen periódicamente para intercambiar experiencias utilizando el campo como recurso de aprendizaje en donde se observa, se analiza, se discute y se toman las decisiones adecuadas en el manejo del cultivo. (FAO, 2022)

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolla con ocho organizaciones de las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo; para el proceso de difusión se implementaron parcelas de papa de producción comercial y parcelas de multiplicación de semilla con el uso de alternativas tecnológicas de manejo del cultivo, prácticas culturales amigables con el ambiente, manejo integrado de plagas, se logró obtener un rendimiento promedio superior al promedio nacional, beneficiando de manera directa a 125 productores.

Para conformar bancos locales de semilla, a la cosecha de las parcelas, una parte de la producción se destina para la implementación de un fondo de semilla que permite contar con material de calidad para la dotación dentro de la misma organización, así como de otras organizaciones interesadas y mantener un abastecimiento continuo de semilla de calidad para los productores demandantes.

Paralelo al proceso de producción se realizó la formación de promotores agrícolas con mención en producción de semilla de papa, las sesiones de capacitación se realizaron con el enfoque de aprender-haciendo a través de la metodología escuelas de campo, contando con la participación de 17 productores, líderes seleccionados de las organizaciones beneficiarias del proyecto de las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las alternativas tecnológicas aplicadas incrementaron la producción, se obtuvo un rendimiento promedio de 22.7 t ha⁻¹ que supera al promedio de las cinco provincias de intervención que corresponde a 18 t ha⁻¹ (ESPAC, 2020). Se implementaron 13 ha con las variedades Superchola, INIAP-Fripapa, INIAP-SuperFri, INIAP-CIP-Libertad, Leona negra, chaucha amarilla y chaucha roja, de las cuales se conformaron los bancos de semilla en cada organización de productores.

El proceso de formación de promotores agrícolas ha permitido incrementar en un 15% el conocimiento técnico de los participantes respecto a la producción de semilla, en un solo ciclo de capacitación, complementariamente han adquirido competencias para el manejo de registros, agronegocios, coordinación, así como la vinculación de los productores con un centro de Investigación (INIAP) y la academia a través de la alianza generada con la Universidad Técnica de Cotopaxi.

CONCLUSIONES

El proceso de multiplicación de semilla con productores comprometidos permite contar con bancos locales de semilla, que genera un sistema de dotación permanente de semilla de calidad.

La formación de promotores agrícolas fortalece las capacidades locales para aplicar tecnologías y procesos adecuados en la multiplicación de semilla, estos promotores influyen en las organizaciones; convirtiéndose en una fuerza dinámica y actores estratégicos encargados de replicar y poner en práctica los conocimientos adquiridos.

BIBLIOGRAFÍA

- ESPAC. (2020). Encuesta de superficie y territorio. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura.
- FAO. (2022). Guía para el establecimiento de escuelas de campo con enfoque de seguridad alimentaria y nutricional. San Salvador: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Pallo, E., Fausto, Y., Taipe, A., Mera, X., Jorge, A. (2012). Produzcamos nuestra semilla de papa de buena calidad. Quito, Ecuador: Centro Internacional de la Papa.
- Velásquez, J., Araujo, A., Andrade, V., Rivadeneira, J., Cuesta, H., Racines, M., & Tinoco, K. (2022). Manual de producción de tubérculo semilla de papa. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.



Respuesta a la fertilización de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Capiro, en el Sector el Carmelo provincia de Imbabura

Carlos V. Alencastro¹, José I. Ayala¹

¹ Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera. Carrera de Tecnología Superior en Producción Agropecuaria. Autor correspondiente: carlosalencastro77@hotmail.com

Palabras clave: Fertilización, Producción, Macronutrientes.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una de las principales fuentes de alimentación a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz (FAO, 2012). El cultivo de papa demanda grandes cantidades de nutrimentos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) durante todo su ciclo (White et al., 2007) y es una de las hortalizas de mayor rentabilidad con altos costos de producción que genera excesiva aplicación de insumos (pesticidas, agua y fertilizantes). Bertsch (2003) reporta que este cultivo absorbe 220, 20, 240, 60 y 20 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca y Mg respectivamente para una producción de 20 t ha⁻¹, lo que evidencia los altos requerimientos nutrimentales que presenta el cultivo. De acuerdo a Horneck y Rosen (2008) la mayoría del N absorbido por la planta se presenta antes del periodo de máximo crecimiento y desarrollo del tubérculo, lo cual significa que antes del llenado de tubérculos la planta consume más de 50% con una demanda diaria de 7 kg ha^{-1-día}, para el caso del P la demanda fluctúa entre 0.4 a 0.9 kg ha^{-1-día} a mitad del ciclo dependiendo de la variedad y clima. Para el K la absorción es de 5 a 14 kg ha^{-1-día}.

La fertilización tiene la función de suministrar nutrimentos a los cultivos que no son aportados de manera natural por el suelo. Para una buena producción en términos de cantidad y calidad, usualmente los macronutrientes NPK, son aplicados al cultivo de papa cuando las reservas del suelo son limitadas (Ierna et al., 2011), pero además, deben acoplarse con sus demandas, debido a ello, es importante conocer las curvas de absorción nutrimental (Bertsch, 2003).

Un manejo adecuado requiere además de conocer la fertilidad actual del suelo, asociarla con la demanda total y la tasa diaria de acumulación nutrimental del cultivo, las cuales están en función de la tasa de crecimiento, etapa fenológica, variedad, condiciones ambientales y meta de rendimiento; pero también, debe considerarse la rentabilidad y el impacto ambiental que causan los fertilizantes en suelo, agua y aire.

La fertilización no solo influye en el rendimiento sino también en la calidad del tubérculo; se ha encontrado que la gravedad específica (índice del contenido de almidón) del tubérculo depende del porcentaje y densidad de la materia seca así como del porcentaje del aire en tejidos (Talbert y Smith, 1967), pero disminuye al aumentar los niveles de NPK ya que esta es la que determina el contenido y la calidad del tubérculo (Kunkel y Holstad, 1972). Por otro lado, el contenido proteico del tubérculo incrementa al aumentar la dosis de N mientras que la dosis de P afecta la tasa de absorción de aceite utilizado para papas fritas (Ozturk et al., 2010); por lo anterior, se puede decir que el enfoque nutricional de los cultivos debe considerar el cómo, cuándo, cuánto y que fuentes de fertilizantes son las más apropiadas y evitar el manejo de una forma generalizada. Ante el incremento acelerado de los precios de los fertilizantes, la presencia de sequías recurrentes, bajos grado de aprovechamiento de fertilizantes, contaminación de aguas superficiales y subterráneas por fertilizantes nitrogenados y fosfóricos (Ierna et al., 2011) así como el incremento en la variabilidad climática, es imperante el manejo de la fertilización del cultivo de papa bajo estos nuevos escenarios.

En este contexto en el presente estudio se generó una metodología para acoplar en forma automática los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa variedad Capiro a través incremento y reducción de un 20% a partir de la curva base del requerimiento nutrimental, con el fin de lograr una fertilización precisa y eficiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante la estación invernal en la finca el Carmelo localizado en las partes altas de la provincia de Imbabura Ecuador, con las siguientes coordenadas geográficas de longitud: 78°7'20.39" O 0°21'6.16" N. y una altitud de 2228 m.s.n.m. El experimento se estableció en un suelo típico de la región interandina, de textura franco-arcillosa, un pH de 6,5, la precipitación del lugar varía de 596 a 700 mm y un rango de temperatura promedio de 16°C. Se utilizó la var. Capiro y su siembra y manejo siguieron las normas técnicas para la variedad, previo a la siembra se hizo un análisis del suelo para hacer el cálculo de fertilización.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, se estableció el experimento con cuatro tratamientos, el T1 se fertilizó de acuerdo a las curva base obtenidas de las referencias bibliográficas en el cultivo de papa; es decir; (200 N, 250 P₂O₅, 150 K₂O, 40 CaO y 20 S) kg ha⁻¹ de NPK respectivamente; el T2 se fertilizó de acuerdo a la curva base más un incremento del 20% (240 N, 300 P₂O₅, 180 K₂O, 48 CaO y 24 S), el T3 consistió en la reducción del 20% de la curva base (160 N, 200 P₂O₅, 120 K₂O, 32 CaO y 16 S) y el T4 se realizó la fertilización convencional de los productores (200 N, 180 P₂O₅, 140 K₂O, 20 CaO y 20 S). Se evaluó: Porcentaje de emergencia, Peso seco radical, Altura de la planta, Análisis de clorofila, Número de tubérculos por planta, Rendimiento por hectárea, Relación Beneficio/Costo. Para cada variable se hizo un análisis de varianza, por medio del estadístico Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de emergencia evaluado entre los 21 y 45 días de la siembra, para cada tratamiento, se obtuvo porcentajes que variaron entre 81.6% y 92.4%, se estableció que no existe diferencias estadísticas significativas a un nivel del 5% para tratamientos, sin embargo, existe diferencias matemáticas en cada uno de los tratamientos. El peso seco radical evaluado entre los 35 y 45 días de la siembra, para cada tratamiento, indicó cantidades que variaron entre 1.76 y 3.02 gramos respectivamente, Por, otro lado, el peso radical fue significativamente mayor en el T2, con un promedio de 2.84 gramos ubicado en el primer rango, en comparación con el T4. El crecimiento en altura de planta, registrado en el momento de la floración, para cada tratamiento evaluado, con alturas que van desde 45.45 cm hasta 63.06 cm, promedio general de 53.94 cm, sin embargo, el T2 obtuvo una longitud de tallo 59.2 cm en comparación de la dosis nutrimental con el T3 que obtuvo el menor crecimiento en altura de planta, con un promedio de 49.02 cm. Así también, Los tratamientos que alcanzaron el valor promedio más alto fue el T2 con un SPAD/planta promedio de 39.81 SPAD/planta; seguido del T2, con un promedio de 36.84 SPAD/planta, mientras que el T3 obtuvo el menor promedio al registrar un valor de 32.98 SPAD/planta. Se registraron los valores del número de tubérculos por planta, para cada tratamiento, con valores que van desde 15 tubérculos/planta hasta 18 tubérculos/planta, promedio general de 15.11 tubérculos por planta. El mayor número de tubérculos por planta se consiguió en el T2 con un promedio de 17 tubérculos por planta; seguido del T2, con un promedio de 16 tubérculos por planta, mientras que el T3 y el T4 obtuvo el menor promedio al registrar un valor de 15 tubérculos por planta. Los valores correspondientes al rendimiento, para cada tratamiento en estudio, se reportan en, cuyos rendimientos fluctuaron entre 26.23 Ton.ha⁻¹ y 40.16 t/ha, con promedio general de 32.5



Ton.ha⁻¹. se determinó que el T2 obtuvo un promedio de 36.19 Ton.ha⁻¹; seguido de T1, con un promedio de 33.04 Ton.ha⁻¹, mientras que el T3 y el T4 obtuvo el menor promedio al registrar un valor de 29.13 y 31.45 respectivamente. el análisis económico, en el cual se detallan los costos de producción de los cuatro tratamientos que están relacionados a quintales por hectárea (qq ha⁻¹), el precio de venta de la producción, la utilidad neta por tratamiento y el costo beneficio. Para este análisis se consideró un precio mínimo promedio de 15 dólares por quintal (precio al cual se vendió el producto). El tratamiento que mayor ganancia generó es el T2, ya que obtuvo un alto rendimiento en su producción.

CONCLUSIONES

El incremento de la fertilización constituye un aumento de producción en el cultivo de papa variedad Capiro, obteniendo un mejor desarrollo de la planta generando mayor productividad para los productores de la zona de estudio.

El incremento de la fertilización de acuerdo a la curva base más un incremento del 20% T1 (240 N, 300 P₂O₅, 180 K₂O, 48 CaO y 24 S), tuvo un rendimiento mayor en comparación con los demás tratamientos con un promedio de 36.19 tn/ha.

El análisis estadístico a las variables presentó diferencias significativas debido a las favorables condiciones suelo donde se implantó el ensayo. El análisis económico por tratamiento, la fertilización de acuerdo a la curva base más un incremento del 20% T1 (240 N, 300 P₂O₅, 180 K₂O, 48 CaO y 24 S), genera un rendimiento superior por ende mayor rentabilidad, independientemente del precio al cual se encuentre en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Báez, L., Velastegí, L., & Rivadeneira, R. (2021). Evaluación de marcadores moleculares asociados con la resistencia a tizón tardío para selección asistida en papa. Quito.
- Bonette, M., Urquiza, C., & Yáñez, P. (2016). Estudio de cuatro tubérculos y raíces tuberosas no tradicionales de la sierra centro de Ecuador y su potencial de uso en platos de autor. Quito: Qualitas, 12, 37-67.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 307p.
- Chila, J., Martínez, M., & Espinoza, C. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. Quito: Gestión Ingenio y Sociedad, 2(2), 140-152.
- Gaón, E. (2018). Evaluación de cuatro densidades de siembra de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola, categoría básica, para la producción de semilla registrada, en el cantón Bolívar, Carchi. Bolívar: (Bachelor's thesis).
- Horneck, D. and Rosen, C. 2008. Measuring nutrients accumulation rates of potatoes too for better management. 92:1-4.
- INIAP. (2010). Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estacion Experimental Santa Catalina. Quito.
- Ierna, A.; Pandino, G.; Lombardo, S.; Mauromicale, G. 2011. Tuber yield, water and fertilizer productivity in early potato as affected by a combination of irrigation and fertilization. Agricultural Water Management 101:35-41.
- Kunkel, R. and Holstad, N. 1972. Potato chip color, specific gravity and fertilization of potato with N-P-K. Am J. Potato Res 49:43-62.
- León, R., Benalcazar, P., & Cevallos, J. (2017). Modelación matemática para estimar los requerimientos hídricos de papa (*Solanum* spp.). Riobamba.

- Monteros, C., Quelal, M., Patoja, S., & Villacrés, E. (2015). Evaluar la calidad industrial de seis variedades de papa disponibles en el mercado con aptitud para procesamiento de pre-frita congelada tipo bastón. Quito.
- Ozturk, E.; Kavurmaci, Z.; Kara, K. and Polat, T. 2010. The effects of different nitrogen and phosphorous rates on some quality traits of potato. *Potato Res.* 53:309-312.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. Quito: Editorial Abya Yala.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Quito. INIAP, COSUDE. Quito.
- Talbur, W. and Smith, O. 1967. *Potato processing*. 4th (Ed.). AVI Publishing Company, California. 588.
- Villa, C., & Gérman, W. (2016). Producción de Semilla de papa (*Solanum tuberosum*.) usando métodos de multiplicación acelerada, en el Centro Experimental San Francisco Cantón Huaca, Provincia Carchi (Doctoral dissertation . Universidad Politecnica Estatal del Carchi.
- White, P. J.; Whcatley, R. E; Hammond, J. P and Zhang, K. 2007. Minerals, Soils and roots. *In: Vreugdenhil, D. (ed.). Potato biology and biotechnology, advances and perspectives*. Elsevier Amtersdan. 739-752 p.



Rescate y multiplicación de las variedades de papas nativas chaucha roja y yema de huevo con organizaciones de pequeños agricultores de chimborazo

Fausto Yumisaca J.¹, Gabriela Narváez.¹, Chang Hwan Park²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Autor correspondiente:
fausto.yumisaca@iniap.gob.ec. – INIAP

²Korea Partnership for Innovation of Agriculture - KOPIA Ecuador

Palabras claves: categorías iniciales, desconocimiento, nutrición,

INTRODUCCIÓN

Las papas nativas aportan cantidades importantes de nutrientes y compuestos funcionales, (Monteros et al, 2011). Sin embargo, su incipiente desarrollo comercial e industrial se debe al desconocimiento de sus características sensoriales y nutricionales, (Balladares 2018); por lo cual, su producción se ha destinado para el autoconsumo o para mercados locales reducidos, (Monteros y Reinoso, 2011). La variedad Yema de huevo (YH) tiene potencial en el mercado tanto en fresco como para industrialización, (Arteaga 2010); mientras que, Chaucha roja (CHR) se mantiene en los mercados debido a su calidad culinaria para consumo en fresco (cocida, horneada, purés y al vapor) y para fritura. La mayoría de los agricultores para el cultivo de estas variedades utilizan su propia semilla. (Monteros et al, 2011). En este contexto, con apoyo del Centro KOPIA Ecuador, se desarrolló un proceso de limpieza y multiplicación de semilla de categorías iniciales de estas dos variedades con el propósito de renovar y difundir el uso de semilla de calidad; para lo cual, en la primera fase durante el ciclo 2022-2023, se multiplicó semilla de categoría básica y en la segunda, se implementó Bancos Locales de Semilla (BLS) con organizaciones de pequeños productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la fase 1, con la As. de Productores Agrícolas de Puculpala, APROAP, ubicada en la parroquia Quimiag del cantón Riobamba, se implementó un lote de multiplicación ubicado a 2955 m de altitud con 6 qq de CHR y 3 qq de YH de semilla categoría básica. Cuando el cultivo se encontró en etapa de floración, se realizó un día de campo para promocionar el manejo integrado del cultivo y el uso de semilla de calidad; se contó con la participación de productores de la provincia ubicados en donde la producción de estas variedades tiene un alto potencial. Se registró los costos de producción para establecer el análisis económico del cultivo y se estableció el porcentaje de extracción de semilla. En la fase 2, con la semilla obtenida se realizó la implementación de BLS, para lo cual se estableció criterios de selección para la identificación de las organizaciones interesadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se implementó dos parcelas de multiplicación con semilla categoría básica proveniente del invernadero automatizado de INIAP, el ciclo de cultivo fue de 135 días obteniendo un rendimiento de 15.75 tha⁻¹ con CHR y 37.49 tha⁻¹ con YH con un porcentaje de extracción de semilla de 30.12% y 70.71% respectivamente. Se alcanzó una relación beneficio/costo de 0.77 con CHR y 2.12 con YH. Para la difusión del uso de estas variedades nativas, se realizó un día de campo que contó con la participación de 91

asistentes, de los cuales el 48% fueron mujeres; se presentó estaciones temáticas sobre: Ventajas del uso de semilla de calidad y selección positiva, Producción de semilla de categorías iniciales, Manejo Integrado de Punta Morada, Manejo Integrado del Cultivo de papa (MIC); el evento se realizó en el lote de multiplicación en etapa de floración. Para la comercialización de la semilla se estableció un precio 40% menor al precio referencial de la semilla registrada en el sistema formal, tomando en cuenta la subvención del proyecto y que las variedades nativas no están registradas en el sistema formal. El 50.53% de la semilla se comercializó y se obtuvo un ingreso de 1440 USD mientras que de la papa comercial se obtuvo 300 USD, los cuales permitieron la conformación de una Caja de Ahorro y Emprendimientos. El 49.47% de semilla se destinó para la implementación de tres BLS con las organizaciones: Rumipamba, Lupaxí Central y Santa Isabel, quienes recibieron la semilla con el compromiso de devolver a la APROAP el doble a la cosecha y de invertir sus recursos en la implementación de los lotes de multiplicación de semilla.

CONCLUSIONES

El rendimiento obtenido con CHR y YH fue notoriamente superior al reportado por Monteros et al 2011, debido al uso de semilla básica y la aplicación del MIC en el proceso de multiplicación de semilla. Es importante, además a través de los BLS difundir el MIC y la selección positiva para mantener por más tiempo la calidad de la semilla y fortalecer el trabajo comunitario con acciones como la conformación de cajas de ahorro y emprendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, G. 2010. Respuesta del cultivo de papa (*Solanum phureja*) variedad Yema de huevo a la aplicación de hidrácida maleica para inhibir su brotación. Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas UCE. Quito, Ecuador. 99 p.
- Balladares, V. 2018. Evaluación del contenido de antocianinas y micronutrientes (hierro, manganeso y calcio) en papas nativas (*Solanum andigena*) enteras y peladas de las variedades Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de huevo. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, UTA. Ambato, Ecuador. 93 p.
- Monteros, C., Reinoso, I. 2011. Informe final del Proyecto FTG-353/05 “Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas”. FONTAGRO, INIAP-Ecuador, PROINPA-Bolivia, Corpoica-Colombia, Soluciones Prácticas -Perú, e INIA-Venezuela. Quito, Ecuador, 90 p.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade-Piedra, J. y Reinoso, I. 2011. Papas Nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad. INIAP, CIP. Quito, Ecuador. 144 p.



Huella hídrica en la producción de papa variedad Super Chola (*Solanum tuberosum* L.) provincia de Carchi

José I. Ayala¹, Carlos V. Alencastro¹

¹ Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera. Carrera de Tecnología Superior en Producción Agropecuaria. Autor correspondiente: jose_ig3@hotmail.com

Palabras clave: Croptwat, Climwat. Conservación del agua, Demanda de riego

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la papa es un rubro alimenticio milenario siendo su entorno de producción las tierras altas andinas, tiene importancia agroeconómica al presentar una diversidad genética de papa cultivada y silvestre (Basantes, Suárez, y Illescas, 2020). El cultivo de papa presenta estrecha relación con el sector rural, donde la agricultura en los ámbitos económico, social y productivo es una de las actividades más relevantes, y aporta con el 9% del PIB nacional al año 2018 (Carrión Pineda y Portocarrero Ronquillo, 2021). En el 2020, la superficie sembrada de papa a nivel nacional fue de 25.924 hectáreas. La producción se concentra en la provincial del Carchi con el 45,97 (Azenas y Benavides, 2021). A nivel mundial, la demanda de agua para producir alimentos, abastecer a las industrias y sostener a las poblaciones urbanas y rurales aumenta continuamente desde hace muchos años. Además, un número cada vez mayor de regiones en el mundo se enfrentan a la escasez de agua dulce (Gaón, 2018). Los usos agrícolas son responsables del 86% del uso mundial de agua dulce en el mundo (León, Benalcázar y Segovia, 2017). La Huella Hídrica es un indicador integral del uso del agua parte de un consumidor o productor. (Amézquita y López, 2012).

Este estudio tiene como objetivo evaluar la huella hídrica total, verde, azul y gris de la producción de papa, variedad Super Chola en el Cantón Espejo, provincia de Carchi, con el fin de cuantificar la cantidad de agua usada en el cultivo, así como identificar su importancia ambiental para la zona norte del país y formular alternativas en los sistemas de riego para mejorar su eficacia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera, ubicado en el cantón Espejo, provincia de Carchi a 3200 msnm, se estableció un lote de papa variedad Super Chola, la metodología usada para determinar y evaluar la huella hídrica, se utilizó el manual publicado por la Water Footprint Network (WFN) (Hoekstra, Chapagain, y Aldaya, MM, 2011). Además, se recolectó información del aplicativo CLIMWAT 2.0 donde recoge los datos de la estación meteorológica ubicada en la ciudad del Ángel, Provincia de Carchi, en la cual se tomaron datos de temperatura, velocidad del viento, evaporación, brillo solar, radiación solar, humedad relativa, precipitación y evapotranspiración potencial o real.

Para la cuantificación de la Huella Hídrica azul y verde se estimó el requerimiento hídrico del cultivo de papa y la precipitación efectiva a partir de datos climáticos del aplicativo CLIMWAT 2.0 y fueron importados al software CROPWAT 8.0 de la FAO, datos que se relacionaron con el dato de producción en metros cuadrados por cada tonelada de producción, mientras que para la cuantificación de la Huella Hídrica Gris, se determinó la aplicación de productos químicos (fertilizantes, pesticidas e insecticidas), debido a la falta de datos específicos en cada cultivo se asumió el 10% para todos los fertilizantes, valor utilizado por Hoekstra, Por último, se realizó la sumatoria de las huellas hídricas azul, verde y gris para cuantificar la huella hídrica total en el cultivo de papa y formular

alternativas en los sistemas de riego que usan los agricultores de la zona (Hoekstra, Chapagain, y Aldaya, MM, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se importó los datos climatológicos como temperatura máxima, mínima, humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s) e insolación (h), precipitación P(mm), datos del suelo y cultivo que fueron extraídos del aplicativo Climwat 2.0, además el requerimiento de riego en el cultivo de papa se determinó mediante el aplicativo CROPWAT 8.0, dando un valor de requerimiento hídrico de 147 mm en todo su ciclo fenológico.

La huella hídrica azul (HH Proc, azul ($m^3.Tn^{-1}$)), se determinó mediante la operación del cociente entre el agua aprovechada por el cultivo proveniente de riego (CWUriego), y, (Y) el rendimiento del cultivo ($Ton.m^{-2}$). Se determinó que la huella hídrica azul fue de $36,75 m^3.Tn^{-1}$, Mientras que en un estudio realizado por Vargas López (2019), en la Estimación teórica de la huella hídrica del cultivo de papa en Ventaquemada, Toca y Samacá determinó que la huella hídrica azul para esos municipios fue de 132,7 y 106 m^3/ton respectivamente (Vargas, 2019).

Cuantificación Huella Hídrica Verde

Esta huella corresponde al cociente entre el agua utilizada por el cultivo proveniente de precipitación efectiva y el rendimiento del cultivo, el valor de precipitación total se tomó del aplicativo CROPWAT 8.0. El resultado de la huella hídrica verde fue de $136,4 m^3.Ton^{-1}$. Mientras que Bernuy Pacheco (2018) en su investigación titulada Escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en Huaros-provincia de Canta calculó la huella hídrica para las campañas 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 y 2017/2018 que las huellas hídricas verde fueron de $627.82 m^3.Ton^{-1}$, $681.02 m^3.Ton^{-1}$, $613.04 m^3.Ton^{-1}$, $642.74 m^3.Ton^{-1}$ y $540.81 m^3.Ton^{-1}$ respectivamente (Bernuy, 2018).

Cuantificación huella hídrica gris

La huella gris en el cultivo de papa, variedad super chola, tuvo un valor de $245 m^3/Ton$, siendo el valor, más alto dentro de sus componentes de la huella hídrica. Amézquita (2012), encontró que el valor del componente gris de la huella de la papa está relacionado con el alto requerimiento de fertilizantes del cultivo, demandando un importante volumen de agua para asimilar la carga contaminante generada (Amézquita y López, 2012).

Huella hídrica total

Con los valores de los componentes de la huella hídrica (azul, verde, gris) calculados se determinó que la huella hídrica total fue de $418,15 m^3/Ton$. Mientras que en un estudio realizado por Higuera-Sánchez (2019), en la evaluación de indicadores de huella hídrica en la producción de un cultivo de cebolla de bulbo y papa en los municipios de Duitama y Samaca Boyacá obtuvo como resultado de su investigación que la cuantificación de la huella hídrica total del cultivo de papa fue de $493.93 m^3/Ton$ en el cultivo de papa (Higuera y Jaimes, 2019).

CONCLUSIONES

Para el cultivo de papa variedad Super chola en el presente estudio, se calculó la huella hídrica por componente obteniendo valores de $36,75 m^3.Tn^{-1}$ de huella azul, $136,4 m^3.Tn^{-1}$ de huella verde y $245 m^3.Tn^{-1}$ de huella gris, para un valor de huella hídrica total de $418,15 m^3.ha^{-1}$.



Las aplicaciones excesivas de productos químicos y fertilizantes por parte de los productores, genera un aumento significativo en el cálculo de la huella hídrica gris, por tal razón es necesario que el productor se concientice de hacer un análisis de suelo a sus predios con el fin de identificar las necesidades reales de macro y micronutrientes que requieren los cultivos que son objeto de estudio.

Finalmente se puede concluir que cuantificar el consumo de agua y su composición (verde, azul y gris) permite determinar no solo determinar el nivel de eficiencia en términos de disponibilidad y demanda, sino también el impacto que se genera al medio ambiente y, fundamental, la identificación y elaboración de planes y propuestas que mejoren las prácticas en el sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Amézquita, V., & López, D. (2012). *Evaluación de huella hídrica en la producción de un cultivo de papa R12 ubicado en el municipio El Rosal Cundinamarca*. Cundinamarca.
- Azenas, V., & Benavides, J. (2021). *Acceso y disponibilidad en la cadena alimentaria de la papa. Estudio de caso en comunidades rurales del municipio Batallas-departamento de La Paz (Bolivia)*. Paz: Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico.
- Basantes, F., Suárez, J., & Illescas, L. (2020). Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador. *e-Agronegocios*. 103-120.
- Bernuy, P. (2018). Escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en Huaros-provincia de Canta. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/42766/Bernuy_PP.pdf?sequence=1, 15-23.
- Carrión Pineda, J., & Portocarrero Ronquillo, J. (2021). El sector agrícola del ecuador: análisis de su contribución al producto interno bruto (pib), periodo 2000-2019. *Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativa*, 20-23.
- Gaón, E. (2018). *Evaluación de cuatro densidades de siembra de papa (solanum tuberosum l.) variedad superchola, categoría básica, para la producción de semilla registrada, en el cantón Bolívar, Carchi*. Bolivar: (Bachelor's thesis).
- Higuera, S., & Jaimes, H. (2019). *Evaluación de indicadores de huella hídrica en la producción de un cultivo de cebolla de bulbo y papa en los municipios de Duitama y Samaca Boyacá*. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24084/1/1.%20Trabajo%20de%20Graduado%20Higuera_Jaimes.pdf.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., & Aldaya, MM, M. (2011). El manual de evaluación de la huella hídrica: Estableciendo el estándar global. Routledge. *Hidrología y ciencias del sistema terrestre*, 18-26.
- León, R., Benalcazar, P., & Cevallos, J. (2017). *Modelación matemática para estimar los requerimientos hídricos de papa (Solanum spp.)*. Riobamba.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Quito. INIAP, COSUDE. Quito.
- Quilismal, S., Ayala, S., Mida, J., & Mejía, L. (2021). Alternativas de fertilización empleando bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Montúfar-Carchi. *SATHIRI*, 132-143.
- Schneir, E. R. (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. *Saber y Hacer*, 34-47.
- Vargas, L. (2019). Estimación teórica de la huella hídrica del cultivo de papa en Ventaquemada, Toca y Samacá. *Doctoral dissertation, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 15-16.

Evaluación de niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*, L.), en la provincia del Carchi

Yamil E. Cartagena^{1*}, Soraya P. Alvarado¹, Franklin M. Valverde¹, Aníbal R. Parra¹, Julio V. Moreno¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador. *Autor de correspondencia: yamil.cartagena@iniap.gob.ec

Palabras clave: Fertilización química, Riego, Extracción de nutrientes, Rendimiento.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo después del maíz, trigo y arroz (FAO, 2008). El rendimiento promedio de tubérculos es todavía bajo en algunos países de Sudamérica; Perú produce 12.3 t ha⁻¹, Ecuador 7.8 t ha⁻¹ y Bolivia 5.7 t ha⁻¹, debido principalmente al limitado acceso a la tecnología, capacitación y crédito, mientras que en Colombia la producción llega a 17.2 t ha⁻¹ (Devaux, et. al., 2010). En Ecuador, en el año 2015 las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Carchi sumaron el 51.28% de la superficie total de la producción de papa, siendo la provincia del Carchi la de mayor concentración del cultivo de papa, con un aporte del 36.48% del total nacional, seguido de Cotopaxi con 22.7% y Chimborazo con 17.8% de la producción nacional (INEC, 2015). La provincia del Carchi al ser una de las que cuenta con mayor superficie en producción también en rendimiento supera a la media nacional (16.13 t ha⁻¹) durante el ciclo 2015 con 27.30 t ha⁻¹, mientras que Cotopaxi es la zona de menor productividad con 12.8.t ha⁻¹ Pichincha, Chimborazo y Tungurahua presentan rendimientos de 14.9, 14.5, y 14.2 t ha⁻¹, respectivamente (Monteros, 2016). El nitrógeno (N) cumple un papel fundamental en el cultivo de papa, particularmente en la acumulación de biomasa que es la encargada de soportar la acumulación del rendimiento de tubérculos. La aplicación simultánea de N mejora sensiblemente los rendimientos, particularmente en los suelos dedicados a la producción de papa en la Sierra Central y Norte de Ecuador. Generalmente, los suelos donde se cultiva papa son muy fríos y la materia orgánica contenida en estos suelos no se descompone fácilmente evitando que se libere suficiente N disponible, para lo cual es necesario utilizar fuentes nitrogenadas de origen sintético de rápida acción (Valverde et al., 1998). El objetivo de este trabajo fue determinar los niveles de nitrógeno aplicados al suelo en el rendimiento de papa, variedad Superchola en la provincia de Carchi

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la localidad Mataredonda, parroquia San Gabriel, cantón Montúfar, provincia Pichincha, Ecuador (2824 msnm; 0° 35' 30" S y 77° 45' 29" O) en el 2016. El sitio experimental tiene una textura franco arcillosa, con una precipitación de 633 mm y temperatura media de 11.54°C. El análisis químico de suelos mostró un p H 5.85, N-NH₄ 67.5 mg kg⁻¹, P 18.63 mg kg⁻¹, K 0.85 meq 100g⁻¹, S 9.37 mg kg⁻¹, M.O. 17.05%. Los tratamientos fueron cinco niveles de nitrógeno (0 a 240 kg N ha⁻¹, en incrementos de 60 kg). En todos los tratamientos se aplicó 350 kg P₂O₅ ha⁻¹ de, 100 kg K₂O ha⁻¹ y 30 kg S ha⁻¹. Los fertilizantes químicos fueron: fosfato monopotásico 52% de P₂O₅ y 34 % de K₂O, superfosfato triple 46 % de P₂O₅, sulpomag 22% de K₂O - 22 % de S - 11 % de Mg, y urea 46% de N; el fraccionamiento se dividió en dos aplicaciones; al medio aporque y aporque, a chorro continuo al fondo del surco. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, se aplicó la prueba de Tukey al 5%



para los tratamientos y una función de regresión. El material biológico fue papa variedad Superchola. La siembra se realizó manualmente y se colocó un tubérculo por sitio; las unidades experimentales se conformaron de 5 surcos, con una distancia de siembra de 1.2 m entre surcos y 0.35 m entre plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento promedio de los tratamientos fue de 39.99 t ha^{-1} . La mejor respuesta se tuvo con la dosis de 180 kg N ha^{-1} con 43.63 t ha^{-1} y la menor se encontró con la dosis 0 kg ha^{-1} con 35.39 t ha^{-1} , mostrando un incremento de 8.2 t ha^{-1} . La dosis óptima fisiológica fue de 206 kg N ha^{-1} que correspondió a un rendimiento máximo de 42.27 t ha^{-1} . La dosis óptima económica fue de 195 kg N ha^{-1} que tuvo con un rendimiento de 42.24 t ha^{-1} . La eficiencia agronómica mayor se encontró con la dosis de 60 kg N ha^{-1} con 48 kg de papa por cada kilogramo de N aplicado

CONCLUSIONES

El cultivo de la papa tuvo una mejor respuesta a la aplicación del nitrógeno con la dosis de 180 kg N ha^{-1} , llegando al rendimiento máximo de 43.63 t ha^{-1} , con un nivel alto de nitrógeno amoniacal en el suelo.

BIBLIOGRAFIA

- Devaux, D., Ordinola, M., Hibon, A., & Flores, R. 2010. El sector papa en la región Andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Lima, Perú: CIP. Quito. Obtenido de http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/iv-congreso-ecuadoriano-de-la-papa/4_Nac_papa/memorias/a_devaux_memoria.pdf
- FAO. 2008. Año internacional de la Papa 2008 Nueva luz sobre un tesoro enterrado. Italia - Roma: Agriculture and Consumer Protection.
- INEC. 2015. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Quito. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeEjecutivoESPAC2013.pdf
- Monteros, A. 2016. Rendimientos de papa en el Ecuador segundo ciclo 2015. Quito - Ecuador. Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf
- Valverde, F., Cordova, J. & Parra, A. 1998. Fertilización del cultivo de papa. INIAP, Quito, Ecuador.

Caracterización del comportamiento agronómico de cuatro accesiones de papa nativa (*Solanum tuberosum*), en los cantones de Montúfar y Bolívar, provincia de Carchi

Jennyfer R. Monteros¹

¹ Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera. Carrera de Tecnología Superior en Producción Agropecuaria. Autor correspondiente: renamonteros@yahoo.com

Palabras clave: Papas navitas, Características morfológicas, pérdidas genéticas.

INTRODUCCIÓN

Una contrariedad común en la mayoría de los países, donde todavía se mantienen colecciones de papa, es la pérdida gradual de entradas en las colecciones conservadas en el campo. Estas pérdidas genéticas *ex situ* ocurren cuando las entradas de la colección se siembran en parcelas muy pequeñas y con muy pocas plantas por entrada para reducir los costos de mantenimiento. Además, muchas pérdidas también ocurren por estreses ambientales como las heladas, granizadas o inundaciones (Huamán, 1998 como se citó en Velasco, 2013, p. 5). La alta variabilidad de caracteres de las especies silvestres incluye tolerancias y resistencias a estrés biótico y abiótico, que han permitido mejorar las variedades comerciales desde el punto de vista nutricional, agronómico, industrial y farmacéutico. Es por ello que cada vez se incrementa más el interés por conocer las características morfológicas, bioquímicas y moleculares de las especies silvestres y cultivadas para prevenir la erosión genética de las mismas (Soto, Medina, Aquino y Estrada, 2014, p. 216). Para obtener una adecuada caracterización de las papas nativas, es necesario realizar evaluaciones morfoagronómicas de las variedades más importantes, usos e información etnobotánica, además de conteos 4 cromosómicos, métodos de separación electroforética de marcadores químicos y de caracterización molecular del ADN (Cosio, 1998 como se citó en Rojas, 2007, p. 3-4).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en la parroquia Cristóbal Colón, cantón Montufar, provincia Carchi, Ecuador. La recolección de semillas de papase realizó en la provincia de Carchi en los sitios identificados con base al estudio realizado por el INIAP (Monteros et. al., 2010, p. 17). Para caracterizar el comportamiento agronómico se aplicó un Diseño Completamente al Aleatorio, con cuatro tratamientos (T1: Tacana roja, T2: Violeta blanca, T3: Rosada y T4: Ratona negra), tres repeticiones. Las variables evaluadas: días a la emergencia, días a la floración y tuberización, días a la senescencia, días a la cosecha, rendimiento, hábito de crecimiento, tallo, forma de la hoja, color de la flor, color del tubérculo, forma del tubérculo, color de la baya, altura de planta y brote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez tomados los datos en campo y de acuerdo con las variables estadísticas se presenta los siguientes valores: Para la fase fenológica de emergencia se considera a la Tacana roja (T1) y Rosada (T3) más tardías en emerger con 30 días, mientras que la Violeta (T2) emergió a los 29 días y la Ratona negra (T4) más temprana a los 27 días. En la fase de floración y tuberización la Tacana roja (T1) obtuvo 71 días, Violeta (T2) y la Ratona negra (T4) 71,33 días y 70 días para la Rosada (T3).



En la fase de senescencia la Ratona negra (T4) obtuvo 48,67, para la Tacana roja (T1) 83,33 días, para la Violeta (T2) 83,67 días y para la Rosada (T4) 140 días.

En la fase de cosecha se consideró como más tardía a la Rosada (T3) la cosecha fue a los 210 días, seguida de la Tacana roja (T1) que se cosecho a los 154 días, la Violeta (T2) a los 149 días y la Ratona negra a los 121 días considerada como precoz.

Para el rendimiento la variedad que obtuvo mayor rendimiento fue la Rosada (T3) con 19,6 t ha⁻¹, seguida de la Violeta con 12,27 t ha⁻¹, y las de menor rendimiento la Ratona negra (T4) con 6,8 t ha⁻¹ y la Tacana roja (T1) con 8,1 t ha⁻¹.

Las variables morfológicas para la Tacana roja con: hábito de crecimiento erecto, tallo verde con muchas manchas pigmentadas, forma de la hoja tiene 5 pares de folios laterales primarios, 3 pares de interhojuelas, color de la flor predominante violeta, color del tubérculo amarillo rojizo, forma del tubérculo elíptica, color de la baya blanco con hileras rojas, altura de la planta 98 centímetros y brote morado.

Para la Violeta: hábito de crecimiento semi erecto, tallo verde con manchas moradas, forma de la hoja desectada con cuatro pares de foliolos laterales y cuatro pares de interhojuelas, color de la flor violeta intenso, color del tubérculo amarillo claro con manchas moradas, forma del tubérculo elíptico con ojos marcados, color de la baya blanco, altura de la planta 90 centímetros y brote Morado con blanco en el centro.

Para la Ratona negra: hábito de crecimiento erecto, tallo verde con morado, forma de la hoja asimétrico con cuatro pares de foliolos laterales y seis inter hojuelas entre foliolos, color de la flor lila con bordes blancos, color del tubérculo morado intermedio, forma del tubérculo cónica alargada, color de la baya blanca con pocas manchas moradas, altura de la planta 95 centímetros y brote morado.

Para la Rosada: hábito de crecimiento semi erecto, tallo verde con manchas moradas, forma de la hoja disectada con cinco pares de foliolos laterales, dos pares de cinco interhojuelas, color de la flor violeta claro, color del tubérculo morado con ojos blancos, forma del tubérculo estrujado con ojos intermedios, color de la baya blanca, altura de la planta 100 centímetros y brote blanco con morado claro en el centro.

CONCLUSIONES

La caracterización agronómica de papas nativas contribuye a la conservación y registro de datos de cultivares que se encuentran en erosión genética, cada variedad nativa presento características diferentes para ser identificadas. La semilla de estas variedades de papa nativa es escasa, en la provincia de Carchi ya no se siembra.

BIBLIOGRAFÍA

- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J., y Reinoso, I. (2010). Cultivares de papa nativa Sierra Centro Norte del Ecuador. Quito: INIAP.
- Rojas, P. (2007). Análisis de la diversidad genética de papas nativas (*Solanum sec. Petota*) de la comunidad de Chahuaytire, integrante del Parque de la Papa (Pisac-Cusco), y de las papas nativas repatriadas por el Centro Internacional de la Papa usando marcadores microsaté. Lima.
- Soto, J., Medina, T., Aquino, Y., & Estrada, R. (2014). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum spp.*) conservadas en cultivares nativos del Perú. . Rev. Perú. biol. 20(3): 215 - 222.
- Velasco, R. (2013). Evaluación de densidades de siembra en papa nativa (*Solanum spp.*) variedades Iniap-yana shungo e Iniap- puca shungo en el sector Huagrahuasi de la parroquia San José de Poalo del cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua. Ambato.



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

MEJORAMIENTO GENETICO, RECURSOS GENETICOS Y BIOTECNOLOGIA



Evaluación de la regeneración *in vitro* vía organogénesis indirecta de diferentes genotipos de papa del INIAP

Santiago Meneses¹, Gardenia Obaco^{1,2}, Eduardo Morillo¹

¹ INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Dpto. de Biotecnología. Mejía, Ecuador.

³ Universidad de las Américas– UDLA. Carrera de Ing. Biotecnología. Quito, Ecuador.

Palabras clave: Organogénesis, totipotencia, balance hormonal

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas variedades de papa en el INIAP ha puesto especial énfasis en lo que se refiere calidad para consumo en fresco y procesamiento, resistencia al tizón tardío y adaptabilidad a la sequía, utilizando el mejoramiento genético convencional, sin embargo, bajo esta metodología se puede tardar hasta 12 años para conseguir una nueva variedad (Cuesta et al., 2015). Existen herramientas biotecnológicas que permiten a los mejoradores resolver problemas en todos los aspectos de la producción agrícola (Cedres y Sharry, 2015). Entre las biotecnologías aplicables en papa, la regeneración a partir de protoplastos ha sido utilizado en estudios experimentales de ingeniería genética y edición genética (Hernández y Díaz, 2019; González et al., 2020; Nicolía et al., 2015). Sin embargo, para aplicar esta tecnología es importante conocer primero la totipotencia de los genotipos, para esto un test de inducción a una organogénesis indirecta es eficiente (Kumlay y Ercisli, 2015).

Las técnicas biotecnológicas para la inducción de callos y regeneración de *in vitro* plantas de los diversos genotipos papa que posee el INIAP no se han evaluado aún. La información generada en este estudio permitió identificar genotipos candidatos para trabajar con el cultivo de protoplastos y por lo tanto ser susceptibles a ser modificados por edición genética.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal para el estudio fueron *in vitro* plantas de papa de los genotipos INIAP-Gabriela, INIAP-CIP-Libertad, INIAP-Cecilia, INIAP-Fripapa, clon 11-9-91 y Diacol Capiro. La metodología utilizada fue la propuesta y recomendada por el INTA para este tipo de estudios (S. Feingold, com.pers). Se multiplicaron *in vitro* plantas de los genotipos en estudio. Los microesquejes fueron propagados asépticamente en un medio de cultivo compuesto por sales minerales Murashigue y Skoog (MS) con vitaminas suplementado con 3% de sacarosa y 0.8% de agar. El pH se ajustará a 5.7. Las condiciones de crecimiento fueron de 21°C±2, 40% de humedad relativa y 16 horas de luz por 8 de oscuridad (Décima-Oneto, et al., 2020).

Para la inducción de callos se utilizaron como explante, hojas de *in vitro* plantas de tres o cuatro semanas. Las hojas fueron cortadas eliminando el pecíolo y se sembraron con la cara abaxial en contacto con el medio de cultivo. Los tallos fueron cortados a 10 mm de longitud. Se cultivaron 10 explantes por placa de Petri en un medio inductor de callo durante 15 días a 21°C±2, 40% de humedad relativa y 16 horas de luz por ocho de oscuridad. El medio inductor de callo estuvo compuesto por medio MS suplementado con 0.2 mg.L⁻¹ de ácido naftalenacético (ANA), 0.02 mg.L⁻¹ de ácido gibelérico (AG3), 2.5 mg.L⁻¹ de Zetina ribosomal (ZR), y 0.8% de agar. El pH se ajustó a 5.7. (Décima-Oneto, et al., 2020).

Posteriormente, para la regeneración de brotes los explantes se subcultivaron cada 15 días en medio inductor de brotes a $21^{\circ}\text{C}\pm 2$, 40% de humedad relativa y 16 horas de luz por 8 de oscuridad. El medio inductor de brotes estuvo compuesto por medio MS suplementado con $0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ANA, $0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de AG3, $2.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ZR y 0.8% de agar. El pH se ajustó a 5.7. Los ápices superiores a 2 mm de tamaño, se cortaron cuidadosamente de los callos y se pasaron a tubos que contenían sales minerales MS con vitaminas suplementado con 3% de sacarosa y 0.8% de agar. El pH se ajustó a 5.7. Las condiciones de crecimiento fueron las mismas a las descritas anteriormente. (Décima-Oneto, et al., 2020).

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de inducción de callo, largo y ancho de callo, grado de formación, color y consistencia de callo. Para el grado de formación de callos se consideró la escala propuesta por Kumlay y Ercisli (2015) que ordena al callo según: (-) sin callo, (+) poco callo, (++) callo moderado, (+++) abundante callo. Además se evaluó el número y longitud de brotes inducidos (Kumlay y Ercisli, 2015). Los datos finales del experimento se tomaron a los sesenta días.

La unidad experimental estuvo conformada por una caja Petri 100 x 20 mm, que contenía 10 explantes provenientes de tejido foliar o tallo de *in vitro* plantas de cada una de los genotipos en estudio. Se efectuó diez observaciones por cada tratamiento y se realizó estadística descriptiva para las interacciones en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los genotipos y explantes en estudio mostraron diferencias sobre la inducción de callos y la proliferación de brotes. El mayor porcentaje de inducción de callos se consiguió cuando se utilizó como explante inicial el tallo (98.00%), en comparación cuando se utiliza como explante el tejido foliar (96.98%). Los genotipos INIAP-Gabriela, INIAP-Fripapa e INIAP-CIP-Libertad interactuaron positivamente cuando se utiliza como explante el tejido foliar, logrando porcentajes de inducción de callos de 100, 100 y 98.89% respectivamente, en tanto que, cuando se utiliza como explante el tallo, los genotipos que mejor se comportan para esta variable son INIAP-Gabriela, INIAP-CIP-Libertad, INIAP-Fripapa, clon 11-9-9 y Diacol Capiro alcanzando el 100% en todos los casos. La variedad INIAP-Cecilia con explantes de tejido foliar y tallo mostraron los porcentajes más bajos con 91 y 88% respectivamente. Estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Shirin, et al., (2007) quienes obtienen la mayor producción de callo cuando utilizan como explante inicial tallos, logrando una tasa de proliferación superior al 80%.

Los genotipos que alcanzaron la mejor respuesta para longitud y ancho de callo con tejido foliar fueron INIAP-Gabriela, INIAP-CIP-Libertad e INIAP-Fripapa con valores superiores a 10 y 7 mm respectivamente. Diacol Capiro apenas logró 3.95 mm de largo y 2.36 mm de ancho. Cuando se utilizó como explante inicial el tallo, el genotipo que destaca es INIAP-CIP-Libertad con 19.8 mm de largo y 15.5 mm de ancho. El resto de genotipos se ubican entre los 13 a 15 mm de largo y 7 a 10 mm de ancho. Así mismo, INIAP-Gabriela con el explante inicial de tejido foliar y tallo logró un 100.00 % de callo (+++). Para tejido foliar, Diacol Capiro alcanzó el 1% de callo (+++) y para explante inicial tallo, el genotipo INIAP-Cecilia registró el 75% de callo (+++). Estos resultados sugieren que el tallo como fuente de explante en todos los genotipos mejora la formación de callos produciendo un tamaño de callo significativamente mayor cuando se comparan con los provenientes de tejido foliar. Kumlay y Ercisli (2015) mencionan que los explantes de tallos tienen mejor desempeño para la inducción de callos. Debido al explante es más fácil de trabajar en condiciones *in vitro* al ser menos sensibles a las lesiones durante las diferentes fases de manipulación y que el tejido foliar al ser más



delgado tiende a deshidratarse rápidamente dependiendo de las condiciones de luz y temperatura que limitan la generación del callo en papa.

El color de los callos formados varió dependiendo del genotipo y el tipo de explante que se compararon con la cartilla de colores de la Royal Horticultural Society (RHS). Para tejido foliar los colores observados fueron: INIAP-Gabriela green-143C, INIAP-CIP-Libertad green-143A, INIAP-Cecilia green-142B, INIAP-Fripapa green-136B, clon 11-9-91 yellow green-148D y Diacol Capiro green-N137B. Para tallo los colores observados fueron: INIAP-Gabriela yellow green-144B, INIAP-CIP-Libertad green-143C, INIAP-Cecilia yellow green-144B, INIAP-Fripapa green-136B, clon 11-9-91 yellow green-148A y Diacol Capiro greyed green-197B. El callo compacto fue superior al 80% en todos los tratamientos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Qureshi et al., (2023) quienes obtuvieron callos verdes y compactos para el proceso de regeneración de brotes. El mayor porcentaje de inducción de brotes se consiguió en callos provenientes de tejido foliar alcanzando una producción de 525 brotes, mientras que con callos provenientes de tallo alcanzó 273 brotes. Con callos provenientes de tejido foliar, los genotipos INIAP-Gabriela e INIAP-Cecilia produjeron la mayor cantidad de brotes (252 y 105 brotes respectivamente), en tanto que, con callos provenientes de tallos, Diacol Capiro registró 132 brotes. Asimismo, INIAP-Gabriela e INIAP-Cecilia con callos procedentes de tejido foliar alcanzaron la mayor longitud de brote (7.5 y 7.4 mm respectivamente). Mientras que para callos resultantes de tallo la mayor longitud la obtiene INIAP-CIP-Libertad con 24.8 mm. Se ha demostrado que la respuesta de los tipos de explantes y la concentración de los reguladores de crecimiento que se utilizan en el medio de cultivo dependen del genotipo, determinando que existen diferencias en términos de número, longitud y porcentaje de inducción de brotes (Kumlay y Ercisli, 2015).

CONCLUSIONES

Este trabajo mostró que INIAP-Gabriela y el tejido foliar como explante inicial expresan el mejor rendimiento en la producción de brotes. Además, INIAP-CIP-Libertad mostró una alta inducción de callo tanto con tejido foliar y tallo, siendo necesario establecer más estudios para determinar el balance hormonal idóneo para aumentar la regeneración de brotes.

BIBLIOGRAFÍA

- Cedres, M. y Sharry, S. 2015. Introducción. En Sharry, S., Adema, M. y Abedini W. (Ed.), Plantas de probeta: Manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos *in vitro*. La Plata, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. 6–12.
- Cuesta, X., Rivadeneira, J. y Monteros, C. 2015. Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP, Quito, Ecuador. 62 p.
- Décima-Oneto, C., Coronel, J., Storani, L., Gonzalez, M. N., Feingold, S., y Massa, G. 2020. Transformación eficiente de *Solanum tuberosum* cv. Spunta mediada por *Agrobacterium tumefaciens* utilizando higromicina como agente selectivo. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 46(2): 248-257.
- González, M., Massa, G., Andersson, M., Turesson, H., Olsson, N., Fält, A., Storani, L., Décima-Oneto, C., Hofvander, P. y Feingold, S. 2020. Reduced enzymatic browning in potato tubers by specific editing of a polyphenol oxidase gene via entrega de complejos de ribonucleoproteína del sistema CRISPR/Cas9. Ciencia de las plantas 10:1649. doi: 10.3389/fpls.2019.01649

- Hernández, A. y Díaz, H. 2019. Inducción *in vitro* de callo embriogénico a partir del cultivo de anteras en “papa amarilla” *Solanum goniocalyx* Juz. y Bukasov (Solanaceae). *Arnaldoa* 26(1): 277-286.
- Kumlay, A. and Ercisli, S. 2015. Callus induction, shoot proliferation and root regeneration of potato (*Solanum tuberosum* L.) stem node and leaf explants under long-day conditions. *Biotechnology and Biotechnology Equipment*. 29(6): 1075-1084
- Nicolia, A., Proux, E., Ahman, I., Onkokesung, N., Andersson, M., Andreasson, E. y HuaZhu, L. 2015. Targeted gene mutation in tetraploid potato through transient TALEN expression in protoplasts. *Journal of Biotechnology*. 204: 17-24.
- Qureshi, M., Ahmad, R., Ahmed, B., Khan, T. and Yasin, M. 2023. Effect of growth regulator on callus induction and plant regeneration in potato (*Solanum tuberosum*) explants. *Sarhad Joournal of Agriculture*. 39(1): 140-146.
- Shirin, F., Hossain, M., Kabir, M.F., Roy, M. and Sarker, S.R. 2007. Callus induction and plant regeneration from intermodal and leaf explant of four potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(1): 01-06.



Caracterización molecular (SSRs) y screening de marcadores moleculares asociados a tizón tardío en especies silvestres de papa colectadas en Ecuador

Lizeth F. Ojeda¹, Eduardo Morillo², Xavier Cuesta², Edwin Naranjo²
Álvaro Monteros-Altamirano²

¹ International Potato Center (CIP). Quito, Ecuador. E-mail: lizeth.ojeda@cgiar.org

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Est. Exp. Santa Catalina.

Palabras clave: Biotecnología, diversidad genética, tizón tardío

INTRODUCCIÓN

La obtención de nuevas variedades por mejoramiento tradicional se ha basado en cruzamientos de germoplasma de papas nativas, cultivadas y silvestres, de estas últimas es necesario disponer mayor información, buscar nuevas fuentes de resistencia a factores bióticos y abióticos e incorporarlos a variedades cultivadas, así se restaura la diversidad genética que se ha ido perdiendo con el tiempo como resultado de la domesticación, la migración, las enfermedades, entre otras causas (Bethke et al., 2019).

El INIAP participó en el Proyecto “Recolección de parientes silvestres de papas, berenjenas, habas, arroz y batatas en Ecuador” llevado a cabo por el Global Crop Diversity Trust y el Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. En este proyecto se realizaron colectas de especies silvestres de varios cultivos incluidos la papa en la cual se colectaron ocho especies silvestres de papa, las mismas que serán estudiadas en el presente proyecto.

Los objetivos del proyecto son caracterizar molecularmente mediante marcadores microsatélites (SSRs) las ocho especies de papas silvestres conservadas en el banco de germoplasma del INIAP y realizar un screening de marcadores asociados a la resistencia a tizón tardío (*P. infestans*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizan 91 accesiones de 8 especies de papas silvestres pertenecientes a la colección ecuatoriana conservada en el Banco Nacional de Germoplasma del INIAP-DENAREF: *Solanum acaule*, *S. albicans*, *S. albornozii*, *S. andreanum*, *S. chilliasense*, *S. chomathophilum*, *S. colombianum* y *S. minutifolium*, las cuales fueron sembradas en invernadero.

Para la caracterización molecular (SSRs) se realizaron pruebas de transferibilidad de 50 primers de *Solanum tuberosum*, (Ghislain et al., 2023; De la Cruz et al., 2020) se seleccionaron marcadores informativos para la caracterización.

Para el screening de resistencia a tizón tardío: De un screening previo de 10 marcadores moleculares asociados a tizón tardío (Śliwka et al., 2006; Ballesteros, 2010; Tomczyńska et al., 2014; Díaz et al., 2003; Stefańczyk et al., 2020), se seleccionaron los marcadores: 76-2SF2/76-2SR que amplifica un segmento del gen R1 (Ballvora et al., 2002) y Prp1 amplifica una zona del gen glutatión S-transferasa (*gst1*) (Hahn y Stitmatter, 1994), estos se amplificaron en 38 accesiones (dos plantas por accesión).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 50 primers SSR ensayados de *S. tuberosum*, 30 marcadores amplificaron en las ocho especies silvestres. Se seleccionaron 20 marcadores polimórficos y se armaron 10 combinaciones dúplex para usarlos en el genotipaje.

Al analizar los individuos de las 38 accesiones con los marcadores moleculares asociados a tizón tardío, el 37% amplifican el marcador Prp1, el 58% amplificó el marcador 76-2S, el 25% amplifica los dos marcadores y el 18% no amplificó ningún marcador.

CONCLUSIONES

Se dispone de 20 microsatélites polimórficos para realizar la caracterización molecular. Se obtiene un mayor porcentaje de amplificación del marcador 76-2S en las accesiones de papas silvestres analizadas.

AGRADECIMIENTO

Al Proyecto CWR-derived potatoes integrated in breeding pipelines for climate change resilience of farming communities of Ecuador, Kenya and Peru, del Centro Internacional de la papa (CIP) a través del Global Crop Development Trust.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros, D. C., Gómez, G., Delgado, M. C., Álvarez, M. F., Juyó, D., Cuéllar, D., & Mosquera, T. (2010). *Posible presencia de un gen R1 en germoplasma de Solanum tuberosum Grupo Phureja*. *Agronomía Colombiana*, 38(2), 137-146.
- Ballvora, A., Ercolano, M. R., Weiß, J., Meksem, K., Bormann, C. A., Oberhagemann, P., & Gebhardt, C. (2002). The R1 gene for potato resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) belongs to the leucine zipper/NBS/LRR class of plant resistance genes. *The Plant Journal*, 30(3), 361-371
- Bethke, P. C., Halterman, D. A., & Jansky, S. H. (2019). Potato germplasm enhancement enters the genomics era. *Agronomy*, 9(10), 575.
- Bhardwaj, V., Kumar, A., Sharma, S., Singh, B., Sood, S., Dipta, B., ... & Kumar, D. (2023). Analysis of Genetic Diversity, Population Structure and Association Mapping for Late Blight Resistance in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Accessions Using SSR Markers. *Agronomy*, 13(2), 294.
- Hahn, K. y G. Strittmatter. 1994. Pathogen-defence gene (prpl-1) from potato encodes an auxin responsive glutathione S- transferase. *Eur. J. Biochem.* 226, 619-626.
- Ghislain, M., Núñez, J., del Rosario Herrera, M., Pignataro, J., Guzman, F., Bonierbale, M., & Spooner, D. M. (2009). Robust and highly informative microsatellite-based genetic identity kit for potato. *Molecular breeding*, 23, 377-388.
- Śliwka, J., Jakuczun, H., Lebecka, R., Marczewski, W., Gebhardt, C., & Zimnoch-Guzowska, E. (2006). *The novel, major locus Rpi-phul for late blight resistance maps to potato chromosome IX and is not correlated with long vegetation period*. *Theoretical and Applied Genetics*, 113(4), 685-695.
- Stefańczyk, E., Plich, J., Janiszewska, M., Smyda-Dajmund, P., Sobkowiak, S., & Śliwka, J. (2020). *Marker-assisted pyramiding of potato late blight resistance genes Rpi-rzc1 and Rpi-phul on di-and tetraploid levels*. *Molecular Breeding*, 40(9), 1-12.
- Tomeczyńska, I., Stefańczyk, E., Chmielarz, M., Karasiewicz, B., Kamiński, P., Jones, J. D., & Śliwka, J. (2014). *A locus conferring effective late blight resistance in potato cultivar Sárpo Mira maps to chromosome XI*. *Theoretical and applied genetics*, 127(3), 647-657.



Nuevas variedades de papa diploide para Nariño, Colombia

Dionicio B. Yepes¹, María Del S. Cerón¹, Maryory M. Cadena¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.
Autor correspondencia: byepes@agrosavia.co

Palabras clave: Mejoramiento genético, Papa diploide, Rendimiento, Zona Andina

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa en Colombia tiene gran importancia, por el área sembrada (160,277 hectáreas), por el número de familias productoras (100,000), los empleos totales que genera (264,000) y, sobre todo, por ser un tubérculo de gran relevancia para la seguridad alimentaria (MADR, 2019 y MADR, 2021). Del total de papa cultivada, cerca de 10 % corresponde a papa diploide o criolla.

A pesar de existir en este país algunas variedades diploides, correspondientes al Grupo Phureja, como la Criolla Colombia (Ñústez y Rodríguez, 2020), es necesario diversificar la oferta varietal para hacer frente a diferentes problemáticas del sector agrícola; se requieren variedades adaptadas a las condiciones ambientales de las zonas productoras y que además contengan atributos de interés para los distintos eslabones de la cadena, como la aptitud para el consumo en fresco y el procesamiento agroindustrial (Siembra, 2021). Bajo este panorama, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA adelanta procesos de investigación que conllevan a la obtención de resultados para las productoras y consumidores; es así como durante más de 8 años desarrolló un proyecto en el departamento de Nariño, iniciativa que tuvo como objetivo “Liberar dos variedades de papa diploide con altos rendimientos y con aptitud para uso culinario y procesamiento agroindustrial”

MATERIALES Y MÉTODOS

En el departamento de Nariño, subregión Nudo de los Pastos, de 2012 a 2016, se realizó la evaluación de 16 genotipos de papa diploide para la obtención de nuevas variedades, los cuales hacen parte de la Colección Central Colombiana de Papa (CCC) y pertenecen al banco de germoplasma vegetal administrado por AGROSAVIA.

Inicialmente, en tres localidades (Municipios de Pasto, Ipiales y Puerres) se establecieron unidades piloto de investigación participativa (2009-2013) con 16 genotipos promisorios de papa diploide y el testigo regional. Con los 8 genotipos destacados en la etapa inicial se continuó con la Prueba de Evaluación Agronómica PEA (Municipios de Pasto semestre A y B, Córdoba y Gualmatán) entre 2014 a 2016. En las dos etapas de evaluación los experimentos se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, se evaluaron componentes de rendimiento y características fisicoquímicas de los tubérculos (Porcentaje de almidón, materia seca y gravedad específica, entre otras). Con los dos genotipos seleccionados en la PEA, se establecieron tres pruebas semicomerciales (Municipios de Puerres, Córdoba y Pasto); durante la investigación participaron diferentes actores de la cadena. Los datos obtenidos se analizaron mediante pruebas de comparación de medias y análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica (AMMI).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza combinado ANDEVA, para rendimiento y caracterización físicoquímica se encontró significancia en la interacción genotipo por ambiente (GxA); situación que demuestra, la respuesta diferencial de los genotipos según la localidad estudiada. En la prueba de comparación de medias referente al rendimiento, hubo diferencias significativas en dos de los cuatro ambientes, Córdoba y Pasto Semestre A. Los genotipos 4 y 5, correspondientes a las variedades AGROSAVIA Alhaja y AGROSAVIA Oyanza, estuvieron en el grupo de los genotipos con el rendimiento promedio más alto (28,597 kg.ha⁻¹) y alcanzaron un rendimiento individual de 25,500 kg.ha⁻¹ y 22,755 kg. ha⁻¹ respectivamente.

En el análisis de estabilidad fenotípica AMMI, para la variable rendimiento se encontró que, la mayor variación se debió al efecto del genotipo con el 33.95%, seguido del efecto ambiental con 12.78%, mientras que la contribución de la interacción GxA fue del 9.61%. El genotipo 5, correspondiente a la variedad AGROSAVIA Oyanza, se ubicó cerca al punto de origen, mostrando estabilidad a través de los ambientes evaluados, por lo que no contribuyó a la interacción GxA. El genotipo 4 registrado como AGROSAVIA Alhaja, presentó adaptación específica para la localidad del municipio de Pasto principalmente en el semestre A, que es el principal semestre de siembra del tubérculo en Colombia. En el municipio de Córdoba fue donde los genotipos expresaron su máximo potencial. El ciclo de cultivo de estas dos variedades fue de 120 días. En cuanto a las variables físicoquímicas, AGROSAVIA Alhaja presentó 19.18% de materia seca, 13.06% de almidón y una gravedad específica de 1.07 y AGROSAVIA Oyanza cuantificó para materia seca 20.28%, almidón 15.13% y gravedad específica de 1.07.

CONCLUSIONES

Los rendimientos semicomerciales para las variedades AGROSAVIA Alhaja y AGROSAVIA Oyanza, se situaron por encima del promedio nacional, esto sumado a las características físicoquímicas que poseen, evidencian su potencialidad para el procesamiento, lo que hace de estas variedades dos alternativas ventajosas para el sistema productivo de papa diploide en el departamento de Nariño, al representar mejores ingresos para los productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR. 2019. Cadena de la papa: indicadores e instrumentos. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/2019-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2021. Reporte: área, producción y rendimiento nacional por cultivo: papa, 2021. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Ñústez, C., y L. Rodríguez. 2020. Papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Colombia. 137p.
- Siembra. 2021. Demandas del sector agropecuario en Colombia. <https://www.siembra.co/Home/Busqueda?tipo=1&categoria=1&query=Papa%24Nari%C3%B1o+%28COL%29%24Material+de+siembra+y+mejoramiento+gen%C3%A9tico%24>



Evaluación de marcadores moleculares asociados con resistencia a tizón tardío, nematodo del quiste y aspectos de calidad en germoplasma de papa en INIAP

Lizeth F. Ojeda^{1,2}, Eduardo Morillo², Xavier Cuesta², Jorge Rivadeneira²

¹ Proyecto AECID. Contacto actual: lizeth.ojeda@cgiar.org

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Est. Exp. Santa Catalina.

Palabras clave: Biotecnología, mejoramiento genético, tizón tardío

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento convencional es una herramienta que ha contribuido al desarrollo de nuevas variedades, sin embargo, al ser un método largo y costoso es necesario implementar nuevas tecnologías como la selección asistida por marcadores moleculares (MAS), la cual permite identificar materiales con las características requeridas en fases tempranas. El objetivo de este proyecto fue evaluar marcadores moleculares asociados a resistencia a enfermedades (tizón tardío y nematodo del quiste) y a aspectos de calidad (forma y color de tubérculo) para incorporarlos en el esquema de mejoramiento de papa del INIAP y mejorar la eficiencia de selección de germoplasma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el screening de marcadores moleculares se evaluó la presencia/ausencia de fragmentos de amplificación de peso molecular esperados. Se validó la amplificación de 10 marcadores moleculares asociados a resistencia a tizón tardío: 76-2SF2/76-2SR, GP21, GP179, CosA, Prp1, 45/XI, StAOS2, GP94, phu1_2069 y Sol2749-2770F/ Sol3246-3267R; cinco marcadores asociados a resistencia a nematodo del quiste: Gpa2a, Gpa2b HC, SPUD1636, Grp1; dos primers asociados a ojo profundo y superficial de tubérculo: CP105 y CT240 y dos primers reportados para antocianinas: DMT400036281 y DMT400055489.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los ensayos de amplificación realizados, se seleccionaron el marcador 76-2S que amplifica una secuencia del gen R1 (Ballvora et al., 2002) y el marcador Prp1 asociado al gen glutatión S-transferasa (*gst1*) (Hahn y Stitmatter, 1994). Se estandarizaron las condiciones óptimas de amplificación para estos marcadores y se realizó un screening de presencia de los dos genes en germoplasma del programa de papa del INIAP: 12 variedades comerciales, 12 nativas, 11 progenitores con resistencia a tizón tardío y progenies de 12 familias de papa (3 familias analizadas en estadíos tempranos y 10 familias seleccionadas fenotípicamente según su resistencia a tizón tardío).

Del screening realizado se obtuvo amplificación del gen R1 en 4 variedades comerciales: Superchola, INIAP-Natividad, INIAP-Estela e INIAP-María. Se obtuvo la amplificación del marcador molecular Prp1 en 7 variedades comerciales: INIAP-Estela, INIAP-Fripapa, INIAP-Gabriela, INIAP-Josefina, INIAP-Victoria, INIAP-Natividad y Superchola, adicional en el clon: 12-4-143. De las variedades nativas ninguna amplificó el marcador molecular y de los 11 progenitores con resistencia a tizón tardío se obtuvo amplificación en todos excepto en los clones 11-9-12 y 12-5-39.

Al analizar las plantas de las tres familias en estadios tempranos, en dos familias el 67% amplificaron el marcador Prp1, mientras que en la familia que tiene como progenitor a Superchola, el 29,8% amplificó el marcador Prp1, el 13% amplificó el marcador 76-2S y el 11.3% amplificó los dos marcadores. Los resultados obtenidos de las 10 familias seleccionadas fenotípicamente según su resistencia a tizón tardío, el 78.7% amplificaron el marcador Prp1 y de las familias que tienen como progenitor a Superchola, el 43.33% amplificaron el marcador 76-2S y el 3,24 % amplificaron los dos marcadores.

De la validación de los cinco marcadores asociados a nematodo del quiste, el marcador SPUD1636 fue el único que presentó amplificación en el testigo resistente *S. vernei*, mas no presentó amplificación en ningún progenitor con resistencia a nematodo del quiste. Los primers asociados a aspectos de calidad no presentaron polimorfismo por lo que no pueden ser utilizados para selección molecular en relación a presencia de ojo y coloración del tubérculo.

CONCLUSIONES

Los marcadores moleculares 76-2SF2/76-2SR y Prp1 pueden ser útiles para mejoramiento asistido en el Programa de papa del INIAP para tizón tardío, para ello se debe probar su relación fenotípica frente a la resistencia con las distintas razas de *P. infestans*.

En las familias seleccionadas fenotípicamente según su resistencia a tizón tardío se obtiene un alto porcentaje de amplificación del marcador Prp1 por lo que estadísticamente este tendría más relación en resistencia a tizón tardío que 76-2SF2/76-2SR.

AGRADECIMIENTO

A la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) dentro del Convenio de Delegación DCI/ 2017/386-673 suscrito con la Unión Europea (UE) en el marco del programa “Apoyo al desarrollo de talento humano, innovación y transferencia de tecnología en el Ecuador”.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballvora, A., Ercolano, M. F., Weiß, J., Meksem, K., Bormann, C. A., Oberhagemann, P., Salamini, F., Gebhardt, C. (2002). The R1 gene for potato resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) belongs to the leucine zipper/NBS/LRR class of plant resistance genes. *The Plant Journal* vol. 30(3): 361- 371.
- Hahn, K. y G. Strittmatter. 1994. Pathogen-defence gene (prp1-1) from potato encodes an auxin-responsive glutathione S- transferase. *Eur. J. Biochem.* 226, 619-626.



Determinación de resistencia/tolerancia en germoplasma de papa a *Globodera pallida* en invernadero

Néstor E. Castillo¹, Diego Peñaherrera¹, Xavier Cuesta¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. E.E. Santa Catalina
nestor.castillo@iniap.gob.ec

Palabras claves: Nematodo, parásito, pérdidas.

INTRODUCCIÓN

En el año 2020 en Ecuador, la superficie sembrada de papa a nivel nacional fue de 19 088 hectáreas la producción se concentró en las provincias de Carchi 28.28%, Chimborazo 14.01%, Tungurahua 13.53%, Cotopaxi 12.57%, otros 24.27% (INEC. 2021).

El nematodo del quiste *Globodera pallida* es una plaga en cuarentena y se encuentra distribuida en todo el mundo (Nicholas. C. Dodds, 2018). En Ecuador, Colombia, Perú y México, *G. pallida* produce pérdidas en el rendimiento del cultivo de la papa de 15 a 90% (Fernández, M. C. & Gugliminetti, M. H. 1985). Éste nematodo se ubica en el xilema y disminuye la capacidad de las raíces para captar y transportar nutrientes al resto de la planta, lo que se traduce en pérdidas de producción (Talvera y Verdejo. 2015). Por lo cual se evaluó 12 clones y la variedad Leona negra como referencia, para determinar la resistencia y/ o tolerancia a *G pallida* en condiciones de invernadero y de esta manera seleccionar nuevas variedades o materiales progenitores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la extracción del inóculo inicial se recolectó suelo de un lote de papa infestado con *G. pallida* al momento de la cosecha. La extracción de los quistes del nematodo se realizó mediante la técnica elutriador de Fenwick, se utilizaron 12 clones promisorios: 98-38-12, 11-9-34, 12-06-29, 11-09-85, 12-04-50, 11-9-12, 15-11-83, 15-03-01, 15-06-27, 12-04-45, 11-09-27, 15-11-169 y la variedad nativa Leona negra como material de referencia. La siembra se realizó en macetas de 4 kg en invernadero de la EESC. El experimento se estableció bajo un diseño de parcela dividida con 5 repeticiones, la parcela grande estuvo constituida por los clones y la subparcela un tratamiento sin inocular y el otro fue inoculado al momento de la siembra con una población inicial de 20 huevos y larvas por gramo de suelo (Franco & Scurrah.1985). En la cosecha se tomó una muestra representativa de 300 g de suelo de cada maceta y se determinó la población final del nematodo y con estos datos de población final del nematodo se evaluó la resistencia y tolerancia. La evaluación se realizó utilizando la escala de 1 a 9 (Przetakiewicz & Milczarek, 2017).

Así mismo, se comparó la producción de tubérculos entre los materiales inoculados y no inoculado mediante una prueba de *t* de student al 5% de significación estadística y para determinar la tolerancia de los materiales evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El cálculo de los índices de resistencia de *G. pallida* en los materiales estudiados fueron de siete (resistencia alta) para el clon 98-38-12 y en el índice cinco y cuatro (resistencia moderada) para los tres clones:11-09-34, 12-06-29, 11-9-85, los clones restantes son de resistencia baja en concordancia a la escala de uno a nueve de Prtakiewicz & Milczarek.

El análisis de rendimiento de los clones de papa mostró una significación estadística a $P = 0.05$, para los clones 15-16-27 y 12-04-45, que obtuvieron rendimientos más bajos, por lo tanto, se los considera como no tolerantes. Por otro lado, los materiales restantes mostraron ser tolerantes con la prueba antes mencionada, debido a que los rendimientos fueron iguales entre los tratamientos inoculados y sin inocular.

El material referencial Leona Negra incremento 71.3 veces su población inicial y el índice de resistencia fue de 1 (muy bajo) que significa que tuvo una respuesta de susceptibilidad.

CONCLUSIONES

De los 12 materiales evaluados se identificó tolerancia, resistencia alta, media y baja al nematodo del quiste.

El genotipo 98-38-12 podría ser seleccionado como variedad por su alta resistencia y los tres genotipos de resistencia moderada como candidatos para futuros procesos de mejoramiento genético.

Los clones 15-16-27 y 12-04-45 fueron intolerantes a *G. pallida*, en relación a todos los materiales evaluados.

AGRADECIMIENTO

A la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) dentro del Convenio de Delegación DCI/ 2017/386-673 suscrito con la Unión Europea (UE) en el marco del programa “Apoyo al desarrollo de talento humano, innovación y transferencia de tecnología en el Ecuador”.

BIBLIOGRAFÍA

Fenwick, D.W. 1940. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of Helminthology*. 18(04):155-172

Franco J. y M. Scurrah. 1981. Evaluación de clones del CIP mejorados por resistencia al nematodo del quiste de la papa (*Globodera Pallida*). Lima, Perú: (serie de evaluación de tecnología n° 119). p 9

INEC 2021. Disponible en:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf

Nicholas, C. Dodds. 2018. A Cost analysis on the use of *Solanum sisymbriifolium* as trap crop for *Globodera pallida*. Disponible en:

<https://search.proquest.com/openview/78991d14b2a2d0abbcdaed57ffb1eb27/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Przetakiewicz, A., Milczarek, D. 2017. Evaluation of Potato Cultivars and Breeding Lines for Resistance to *Globodera Rostochiensis* and *Globodera Pallida*. *Plant Breeding and Seed Science*, 76(1), pp 3-8.

Talavera, M. y S.Verdejo. 2015. Gestión de nematodos fitoparásitos. Disponible en:

<http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/133376-Gestion-de-nematodos-fitoparasitos.html>

Fernandez, M., Gugglielminetti, M. 1985. Selección del material con resistencia al nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*). Hoja mineografiada. Instituto de investigación agropecuaria, La Plantina, Chile. p. 17.



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS



Zonificación Agroecológica del cultivo de Papa (*Solanum tuberosum L.*) en Carchi, Ecuador

Verónica Suango¹, Xavier Cuesta¹, Jessica Amagua¹, Marcelo Racines¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, PNRT-papa – INIAP. Mejía, Ecuador.

Palabras clave: agroecología, sistemas de información geográfica, python.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Carchi para el año 2021 presentó la mayor producción de papa por área a nivel nacional con una producción de 101,007 toneladas en 4,021 hectáreas y un rendimiento de 25.12 t/ha⁻¹ (INEC-ESPAC, MAG, 2021). La zonificación agroecológica (ZAE) se entiende como un proceso que busca identificar áreas geográficas con características físicas homogéneas y que son adecuadas para el establecimiento de un cultivo, en este caso, la papa (Espinoza y Orquera, 2007). Existe la ZAE del cultivo de papa a nivel nacional a escala 1:250 000 realizado por el Ministerio de Agricultura, publicado en el año 2014 en el Geoportal del Agro Ecuatoriano (MAG, 2023). Sin embargo, el uso de esta escala es a nivel regional y referencial, lo que significa que no se puede identificar de manera adecuada las zonas que poseen características físicas idóneas o limitaciones para el desarrollo del cultivo porque el detalle de los insumos utilizados es macro (MAGAP, 2014). Para una correcta identificación de zonas de producción de papa es necesario utilizar insumos a una escala mayor con un detalle adecuado por ejemplo la escala 1:25 000.

El objetivo de este estudio fue realizar la ZAE del cultivo de papa en la provincia de Carchi para establecer lugares adecuados para la producción de este tubérculo e identificar zonas con limitaciones o restricciones que pueden afectar su producción, información que se convierte en una herramienta de apoyo para técnicos y agricultores relacionados con la producción de papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó la provincia de Carchi por su importancia a nivel nacional en la producción de papa la cual se encuentra ubicada al norte del país en las coordenadas 0°45'N y 78°05'O, con una superficie de 378,319 ha. Para la zonificación agroecológica de la papa se elaboró una matriz de decisión con el requerimiento agroecológico del cultivo y las categorías de zonificación (Tabla 1).

El presente estudio se basó en la información temática generada en el Proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a nivel Nacional escala 1:25 000” (IGM, 2023) disponible en el Geoportal del Instituto Geográfico Militar, donde se encuentra cartografía georreferenciada detallada de topografía, suelos y clima, esta geoinformación es evaluada en conjunto con los requerimientos agroecológicos del cultivo.

La matriz de decisión fue elaborada en conjunto con los investigadores de INIAP vinculados al rubro y su estructura comprende cuatro categorías en las cuales se presenta un aumento progresivo de limitantes que disminuye las opciones para el establecimiento del cultivo. Con la información de la matriz se procedió a realizar un script que fue creado en el lenguaje de programación Python (Rossum y Warsaw, 2007) mediante el entorno de desarrollo PyScripter (Zhang et al., 2012), que facilita la creación y ejecución de código e integra herramientas de otros programas como por ejemplo las librerías del módulo arcpy del software ArcGis (Suango, 2021) utilizadas para realizar la

automatización de análisis de datos geográficos, disminuyendo el tiempo en la ejecución de tareas repetitivas.

Tabla 1. Categorías de zonificación agroecológica de la papa en función de los parámetros seleccionados.

Nº	Parámetro	Óptima	Moderada	Marginal	No apta
1	Pendiente	Plana, muy suave, suave y media	Media a fuerte y fuerte	Muy fuerte y escarpada	
2	Textura del suelo	G1	G2	G3	
3	Profundidad efectiva (cm)	Profundo, y moderadamente profundo	Poco profundo	Superficial	
4	Pedregosidad	Sin, muy pocas	Pocas	Frecuentes	
5	Drenaje natural	Bueno	Moderado	Excesivo	
6	Profundidad del nivel freático	Sin evidencia, profundo	Medianamente profundo	Poco profundo	Cualquiera
7	pH del suelo	Ligeramente ácido, medianamente ácido y neutro	Prácticamente Neutro	Ácido y ligeramente alcalino	
8	Materia orgánica	Alta y media	Media	Baja	
9	Altitud	2500-3600	2000-2400//3700-4000	1200- 1900// 4100-4400	
10	Temperatura (°C)	8 a 15	6 a 8// 16 a 18	4 a 5 //19 a 22	
11	Precipitación (mm)	800-1200	600- 1400	500 a 600 // 1400 a 1600	

G1: Franco, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso; G2: Arcilloso, arcillo arenoso y arcillo limoso; G3: Limoso y areno francoso.

Fuente: PNRT-papa

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las categorías de zonificación obtenidas mediante la ejecución del script en la provincia de Carchi fueron cuatro: 1) óptima, 2) moderada, 3) marginal o restringida y 4) no apta para el establecimiento del cultivo de papa. Para el año 2021, en la provincia de Carchi existían 4,021 ha sembradas con el cultivo de papa, según la información obtenida en la ZAE en la categoría óptima existen 5,226.79 ha que corresponde al 1.38% de la provincia, estas áreas se encuentran dispersas en la zona sur, en los cantones Tulcán, Espejo y Montufar. La categoría moderada, representa el 10.75% (40635,70 ha), se encuentra en los sectores San Cristóbal, Tulcán y San Isidro principalmente. La categoría marginal se encuentra ocupando gran parte de la zona sur este de la provincia representa el 25.19% (95,258.77 ha), mientras que la categoría No apta es la de mayor presencia, se ubica mayormente en las estribaciones de la cordillera y representa el 52.68% (175,967.86 ha) del área de estudio. Al utilizar los insumos georreferenciados a mayor detalle se pudo definir de mejor manera las zonas agroecológicas para el cultivo de papa (Figura 1).

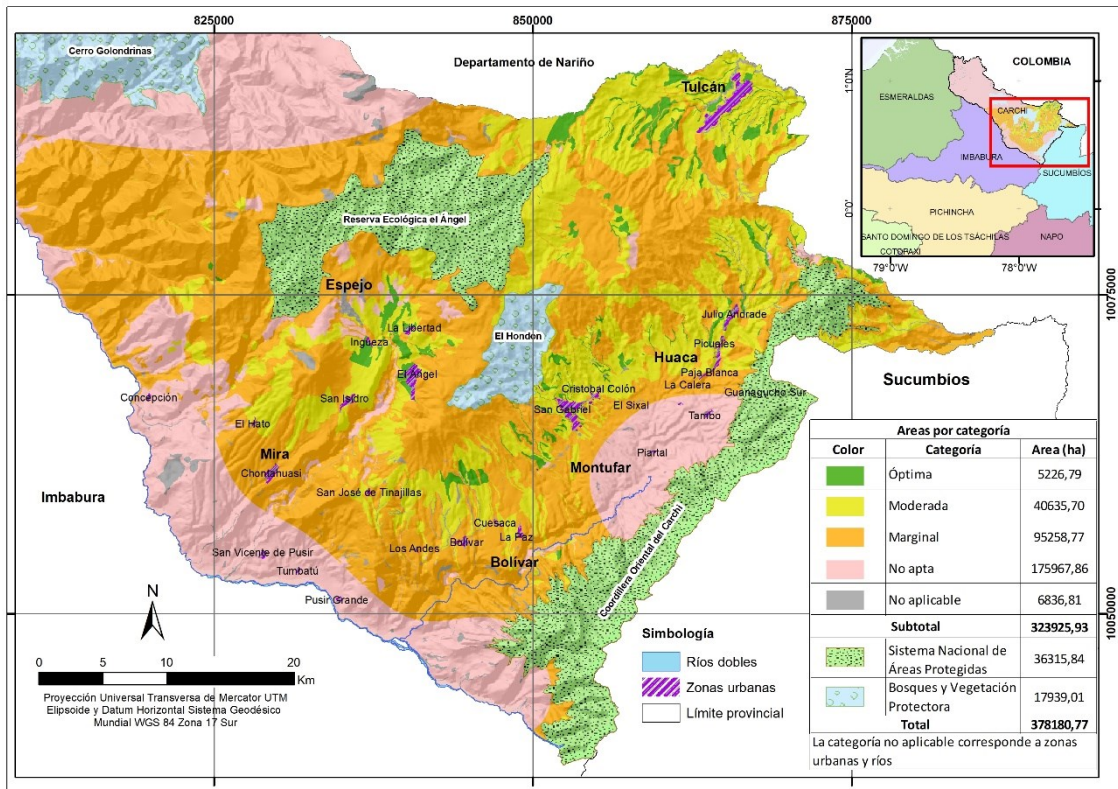
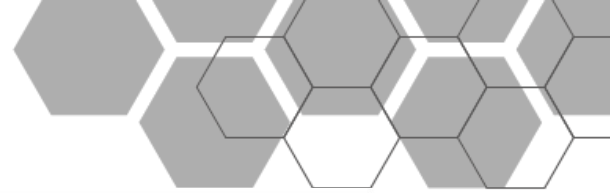


Fig. 1. Mapa de zonificación agroecológica de la provincia de Carchi, 2023

CONCLUSIONES

La metodología empleada para la zonificación agroecológica a través de la elaboración del script en PyScripter fue eficiente y rápida en comparación con el uso individual de las herramientas de geoprocésamiento en el software ArcGis, lo que permite replicar esta metodología a otras provincias del país en donde se produce el cultivo de papa, además tiene la ventaja de que en la mapa de ZAE generado se podría incluir más información como por ejemplo mapas de distribución de *Bactericera* o polilla de la papa.

La ZAE de la provincia del Carchi permite identificar áreas con menor riesgo para la producción de papa donde se podría maximizar la producción del cultivo, así como zonas que por sus características físicas no deberían utilizarse para producir papa.

BIBLIOGRAFÍA

- Espinosa, J. y Orquera, A. 2007. Zonificación agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las provincias de: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua (en línea). Disponible en: Revista Rumipamba. México: Vol. 21. p. 54-56.
https://www.researchgate.net/publication/322554363_Zonificacion_Agroecologica_del_Cultivo_de_papa_Solanum_tuberosum_en_las_provincias_de_Bolivar_Cotopaxi_Chimborazo_y_Tungurahua
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 2023. Geoportal. Descargas Geográficas. Información temática. Gestión de Descarga del Proyecto Nacional. (en línea). Disponible en: https://www.geoportaligm.gob.ec/proyecto_nacional/ (Consulta el 02 de mayo de 2023). Quito. Ecuador.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2021. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Sistema de Información Pública Agropecuaria SIPA. Información Productiva Territorial. Uso de suelo. Cifras Agroproductivas, principales cultivos. (en línea). Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas> (Consulta el 03 de mayo de 2023). Quito. Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2023. Geoportal del Agro Ecuatoriano. Zonificación agroecológica de la Papa 1:250.000. (en línea). Disponible en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/> (Consulta el 03 de mayo de 2023). Quito. Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). 2014. Zonificación agroecológica económica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Ecuador Continental a escala 1:250 000. Resumen ejecutivo. (en línea). Disponible en: <https://fliphtml5.com/ijia/dssy/basic>
- Rossum, G. y Warsaw, B. 2007. Guía de estilo del código Python. (en línea). Disponible en: <http://mundogeek.net/traduccion/guia-estilo-python.htm>
- Suango, V. 2021. Funcionalidad del lenguaje Python para la automatización de tareas. Revista Informativa Geociencias y Geodatos. Instituto Geográfico Militar. (en línea). Disponible en: <http://www.geograficomilitar.gob.ec/descarga-nuestras-revistas-institucionales-geociencias-geodatos-revista-informativa-igm/>
- Zhang, Y. et al. 2012. Using ArcPy to Automate Making Thematic Map Books: two Cases. GIS for Foresters. Faculty Publications. Texas, Estados Unidos, p. 10. Disponible en: <https://bit.ly/377DnD8>.



Evaluación de alternativas de biofertilización en papa variedad Superchola en Huaca-Carchi (parte 1)

Segundo R. Mora¹, Stefanny S. Chicaiza¹, Emma T. Cuaical¹

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Autor correspondiente: segundo.mora@upec.edu.ec

Palabras clave: Bacterias Solubilizadoras de Fósforo, Micorrizas Autóctonas, Vermicompost.

INTRODUCCIÓN

Carchi en el 2020 fue considerada como la primera provincia productora de papa (*Solanum tuberosum* L.) a nivel de Ecuador, este tubérculo constituyó el 46% de la producción total (Márquez, 2021). Los suelos son de origen volcánico, denominados Andisoles, que desde la década de los años setenta han sido señalados por tener una elevada retención de fósforo (P), macro elemento importante para el metabolismo de las plantas, siendo un limitante para el agricultor, al ocasionar baja producción de papa (Vargas & Castro, 2019).

Para minimizar el impacto negativo de la baja proporción de fósforo, los agricultores han optado por agregar cantidades altas de fertilizantes químicos para cubrir los requerimientos del cultivo de papa (Alemán de la Torre, 2016), lo cual ha originado graves consecuencias ambientales, sobretodo el desgaste e infertilidad del suelo (Rodríguez et al., 2019). Además, la mayoría de los agricultores al manejar criterios tradicionales sobre uso de los insumos químicos, generan altos costos de producción por el desconocimiento y exclusión de nuevas alternativas de fertilización.

La investigación se basó en evaluar alternativas de biofertilización a base de micorrizas autóctonas, bacterias solubilizadoras de fósforo, vermicompost y la combinación entre micorrizas autóctonas más vermicompost en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), que favorezcan a la absorción del fósforo, la disminución del uso de agroquímicos, la conservación de los suelos y el aumento del rendimiento en la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en el Centro Experimental “San Francisco” (CESF) perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, (UPEC) ubicada en el cantón Huaca provincia del Carchi, Latitud N: 861310, Longitud W: 10068437. 2969 msnm, una temperatura óptima de 12 °C, suelos franco arenosos con una buena fertilidad ideal para la agricultura.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, resultando 20 unidades experimentales de 15 m², conformadas por 30 plantas cada una, con una distancia de 1 m entre surcos y 0,5 m entre plantas, en un área total de 525 m². Con base en el análisis inicial de suelo y el requerimiento de la variedad se determinó una fertilización (150 kg N - 300 kg P - 250 kg K) según diagnóstico realizado con productores de la zona, los tratamientos fueron: 100% NPK (Testigo)=(T1), Micorrizas Autóctonas (MA)=(T2), Bacterias Solubilizadoras de Fósforo (BSF)=(T3), Vermicompost (V)=(T4), Micorrizas Autóctonas + Vermicompost (MA+V)=(T5). Se evaluó Variables productivas: rendimiento, peso total de tubérculos por categorías (primera, segunda y tercera) y análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, los resultados obtenidos muestran que existen beneficios económicos en todos los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento 1 (100%NPK) presenta una ganancia de \$ 1.28 por cada dólar invertido, mientras que el tratamiento 4 (V) gana \$ 0.95. Esto contradice a Narváez, (2016), quien obtuvo un costo beneficio de \$ 1.40 en el tratamiento 4 (tierra + compost) superando al tratamiento químico con \$ 0.69.

Tabla 1. Relación Beneficio/Costo (B/C) con un precio de venta de 280 (USD) t⁻¹

Tratamientos	Costo de producción (USD)	Producción (t ha ⁻¹)	Venta 280 (USD)	Utilidad neta (USD)	B/C (USD)
1	6,192	50.41	14,114.8	7,922.8	1.28
2	4,990	29.84	8,354.2	3,364.2	0.67
3	5,243	34.47	9,651.6	4,408.6	0.84
4	5,587	38.94	10,903.2	5,316.2	0.95
5	5,616	37.98	10,634.4	5,018.4	0.89

CONCLUSIONES

Los tratamientos 1 (100% NPK), 4 (V) y 5 (MA+ V) alcanzaron los mejores resultados en cuanto a rendimiento del cultivo de papa variedad Superchola. Sin embargo, el tratamiento 1, obtuvo el valor más alto con 50.41 t ha⁻¹.

En lo que respecta al análisis económico, todos los tratamientos mostraron beneficios económicos. Sin embargo, el tratamiento 1 (100% NPK) presentó el mayor costo – beneficio con \$ 1.28, seguido del tratamiento 4 (V) con \$ 0.95 a menor costo de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán de la Torre, I. 2016. Evaluación de fertilizantes orgánicos y químicos en maíz dulce (*Zea mays* L.). http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6020/Aleman_De_La_Torre_Ivone.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Márquez Julio. 2021. Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. INEC. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Narváez, F. 2016. Evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo, micorrizas y compost, en la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones semicontroladas, Carchi – Ecuador”. http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/554/1/307_evaluación_de_microorganismos_solubilizadores_de_fósforo.pdf
- Rodríguez Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. 2019. La contaminación del suelo: Una realidad oculta. FAO. <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>
- Vargas Barrante, P., & Castro Barquero, L. 2019. Aislamiento y evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo de Andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 47–68. <https://doi.org/10.15517/RAC.V43I1.35649>



Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa variedad Superchola en Huaca – Carchi (parte 2)

Stefanny S. Chicaiza¹, Segundo R. Mora¹, Emma T. Cuaical¹

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Autor correspondiente: stefanny.chicaiza@upec.edu.ec

Palabras clave: bacterias solubilizadoras de fósforo, micorrizas autóctonas, vermicompost.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción de papa ha contribuido a la alimentación de ser humano desde la época prehispánica. En Ecuador, es una de las actividades más importantes en el sector agrícola, por estar relacionado con el ámbito económico, social y productivo.

Carchi es una de las principales provincias productoras de papa aportando con el 46 % a nivel nacional (Márquez, 2021), no obstante, los suelos que caracterizan a esta provincia son de origen volcánico, los cuales presentan una elevada retención del nutriente fósforo (P), dificultando su absorción (Puetate, 2019). En consecuencia, la mayoría de los agricultores manejan demandas excesivas de insumos químicos, lo cual genera altos costos de producción. Además, existe un desconocimiento y la exclusión de nuevas alternativas de fertilización para el cultivo de papa. (Puetate, 2019).

Para mejorar la absorción de nutrientes en el suelo y reducir el uso indiscriminado de productos químicos, la agricultura ha estado orientada a hacer uso de los recursos que la misma naturaleza ofrece, como la utilización de biofertilizantes compuestos por microorganismos dedicados a mantener un equilibrio biológico y físico-químico en el suelo y mejorar el desarrollo vegetativo de los cultivos (Castillo et al., 2016).

La investigación tuvo como objetivo evaluar alternativas de biofertilización a base de micorrizas autóctonas, bacterias solubilizadoras de fósforo, vermicompost y la combinación entre micorrizas autóctonas más vermicompost en el cultivo de papa que favorezcan la absorción del fósforo e incrementen su rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en el Centro Experimental “San Francisco” perteneciente a la UPEC. Está ubicado en el cantón Huaca, provincia del Carchi. Se encuentra a una altitud de 2834 msnm, con una temperatura óptima de 12 °C y una precipitación promedio de 1200 mm anual.

Para la implantación de la investigación experimental se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, resultando 20 unidades experimentales de 15 m², conformadas por 30 plantas cada una, con una distancia de 1 m entre surcos y 0,5 m entre plantas, en un área total de 525 m². Los tratamientos utilizados fueron: tratamiento 1 = 100% NPK (testigo), tratamiento 2 = micorrizas autóctonas, tratamiento 3 = bacterias solubilizadoras de fósforo, tratamiento 4 = vermicompost, tratamiento 5 = micorrizas autóctonas + vermicompost.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, la prueba de Tukey al 5% para el peso total de tubérculos por planta en kilogramos (kg), muestra que los tratamientos 1 (100% NPK), 4 (vermicompost) y 5 (micorrizas autóctonas + vermicompost) no presentan diferencias significativas, consiguiendo los resultados más beneficiosos, Sin embargo, el tratamiento 1 (100% NPK) sí difiere de los tratamientos 3 (BSF) y 2 (micorrizas autóctonas).

Los resultados obtenidos se deben a que el vermicompost, aporta 3,6% de potasio (K), nutriente que actúa favorablemente en la etapa de tuberización. Al respecto, Luna et al., (2016) indican que el K es el encargado de transportar el almidón desde las hojas hasta el tubérculo, por lo que su disponibilidad es importante para lograr mayor rendimiento y calidad. Además, Trinidad & Velasco, (2016), mencionan que los fertilizantes orgánicos reparan las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Tabla 1. Prueba de Tukey al 5% para peso total de tubérculos por planta en kg.

Tratamiento	Media	Rango
T1	2,52	A
T4	1,94	AB
T5	1,89	AB
T3	1,72	B
T2	1,49	B

Rendimiento de cosecha por hectárea

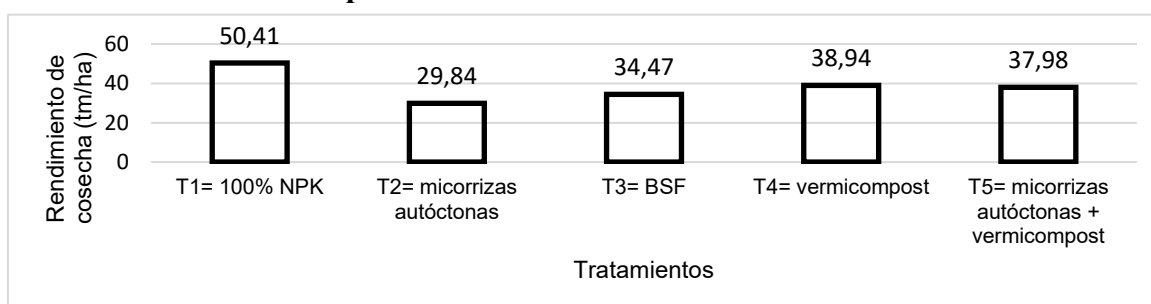


Figura 1. Rendimiento de cosecha en toneladas por hectárea.

CONCLUSIÓN

Los tratamientos 1 (100% NPK), 4 (vermicompost) y 5 (micorrizas autóctonas + vermicompost) alcanzaron los mejores resultados en cuanto a rendimiento del cultivo de papa variedad Superchola. Sin embargo, el tratamiento 1, obtuvo el valor más alto con 2,52 kg/planta-1 y 50,41 tm/ha-1.

BIBLIOGRAFÍA

- Márquez Julio. (2021). Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. INEC. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Puetate Mejía Luis Miguel. (2019). *Alternativas de fertilización para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) con el empleo de micorrizas, microorganismos solubilizadores de fósforo y biol de producción local en El Ejido, Montúfar, Carchi.* <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/764/1/348> Alternativas de fertilización para el cultivo de papa - Montúfar.pdf
- Castillo, C., Huenchuleo, M. J., Michaud, A., & Solano, J. (2016). Micorrización en un cultivo de papa adicionado del biofertilizante Twin-N establecido en un Andisol de la Región de La Araucanía. *Idesia (Arica)*, 34(1), 39–45. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016000100005>
- Luna, R., Espinosa, K., Trávez, R., Ulloa, C., Espinoza, A., & Bejarano, A. (2016). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencias y Tecnología.* https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V9 N1 2Luna et al.pdf
- Trinidad, A., & Velasco, J. (2016) *Agroproductividad: Vol 9., 9, 52–58.*



Siembra en hoyos, una alternativa de producción de papa *Solanum tuberosum* L., en suelos erosionados. Cacha, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

Cesar R Asaquibay¹, Chang H. Park², Narváez Gabriela¹, Diego Peñaherrera¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Autor correspondiente: cesar.asaquibay@iniap.gob.ec

² Korea Partnership for Innovation of Agriculture – KOPIA Ecuador

Palabras clave: Diagnóstico, hoyos, enmienda, orgánica, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En la región interandina del Ecuador, en la actualidad la erosión de los suelos es una problemática que afecta a la producción de alimentos. En la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia Cacha, ubicada a una altitud de 3240 m, con una precipitación anual de 390 mm, la mayor parte del suelo son frágiles, carecen de agua, con pendientes del 12 al 60%, y un 90% presentan erosión, baja fertilidad, ocasiona baja productividad, lo cual genera que la población económicamente activa migre (GAD-Cacha 2015).

El presente estudio se realizó en dos localidades, en suelos con capa arable de 0 y 2 cm., con pendientes del 40%. El INIAP con el apoyo del centro KOPIA Ecuador, inició sus actividades en 2019 en la asociación Desarrollo Humano Paccha (DH-Paccha) de la parroquia de Cacha, identificando un rendimiento promedio del cultivo de papa de 0.4 kg planta⁻¹, producidos en estos suelos (INIAP 2019). El objetivo del estudio fue validar formas de labranza del suelo que mejoren el rendimiento en este cultivo, para lo cual se practicó la alternativa de labranza reducida y para incrementar la productividad del cultivo se incorporó a la alternativa tecnológica el uso de fertilizantes orgánicos y químicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio en dos localidades, de las parroquias: Cacha y Sicalpa, provincia de Chimborazo, en suelos erosionada con capa arable de 0 a 2 cm, respectivamente, con una pendiente más del 40%, se inició el estudio con el análisis de suelo, labranza reducida de acuerdo a los siguientes tratamientos: 1) Labranza Cero Modificada LCM (cultivo en hoyos), con hoyos de 0.4 m³, distanciados a 0.5 m y entre filas de 1.5 m, 2) Labranza Mínima (LM), que consistió en remover manualmente el suelo en franjas de 0.2m de ancho y 0.1 m de profundidad, distanciados a 1.5 m. 3) Labranza convencional (LC). La fertilización consistió en una enmienda orgánica (EO) con 10 t ha⁻¹ de compost y abono químico (50% del análisis de suelo). Al medio aporque y aporque, se incorporó todo el material verde aledaño a la planta, y se colocó tierra. Durante el cultivo de papa variedad INIAP SuperFri, se registraron criterios de aceptación de los productores a la alternativa tecnología de labranza reducida, rendimiento del cultivo. La unidad experimental lo constituyó una parcela de 300 m² por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar el efecto de los sistemas de labranza el análisis de suelo inicial identificó un pH de 8.5 (suelo alcalino) y bajo contenido de materia orgánica. Los suelos alcalinos tienen baja capacidad de infiltración, estructura pobre y densa, de lenta permeabilidad. Para neutralizar el suelo es necesario aplicar materia orgánica, fertilizantes nitrogenados, y sulfato de hierro. (Sánchez 2020), criterios que permitió el manejo del cultivo de papa. Se consideró el criterio de captación de los productores en torno a las tecnologías validadas: el 95% están de acuerdo con la Labranza Cero Modificada LCM (cultivo en

hoyos), el 70%, están de acuerdo con la Labranza Mínima LM, para mejorar el suelo erosionado. La prueba de Friedman (F) encontró diferencias significativas al 0,05%, existiendo diferencias significativas de criterios de los productores sobre la alternativa tecnológica de LCM, información que se corrobora con los datos de rendimiento.

A la cosecha se registró un rendimiento de papa de: 35 para LCM, 29 para LM y 29 para LC 27 t ha⁻¹. La prueba estadística de Friedman detectó diferencia entre el tratamiento LCM, frente a los otros tratamientos. Rendimiento que se enmarca dentro de los rangos de 23.50 a 48.28 t ha⁻¹, para la variedad de papa INIAP-SuperFri, en suelos con vocación para el cultivo de papa (Cuesta. 2022). Tabla 2.

La relación beneficio/costo para LCM fue de 1.5, LM 1.2 y LC de 1.1. El cultivo de papa en LCM, requiere un esfuerzo adicional inicial para la elaboración de hoyos (15 minutos/hoyo) pero este sirve para posteriores siembras, Tabla 1. Durante el desarrollo del cultivo de papa se compartieron experiencias con 500 personas entre técnicos, estudiantes y agricultores de la provincia y de provincias vecinas. Algunos productores están adoptando la LCM, incorporado 20 ha⁻¹ de abono orgánico, más el 50% de la fertilización química, con rendimientos promedio de 4 kg planta⁻¹, que es superior al valor del diagnóstico inicial que fue 0.4 kg planta⁻¹. La LCM permite el uso de suelos erosionados e incremento el rendimiento a bajo costo.

Tabla 1. Rendimiento t ha⁻¹, de papa INIAP SuperFri, en el estudio de sistemas de labranza, en un suelo erosionado. Chimborazo 2022.

Categoría	t ha ⁻¹		
	LCM	LM	LCv
Gruesa	21	18	17
Primera	9	6	6
Segunda	3	4	4
Tercera	2	1	1
Total	35	29	27
B/C	1.5	1.2	1.1

CONCLUSIONES

La alternativa tecnológica LCM (cultivo de papa en hoyos), permitió demostrar a los productores que, si es posible cultivar papa en suelos erosionados, para lo cual es necesario considerar: un esfuerzo inicial, manejar el suelo alcalino, uso de enmiendas orgánicas y edáficas. La alterativa de LCM, implementar en época de invierno, donde se puede llegar a producir en promedio 4 kg planta. Los hoyos luego del cultivo de papa se pueden utilizar para otros cultivos de rotación.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuesta X., Monteros, C., Racines M. y Rivadeneira, J. (2022). Catálogo de variedades de papa. Segunda edición. Publicación Miscelánea No. 427. Quito (Ecuador). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 28 p
- GAD-Cacha. 2015. Plan de ordenamiento territorial GAD de la parroquia de Cacha Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.
- Informe anual del Núcleo de Transferencia de Tecnología del INIAP- EESC 2019.
- Sánchez I, 2020. <https://sembralia.com/blogs/blog/suelo-alcalino->



Control de lancha tardía (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) con el fungicida Copper Green 25 WG (Dicopper chloride trihydroxide 420,1 g/kg, equivalente a 250 g/Kg de cobre metálico)

Agroambiente¹, Holmes Macías², y David Bermeo²

¹ AGROAMBIENTE Cia Ltda, Quito, Ecuador. Autor correspondiente:
info@agroambiente.com.ec

² ALBAUGH LLC - Guayaquil, Ecuador.
hmacías@albaugh.com.mx, dbermeo@albaugh.com.mx

Palabras clave: Cobre, Fungicida, HiBio.

INTRODUCCIÓN

Los principales fungicidas y bactericidas protectantes se han venido usando desde 1840 cuando se formuló por primera vez el caldo bordelés para el control de mildiu en el cultivo de la vid. En el transcurso de 130 años se desarrollaron fungicidas protectantes como mancozeb, oxiclورو de cobre, hidroxido de cobre y clorotalonil como complemento a la protección de cultivos. El cobre normalmente se encuentra combinado con otros grupos de átomos formando sales simples y compuestas y que dependiendo de su Constante de Solubilidad (Kps) se libera el ion cobre como ingrediente activo. La tecnología HiBio modifica la Constante de Solubilidad de las sales de cobre para obtener un ingrediente activo disponible como fungicida o bactericida sin que vuelva a formarse la sal de cobre o la planta lo asimile como nutriente y que los contra iones no afecten la efectividad del ingrediente activo. La biodisponibilidad del cobre depende de las propiedades físico químicas, especialmente la solubilidad en el agua, tamaño de partícula y formulación, con la tecnología HiBio hay una optimización físico-química que permite obtener una partícula más pequeña para mayor cobertura foliar, un gránulo dispersable en agua para generar una suspensión homogénea sin generar residuos (Albaugh, 2023). Los objetivos de este estudio fueron evaluar la eficacia y dosis adecuada del fungicida HiBio-COPPER GREEN 25 WG para el control de lancha tardía en el cultivo de papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en la parroquia Rumipamba, cantón Quero, provincia Tungurahua, Ecuador (3487 msnm; Coordenadas x: 762499 y: 9840133) entre abril 2022 y mayo 2022. El suelo de textura arenosa, pH 5.98, materia orgánica 1.28% y clima templado-frío, con 17.67 °C de temperatura media, 72.33% de humedad relativa media y 1,500 mm de precipitación anual promedio. Se utilizó la variedad Superchola con dos meses y quince días de edad en fase fenológica de formación de brotes laterales (estadio principal 2) de acuerdo con la codificación BBCH (Meier, 2011), se realizaron dos aplicaciones del fungicida y se realizaron tres evaluaciones estadísticas con intervalos de 7 días y umbral económico < 2% de severidad de infección. La eficacia de los tratamientos en estudio se calculó con la fórmula de Abbott (BASF, 1996). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones para un total de 20 parcelas y cada parcela útil fue de 20 m². Se utilizó el programa STATISTIX 9.0 para el Análisis de Variancia (promedios, coeficiente de variación, probabilidad). Se aplicó la prueba de Fisher al 5% para identificar diferencias entre las medias de los tratamientos, y se utilizó la prueba de significancia de Tukey al 5% para categorizar los promedios. Las

variables evaluadas fueron: porcentaje de daño (severidad), eficacia y fitotoxicidad al cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al calcular la eficacia según la fórmula de Abbott, se observaron resultados promedio con los tratamientos: COPPER GREEN 25 WG T4, COPPER GREEN 25 WG T2 y COPPER GREEN 25 WG T3 con el 92,45%, 86.15% y 85.81%, respectivamente.

El mejor resultado para la variable porcentaje de daño en la última evaluación (14 ddpa) fue para los tratamientos: COPPER GREEN 25 WG T2 con el 0,40%, COPPER GREEN 25 WG T3 con el 0.35%, y COPPER GREEN 25 WG T4 con el 0.18% de daño por hoja compuesta, respectivamente; mientras que el mayor porcentaje se registró en el tratamiento: T5 (Testigo absoluto) con el 4.28% de daño por hoja compuesta. No se detectaron problemas de fitotoxicidad con la aplicación al doble de la dosis más alta (3.00 kg/ha) de COPPER GREEN 25 WG.

CONCLUSIONES

Por eficacia y análisis estadístico el T2 (1.00 kg/ha) de COPPER GREEN 25 WG se considera una dosis robusta considerando un volumen de agua de 600 l/ha como alternativa para el control de lancha tardía (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBAUGH. 2023. Brochure digital Ecuador
- BASF. 1996. Métodos de planteamiento y valoración de ensayos de campo con pesticidas.
- CAN. 2019. MANUAL TÉCNICO ANDINO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PLAGUICIDAS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA Comunidad Andina.
- Meier, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. BBCH. p. 149.



Incidencia de la fertilización edáfica en el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola en la Estación Experimental Tunshi

Javier A. López¹ y Alfonso L. Suárez¹

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Autor correspondiente: javier.lopezl@epoch.edu.ec

Palabras clave: Fertilizantes, Dosis.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los alimentos más importante y popular en todo el mundo (FAO, 2008). El cultivo de la papa en el Ecuador compone uno de los productos agropecuarios de alta producción y consumo principalmente en la región sierra, donde se constituyó como un alimento básico de los pueblos. Además, hay un alto consumo en los hogares, siendo así un alimento básico en la dieta ecuatoriana, con gran significancia en la contribución a la seguridad y soberanía alimenticia (Devaux, et al., 2010).

Los principales factores que limitan la producción de papa, tales como temperatura, duración del día, intensidad de luz y condiciones físicas del suelo, están los niveles de fertilización y nutrición los cuales son responsables en gran proporción de las variaciones en los rendimientos (Pérez, 2014).

(Alonso, 2002) indica que el propósito de fertilizar es finalidad de la fertilización es lograr niveles de producción adecuados. Además de los requerimientos específicos de nutrientes, la papa tiene predilección por suelos ligeros (arenosos – limosos) ya que estos suelen ser muy permeables y poca retención de los nutrientes, en especial los nitratos, que se pierden por lixiviación a capas profundas, no alcanzables por las raíces, y como consecuencia, se produce una deficiente absorción de nitrógeno. Ante el uso inadecuado de los fertilizantes por la falta de conocimiento de los agricultores, trae consigo bajos rendimientos en el cultivo de la papa y una pobre rentabilidad. Por lo mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización edáfica en el comportamiento agronómico del cultivo de la papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en la Estación Experimental Tunshi, ubicado en la parroquia Licto, Cantón Riobamba, Provincia Chimborazo, Ecuador (2756 msnm; 1°45'04" S y 78°37'38" O). El lugar tiene suelo de textura franco-limosa y clima templado-frío, con 14 °C de temperatura media y 531 mm de precipitación anual. Se utilizó la variedad Superchola y su siembra se realizó a una distancia de 0.4 m entre planta y 1.1 m entre surco. Previo a la siembra se hizo un análisis del suelo para hacer el cálculo de fertilización.

Se utilizó un DBCA con 3 bloques. La combinación de fuentes crecientes de N (NOVATEC 45), de P (SFT) y de K (MOP) resultó en 18 tratamientos, para un total de 54 parcelas. Cada parcela tuvo 9 surcos de 9 x 3 m. Con base en el análisis inicial de suelo y el requerimiento de la variedad se determinó los distintos tratamientos formulados de la siguiente manera (N-P-K kg ha⁻¹): 0-180-60, 50-180-60, 100-180-60, 150-180-60, 200-180-60, 100-0-60, 100-100-60, 100-200-60, 100-300-60, 100-400-60, 100-180-0, 100-180-50, 100-180-100, 100-180-150, 100-180-200, 100-180-60 + Micros, 100-180-60 + Ca + B, 100-180-60 + S. Se evaluó: % de emergencia (30 días después de la siembra), número de tallos por m² (antes de la floración) y el índice de área foliar. Las diferencias

se determinaron mediante el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de TUKEY y se consideraron significativas con un $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación de porcentaje de emergencia, en el ADEVA no se presentaron diferencias significativas, según la prueba de Tukey al 5% en el rango "A" se ubica el tratamiento T15 (100 N, 180 P, 200 K kg ha⁻¹) con un valor de 82.54% mientras que en el rango "B" se ubican los tratamientos T2 (50 N, 180 P, 600 K kg ha⁻¹) y T3 (100 N, 180 P, 60 K kg ha⁻¹) con un valor de 94.18% y 94.71%. De acuerdo con Sifuentes et al., (2009), dice que la emergencia de la papa depende de factores importantes como son precipitación, humedad, temperatura, aireación del suelo, madurez del tubérculo-semilla mas no de la fertilización, puesto que los brotes utilizan las reservas que se encuentran en los tubérculos para poder emerger, de ahí que es importante la calidad del tubérculo semilla. Según INIA (2017) el desarrollo del número de tallos no solo se ve afectado por el tamaño de la semilla sino también por características físicas del suelo, humedad y tipo de siembra, es por eso que en la evaluación tallos por m², se encontró diferencias significativas en el ADEVA, según la prueba de Tukey al 5% en el rango "A" se ubica el tratamiento T12 (100 N, 180 P, 50 K kg ha⁻¹) con un 6 tallo m² mientras que en el rango "B" se ubican los tratamiento T7 (100 N, 100 P, 600 K kg ha⁻¹), T17 (100 N, 180 P, 600 K + 40 Ca + 1 B kg ha⁻¹) y T3 (100 N, 180 P, 60 K kg ha⁻¹) con un valor de 8 tallos m². En el Índice de Área Foliar (LAI) se encontraron diferencias significativas, debido a que esto determina la densidad de follaje y está relacionado con la fotosíntesis, y a su vez la fotosíntesis va a depender de la cantidad de N.

CONCLUSIONES

En este trabajo se mostró la incidencia que tiene las distintas dosis de N-P-K en el comportamiento agronómico de la papa. Siendo así que se debe de realizar fertilizaciones adecuadas para de esta manera lograr aumentar su producción y evitar gastar recursos de forma innecesaria.

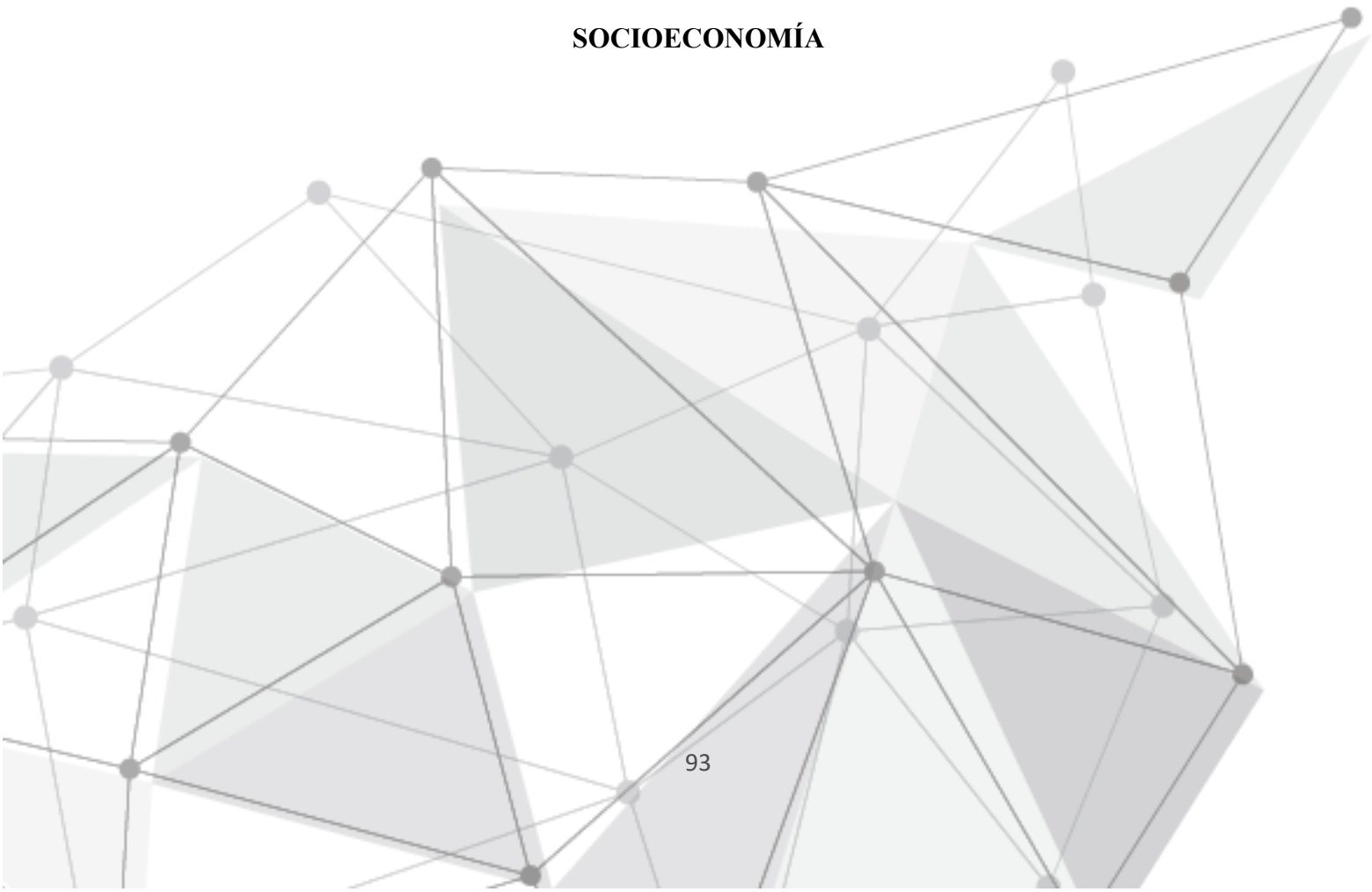
BIBLIOGRAFÍA

- Devaux, A.; Ordinola, M.; Albéric, H.; Flores, R., 2010. El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Lima - Perú : Centro Internacional de la Papa.
- FAO. 2008. Año internacional de la Papa 2008 Nueva luz sobre un tesoro enterrado. Roma - Italia : Agriculture and Consumer Protection.
- Perez, J. P., 2014. Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción agrícola. Bogotá - Colombia. Escuela de Biociencias.
- Alonso, F. 2002. EL cultivo de la patata. Madrid - España : Mundiprensa, 2002.
- Sifuentes, E. 2009. Descripción morfológica de papas nativas cultivadas en San Juan de la Libertad (Huanuco). (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. ThompsonSA DCB. 20 p.
- INIA. 2017 "Manual del cultivo de papa en Chile". Chile. 51-77 pp.



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

SOCIOECONOMÍA





Costos de producción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Asociación Conpapa - provincia de Tungurahua

David A Guerrero¹, María F Laguna¹, Edwin L Pallo¹

¹ Universidad Técnica de Ambato: da.guerrero@uta.edu.ec

Palabras clave: costo, papa, producción

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de importancia económica en Ecuador. En la provincia de Tungurahua desde el año 2004 el INIAP ejecuto un Proyecto financiado por la cooperación nacional e internacional y en el año 2009 se constituyó una asociación de productores de papa denominada CONPAPA. En la actualidad se llama Agropapa, la misma reúne a 40 productores de papa de los cantones Ambato, Píllaro, Quero y Tisaleo, los mismos que trabajan en la producción de papa comercial y semilla, así como también en la capacitación de sus socios y en la elaboración de papas chips.

La papa y sus diferentes variedades no solo constituye un alimento rico en nutrientes, textura y sabor, sino que también es parte del patrimonio e identidad cultural de las comunidades indígenas y campesinas de Ecuador (INIAP, 2017). La producción de este importante cultivo se ha visto limitado por la presencia de *Bactericera cockerelli* (Cuesta et al., 2018), enfermedades, altos costos de fertilizantes y agroquímicos, la ausencia de semilla de calidad, la inestabilidad de los precios de la papa comercial y el cambio climático. Lo que ha disminuido la productividad del cultivo de papa y encarece sus costos de producción.

La producción agrícola es una actividad económica de alto riesgo y se la debe organizar de tal manera que permita recuperar las inversiones realizadas y generar ganancias al empresario (Calderón, 2019). La empresa agropecuaria requiere de una inversión de dinero para adquirir los medios necesarios para la producción (Ochoa, 2018). Los socios de Agropapa no realizan el registro de los costos de producción, lo que no les permite conocer el costo real de la papa producida y analizar los factores que más influyen en la conformación de los costos. La falta de esta información no les permite determinar sus ganancias o pérdidas efectivas en la producción de papa sino más bien se ven limitados a vender su producción a precios que marcan la oferta y demanda en los mercados convencionales.

El objetivo del estudio fue determinar los costos de producción del cultivo de papa en tres variedades; Superchola, Fripapa y Única, en la asociación de productores agrícolas del rubro papa CONPAPA Tungurahua “AGROPAPA”.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con 30 productores de papa localizados en los cantones Ambato, Píllaro y Quero de la provincia de Tungurahua, los mismos que pertenecen a la asociación Agropapa y establecieron un lote de papa de al menos una variedad en estudio en los años 2021 y 2022. Para el levantamiento de la información en campo se diseñó una matriz de costos de producción con la participación del Administrador de Agropapa, la Tesista y un Docente. Se realizó la validación de dicha matriz con un grupo de productores. Posteriormente se realizó el levantamiento de la información en campo aplicando una entrevista a los socios que accedieron a brindar esta información.

La información recolectada se registró en una hoja de cálculo del programa Excel y se realizó diversas operaciones matemáticas que permitieron construir los costos de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó el costo de producción por saco de 100 libras en cada una de las tres variedades de papa estudiadas. En la variedad Fripapa el menor costo de producción fue de 14 USD y el mayor costo 18.96 USD. Para la variedad Única el menor costo de producción es 12.83 USD y el mayor costo 17.69 USD. Mientras que para la variedad Superchola el menor costo de producción fue de 15.70 USD y el mayor costo fue de 22.85 USD. Los resultados obtenidos varían debido a que cada productor de papa dispone de medios de producción diferentes, aplica diversa tecnología de producción, está ubicado en zonas ecológicas diversas y obtienen rendimientos variables. En tanto que la relación beneficio/costo (R B/C) para la variedad Fripapa es 1.18, para la variedad Única es 1.26 y para la variedad Superchola 1.58. La R B/C depende del precio al que se venda el producto, la cantidad producida y la inversión realizada. Los clientes a los que Agropapa entrega la producción toman como referencia el precio del mercado convencional para realizar las negociaciones del producto ofertado.

CONCLUSIONES

Los costos de producción que interviene en el proceso productivo son: mano de obra, materia prima, costos directos e indirectos, con los cuales nos permitió estimar el costo por saco en tres variedades de papa producidas en la asociación de productores agrícolas del rubro papa CONPAPA Tungurahua “AGROPAPA”

Los costos de producción mostraron diferencias de acuerdo con la variedad de papa cultivada, pues cada una posee diferente duración del ciclo del cultivo. Además de los factores ambientales, tecnológicos y sociales que poseen las tres áreas de estudio.

Los productores de AGROPAPA conocieron el valor real de sus costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Calderón, J. 2019. *Contabilidad de costos*. JCM Editores.
- Cuesta X., Peñaherrera D., Velásquez J., Castillo C. 2018. Guía de manejo de la punta morada de la papa.
- INIAP. 2017. Manual del cultivo de papa para pequeños agricultores. Quito: INIAP.
- Ochoa, M. 2018. El economista. Obtenido del economista: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4486/1/UNACH-EC-FCP-CPA-2017-0074.pdf>



Avances en el fortalecimiento de la robustez de los sistemas de semilla de papa y la conservación de la agrobiodiversidad

Israel Navarrete^{1,2}, Fabiola Parra-Rondinel^{2,3,4}, María Scurrah^{2,5}, Alejandro Bonifacio^{2,6},
Jorge L. Andrade-Piedra^{2,7}

¹Centro Internacional de la Papa, Quito, Ecuador. Autor por correspondencia:
israel.navarrete@cgiar.org

²Grupo de Agrobiodiversidad y Sistemas de Semillas, Comunidad de práctica de los Andes,
Andes

³Departamento Académico de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria
La Molina (UNALM), Lima, Perú

⁴Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, UNALM, Lima, Perú

⁵Grupo Yanapai, Concepción, Junín, Perú

⁶Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia

⁷Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú

Palabras clave: sistemas locales de semilla de papa, intervenciones, pagos por servicios de conservación.

Área temática: Mejoramiento, recursos genéticos y biotecnología.

INTRODUCCIÓN

Fortalecer la robustez de los sistemas de semillas y la conservación y uso de la agrobiodiversidad de papa es crítico para la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios. Actualmente, los sistemas de semillas y la agrobiodiversidad están amenazados por diferentes factores socio-ecológicos como cambios del uso del suelo y cambio climático. A pesar de esta evidencia, los tomadores de decisión en los Andes generalmente escogen entregar semilla certificada para intervenir los sistemas de semillas. Los retos ante la preferencia de ésta intervención son: (1) que la disponibilidad y el acceso a semilla certificada es limitado (Forbes et al., 2020), y (2) que pobremente fortalecen la robustez de los sistemas de semillas particularmente en los Andes debido a que los sistemas de semillas locales usan un alto porcentaje de su propia semilla. Para incrementar el portafolio de intervenciones, esta investigación buscó: desarrollar una revisión del estado del arte de intervenciones en sistemas de semillas (Objetivo 1), y entender cómo estas intervenciones fortalecen la robustez de los sistemas de semillas de papa y la conservación y uso de la agrobiodiversidad (Objetivo 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para al objetivo 1, se realizó una revisión de literatura usando Google Académico. Las palabras claves para esta revisión fueron *Agrobiodiversidad* y *Sistemas de Semillas*, *Agrobiodiversity* y *Seed Systems*. Se usó “AND” como un operador booleano. El rango de búsqueda de los documentos (artículos científicos y literatura gris) fue desde el 2020 hasta 2022. Se descargaron documentos en español y en inglés. Después de esta búsqueda, se revisaron solamente los resúmenes de los documentos y se seleccionaron aquellos que estaban relacionados con la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios. Para el objetivo 2, estos documentos fueron organizados de acuerdo al marco teórico de robustez de sistemas de semillas (De Boef et al., 2010). Este marco teórico tiene 6 vías de impacto: (1) Agrobiodiversidad, (2) Autonomía y auto-confianza, (3) Organizaciones de base, (4) Creación de sinergias, (5) Dinamismo y flexibilidad, y (6) Orientación de mercado y servicio. La información colectada se analizó por vía de impacto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del objetivo 1 mostraron que durante el 2020 y el 2022 se publicaron 132 documentos. De estos, 43 se relacionaron con el concepto de sustentabilidad de sistemas agroalimentarios.

Los resultados para el objetivo 2 mostraron que hay diferentes intervenciones que actualmente se implementan para fortalecer la robustez de los sistemas de semillas. Para la vía de impacto de agrobiodiversidad se encontró que las intervenciones usan enfoques de nutrición y educación. Es relevante resaltar los esfuerzos en Perú por parte del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas para que las escuelas incluyan dentro de sus mallas curriculares el conocimiento de los padres de familia acerca de la agrobiodiversidad de papa. En el caso de la vía de Autonomía y auto-confianza se encontró que las intervenciones están enfocadas en fortalecer las redes de los agricultores a través de redes sociales (ej. grupos de WhatsApp) videos de agricultores a agricultores, y haciendo incidencia para integrar otros actores en las intervenciones.

En la vía de organizaciones de base se encontró que se están haciendo esfuerzos para que las organizaciones de productores diseñen y evalúen innovaciones junto con otros actores. Por ejemplo, la Asociación de Guardianes de Papa Nativa del Perú (AGUAPAN) colabora con la empresa privada para la conservación de la agrobiodiversidad de papa nativa. Para la vía de creación de sinergias se encontró que las intervenciones están influyendo para que las políticas y regulaciones de semilla estimulen la complementación entre sistemas formales y sistemas locales de semillas de papa. Además, se observó que hay esfuerzos para identificar las vías de entrega de semilla de acuerdo a los contextos heterogéneos de los agricultores. En la vía de impacto de dinamismo y flexibilidad se encontró que hay esfuerzos en el mejoramiento participativo de variedades y en el mejoramiento de paisajes para enfrentar problemas bióticos y abióticos. Finalmente, para la vía de orientación de mercado y servicio se encontró que hay nuevas intervenciones que apuestan por los pagos por servicios de conservación de la agrobiodiversidad. Ejemplos claros son AGUAPAN y ReSCA (retribuciones por servicios de conservación de la Agrobiodiversidad).

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación mostraron que si las intervenciones se enfocan en semilla como “objeto” se estimula el desarrollo y fortalecimiento de programas de certificación. Sin embargo, cuando las intervenciones usan otros enfoques como nutrición, educación e inclusión social – entre otros enfoques – se pueden fortalecer de manera más amplia los sistemas de semilla y la conservación y uso de la agrobiodiversidad. La adopción de uno u otro enfoque para intervenir los sistemas de semilla debe ser evaluada dependiendo del contexto.

BIBLIOGRAFÍA

- De Boef, W.S., Dempewolf, H., Byakweli, J.M., Engels, J.M.M., 2010. Integrating genetic resource conservation and sustainable development into strategies to increase the robustness of seed systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 34, 504–531.
- Forbes, G.A., Charkowski, A., Andrade-Piedra, J., Parker, M.L., Schulte-Geldermann, E., 2020. Potato Seed Systems, in: Campos, H., Ortiz, O. (Eds.), *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. Springer International Publishing, Cham, pp. 431–447. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_12

Monitoreo participativo del complejo de punta morada de la papa en Colombia



Lizeth Tatiana Luna Mancilla¹, Jose Manuel Campo¹, Hyrcania Vanessa Lopez², David Rodriguez Puertas¹, Eliana Martinez Pachón¹, Germán David Sanchez³,
Eduardo Maria Espitia³

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Obonuco. Km. 5 vía Obonuco- Pasto-Nariño, Colombia

² Universidad de Nariño, Ciudadela Universitaria Torobajo, Pasto, Nariño

³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitata. Km 14 vía Mosquera, Colombia

Palabras clave: Monitoreo participativo, Jóvenes rurales, Punta morada.

INTRODUCCIÓN

En el año 2021, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, confirmó la presencia del insecto vector del complejo de punta morada (CPMP), *Bactericera cockerelli* en 17 municipios productores de papa del departamento de Nariño (Resolución 103325 de 2021). Esta alerta sanitaria ha traído importantes desafíos sobre la resiliencia de agricultores, especialmente para los y las que tienen menos tierra para desarrollar sus medios de vida y que, históricamente han sido productores de papa, pero, también para las instituciones que brindan soporte en la producción agropecuaria del país. Frente a esto, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA desarrolló dos fases del proyecto Estrategias de Manejo Integrado de la Punta Morada de la Papa en Colombia, en los cuales se implementó la actividad denominada “Red ciudadana de monitoreo del complejo de punta morada de la papa en Nariño” como una herramienta de monitoreo que vincula a diferentes actores de la cadena de la papa con el objetivo de prevenir y monitorear el avance del complejo mediante la difusión de información y el reporte colectivo de la posible presencia de la enfermedad y del vector trasmisor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre el 2021 y 2022 se desarrollaron dos fases de la red ciudadana de monitoreo. En la fase 1, se desarrolló un sondeo sobre los conocimientos de agricultores y asistentes técnicos del CPMP y la apropiación de tecnologías de la información y la comunicación TICs para la conformación de redes. El proceso se desarrolló usando la herramienta Turning point, creada por Turning technologies, la cual permite realizar encuestas y sondeos de manera interactiva, mediante clickers o controles que presentan resultados en tiempo real, permitiendo a los participantes visualizar los resultados y validarlos por medio de presentaciones de power point que se integra con la tecnología para poder trabajar de forma gráfica y participativa.

Se realizó un día de campo con asistentes técnicos para identificar los síntomas del complejo, así como la presencia de *B. Cockerelli* y conocer la experiencia de los participantes de la red en la atención al problema fitosanitario.

La fase 2, vinculó a jóvenes rurales de últimos años escolares, pertenecientes a colegios con vocación agropecuaria. Se desarrollaron 6 momentos los cuales consistieron en: identificación de colegios agropecuarios; construcción de criterios de selección; selección de colegios; talleres prácticos con estudiantes; monitoreo en lotes vecinos por parte de los estudiantes; taller de cierre y retroalimentación con padres y madres de familia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fase número 1 trabajó con un total de 161 personas, entre agricultores y agricultoras, así como asistentes técnicos. En esta fase se confirmó la escasa apropiación de TICs por parte de los y las agricultoras de papa por lo que era necesario buscar alternativas para que en las zonas rurales sea posible la construcción de redes de conocimiento con acceso a TIC's.

Por parte de los asistentes técnicos, se resaltó el interés por pertenecer a redes, pero el escaso tiempo con el que cuentan, por lo que fue necesario contar con un espacio web en donde los diferentes actores puedan encontrar información relacionada con el complejo, lo cual debía incluir la opción de realizar reportes en línea, por ello se desarrolló el espacio denominado microsítio del CPMP, implementado con colaboración del ICA.

En cuanto a la fase 2, y teniendo en cuenta que desde hace un tiempo (20 años aproximadamente) ha surgido una tendencia mundial de gran interés: la creciente participación de la sociedad civil en la recopilación, verificación, análisis, intercambio y difusión de datos con fines científicos utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) (Asorey et al., 2017). La vinculación de jóvenes rurales tuvo como objetivo convertirlos en agentes difusores de información, así como receptores ya que en este grupo poblacional la tenencia de uso de celulares smartphone, y la apropiación de TIC's es mayor.

Se identificaron 17 colegios, de los cuales 8 fueron seleccionados en 5 zonas del departamento. Los y las jóvenes fueron capacitados de manera teórica y práctica en la identificación de síntomas del CPMP y el insecto vector, el ingreso a lotes se realizó con medidas sanitarias adecuadas y se usaron instrumentos como lupas y cámaras de celulares para la identificación de ninfas y huevos. Los estudiantes obtuvieron 59 reportes de familiares y vecinos; 25 lotes no presentaron presencia del vector o síntomas; 23 lotes con grado de severidad 1; 4 lotes con grado de severidad 2 y 7 lotes con grado de severidad 3. Estos reportes fueron soportados con fotografías y planillas diligenciadas.

Finalmente, se realizó un taller con padres y madres de familia para mostrar el trabajo realizado por los y las estudiantes.

CONCLUSIONES

La participación de estudiantes como agentes de monitoreo y multiplicadores de conocimiento fue la estrategia planteada para cerrar brechas de conocimiento y acercamiento con TICs en los sectores rurales, la cual en la mayoría de colegios fue efectiva. Entre las claves para el éxito de la estrategia, se resalta el interés de los docentes encargados, así como los rectores que incentivan a los profesores que realizan el acompañamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Asorey, H., Núñez, L. A., Peña-Rodríguez, J., Salgado-Meza, P., Sierra-Porta, D., & Suárez-Durán, M. (2017). Proyecto RACIMO: desarrollo de una propuesta en torno a uso de las TIC, e-ciencia ciudadana, cambio climático y ciencia de datos. Primer Encuentro Latinoamericano de Ciencia.
- Resolución 103325 de 2021 [Instituto colombiano agropecuario]. Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para la vigilancia y control del insecto *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Trioziidae), vector de microorganismos fitopatógenos asociados a las enfermedades Punta Morada y Zebra Chip, en cultivos de papa del departamento de Nariño. 13 de agosto de 2021.



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

PROTECCION VEGETAL (FITOPATOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA)



Caracterización de la variedad de papa Diacol Capiro frente al complejo punta morada, en el Sur de Colombia

Juan V. Romero¹, Camila Ortega¹, Máryory M. Cadena¹, Sonia P. Morales¹, Liliana Cely-Pardo¹, Eduardo Espitia-Malagón¹

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA.

Autor correspondiente: eespitia@agrosavia.co

Palabras clave: Características morfoagronómicas, *Bactericera cockerelli*, Fitoplasma.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la papa es un alimento básico de la canasta familiar. Se siembra en nueve departamentos y cerca de 100,000 familias dependen de este cultivo (MADR, 2019). Sin embargo, esta solanácea es afectada por el complejo punta morada de la papa (PMP), asociado a diferentes grupos de fitoplasmas (*Candidatus Phytoplasma* spp.) y a su vector *Bactericera cockerelli*. Este problema fitosanitario causa pérdidas de hasta el 100% de la producción (Vargas et al., 2022); además, es evidente el incremento del número de aplicaciones de agroquímicos para su manejo, lo cual afecta los costos de producción, el ambiente y la salud humana (Del Puerto et al., 2014). El complejo PMP desde 2021 constituye un problema para los productores de Colombia, en especial para el departamento de Nariño. La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA ha adelantado estudios que contribuyen a conocer y mitigar los efectos de esta enfermedad emergente. En el año 2022 se llevó a cabo esta investigación con el objetivo de “Identificar los síntomas característicos de la variedad de papa Diacol Capiro, frente al complejo PMP, en el departamento de Nariño”.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se caracterizó morfoagronómicamente la variedad Diacol Capiro. Las evaluaciones se realizaron durante un ciclo productivo en tres etapas fenológicas: vegetativa, floración y madurez fisiológica, en dos localidades, en lotes de 300 m² con historial de presencia de *B. cockerelli*. Se sembraron semillas provenientes de cultivos con síntomas de PMP. Se permitió la infestación con poblaciones naturales del vector, sin aplicar medidas de control. En cada lote se marcaron 30 plantas para identificar las variables asociadas con la sintomatología de PMP: hoja típica o atípica; clorosis; presencia o ausencia de hojas entorchadas, zigzag en tallos, floración, frutos y tubérculos aéreos. También se registró: color del tallo y hojas, y hábito de crecimiento; se usaron los descriptores del Centro Internacional de la Papa (Huamán y Gómez, 1994). Adicionalmente, se evaluó: altura de la planta (cm±desviación estándar) y longitud de entrenudos. Para estimar el rendimiento (kg planta⁻¹± intervalo de confianza 95%), en la cosecha se evaluó peso fresco (kg planta⁻¹±Intervalo de confianza 95%) y proporción de tubérculos por categoría comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo vegetativo de plantas de Capiro infectadas, la longitud de entrenudos fue de 2.1±0.4 cm, y la altura de la planta de 19.6±3.9 cm. El 35% de las plantas mostró hábito de crecimiento semierecto, mientras que las sanas presentan decumbente. En floración, la altura de planta fue de 44.9±10.7 cm, la longitud de entrenudos de 4.2±1.0 cm y el hábito de crecimiento decumbente (63%). Se evidenció efecto sobre la altura de planta, según Núñez (2011) Capiro es de porte bajo (34,5 cm).

El color de la hoja de los diferentes estratos de la planta se clasificó en el grupo Green NN137 (A) Greyish olive green (RHS, 2015), no se presentó clorosis en desarrollo vegetativo y floración. El color del tallo se clasificó como principalmente verde con abundante pigmentación púrpura. En desarrollo vegetativo el 90% de las plantas presentaron folíolos entorchados y 13.3% hojas atípicas. En floración hubo 58.3% de folíolos entorchados y 5% zigzag en tallos. Durante desarrollo vegetativo y floración no hubo tubérculos aéreos ni frutos. En la etapa de desarrollo de tubérculos la longitud de entrenudos fue de 6.3 ± 1.8 cm, la altura de planta de 81.4 ± 14.8 cm y hábito de crecimiento postrado en el 87% de las plantas. Se observó clorosis en el 60% de las plantas infectadas, tonalidades claras (grupo Yellow-Green 144 (A) Strong Yellow Green) con bordes rojizos a púrpura en el 38% de folíolos superiores y folíolos con tonalidades rojizas en la lámina foliar en el 2%. El 43% de las plantas tuvieron pigmentación púrpura en tallos, 100% folíolos entorchados, 23% zigzag en tallos, 63% tubérculos aéreos y 28% produjo frutos, similar a lo encontrado por Crosslin & Munyaneza (2009).

Respecto al rendimiento, se registró 1.61 ± 0.62 kg/planta, similar a lo reportado por Calderón (2022) (1.31 a 1.38 kg/planta). Al evaluar las categorías se encontró: cero 0.14 ± 0.23 kg, grueso 0.64 ± 0.43 kg, pareja 0.53 ± 0.22 kg, richi 0.30 ± 0.15 kg y 48.5 ± 17.1 tubérculos/planta; a diferencia de lo descrito por Herrera y Porras (2015).

CONCLUSIONES.

En la variedad Capiro, las variables modificadas en plantas infectadas durante la fase vegetativa fueron: presencia de hojas atípicas, hábito de crecimiento, altura de planta y folíolos entorchados, estas dos últimas también modificadas en la fase de floración y adicionalmente presencia de zigzag en tallos. En la fase de desarrollo de tubérculos fueron más evidentes los síntomas reportados para PMP, como son mayor altura, folíolos con tonalidades rojizas o púrpuras, folíolos entorchados, zigzag y tubérculos aéreos, además de la reducción de producción y menor tamaño de tubérculos.

BIBLIOGRAFÍA

- Calderón, O. (2022). “Incidencia y severidad de *Bactericera cockerelli* S. en cinco variedades mejoradas de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Bolívar, Carchi” Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario.
- Crosslin J., Hamlin L., Buchman, J., and Munyaneza, J. (2011). Transmission of potato purple top phytoplasma to potato tubers and daughter plants. *American J. Potato Res.* 88. 339-345. 10.1007/s12230-011-9199-y.
- Del Puerto, A., Suárez, S. y Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.* 52 (3): 372-387
- Herrera, C. A. & Porras, P. D. (2015). Modelo productivo de la papa variedad Diacol Capiro para el departamento de Antioquia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13751>.
- Ñústez, C.E. (2011). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. ISBN 978-958-761-100-7
- Royal Horticultural Society. (2015). RHS Colour Chart Guide. Sixth edition. RHS media. London.
- Vargas, C., C. Camelo, M. Díaz, J. Quintero, y C. Rosero. (2022). Punta Morada de la Papa (PMP), Zebra Chip (ZC) y el insecto vector *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae). Instituto Colombiano de Investigación Agropecuaria – ICA. Colombia. 24 p.



Determinación de haplotipos mitocondriales de *Bactericera cockerelli* colectados en la provincia de Huancabamba - Perú

Heidy Gamarra¹, Yanina Correa¹, Pablo Carhuapoma¹, Eva Huaman¹, Jan Kreuze¹

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP) Autor correspondiente: h.gamarra@cgiar.org

Palabras clave: Haplotipo, psílido de la papa, papa.

INTRODUCCIÓN

Bactericera cockerelli es un insecto polífago que afecta solanáceas de importancia económica como papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*S. lycopersicum*), berenjena (*S. melongena*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y otras solanáceas silvestres (CABI, 2022). El daño puede ser directo, la producen al alimentarse, segregan toxinas a la planta los cuales además de las excretas que dejan en las hojas pueden dar origen a la formación de hongos saprófitos. El daño indirecto por ser el vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso) que causa la enfermedad zebra chip y de fitoplasmas que causa la enfermedad punta morada (Pérez et al., 2021). La presencia de *B. cockerelli* en Perú fue reportada en Huancabamba, Piura por Senasa en el 2021, a la fecha no se ha confirmado la detección de CaLso en Perú. Con el objetivo de entender la distribución y dinámica poblacional temporal y espacial de *B. cockerelli* en el Perú se empleó un nivel de clasificación más específico mediante la determinación del haplotipo mitocondrial de *B. cockerelli* mediante la secuenciación de la subunidad I del citocromo oxidasa mitocondrial (COI) de los individuos colectados de Huancabamba, Piura. Definiendo un haplotipo como la forma genética que difiere de cualquier otra forma por variaciones en su secuencia de ADN en al menos un nucleótido (Cerna et al., 2021). Se ha identificado cuatro tipos de haplotipos mitocondriales dentro de Estados Unidos que están asociados a cuatro regiones geográficas: Oeste, Central, Noroeste, Suroeste (Swisher et al., 2014). En Sudamérica, específicamente en Ecuador se ha reportado mediante el análisis de la secuencia COI al haplotipo central afectando plantaciones de papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una colecta de *B. cockerelli* en 4 distritos (Huancabamba, Sondor, Sondorillo y El Carmen de la Frontera) de la provincia de Huancabamba, Piura, en agosto del 2022, colectando ejemplares presentes en cultivos de solanáceas en especial de papa, las capturas se colocaron en etanol al 90%. Para la determinación de haplotipos, se extrajo el ADN de forma individual empleando la técnica modificada por el laboratorio de entomología Aberdeen Research Extension a partir de: Marzachi, C., Veratti, F., and Bosco, D., 1998. Direct PCR of phytoplasmas in experimentally infected insects. *Annals of Applied Biology* 133:45-54. Luego el ADN extraído se amplificó mediante la técnica de PCR de la secuencia de la subunidad I del gen mitocondrial (COI) de *B. cockerelli*, una región de 500 bp. Se procedió según la metodología empleada por Crosslin et al. (2011), usando los siguientes cebadores: COIF3 (5'-TACGCCATACTAGCAATCGG-3) COIR3 (5'-GAGTAACGTCGTGGTATTCC-3). La reacción de PCR se lleva a cabo de acuerdo a lo realizado por Castillo & Llumiquinga (2021) siendo el volumen final de 20ul y 1ul de ADN. El programa para el PCR que se siguió fue: 94 °C por 2 minutos, 35 ciclos de 94 °C por 15 segundos, 52 °C por 60 segundos y 72 °C por 60 segundos, seguido de una incubación final a 72 °C por 5 minutos. Los fragmentos amplificados del gen COI (500bp) mediante PCR, se purificaron mediante un kit comercial para luego ser

cuantificados por espectrofotometría y posteriormente ser enviados al servicio de secuenciación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se envió 49 muestras a secuenciar por ambos sentidos (Forward y Reverse), haciendo un total de 98 reacciones al servicio de secuenciamiento de MacroGen. De estas, solo 48 resultaron con una buena calidad para ser consideradas en el análisis. 46 secuencias de individuos de *B. cockerelli* provenientes de campos de la provincia de Huancabamba y dos secuencias de individuos de colonias de *B. cockerelli* de CIP-Ecuador, incluidas en el ensayo como controles positivos del psílido de la papa. Luego de ello se hizo un análisis filogenético construyendo un árbol filogenético con 5 secuencias provenientes de individuos de la provincia de Huancabamba y dos secuencias de Ecuador, se consideró incluir a las secuencias correspondientes a los cuatro haplotipos mitocondriales de *B. cockerelli* según Swisher et al.(2014): Western (JQ708095.1), Central (JQ708094.1), Northwestern (JQ708093.1) y Southwestern (KC305359.1). Adicionalmente se agregó al análisis una muestra de Ecuador (MK054304.1), determinada por Castillo et al. (2019) correspondiente al haplotipo central observando que las secuencias de Huancabamba se agrupan con las secuencias de Ecuador y con la secuencia del haplotipo Central: JQ708094.1.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron 48 secuencias consenso de la región Citocromo Oxidasa subunidad I (COI) de muy buena calidad. 46 secuencias de individuos de *B. cockerelli* provenientes de campos de la provincia de Huancabamba y dos secuencias de individuos de colonias de *B. cockerelli* de CIP-Ecuador. Mediante el análisis de las secuencias se determinó que las 48 secuencias en estudio resultaron ser idénticas entre ellas, obteniéndose longitudes de 460 nucleótidos. En base a la consulta BLAST, las 48 secuencias consenso resultaron tener un 100% de similitud con la secuencia JQ708094 perteneciente al haplotipo central. El árbol filogenético construido con el método Neighbor-Joining agrupó a las secuencias de individuos de la provincia de Huancabamba con las secuencias del haplotipo central (MK054304.1 y JQ708094.1).

BIBLIOGRAFÍA

- CABI. (2022). *Bactericera cockerelli* (tomato/potato psyllid). En In: Invasive Species Compendium. CAB International. www.cabi.org/isc
- Castillo, C., & Llumiquinga, P. (2021). Manual para reconocer e identificar al psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* Šulc), en campo y laboratorio. (Manual técnico No. 121; p. 40). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Crosslin, J. M., Swisher, K. D., & Hamlin, L. L. (2013). A Rapid Method for Preparation of Nucleic Acid Extracts from Potato Psyllids 1 for Detection of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' and Molecular Analysis. *Southwestern Entomologist*, 38(1), 41-48.
- Pérez, W., Castillo Carrillo, C., Navarrete, I., Gamarra, H., Naccha, J., & Andrade-Piedra, J. (2021). Cartilla descriptiva del psílido de la papa. International Potato Center. <https://doi.org/10.4160/9789290606154>.



Validación de recomendaciones frente a punta morada en parcelas comerciales de *Solanum tuberosum* grupo phureja en Nariño - Colombia

Eduardo M. Espitia¹, Sonia Morales¹, Octavio Guevara¹, Juan F. López¹, Nubia L. Cely¹

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, manejo integrado de plagas, variedades

INTRODUCCIÓN.

En Colombia, las papas diploides están representadas principalmente por las *papas criollas* que con su color amarillo y particular sabor y son muy apetecidas. Ocupan áreas de siembra del 5 al 9% del total del cultivo en el país (Ñústez y Rodríguez, 2022). En 2021 se confirmó en Colombia la presencia de *Bactericera cockerelli* en el departamento de Nariño en (ICA 2021a, b) y luego la de los phytoplasmas causantes de la punta morada de la papa (PMP) en esa misma región. Surgió la necesidad de validar las recomendaciones de manejo. Era necesario saber si las recomendaciones disponibles eran aplicables para las condiciones colombianas. El objetivo fue validar recomendaciones de manejo integrado en cultivos comerciales de papa criolla en zonas productoras de Nariño-Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se desarrolló en fincas de productores de la región con parcelas de producción de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). Se tomaron las principales recomendaciones, reportadas en Ecuador (Cuesta et al 2021) y otras latitudes (Oirsa, 2015) y según lo adoptado en la resolución ICA 103325 (ICA 2021c). De las recomendaciones reportada en otros países, se tomaron aquellas recogidas por la resolución ICA 103325: Detección y monitoreo, usar semilla sana, distancia de siembra aumentada (1.2 m entre surcos), fertilización balanceada, control químico del vector, eliminación de plantas afectadas, eliminación de solanáceas (toyas de papa y otras plantas), medidas de bioseguridad. Estas prácticas se concertaron con los productores. Se ubicaron parcelas en tres municipios de Nariño y se pusieron a prueba en escenarios que tenían diferente frecuencia de reportes del vector: Tangua (baja frecuencia), Túquerres (media) e Ipiales (Alta). Se consideró y analizó la disponibilidad local de insumos agropecuarios. Las parcelas se ubicaron en cooperación con agentes y extensionistas locales. Las fases del proceso fueron: Ubicación, visita de reconocimiento, entrevista con el agricultor, concertación, acuerdo (formalizado), toma de muestras de suelo, definición de insumos a aplicar, adquisición de semilla, definición de fechas de siembra y demás fechas clave, aprestamiento de los insumos requeridos para las acciones de seguimiento y aplicación de control del vector de la enfermedad. Se hizo una comparación entre los costos de la incorporación de las recomendaciones al esquema de manejo local en cada municipio y los costos de la tecnología tradicional. Se hizo evaluación de cosecha para confirmar el correcto desarrollo del cultivo hasta producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrollaron los planes de manejo haciendo el acompañamiento técnico en cada parcela. Se hizo levantamiento de información en la localidad para conocer el modelo de manejo local. En la parcela de Ipiales, la de alta frecuencia, se vio una reducción en costos del 5.8% con un adecuado desarrollo del cultivo ante la implementación del manejo integrado que alcanzó una producción de 28.1 Tm.ha⁻¹. En la parcela Túquerres el manejo

integrado tuvo un costo mayor en 0.01%, aunque esta parcela tuvo un bajo rendimiento de 14.7 Tm.ha⁻¹. En la parcela de Tangua los costos de producción fueron ligeramente menores en 0,06%. En las tres parcelas se observó que los costos de producción de la TLP (tecnología local de producción es ligeramente mayor que las parcelas de validación del MIP. Se implementó un sistema de manejo basado en racionalidad de uso de los insecticidas y el monitoreo de la enfermedad y el vector. La reducción de los costos en el uso racional de insecticidas compensa estos costos adicionales. La producción fue de 28.11 Tm.ha⁻¹ en Ipiales, 23 Tm.ha⁻¹ en Tangua y 14.7 Tm.ha⁻¹ en Túquerres.

CONCLUSIONES

No se presentó un impacto negativo de la implementación de las recomendaciones. Hay aceptación por los productores y las recomendaciones son viables de implementarse. El conjunto de recomendaciones de manejo confirma su viabilidad para su uso en las zonas productoras.

BIBLIOGRAFÍA

- ICA, 2021a Reporte de *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae) en el departamento de Nariño. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/saf/notificacion-oficial/detalle-notificacion-oficial/reporte-de-bactericera-cockerelli-sulc-hemipter>
- ICA 2021b Ante la presencia de fitoplasmas de la Punta Morada de la Papa, el ICA alerta a productores en Nariño. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-alerta-productores-papa-narino>
- ICA, 2021c Resolución No.103325 “Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para la vigilancia y control del insecto *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae), vector de microorganismos fitopatógenos asociados a las enfermedades Punta Morada y Zebra Chip, en cultivos de papa del departamento de Nariño” Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/6a1e1a86-c0e2-4d4f-a393-900e165cd887/2021R103325.aspx>
- Oirsa, 2015. El psílido de la papa y tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA. Disponible en: <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>
- Cuesta X., Peñaherrera D., Velásquez J., Racines M., Castillo C. (2021). Guía de manejo de la punta morada de la papa. Segunda edición. Manual técnico No. 104. Quito (Ecuador). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 20 p.
- Ñústez, C. E. y Rodríguez, L.E. 2020 Papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, Bogotá, D. C. 136 p ISBN-e: 978-958-794-366-5



Evaluación de la dinámica poblacional del complejo de polillas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia del Carchi

Jorge A. Solano¹, Julia K. Prado¹, Carmen Castillo² y Nancy Panchi³

¹Universidad Técnica del Norte, Carrera de Agropecuaria. Ibarra, Ecuador. E-mail: jasolanog@utn.edu.ec

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Panamericana Sur Km. 1, Sector Cutuglagua, Cantón Mejía, Pichincha

³Centro Internacional de la Papa, Panamericana Sur Km.1, Sector Cutuglagua, Cantón Mejía, Pichincha

Palabras claves: *Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, para el año 2021 la producción de papa supero las 240,000 toneladas métricas, de las que el 41% las produjo la provincia del Carchi (INEC, 2022). Sin embargo, el cultivo se ha visto afectado por el ataque de plagas de importancia económica, cómo el complejo de polillas, que es un conjunto de tres especies de lepidópteros *Tecia solanivora* P., *Phthorimaea operculella* Z. y *Symmetrischema tangolias* G, las que afectan a los tubérculos en campo y almacenamiento (Kroschel y Schaub, 2013).

El principal daño que ocasionan surge cuando sus larvas ingresan al suelo por las grietas y se alimentan de los tubérculos, creando galerías verticales y horizontales que sirven como vía para la colonización de microorganismos (Arce, 2008; Kroschel et al., 2020). El objetivo de la presente investigación fue determinar la población de adultos del complejo de polillas a través del uso de trampas de feromonas sexuales, durante todo el ciclo fenológico del cultivo de papa en zonas de Carchi.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la dinámica poblacional de polillas se realizó en cuatro localidades del Carchi distribuidos en los cantones de Bolívar (Cuesaca), Montúfar (Monteverde y Tesalia) y San Pedro de Huaca (La Calera), en altitudes comprendidas entre los 2642 msnm a 2812 msnm. El monitoreo implementado fue tipo indirecto y se basó en colocar en cada lote, una trampa de feromona sexual por especie de polilla, con una densidad de 4 trampas/especie/hectárea, las mismas que fueron colocadas en los bordes de los lotes. Las feromonas fueron colocadas en botellones, con aberturas tipos ventanas, con agua y detergente y estuvieron suspendidas en una estaca de dos metros de altura.

El conteo de adultos se lo realizó cada 15 días con la ayuda de un cernidor y una pinza, desde la siembra hasta la cosecha; considerando las etapas fenológicas de emergencia, desarrollo vegetativo, prefloración, floración e inicio de la tuberización, tuberización y maduración. El análisis estadístico se realizó mediante el software InfoStat ® versión 2020, con la prueba de datos no paramétricos Kruskal Wallis ($\alpha:0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que en la localidad de Cuesaca se encontró los máximos promedios de adultos (49 %), seguido por Tesalia y Monteverde (22 %) y La Calera (7 %). Por otro lado, el análisis estadístico no paramétrico realizado con la prueba Kruskal Wallis muestra que el comportamiento de las especies de polillas varía entre las zonas de evaluación y la etapa fenológica ($p<0.0001$). La mayor presencia reportada para las tres

especies se dio en Cuesaca con 977 adultos de *Phthorimaea operculella* en la etapa fenológica de maduración, 579 de *Tecia solanivora* en la emergencia y 61 adultos de *Symmetrischema tangolias* en la floración. Karlsson et al. (2017) menciona que la etapa fenológica de la planta influye en la ovoposición de polillas. Además, Torres (1998) afirma que la población puede ser abundante al inicio de la campaña agrícola por la presencia de cultivos cercanos o material vegetal contaminado con la plaga.

Además, se pudo observar que las especies que predominan en las zonas monitoreadas fueron *P. operculella* y *T. solanivora*. En ese sentido, Sporleder et al. (2016) afirma que la especie *Symmetrischema tangolias* prefiere localizarse a alturas mayores a los 3000 msnm, mientras que *P. operculella* y *T. solanivora* buscan establecerse en áreas más bajas de la región andina.

CONCLUSIONES

El monitoreo permitió conocer que el comportamiento poblacional del complejo de polillas cambia según la localidad y la etapa fenológica. La mayor infestación de las tres especies polillas se encontró en la localidad con la altitud más baja, durante las etapas de emergencia, floración y maduración. Por otra parte, la población de polillas puede verse viabilizada por la presión existente de la plaga en una determinada zona, por lo que cómo estrategia de prevención y supresión dentro de un manejo integrado de plagas, se podría implementar preferentemente a los cultivos de papa en zonas donde la plaga tenga baja presencia como en La Calera.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, A. 2008. El cultivo de la Patata. 2nd Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España, 224 p.
- Kroschel, J., y Schaub, B. 2013. Chapter 6 - Biology and Ecology of Potato Tuber Moths as Major Pests of Potato. Editor(s): Andrei Alyokhin, Charles Vincent, Philippe Giordanengo. Insect Pests of Potato. Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386895-4.00006-5>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. 2022. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) (en línea). Disponible en:
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- Karlsson, M., Magali, B., y Birgersson, G. 2017. Host-plant location by the Guatemalan potato moth *Tecia solanivora* is assisted by floral volatiles. *Chemoecology volume 27*: 187–198. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00049-017-0244-2>
- Kroschel, J., Mujica, N., Okonya, J., y Alyokhin, A. 2020. Insect Pests Affecting Potatoes in Tropical, Subtropical, and Temperate Regions. In: Campos, H., Ortiz, O. (eds) *The Potato Crop*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_8.
- Torres, F. 1998. Biología y Manejo Integrado de la Polilla Centroamericana de la Papa *Tecia solanivora* (Povolný) en Venezuela. Serie A – N° 14. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias/ Fundación para el desarrollo de la ciencia y la tecnología del estado Táchira, Maracay, Ven, 60 p.
- Sporleder, M., Schaub, B., Aldana, G., y Kroschel, J. 2016. Temperature-dependent phenology and growth potential of the Andean potato tuber moth, *Symmetrischema tangolias* (Gyen) (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology*, 141(3):202-218. <https://doi.org/10.1111/jen.12321>



Manejo de tres tipos de trampas y dos insecticidas para monitoreo de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), Cuturiví Chico. Cotopaxi 2023

Emerson Jácome¹, Victoria López², Joel Constante¹, Santiago Jiménez¹,
Chang Hwan Park³

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía, Salache Bajo. Ecuador.

Autor para correspondencia: emerson.jacome@utc.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Mejía, Ecuador.

³ Korea Program on International Agriculture (KOPIA). Mejía, Ecuador.

Palabras Clave: *Premnotrypes vorax*, *Solanum tuberosum*, *Beauveria bassiana*, trampas, fase de emergencia y brotación.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está encaminado a los productores de papa, ya que es el principal rubro económico de la agricultura familiar (Ripa y Larral, 2008). Para reducir la presencia poblacional del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en la comunidad de Cuturiví Chico del cantón Pujilí se presentan alternativas innovadoras de control de plagas a los agricultores con el uso de trampas: de caída, de cubierta e INIA y de insecticidas.

Premnotrypes vorax, es una de las plagas más importantes que ocasiona altos niveles de pérdidas entre un 50% en Cotopaxi, 44 % en Chimborazo, 37% Carchi y de Cañar es el 22% en comparación a tubérculos sanos, incluso cuando el ataque de la plaga es severo ocasiona pérdidas totales del cultivo, debido al desconocimientos de métodos de control entre los pequeños y medianos productores de papa (Gallegos *et al.*, 1997).

El trapeo es una alternativa para reducir la severidad del ataque de plagas en el cultivo de papa ya que el uso excesivo e inadecuado de plaguicidas incrementa los impactos negativos en el ambiente, la salud de los agricultores y la seguridad alimentaria, por lo cual es importante el monitoreo del gusano blanco y así poder aportar conocimientos a las comunidades rurales con el fin de generar alternativas en el uso de productos químicos y biológicos (Alvarado y Ochoa 2008) y (Vignola *et al.*, 2002).

El ciclo fenológico de la papa se puede dividir en 5 fases: la fase de emergencia o brotación (fase 1), hasta la fase de maduración y la cosecha (fase 5). La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productivas (Vignola *et al.*, 2017). Sabiendo la fenología del cultivo es importante determinar la etología de la plaga donde se observa que el gusano blanco es crítico tanto en los primeros estados de la planta, así como en la etapa de tuberización, llenado y maduración. (Vignola *et al.*, 2002) y (Egúsquiza, 2013).

El gusano blanco ha causado pérdidas económicas en varios países latinoamericanos como: Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Torres *et al.*, 2011). Se desarrolla muy bien en zonas templadas altas, donde las larvas y prepupas ocasionan el daño a los tubérculos (Niño *et al.*, 2004) y que puede vivir en este estado 38 días en promedio. Los adultos son longevos pudiendo vivir aproximadamente 270 días, durante este periodo la hembra oviposita entre 230 a 260 huevecillos (Huaraca y Gallegos, 2012) y (Vignola *et al.*, 2002).

El macho es ligeramente alargado y más pequeño que la hembra y no presenta la línea amarilla en su abdomen (Gallegos *et al.*, 1997).

Se recomienda realizar una preparación del suelo y utilizar diferentes trampas para que el agricultor pueda recoger los insectos manualmente (Huaraca y Gallegos, 2012), con el uso de insecticidas, Acefato (Orthene) 75 PS 2 g/l, profenofos (Curacron) EM 2.5 cc/l o triflumuron (Alsystin) 1.5 cc/l (Torres *et al.*, 2011), además se puede utilizar *Beauveria* sp. y *Metarhizum* sp. (Huaraca y Gallegos, 2012). Quispe *et al.* (2015), recomiendan colocar las trampas cada 12 pasos con el follaje de papa en recipientes con una ventana rectangular en la parte superior y finalmente aplicar el insecticida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la comunidad de Cuturiví Chico, parroquia La Matriz ubicada en el cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, a 13 Km al sur de la cabecera cantonal, en la comunidad de Cuturiví Chico, tiene una altitud de 3400 – 3600 msnm y una latitud de 01°16'55,9". cuenta con una humedad relativa de 96,8%, temperatura de 6 - 12°C y precipitación anual de 499 mm. Se utilizó un arreglo factorial entre 2 insecticidas (b1: Fipronil y Thiamethoxam, b2: *Beauveria bassiana*) y 3 tipos trampas a1: Trampa INIA, a2: Trampa de caída, a3: Trampa cubierta; en los datos se realizó una transformación para normalizar la variable considerada.

La elaboración de trampas de caída fue con botellas plásticas, para los dos tipos y para las trampas cubiertas se utilizó únicamente gavetas reciclables de huevos, en todas las trampas se colocó material vegetativo de papa y con una bomba manual de fumigar se roció el insecticida a la materia vegetativa de papa. El monitoreo de las trampas se lo realizó cada 8 días, alternando los insecticidas para evitar la resistencia. Para luego llevar las muestras al laboratorio y poder identificar la plaga.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la incidencia poblacional del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), existen diferencias significativas para los tipos de insecticidas y ninguna diferencia significativa entre las trampas, es decir que las trampas utilizadas presentan estadísticamente el mismo grado de control en el monitoreo de la plaga.

El insecticida de mejor efecto para la atracción de gusano blanco es el de tipo biológico *Beauveria bassiana*, ubicándose en el primer rango con un promedio de 2.44 gusanos atrapados en comparación con el insecticida de síntesis química que apenas alcanzó un promedio de 0.72 adultos atrapados. Las trampas de mejor desempeño en promedio fueron las de cubierta que consiste en utilizar cartones reciclados de cubetas de huevos con partes de papa que ayudó a atrapar en promedio 2.25 adultos, obteniendo mejores resultados que las trampas de caída y las de tipo INIA.

CONCLUSIONES

En el sector de Cuturiví Chico existe la presencia de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), en la fase de emergencia, brotación y desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Las trampas son un método eficiente para el manejo integrado del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*), especialmente con uso de trampas de cubierta.

El atrayente utilizado en las trampas que facilitó un mejor control en el gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*) fue el insecticida biológico a base de *Beauveria bassiana* que sirve como atrayente y presenta buena actividad entomopatógena.



BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Gaona, Á. E., & Ochoa Fonseca, L. E. (2010). Concurso de recolección de adultos de *Premnotrypes vorax*, una alternativa en extensión y disminución de poblaciones. <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/download/54/82/3414?inline=1>
- Egúsqüiza, R. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa. Extención y proyección social, I, 26-27. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-d-papa.pdf>
- Gallegos, P., Avalos, G., & Castillo, C. (1997). El gusano blanco de la papa en Ecuador: comportamiento y control. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3257>
- Huaraca, H., & Gallegos, P. (2012). Alternativas de manejo del gusano blanco de la papa: Módulo de Capacitación para Capacitadores. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5135/1/iniapsc365.pdf>
- Niño, L., Acevedo, E., Becerra, F., & Guerrero, M. (2004). Entomotropica antes/formerly Boletín de Entomología. 19(1), 15–19.
- Quispe-Condori, R., Loza-Murguía, M., Marza-Mamani, F., Gutiérrez, R., Riquelme, C., Aliaga, F., & Fernández, C. (2015). Trampas artesanales con atrayentes alcohólicos en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en la Colonia Bolinda, Caranavi. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 3(1), 2-14. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v3n1/v3n1_a02.pdf
- Ripa, R., & Droguett, I. D. P. L. (Eds.). (2008). Manejo de plagas en paltos y cítricos (Vol. 23, pp. 155-162). La Cruz: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-16-manejo-de-plagas-en-paltos-y-cc3adtricos.pdf>
- Torres, L., Montesdeoca, F., Gallegos, P., Castillo, C., Asaquibay, C., Valverde, F., ... & Andrade-Piedra, J. (2011). Inventario de tecnologías de papa generadas por INIAP y CIP en Ecuador. <https://cipotato.org/papaenecuador/manejo-de-gusano-blanco/>
- Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (1989). El gusano blanco de la papa. *Premnotrypes vorax* (Hustache) en Colombia. I.- Comportamiento de adultos en el campo (Vol. 2).
- Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2017). FICHA TÉCNICA CULTIVO DE PAPA Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación.
- Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2002). EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR. INIAP-CIP.

Evaluación de extractos vegetales para control de *Globodera pallida* bajo condiciones de invernadero

Vannesa T. Flores¹, Pablo J. Llumiquinga², Clara C. Iza¹, Clara E. Villacrés², María B. Quelal², Iván R. Samaniego², Nancy F. Nénger¹

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

correo electrónico: pablo.llumiquinga@iniap.gob.ec

Palabras clave: Metabolitos secundarios, Nematodo del quiste

INTRODUCCIÓN

Globodera pallida, conocido como nematodo del quiste de la papa, es un fitoparásito que puede ocasionar pérdidas de rendimiento de hasta el 30%, especialmente cuando se realizan ciclos cortos de rotación de cultivos o siembra continua de papa (Silvestre et al., 2021). Por esta razón, encontrar métodos de control efectivos y sostenibles se ha convertido en una prioridad en el país. Una estrategia prometedora es el uso de extractos vegetales que contienen componentes fitoquímicos capaces de reducir las poblaciones de nematodos en suelos infestados. Varios estudios han evaluado extractos vegetales de familias como Brassicaceae, Apiaceae y Asteraceae, de los cuales se aprovechan los metabolitos secundarios para reducir las poblaciones del nematodo hasta en un 95% en condiciones *in vitro*, logrando un factor de reproducción (FR) de hasta 0.5. En este estudio, se investigó el potencial de varios extractos vegetales, como la canela, el chocho, la quinua y clavo de olor, para controlar *G. pallida* en plantas de papa cultivadas bajo invernadero, con el objetivo de encontrar una solución adaptada a la realidad ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los extractos vegetales se obtuvieron mediante extracción alcohólica continua de tallo de canela y flor de clavo de olor mediante el equipo Armfield; y se aplicó extracción acuosa a las semillas de chocho y quinua, en estos extractos se determinaron las concentraciones de los metabolitos secundarios mediante espectrofotometría UV-Visible (polifenoles y saponinas) y titulación para determinar el contenido de alcaloides del chocho.

Se establecieron dos experimentos en el invernadero de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. En el primer ensayo se determinó el potencial nematocida de los extractos vegetales, cuya unidad experimental fue una planta de papa variedad susceptible Leona Negra en una funda con 4 Kg de sustrato autoclavado (tierra:arena 3:1) y 72 quistes. Se determinó el número de quistes de *G. pallida* mediante el elutriador de Fenwick y el factor de reproducción del nematodo. En el segundo ensayo, se verificó el efecto fitotóxico sobre las plantas, cuya unidad experimental fue la misma que el anterior ensayo, pero sin inóculo.

Las variables medidas fueron altura, contenido de clorofila, días a la floración y rendimiento. Los dos experimentos se establecieron en un diseño completamente al azar con cinco observaciones por tratamiento y un testigo. Se realizaron tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo de 200 ml de extracto vegetal a dos diluciones de 5% y 20% y se midieron las variables a 3, 7 y 10 días después de cada aplicación.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos de extracción de cada material vegetal variaron según el método de extracción. El extracto de chocho alcanzó un rendimiento de extracción mayor (14.34%) entre los extractos acuosos con 1.49% de alcaloides expresados como lupanina; los cuales fueron similares a los reportados por Seguil et al. (2019). El extracto de canela fue superior en relación a los otros extractos alcohólicos (10.07%) con 6.38 mg ácido gálico g⁻¹ de canela; estos valores fueron superiores a los reportados por Ereifej et al. (2016). En el ensayo de mortalidad se evidenció una reducción de hasta tres veces en la población de *G. pallida* en comparación con el grupo de control sin extractos vegetales. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, en particular, los extractos de chocho y quinua a una dilución de 20% demostraron una mayor eficacia en la disminución de la población de quistes y huevos de *G. pallida* (F.R.: 3.9 y 4.78 respectivamente), lo que sugiere una alternativa prometedora para su aplicación en cultivos afectados por nematodos como lo demostró Villacrés et al. (2009) en larvas de *Meloidogyne incognita*.

Además, en el ensayo de fitotoxicidad se observó que no existieron efectos adversos de los extractos en las plantas de papa. No existieron diferencias significativas en la altura de las plantas, niveles de clorofila y días a la floración entre los tratamientos con extractos y el grupo de control sin tratamiento, después de cada aplicación de los extractos en las plantas de papa. Al momento de la cosecha, se evidenció que el rendimiento no mostró diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo absoluto. Estos resultados indican que los extractos vegetales evaluados no causaron daños a las plantas ni afectaron negativamente el rendimiento de los tubérculos.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio son de gran relevancia para el control de *G. pallida* en Ecuador, donde su presencia representa una amenaza para la producción de papa. Entre los extractos vegetales analizados, los extractos de chocho y quinua destacaron por ser más eficientes en el control de *G. pallida*, los cuales muestran un potencial significativo para el manejo de esta plaga. Además, se observó que las diluciones más concentradas de los extractos mostraron un mayor efecto sobre las poblaciones de nematodos sin un efecto adverso sobre la planta. Estos resultados respaldan la necesidad de explorar alternativas sostenibles y adaptadas a las condiciones locales de producción de papa en Ecuador. Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar la dosis óptima y los mecanismos de acción de los extractos, así como su efectividad en condiciones de campo en diferentes regiones de Ecuador.

BIBLIOGRAFIA

- Ereifej, K. I., Feng, H., Rababah, T. M., Tashtoush, S. H., Al-U'datt, M. H., Gammoh, S., & Al-Rabadi, G. J. (2016). Effect of Extractant and Temperature on Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Selected Spices. *Food and Nutrition Sciences*, 07(05), 362.
- Seguil, C., Egas, E., Avilez, J., Blas, C., & Huamanlazo, M. (2019). Evaluación de la extracción de alcaloides de la semilla de tarwi (*Lupinus mutabilis*), por microondas, ultrasonido y convencional. *Journal of Agri-Food Science*, 1, 1–10.
- Silvestre, R., Dandurand, L. M., Zasada, I. A., Franco, J., & Kuhl, J. C. (2021). An assessment of potato cyst nematode (*Globodera* spp.) Research from the Andean Region of South America. Part 1: Occurrence and Impact. *Nematropica*, 51(2), 85–105.
- Villacrés, E., Peralta, E., Cuadrado, L., Revelo, J., Addo, S., & Aldaz, R. (2009). *Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*.

Ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* bajo condiciones controladas y fluctuantes

Jhonatan N. Naspud¹, Nancy Panchi¹, Heidy Gamarra¹, Pablo Carhuapoma¹, Julia Prado³, Carmen Castillo², Jan Kreuze¹

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP). Autor correspondiente: jnnaspudc@utn.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

³ Univ. Técnica del Norte – UTN. Carrera de Ing. Agropecuaria. Ibarra, Ecuador.

Palabras clave: Fitoplasmas, Temperatura óptima, Tablas de vida.

INTRODUCCIÓN

Bactericera cockerelli (Sulc) (Hemiptera Psylloidea), conocido como psílido de la papa es una plaga de gran importancia que afecta al sector económico principalmente a la papa (*Solanum tuberosum* L) y al tomate (*Solanum lycopersicum*) (Cerna-Chávez et al., 2018). En Ecuador, *B. cockerelli* se encuentra presente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi, siendo vector de fitoplasmas y mostrando un incremento poblacional dramático. La investigación de este insecto como plaga en Ecuador, inicia en el año 2013 al reportarse los primeros focos de infección de la enfermedad conocida como Punta Morada en Papa (PMP) y transmisor del “zebra chip” (Castillo Carrillo, 2019). La temperatura óptima para su desarrollo está entre 21-27°C, temperatura superior a 32°C es perjudicial para *B. cockerelli* donde disminuye la puesta de huevos y la eclosión, (Bujanos, R., & Ramos, C., 2015). Los datos de tablas de vida de insectos desarrollados bajo una amplia gama de temperaturas diferentes proporcionarán información para desarrollar modelos fenológicos basados en la temperatura, que serán útiles para comprender los potenciales de crecimiento de la población de plagas en diferentes agroecologías (Briere et al., 1999). *B. cockerelli* necesita evidenciar el comportamiento y su desarrollo bajo condiciones controladas. Es por esto, que se realizará la investigación con diferentes temperaturas constantes y fluctuantes, con lo cual se podrá obtener datos sobre tiempo de desarrollo, mortalidad, longevidad del adulto, y la capacidad de oviposición por cada hembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde el año 2022 se ha evaluado el ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* con diferentes temperaturas, con el fin de evaluar y registrar el comportamiento de cada individuo y su desarrollo. Se realizaron esquejes de las plantas de papa variedad INIAP CIP Libertad, cada esqueje se introdujo en viales con agua destilada y hormona de enraizamiento (Ácido indol 3 butírico). Con la ayuda de una cápsula de gelatina, se colectarán 4 adultos de *B. cockerelli* de la colonia masal y fueron colocados en cada esqueje de papa con 5 foliolos, estos luego son tapados con un vaso de plástico de 1L transparente y sellados por 24h, estos son expuestos a la temperatura constante o fluctuante en estudio, luego del tiempo transcurrido se retirarán los adultos de las hojas con la ayuda de las cápsulas de gelatina transparente, para poder obtener huevecillos de una misma edad, los cuales serán cuantificados dejando 2 huevos por vial, se realizará el mismo procedimiento para cada temperatura hasta llegar a 90 huevecillos por temperatura.



Finalmente, serán llevados a las cámaras de crecimiento las cuales se mantendrán a temperatura constante durante el ciclo de vida de los insectos. En cada temperatura se evaluará el ciclo de vida de 90 huevos de *B. cockerelli*, mediante 3 repeticiones por tratamiento. Las evaluaciones durante su ciclo de desarrollo, supervivencia y fecundidad se las realizarán con la ayuda del estereoscopio diariamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación del ciclo de vida de esta insecto, se registró diariamente las observaciones de cada individuo en cada etapa de vida siendo de mayor duración del ciclo de vida de los individuos a una temperatura constante (141 días), en comparación con la tabla de vida a temperatura fluctuante (114 días), así mismo el número de hembras a temperatura constante (25) fue mayor que en la de temperatura fluctuante (8), por lo que posiblemente un factor abiótico complementario a la temperatura como el porcentaje de humedad relativa puede haber influido en ello.

En cada temperatura, se evaluó el ciclo de vida completo desde huevo hasta el adulto. Se evidencia una diferencia significativa en el tiempo de duración de huevos y de los estadios ninfales II, III y IV de cada temperatura expuesta a los individuos, se puede apreciar como el ciclo de vida al ser expuestos a una temperatura fluctuante de entre 9 y 28° C (temperatura de Quito), los individuos tienen un ciclo de vida más corto en comparación a los individuos expuestos a 25° C, pero el tiempo de desarrollo de los estadios ninfales son más largos.

De igual manera se ha registrado en la temperatura fluctuante, que los huevos son más propensos a no eclosionar que a una temperatura constante en donde la mayoría de individuos llega a su primer estadio ninfal.

CONCLUSIONES

Se concluye que el ciclo de vida de *B. cockerelli* varía abruptamente entre cada estadio, dependiendo del medio en el que se desarrollen los individuos, así mismo se puede evidenciar el tiempo de vida de adultos y su capacidad de oviposición. Con estos datos se puede concluir que la temperatura de 25° C es ideal para el desarrollo de los individuos de *B. cockerelli* a comparación de una temperatura fluctuante.

BIBLIOGRAFÍA

- Bujanos, R., & Ramos, C. (2015). Manual Bactericera Cockerelli version 1.3. *ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA*.
- Briere, J. F., Pracros, P., le Roux, A. Y., & Pierre, J. S. (1999). A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. *Environmental Entomology*, 28(1), 22–29. <https://doi.org/10.1093/ee/28.1.22>
- Castillo Carrillo, C. (2019). *First record of the tomato potato psyllid Bactericera cockerelli from South America*. <https://www.researchgate.net/publication/336070730>
- Cerna-Chávez, E., Hernández-Bautista, O., Ochoa-Fuentes, Y. M., Landeros-Flores, J., Aguirre-Uribe, L. A., & Hernández-Juárez, A. (2018). Morphometric of immatures and life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) from populations of Northeastern Mexico. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 53–60. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6543>

Evaluación de la sensibilidad a fungicidas de poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary aisladas de cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.), mediante ensayo en placa de discos de hojas

Karen M. Silva¹ y Cristina M. Tello²

¹ Univ. de las Fuerzas Armadas – ESPE. Carrera de Ing. En Biotecnología. Sangolquí, Ecuador. Autor correspondiente: karen.silva97@outlook.es

² Inst. Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, Ecuador.

Palabras clave: Aislamientos, CE50, Resistencia a fungicidas.

INTRODUCCIÓN

La calidad nutricional de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y su alta producción de materia seca y nutrientes por unidad de superficie, hacen a este cultivo importante para la seguridad alimentaria de la población humana a nivel mundial (Devaux et al., 2021).

Una de las principales enfermedades que amenaza el rendimiento del cultivo de papa es el tizón tardío o lancha, causada por el oomiceto *Phytophthora infestans* (De Vriese et al., 2018); los síntomas son lesiones negruzcas en hojas y tallos, en tiempo húmedo los bordes de estas manchas se cubren de una pelusilla blanca, formada por esporas y micelio, principalmente en el envés de las hojas (Yuen, 2021), de no realizarse un control adecuado puede llegar a causar el 100% de severidad (Montes et al., 2012).

La alternativa más eficiente para el control de esta problemática se basa en el uso de fungicidas con moléculas protectantes y sistémicas, debido a su uso intensivo a lo largo del tiempo se puede generar resistencia como resultado de la adaptación del patógeno (Elansky et al., 2021). Así en Ecuador, se ha reportado poblaciones de *P. infestans* resistentes a los ingredientes activos metalaxil y cimoxanil en el año 2019, fungicidas ampliamente utilizados (Angamarga, 2019). El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de sensibilidad de aislamientos de *P. infestans* a tres fungicidas protectantes y cuatro sistémicos, para monitorear la situación actual del patógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Est. Exp. Santa Catalina del INIAP. Las pruebas de sensibilidad se realizaron con 30 aislamientos de *P. infestans* provenientes de las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo. Se evaluaron tres fungicidas de contacto (mandipropamid, mancozeb y clorotalonil) y cuatro sistémicos (dimetomorf, propamocarb, cimoxanil y metalaxil); se siguió la metodología de evaluación *in vivo*, mediante ensayo en placa de discos de hojas, se utilizaron tres dosis a una escala exponencial (alta, media, baja). La unidad experimental fue un disco de 15 mm diámetro de folíolos sanos de papa, variedad Superchola, con 24 observaciones.

Para el inóculo se prepararon suspensiones de esporangios a una concentración de 20 000 esporangios.ml⁻¹; los fungicidas protectantes se aplicaron 24 horas antes de la inoculación y los sistémicos 24 horas posterior a la inoculación. Luego de la inoculación del patógeno se dejó en incubación por 5 días a 18°C con fotoperíodos luz/oscuridad de 8 horas.

Las variables evaluadas fueron porcentaje de incidencia de infección, porcentaje de severidad e intensidad de esporulación. Se utilizó un diseño factorial en DCA. Con los resultados se realizó el análisis Provit para el cálculo de la CE50, el análisis de la varianza y prueba de Tukey al 5%. Los aislamientos se caracterizaron por su sensibilidad a los fungicidas de acuerdo a la escala de Shattock (1988).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de los resultados se determinó que las poblaciones de *P. infestans* evaluadas tuvieron respuesta de sensibilidad a los fungicidas de contacto, mientras que, el comportamiento de los mismos frente a los fungicidas sistémicos, fue heterogéneo. Para porcentaje de severidad, el promedio más bajo lo obtuvieron los aislamientos de Chimborazo con la interacción dosis alta de dimetomorf (24.10%); mientras que, el porcentaje más alto resultó con la dosis baja de metalaxil en los aislamientos de la misma provincia (80.97%). El porcentaje de esporulación más bajo (2.36%) se obtuvo con el uso de mancozeb, por el contrario, el porcentaje más alto (25%) resultó cuando se utilizó metalaxil, ambos con la dosis alta. Con la prueba Chi cuadrado, se determinó que el fungicida utilizado estuvo significativamente relacionado con la esporulación ($p < 0.05$). Con el cálculo de la concentración efectiva media (CE50), se determinó que para lograr inhibir el 50% de la supervivencia de *P. infestans*, los fungicidas mandipropamid [13351 ppm], clorotalonil [9861 ppm] y dimetomorf [571 ppm] requieren una concentración ligeramente más baja que la dosis alta utilizada, al contrario de propamocarb [12981 ppm], cimoxanil [86501 ppm] y metalaxil [3251 ppm] que requieren una concentración más alta. Los aislamientos de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo tuvieron reacción de sensibilidad a los fungicidas de contacto y a dimetomorf; ligera resistencia a los fungicidas sistémicos propamocarb y cimoxanil y alta resistencia a metalaxil.

CONCLUSIONES

Los fungicidas de contacto o preventivos evaluados y el fungicida sistémico dimetomorf resultaron ser los más eficientes frente al patógeno; es decir, no se encontró resistencia a estos en las poblaciones de *P. infestans* estudiadas, pero si presentaron resistencia a los fungicidas sistémicos cimoxanil, propamocarb y muy alta resistencia al metalaxil; por ello se recomienda manejar con bajo rotaciones los diferentes ingredientes activos para evitar a futuro mayor pérdida de sensibilidad por parte de las poblaciones de *P. infestans* en el cultivo de papa.

BIBLIOGRAFÍA

- Angamarca, V. H. 2019. Evaluación de la efectividad de estrategias convencionales y alternativas para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), en papa (*Solanum tuberosum* L.), Cutuglagua, Pichincha. [Bachelor Thesis, Quito: UCE].
- Devaux, A., Goffart, J.-P., Kromann, P., Andrade-Piedra, J., Polar, V., & Hareau, G. 2021. The Potato of the Future: Opportunities and Challenges in Sustainable Agri-food Systems. *Potato Research*, 64(4), 681-720.
- De Vrieze, M., Germanier, F., Vuille, N., & Weisskopf, L. 2018. Combining Different Potato-Associated Pseudomonas Strains for Improved Biocontrol of *Phytophthora infestans*. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2573.
- Elansky, S., Chudinova, E., Pobendinskaya, M., & Grekova, A. 2021. Resistance of *Phytophthora infestans* to Fungicide Mandipropamid. *Mikologiya I Fitopatologiya*, 55, 291-296.
- Montes, G., H. Lozoya, G. Mora, S. Fernández y N. Grünwald. 2012. Rendimiento de papa en función de epidemia por tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary). *Rev. Fitotec. Mex.* 35(1), 69-78.
- Shattock, R. C. (1988). Studies on the inheritance of resistance to metalaxyl in *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology*, 37(1), 4-11.
- Yuen, J. 2021. Pathogens which threaten food security: *Phytophthora infestans*, the potato late blight pathogen. *Food Security*, 13(2), 247-253.

Validación del sistema de apoyo a la decisión para manejo del tizón tardío de la papa en cuatro provincias de la Sierra Ecuatoriana

Cristina M. Tello¹, Fausto S. Yumisaca¹, Victoria A. López¹, Diego F. Peñaherrera¹ y José G. Camacho¹

¹ Inst. Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, Ecuador. Autor correspondiente: cristina24tt@yahoo.com

Palabras clave: Control químico, Estrategia de manejo, Impacto ambiental.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es uno de los cultivos más importante para la seguridad alimentaria de muchas familias en el Ecuador. Uno de los factores bióticos más importantes que afectan a este cultivo en la enfermedad conocida como tizón tardío o lancha (TTP), la cual es causada por el oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, afecta este cultivo en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre de 15° a 21°C, llegando a producir pérdidas hasta del 100% si no se realiza un manejo oportuno. En el Ecuador, el control se basa en la utilización de fungicidas, sin embargo, la aplicación de estos productos se realiza de una forma inadecuada, en muchas ocasiones se sobre dosifican ingredientes activos, no se hace rotación de fungicidas, se realizan aplicaciones calendario sucesivas sin considerar las condiciones ambientales y la resistencia genética de las diferentes variedades de papa. Para realizar un manejo más sostenible de la enfermedad, se generó una herramienta denominada Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones (SAD), la cual integra información de las condiciones climáticas, susceptibilidad del cultivo y frecuencia de aplicación de fungicidas, para orientar a los agricultores a tomar una adecuada decisión para el control químico del TTP. El presente trabajo tuvo como objetivo implementar parcelas experimentales y demostrativas del uso del SAD con organizaciones de agricultura familiar campesina de cuatro provincias de la Sierra ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se implementaron nueve parcelas experimentales de 1500 m², durante los ciclos del cultivo 2019 - 2022, en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. La unidad experimental consistió en parcelas de 64 m², los tratamientos fueron: uso del SAD, manejo convencional y testigo absoluto sin control de TTP; las variedades sembradas fueron Superchola e I-Libertad; se dispuso los experimentos en DBCA con tres repeticiones. Las variables fueron: a) severidad del TTP, que se determinó mediante el cálculo del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC); b) rendimiento total, para lo cual se pesaron los tubérculos de cada parcela neta y se expresó en t/ha; c) impacto ambiental, que se obtuvo del cálculo de la tasa de impacto ambiental (EIQ), elaborada por Kovach et al., (1992); d) costo de manejo de TTP.

Para el manejo de plagas y enfermedades, se aplicaron las recomendaciones del Manejo Integrado de Plagas (Montesdeoca et al., 2012). Para el manejo de punta morada, se realizaron las recomendaciones descritas en la Guía de Manejo de la Punta Morada de la Papa (Cuesta et al., 2018).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La severidad de TTP y el rendimiento total con el manejo del SAD, no presentaron significancia estadística con el manejo de TTP del agricultor. En promedio el SAD obtuvo un AUDPC de 250, el manejo convencional de 396 y el testigo absoluto de 1589; el rendimiento total promedio fue de 23.5 t/ha con el SAD, 18.4 t/ha manejo convencional y 6.6 t/ha testigo absoluto.

De acuerdo a los resultados obtenidos, a continuación, se presenta un cuadro resumen en el que detallan los porcentajes de reducción de número de aplicaciones, de impacto ambiental y de costos por aplicaciones para control de TTP con la utilización del SAD en Ecuador.

Tabla 1. Porcentajes de reducción de impacto ambiental y costos de aplicación de fungicidas al utilizar la herramienta SAD en Ecuador, 2019 - 2022.

% Reducción de parámetros con el uso del SAD				
Año	Localidad	Número de aplicaciones	EIQ	Costos fungicidas
2019	Mejía, Pichincha	31.2	42.3	32.00
2019	Riobamba, Chimborazo	41.7	47.6	54.54
2019	Latacunga, Cotopaxi	20.0	50.6	58.29
2020	Rumiñahui, Pichincha	33.3	31.5	40.16
2022	Quito, Pichincha	44.2	59.6	57.42
2022	Pujilí, Cotopaxi	42.8	46.5	49.11
2022	Tisaleo, Tungurahua	32.7	45.8	39.31
2022	Ambato, Tungurahua	43.5	54.3	55.13
2022	Riobamba, Chimborazo	40.1	55.2	56.47
Promedio General		36.6	48.2	49.16

CONCLUSIONES

El presente trabajo evaluó el SAD en campos de agricultores de diferentes zonas de la Sierra Ecuatoriana. Los resultados obtenidos indican que el SAD controló la enfermedad con igual eficacia que la estrategia convencional de los agricultores. Ambos sistemas también mostraron similar rendimiento. En cambio, con el SAD hubo menor número de aplicaciones de fungicidas; por lo tanto, el SAD tuvo menor tasa de impacto ambiental y menor costo de fungicidas para control del TTP.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., Castillo, C. 2018. Guía de manejo de la punta morada de la papa. INIAP, *Manual técnico No. 104*. Primera edición. Mejía – Ecuador. 15 p.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J. y Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences*. Bulletin N°. 139. Cornell University, Ithaca, New York, USA. 8 p.
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., Mera, X., Espinoza, S., Andrade, J. (2012). Produzcamos nuestra semilla de papa de buena calidad. Guía para agricultoras y agricultores. Centro Internacional de la Papa (CIP). 82 p.

Detección y caracterización de los virus PLRV, PVY, PVX, PVS en la conservación in-situ de papas nativas en el departamento de Nariño

Sandra Insuasty C.¹, Melania Portilla², Juan Vicente Romero², Luis Fernando Gómez², Hyrcania Vanesa López¹, Rigoberto Rosero¹.

¹ Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Ciencias Aplicadas – CIDTCA, Nariño – Colombia. sandra-insuasty@hotmail.com

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, Nariño – Colombia

Palabra clave: Tubérculo semilla, patógenos, diversidad

INTRODUCCIÓN

Nariño es considerado como una de las regiones con mayor diversidad de papas nativas en Colombia, este recurso genético ha sido conservado principalmente por comunidades indígenas y pequeños agricultores donde cada genotipo mantiene las características diversas del material, pero, son reservorios o focos de fitopatógenos tales como virus. Problemas sanitarios como los virus que se transmiten por semilla entre generaciones de tubérculos conservados por pequeños y medianos productores de papa nativas, son problemas desapercibidos de suma importancia, se conoce que los virus pueden afectar seriamente la producción de la papa, reduciendo el rendimiento hasta en un 80-90% dependiendo del virus, del cultivar de papa y del medio ambiente en que se desarrolla el cultivo (Ladislao, P. 2008). El objetivo de este trabajo fue detectar mediante la técnica DAS-Elisa los virus PVS, PVX, PLRV y PVY en seis genotipos de papa nativas existentes en la colección del C.I Obonuco, caracterizar sintomatología y evaluar la productividad de los genotipos afectados por virus.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en Centro de investigación Obonuco de AGROSAVIA, municipio de Pasto, ubicado a 2905 m.s.n.m y coordenadas N 01° 11' 4.13'' /W 77° 19' 0.19'', con temperatura media anual de 13.8 °C y precipitación media anual de 1273 mm. El trabajo evaluó, mediante pruebas de DAS ELISA la presencia de los virus PVX, PVS, PLRV y PVY en genotipos de papa nativa Botella (BT), Mambra (MB), Curiquina (CQ), Ratona Negra (RN), Morasurco (MS) y Violeta (VL), de la conservación in-situ de genotipos existentes en la Colección del C.I. Obonuco. Las plantas se distribuyeron en un lote de bloques completos al azar, en floración se colectó plantas que mostraban síntomas característicos reportados para cada virus y se tomó folíolos, haciendo una muestra compuesta. La sintomatología se registró en tablas donde se evaluó valores predictivos positivos y negativos. La prevalencia se calculó con el porcentaje de infección (Número de muestras positivas sobre número de muestras tomadas por 100) para cada uno de los virus detectados y el genotipo correspondiente, esto, teniendo en cuenta que una muestra se consideró positiva utilizando 2 veces el promedio saludable (control negativo PVX), es decir, cualquier muestra con un valor de densidad óptica (O.D) superior a 2 veces el promedio saludable se consideraron positivas, y las muestras con un valor de O.D por debajo de 2 veces el promedio saludable como negativo. Estas pruebas se hicieron en el laboratorio del C.I. Obonuco, con el protocolo establecido por Agdia, además, se evaluó el porcentaje de infección de cada uno de los virus en cada genotipo



de papa. En el momento de cosecha, en cada parcela se evaluó plantas marcadas (virus) y plantas sanas con las siguientes variables: Número de tubérculos/planta; peso de tubérculos/planta y rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de porcentaje de infección, el virus PVS, se encontró en un 100% de las plantas evaluadas en los genotipos (MS), (VL), (MB) y (CQ), el virus PVX se detectó en los genotipos BT y CQ con 21% y 8% de infección, respectivamente, el PLRV en los genotipos BT, RN y CQ presentaron 25%, 17% y 17% de infección, respectivamente, y el PVY no se encontró en ninguno de los genotipos. Para la variable peso de tubérculos por planta (kg/plantas) se observa que en los genotipos que se presentan los virus PVS, PVX, PLRV cuando se realiza una comparación con lo reportado para cada genotipo, el rendimiento por planta es menor. Finalmente, para la variable rendimiento, la Anova mostro diferencia estadísticas significativas entre plantas sanas y marcadas en los genotipos, BT, VL y CQ. Problemas sanitarios como los virus que se tramiten por semilla entre generaciones de tubérculos conservados por pequeños y medianos productores de papa nativas, son problemas desapercibidos de suma importancia. Los problemas virales reducen directamente la productividad de los cultivos y la calidad del tubérculo semilla en cultivos de papa de todo el mundo, razón por la cual su manejo debe constituir parte fundamental de los programas de manejo fitosanitario en este cultivo.

CONCLUSIONES

A pesar de que en la variable número de tubérculos por planta no hay diferencias estadísticas significativas de las plantas marcadas que tenían algún virus con las plantas sanas en ninguno de los genotipos, con la tabla de comparación de pesos promedios de plantas (Kg/planta) que presentan virus con los reportados para cada genotipo, si se logra observar que cuando se presenta el Virus PVS el rendimiento es menor, tal como Guzmán *et al.*, (2010) lo reportan, en donde dicen que este virus afectar significativamente el rendimiento. Así mismo, el rendimiento por planta cuando se presentó el virus PVX, también fue inferior al reportado para los genotipos en los cuales se detectó el virus. Se considera que los virus PVS y PVX pueden reducir el rendimiento de 5 a 40% (Pichardo *et al.*, 2013).

BIBLIOGRAFIA

- Ladislao, P. (2017). Diagnóstico de la incidencia de virus en papas nativas en comunidades campesinas de la provincia de Canchis. Recuperado el 04 de octubre de 2021 de <http://funsepa.net/soluciones/pubs/NDk5.pdf>
- Pichardo, E.; Camacho, B.; Quintero, A.; Meza, N.; Flores, E.; Segovia, D. (2013). Detección de los principales virus en brotes de tubérculos y vitroplantas de papa por la técnica DAS-ELISA. *Agronomía Tropical*, 63 (1-2), 49-55. Recuperado en 13 de septiembre

Patógenos de suelo en el cultivo de papa: Importancia

Jessica Amagua¹, Marcelo Racines¹, Verónica Suango¹, Xavier Cuesta¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, Ecuador.
jessica.amagua@iniap.gob.ec

Palabras clave: enfermedad, hongos, bacterias, limitante

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa, presenta limitantes bióticas que afectan su producción y generan pérdidas en la calidad del producto final, los daños ocasionados pueden ser totales o parciales (Araujo et al., 2021; Cuesta y Rivadeneira, 2021), comprometiendo la rentabilidad final del cultivo (Méndez y Gaete, 2009), estos limitantes pueden originarse principalmente por la calidad del material semilla utilizado y por condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de estos patógenos (ICA, 2011). El presente documento describe los patógenos de suelo más importantes que están afectando la producción de papa en el Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica donde se incluye importancia del patógeno en el cultivo, daños que ocasionan y métodos de control y manejo.

RESULTADOS

Nemátodos, se han reportado el Nematodo del quiste *Globodera pallida* y el agallador *Meloidogyne incógnita* (Revelo et al., 2009). *G. pallida* afecta a todas las variedades de papa y se encuentra en todas las áreas paperas, los principales daños son en las raíces, disminuyen su cantidad, reduce la extracción de agua y nutrientes del suelo, las plantas son afectadas desde la formación de las primeras raíces y durante todo el ciclo de cultivo (Castillo et al., 2019). La alta infestación provoca reducción del tamaño y peso de tubérculos, con pérdidas de hasta el 90% en la producción (Obando, 2017). Es una plaga persistente, por lo que, el objetivo del manejo integrado es reducir la población, combinando medidas preventivas como: preparación de suelo, labores culturales, controles físicos, químicos, biológicos, uso de antagonistas (Sikora et al., 2005) y uso de variedades tolerantes a *G. pallida* como Superchola, INIPA-Fripapa, INIAP-Gabriela e INIAP-Josefina. (Castillo et al., 2017, 2019, 2021). Variedades que podrían utilizarse dentro de un esquema de rotación. *M. incógnita*. Las plantas infectadas son débiles, presentando enanismo, clorosis, marchitez y bajo rendimiento (Triviño, 2004), su efecto puede ser directo al disminuir el rendimiento o indirecto al infectar los tubérculos y causar agallas o protuberancias, que les confiere una apariencia verrugosa, que afecta su calidad y reduce su valor comercial (Montero et al., 2007). Las medidas de control están basadas en métodos físicos, químicos y culturales, generalmente en combinación con una estrategia de manejo integrado (Perry, 1996), y control biológico (Garrido et al., 2014).

Costra negra (*Rhizoctonia solani*). Este hongo genera pérdidas en un 20% en el cultivo (Torres, 2002), causa daños severos a la semilla, raíces y tallos (Schwartz et al., 2011). Los síntomas más comunes son el ahogamiento de las plántulas, pudrición de la raíz, canchosis del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento (Agrios, 2005). El manejo debe ser integrado con cultivares más tolerantes entre los que destacan INIAP-Yana Shungo, INIAP, Fripapa, INIAP- Estela, INIAP- Victoria, UCE-Allipapa (Carrión et al., 2017 y Gualoto, 2019), uso adecuado de plaguicidas con distintos mecanismos de



acción sobre el patógeno (Azoxistrobina, Iprodione y Carboxin+Tiram) (Mora et al., 2006), productos con microorganismos antagónicos, además de la rotación de cultivos, incorporación de especies vegetales como abonos verdes (Tsror, 2010; Yossen et al., 2011 y Chimouriya et al., 2018).

Sarna Polvorienta (*Spongospora subterranea*) es un protozoo que se encuentra distribuido en casi todas las regiones productoras en el mundo, origina pérdidas en tubérculos para consumo y semilla (Wale, 2000). La enfermedad afecta raíces, estolones y tubérculos, las raíces muestran agallas o tumores lisos de 0.5 a 1.5 cm de tamaño y de forma más o menos irregular; al inicio, las agallas son de color blanquecino y cuando alcanzan la madurez fisiológica se vuelven oscuras debido al color marrón de las paredes de las estructuras de resistencia (Harrison et al., 1997). Diferentes medidas culturales han sido recomendadas como uso de semilla sana, evitar la introducción del patógeno en áreas donde no se encuentra el cultivo, rotación de cultivos, microorganismos antagónicos como *Trichoderma* spp. (Carreño, 2009), *B. subtilis* y *B. amyloliquefaciens* (Giraldo et al., 2012) y la resistencia genética es una alternativa al control de la enfermedad. Lee, (2000) y Rendón et al., (2012) han identificado genes de resistencia en grupos de *S. phureja*.

Pie negro, pudrición blanda es una de las enfermedades más graves del cultivo de papa (Ma, 2007). Es causada por diferentes tipos de bacterias del género *Pectobacterium* spp. y *Dickeya* todas pertenecientes anteriormente al género *Erwinia* (van der Wolf y De Boer, 2007). Se estima pérdidas entre el 15 y el 30% del total del rendimiento (Walker, 2004). Las bacterias patógenas entran a los tubérculos a través de heridas o cortes abiertos, que generalmente ocurren durante la cosecha y la clasificación, donde se crean magulladuras en los tubérculos (Méndez y Gaete, 2009). En el campo, los síntomas de la pudrición blanda incluyen plantas débiles de hojas rizadas y caídas que suelen parecer una enfermedad de marchitez bacteriana o una deficiencia de agua (Ngadze et al., 2010). El amarillamiento de las hojas ocurre cuando las bacterias invaden los tejidos y bloquean el sistema vascular lo que lleva al marchitamiento de las hojas (Acuña et al., 2021). Los métodos de control están basados en uso de semilla sana, tratamiento químico y físico de la semilla, control biológico, (Czajkowski et al., 2011) y variedades resistentes (Yáñez et al. 2011, Cedeño, 2017 y Gualoto, 2019). Se ha reportado resistencia en *Solanum chacoense*, *Solanum microdontum*, *Solanum brevidans* (Joshi et al., 2021; Ma, et al., 2022; Czajkowski et al., 2011).

La sarna común de la papa o roña es una enfermedad ampliamente distribuida, que desarrolla lesiones tipo pústulas en los tubérculos. La enfermedad es causada por especies patogénicas de la bacteria gram positiva *Streptomyces*, que sintetizan la fitotoxina thaxtomin, enfermedad que puede causar una reducción sustancial en el rendimiento comercializable de la papa (Lazarovits et al., 2001; St-Onge et al., 2008; Hao et al., 2009; Wanner, 2009). El manejo integrado se basa en el tratamiento químico de tubérculos-semilla, enmendaduras orgánicas, prácticas culturales y manejo de la humedad del suelo (Srivastava y Mishra, 2004). Se ha identificado fuentes de resistencia en especies silvestres *S. bukavovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum* (Hosaka et al., 2000). También se ha identificado genes de resistencia en el grupo *S. phureja* y en *S. chacoense* (Dionne and Lawrence, 1961; Braun, 2013 y Jansky et al., 2018).

Marchitez bacteriana o pudrición parda (*Ralstonia solanacearum*) es considerada una enfermedad de importancia ya que limita la producción de papa, los síntomas son la marchitez y amarillamiento de las hojas, plantas atrofiadas, por dentro del tubérculo se suele observar un oscurecimiento vascular y la exudación de un flujo viscoso en el corte,

los síntomas avanzados son la marchitez severa y la deshidratación, que preceden a la muerte de la planta (Priou et al., 2006). El uso de semilla sana y la siembra en suelos libres del patógeno son los principales componentes para controlar y erradicar la marchitez bacteriana, Sin embargo, hay otros factores que influyen en la incidencia de la bacteria, como la temperatura y la humedad del suelo, por lo que una estrategia de control integrado puede tener éxito para reducir la incidencia. (Rueda et al., 2014).

CONCLUSIÓN

El cultivo de papa es afectado por múltiples factores bióticos que producen bajos rendimientos y grandes pérdidas al agricultor. Estos factores entre otros, son los patógenos de suelo, que al no tener suficiente información sobre la identificación, su comportamiento en zonas productoras de papa donde la presencia del patógeno anteriormente no era importante, es necesario realizar una recopilación de información detallada de cada uno de estos patógenos con el objetivo de mejorar los protocolos de identificación, conocer su comportamiento y poder recomendar medidas de prevención para reducir los daños y la propagación de estas enfermedades en otras zonas.

AGRADECIMIENTO

Al Proyecto CWR-derived potatoes integrated in breeding pipelines for climate change resilience of farming communities of Ecuador, Kenya and Peru, del Centro Internacional de la papa (CIP) a través del Global Crop Development Trust.

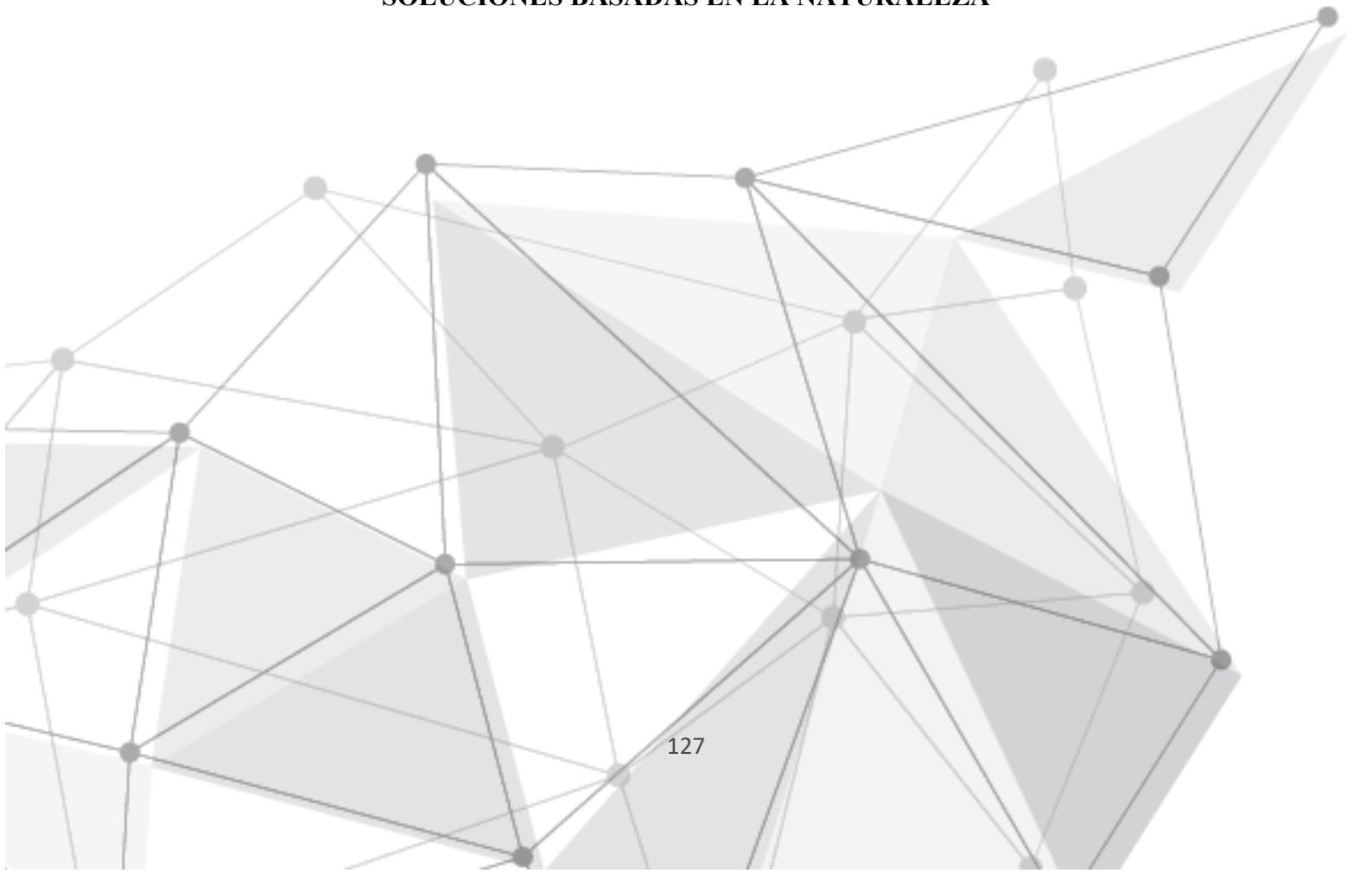
BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, I.; Sandoval, C.; y Sepúlveda, C. 2021. Enfermedades de la papa: Plataforma de evaluación de riesgo sanitario. INIA, Chile. Disponible en <https://enfermedadespapa.inia.cl/pub/Pie negro y Pudriciones blandas.pdf> (Consultado: 23 de mayo 2023)
- Agrios, G. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition, Elsevier Academic. Press, London, UK. Allorent D, Willocquet L, Sartorato A, Saravy S. 922 p.
- Araujo, A., Cartagena, Y., Castillo, C., Cuesta, X., Monteros, C., Ney, P., Racines, M., Rivadeneira, J., Velásquez, J., Andrade, J., y Panchi, N. 2021. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. 3ed. Mejía. Ecuador. p. 32-35
- Braun, S. 2013. Quantitative trait loci analysis and breeding for resistance to common scab in potato. Ph.D thesis. University of Wisconsin-Madison.
- Carreño, A. 2009. Evaluación de la variabilidad genética de *Spongospora subterranea* f.sp. subterranea mediante la comparación de regiones ITS del ADN ribosomal de cepas procedentes de las regiones productoras de papa en Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 104 p.
- Carrión, N., Flores, F., Rivadeneira, J., y Tello, C 2017. Evaluación de resistencia de genotipos de papa a Costra Negra (*Rhizoctonia solani* Kuhn) bajo condiciones controladas. Memorias VII Congreso Ecuatoriano de la Papa: Memorias. Tulcán, Ecuador: CIP/INIAP. p. 177-178
- Cedeño, S., Monteros, C., y Tello, C. 2017. Evaluación de la Resistencia de genotipos de papa a *Pectobacterium* spp. En condiciones controladas. Memorias VII Congreso Ecuatoriano de la Papa. Carchi. Ecuador. p 179-180
- Castillo, N., Cuesta., X., y Orbe, K. 2017. Determinación de resistencia/tolerancia en germoplasma de papa a *Globodera pallida* en invernadero. Memorias VII Congreso Ecuatoriano de la Papa: Memorias. Tulcán, Ecuador: CIP/INIAP. p. 69-70
- Castillo, N., Rivadeneira, J., y Cuesta, X. 2019. Evaluación de la Resistencia/Tolerancia en Clones de Papa a *Globodera pallida* en Invernadero. Memorias VIII CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA. “Soberanía Alimentaria y Nutrición” 1 Ed. Tungurahua. Ecuador. p. 81-82
- Castillo, N., Rivadeneira, J., Cuesta, X. 2021. Evaluación de la resistencia y/o tolerancia a *Globodera pallida* en genotipos de papa en invernadero. Memorias IX Congreso Ecuatoriano de la Papa, Latacunga, Ecuador. INIAP-CIP. p. 60-6).
- Chimouriya, S., Lamichhane, J., y Prasad, D. 2018. Green Manure for Restoring and Improving the Soil Nutrients Quality, Int. J. Res., 5(20), 1064-1074.



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA





Evaluación de productos biorracionales para el manejo de *Bactericera cockerelli*.

Diego S. Peña¹, Julia Prado¹, Xavier Cuesta², Marcelo Racines², Jessica Amagua²,
Carmen Castillo² y Rodrigo Velez²

¹Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra. Autor correspondiente: dspeñar@utn.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, Ecuador.

Palabras clave: insecticidas, plaga,

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un rubro importante en la agricultura Andina. Sin embargo, se ha visto afectada por la presencia de diversos factores bióticos en los últimos años. En este sentido, se puede mencionar la presencia de una nueva plaga llamada “Paratrioza” (*Bactericera cockerelli*) un insecto del orden Hemiptera, de la familia Triozidae, que se asocia con la aparición de la enfermedad conocida como Zebra chip (Castillo et al., 2019; Rubio et al., 2013). Por otro lado, la falta de estrategias y la alta complejidad para combatir la plaga antes mencionada, ha llevado a que los productores recurran al control de este insecto mediante aplicaciones excesivas de insecticidas. Sin embargo, no se ha tomado en cuenta que con el exceso de aplicaciones se puede llegar a inducir una resistencia del insecto a las moléculas químicas que usan frecuentemente. Además de romper el equilibrio natural eliminando enemigos naturales del vector e incrementando la contaminación ambiental por uso irracional de productos químicos (Guachamin, 2021).

Con la finalidad de buscar nuevos métodos de control en la presente investigación se buscó evaluar la eficacia de productos biorracionales en el control de *B. cockerelli*, donde se monitoreo la población de huevos, ninfas y adultos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en la parroquia Cutuglahua, cantón Mejía, provincia Pichincha, Ecuador (3058 msnm; 0°22' S y 78°33' O) entre los meses de noviembre 2022 y abril 2023. El experimento se lo realizó bajo condiciones de invernadero. Se utilizó la variedad INIAP - Fátima y su siembra se la realizó en macetas.

Se utilizó un diseño completamente al azar, donde se evaluaron 6 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, dándonos un total de 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental consto de una planta para su evaluación, las cuales fueron colocadas dentro de una jaula entomológica. Las aplicaciones se las realizó una vez que las plantas alcanzaron los 15 cm de altura. La infestación con *B. cockerelli* se la realizó 1 hora después de la aplicación. Las variables evaluadas fueron: número de huevos, número de ninfas y número de adultos, las evaluaciones se realizaron a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días. Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico InfoStat. Para el análisis se utilizó la prueba de Tukey al 0.05% de significancia.

Los tratamientos utilizados fueron: extracto de neem, extracto de ajo-ají, jabón potásico, aceite agrícola, caolín y aceite de piñón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la prueba Tukey con respecto al número de huevos/planta se observó que el tratamiento en el cual se obtuvo menor cantidad de huevos fue con Caolín con una media de 18 huevos. Por otro lado, se obtuvo una mayor cantidad de huevos con el extracto de Neem con una media de 55.20 huevos. El número de huevos aumenta con el pasar de los días. Estos resultados son similares a los obtenidos por Chimbo (2021).

Realizando el análisis estadístico para el número de ninfas, se encuentran diferencias significativas a los 6 días, donde el mejor tratamiento fue el extracto de Neem con un promedio de 1 ninfa/planta. Espinoza (2022) obtiene en su investigación resultados iguales a la presente investigación. Por otra parte, con el tratamiento Ajo-ají se observa una mayor cantidad de ninfas.

Se encuentran diferencias significativas en el número de adultos entre cada tratamiento. Se evidencia que el menor número de adultos se obtiene con el tratamiento de Caolín a los 2 días con un promedio de 5.40 adultos. A su vez se encontró un mayor número de adultos en las plantas tratadas con extracto de Neem a los 2 días con una media de 7.20 insectos. En la investigación realizada por Chimbo (2021) se evidencia promedios similares para estos tratamientos. En los días 6, 8 y 10 se encontró la menor cantidad de huevos con el tratamiento correspondiente a Ajo-ají con un promedio de 3, 2.60 y 2.40 adultos respectivamente.

A los 12 días se encuentra una menor cantidad de adultos con el tratamiento de Neem con un promedio de 1.60 adultos.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de los productos biorracionales se redujo la población de huevos, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli*. Pueden ser económicamente viables y ambientalmente racional dentro de un manejo integrado para el control del psílido de la papa.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo de Investigación de Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA) por el apoyo al desarrollo de esta investigación

BIBLIOGRAFIA

- Castillo C., FU Z., & Burckhardt D. (2019). First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 72(1), 85-91.
- Chimbo M. (2021). “EVALUACIÓN DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROL DE Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SAN LUIS, ROBAMBA, CHIMBORAZO” [Tesis Pregrado]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Espinoza F. (2022). *Evaluación de insecticidas naturales para el control de paratrioza (*bactericera cockerelli*) en papa (*solanum tuberosum* var. *superchola*) utilizando el método de termonebulización, en la parroquia izamba del cantón ambato, provincia de tungurahua* [tesis pregrado]. universidad técnica de ambato.
- Guachamin D. (2021). *Evaluación de seis sistemas de rotación de insecticidas para el manejo de Bactericera cockerelli en la variedad de papa INIAP-Libertad* [Tesis de pregrado]. Universidad Central Del Ecuador.
- Rubio O., Cadena M., & Vázquez G. (2013). *Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México* (INIFAP, Ed.; 1.^a ed.). INIFAP.



Evaluación de biofertilizantes en el cultivo de papa variedad Superchola en Huaca-Carchi

Segundo R. Mora¹, Stefanny S. Chicaiza¹, Emma T. Cuaical¹

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Autor correspondiente: segundo.mora@upec.edu.ec

Palabras clave: Fertilización Química, Micorrizas Autóctonas, Vermicompost

INTRODUCCIÓN

Los suelos ecuatorianos son de origen volcánico, denominados Andisoles, que desde la década de los años setenta han sido señalados por tener una elevada retención de fósforo (P), macro elemento importante para el metabolismo de las plantas, siendo un limitante para el agricultor, al ocasionar baja producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) (Vargas & Castro, 2019).

Para minimizar el impacto negativo de la baja proporción de fósforo, los agricultores han optado por agregar cantidades altas de fertilizantes químicos para cubrir los requerimientos del cultivo de papa, lo cual ha originado graves consecuencias ambientales, sobretodo el desgaste e infertilidad del suelo (Rodríguez et al., 2019). Además, la mayoría de los agricultores al manejar criterios tradicionales sobre uso de los insumos químicos, generan altos costos de producción por el desconocimiento y exclusión de nuevas alternativas de fertilización.

La investigación se basó en evaluar alternativas de biofertilización a base de micorrizas autóctonas, bacterias solubilizadoras de fósforo, vermicompost y la combinación entre micorrizas autóctonas más vermicompost en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), que beneficien a la absorción del fósforo, la disminución del uso de agroquímicos, la conservación de los suelos y el aumento del rendimiento en la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en el Centro Experimental “San Francisco” (CESF) perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, (UPEC) ubicada en el cantón Huaca provincia del Carchi, Latitud N: 861310, Longitud W: 10068437. 2969 msnm, una temperatura óptima de 12 °C, suelos franco arenosos con una buena fertilidad ideal para la agricultura.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, resultando 20 unidades experimentales de 15 m², conformadas por 30 plantas cada una, con una distancia de 1 m entre surcos y 0,5 m entre plantas, en un área total de 525 m². Con base en el análisis inicial de suelo y el requerimiento de la variedad se determinó una fertilización (150 kg N -300 kg P – 250 kg K) según diagnóstico realizado con productores de la zona, los tratamientos fueron: 100% NPK (Testigo)=(T1), Micorrizas Autóctonas (MA)=(T2), Bacterias Solubilizadoras de Fósforo (BSF)=(T3), Vermicompost (V)=(T4), Micorrizas Autóctonas + Vermicompost (MA+V)=(T5). Se evaluó Variables productivas: rendimiento, peso total de tubérculos por categorías (primera, segunda y tercera) y análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, según la prueba de Tukey al 5% para peso de tubérculos categoría⁻¹, se evidencia que, en la 1° categoría, el T1(1005 NPK), T4 (V), T5 (MA+V) y T2 (MA) no presentan diferencias significativas, igual que los tratamientos, T4 (V), T5 (MA+V) y T2 (MA) y T3 (BSF). Sin embargo, sí difieren el T1(100% NPK) mostrando el mejor resultado del T3 (BSF). Con respecto a la 2° categoría o semilla, los tratamientos T1 (100% NPK), T3 (BSF) y T4 (V) no presentan diferencias significativas como los tratamientos T3 (BSF), T4 (V), T5 (MA+V) y T2 (MA) no presentan diferencias significativas pero sí difieren el T1(1005 NPK) presentando el mejor resultado del T2 (MA) y en la 3° categoría, todos los tratamientos no muestran diferencias significativas. Según Cardona et al., (2016), en su estudio de efectos de fertilizantes químicos y orgánicos sobre la agregación de un suelo, no corroboran los resultados.

Tabla 1. Prueba de Tukey al 5% Peso de tubérculos en kg categoría⁻¹ (1°, 2° y 3°).

1° categoría			2° categoría			3° categoría		
Tratamiento	Media	Rango	Tratamiento	Media	Rango	Tratamiento	Media	Rango
T1	1,65	A	T1	0,61	A	T1	0,25	A
T4	1,43	AB	T3	0,51	AB	T3	0,19	A
T5	1,38	AB	T4	0,35	AB	T5	0,18	A
T2	1,08	AB	T5	0,33	B	T4	0,17	A
T3	1,05	B	T2	0,26	B	T2	0,14	A

Leyenda: T1=testigo, T2=micorrizas autóctonas, T3=BSF, T4=vermicompost, T5=micorrizas autóctonas + vermicompost.

CONCLUSIONES

Generalizar los tratamientos con mejores resultados de esta investigación como alternativas viables para el manejo de la fertilización en el cultivo de la papa variedad Superchola en suelos Andisoles de la región del Carchi.

BIBLIOGRAFÍA

- Cardona, W., Bolaños, M., & Chavarriaga, W. (2016). Efecto de fertilizantes químicos y orgánicos sobre la agregación de un suelo cultivado con *Musa acuminata* AA. *Acta Agronómica*. <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169943292007.pdf>
- Narváez, F. (2016). Evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo, micorrizas y compost, en la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones semicontroladas, Carchi – Ecuador”. http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/554/1/307_evaluación_de_microorganismos_solubilizadores_de_fósforo.pdf
- Rodríguez Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: Una realidad oculta. FAO. <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>
- Vargas Barrante, P., & Castro Barquero, L. (2019). Aislamiento y evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo de Andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 47–68. <https://doi.org/10.15517/RAC.V43I1.35649>



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

POSCOSECHA, AGROINDUSTRIA, ALMACENAMIENTO Y VALOR NUTRITIVO



DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

Con el apoyo de:



Unión Europea
en Ecuador



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Ministerio de Agricultura y Ganadería



Gobierno
del Ecuador



Con el auspicio de:





Evaluación de las características poscosecha, y de fritura de siete genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) bajo estándares de calidad para agroindustria tipo bastón

Héctor J. Andrade¹, María B. Valencia², Vanessa Rojas³

¹ Universidad Central del Ecuador. Autor correspondiente: handrade@uce.edu.ec

² Exestudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas - UCE. Quito, Ecuador.

³ Empresa CHEMLOCK del Ecuador. Quito.

Palabras clave: Materia seca, días al verdeamiento, agroindustria.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país de vocación agrícola, integrado por cuatro regiones claramente definidas. La región sierra prevalecen los cultivos de altura andinos, siendo la papa (*Solanum tuberosum*) el producto más relevante en la economía agrícola de pequeños, medianos y grandes agricultores. Adicionalmente, forma parte de la alimentación diaria de la mayoría de los ecuatorianos. Su consumo se lo hace ya sea cocinadas o procesadas en papas fritas en hojuelas y en bastones. Las pérdidas poscosecha son de naturaleza cuantitativa, cualitativa y una combinación de las dos. Las pérdidas cuantitativas de papa son rápidamente visibles, no así las cualitativas que generalmente pasan inadvertidas pero que son importantes, porque pueden reducir considerablemente el valor de un cultivo. El sector agroindustrial establece requerimientos cualitativos y cuantitativos para la producción y comercialización de la papa. Actualmente, para el procesamiento de papa tipo bastón, se utiliza la variedad Superchola, la cual presenta y cumple con los diferentes requisitos de calidad para la agroindustria. La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, realiza investigaciones para mejorar aspectos de calidad para la agroindustria, para ello inició evaluando un set de clones de origen del Centro Internacional de la Papa (CIP-Lima) en dos ambientes, con el interés de generar nuevas variedades de papa con buenas características agronómicas, culinarias y agroindustriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó en la localidad de Tumbaco de la Provincia de Pichincha, parroquia Tumbaco, Ecuador. La ubicación y características de la bodega de la Facultad de Ciencias Agrícolas son: altitud de 2450 msnm., longitud 78° 22' 05" O y latitud 00° 13' 58" S, con promedios de temperatura /día de 13° C, humedad relativa 60% y precipitación promedio/anual de 900 mm. Los genotipos provinieron del CIP: g1: 393399.7 (Nova), g2: 391046.14 (B3C1), g3: 301056.54 (Intermedia LT – LB), g4: 396026.101 (B3C2), g5: 395037.107 (B3C2), g6: 392657.8 (B3C1), g7: 399072.21 (B1C5) y la variedad comercial g8: Superchola. El diseño fue de Bloques Completos al Azar (DBCA) con ocho tratamientos, cuatro repeticiones, y dos localidades (Tumbaco y Puembo). El ensayo tuvo dos fases: primera en poscosecha y la segunda en fritura. En poscosecha se evaluaron entre otras variables: días al verdeamiento, grado de verdeamiento, días a la brotación, grado de brotación; en fritura contenidos de materia seca y peso específico, calidad el color, crocancia, consistencia, sabor y, residualidad de aceite. Para las variables morfológicas se utilizaron los descriptores estandarizados por el CIP y en poscosecha, se emplearon diversas escalas. Tanto las variables morfológicas como de calidad se evaluaron hasta dos semanas después de la cosecha. En cuanto a la poscosecha el almacenamiento se hizo por cuatro meses aproximadamente, realizándose las observaciones semanalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las variables morfológicas, sobresalieron los genotipos g7 rosado, y g3 rojo en su totalidad; para el color de pulpa g1, g4 y g7 color crema, g2, g3 y g5 amarillo, g6 blanco y g8 amarillo claro. En forma del tubérculo los genotipos g2, g4, g5, g6 y g7 fueron oblongos, ojos con profundidad superficial y tubérculos de tamaño mediano en su mayoría. El tamaño, la forma y la profundidad de ojos están determinados por la condición genética de la variedad, de la densidad de la población de las plantas y de las prácticas culturales de manejo (Oviedo, 2005). En poscosecha, los genotipos g1, g2, g4 y g6 con piel blanca-crema, amarillo, iniciaron su verdeamiento entre los 41 y 110 días de exposición en bodega. Los genotipos g1 y g2 presentaron verdeamiento entre los 41 a 60 días, los genotipos g3, g7 y g8 a los 71 a 140 días. Para días a la brotación g1 y g2 presentaron a los 41 a 70 días, el g3 entre los 121-140 días y el g7 entre 101-120 días respectivamente. En las variables de procesamiento, el mayor peso específico g8, alcanzó un promedio de 1.070 g/cc. Para la interacción localidad por genotipo, en el primer rango se encontró el genotipo g8 (Superchola) con 1,090 g/cc de la localidad 2 (Puembo). En las localidades: 1 (Puembo) y 2 el genotipo 7, se comportó de manera similar. Para materia seca se estableció un promedio general de 20,21 %. Un contenido elevado en materia seca, equivalente a un peso específico alto, aumenta el rendimiento productivo (que suele oscilar entre el 25% y el 35%), disminuye el contenido en aceite del bastón y hace que este sea más crujiente y resistente a la rotura (Borruey, et al., 2000). El contenido de sólidos o materia seca que requiere la industria para su procesamiento es del 19 y 22%, y un peso específico entre 1.070 – 1.080 g/cc, los genotipos que se encontraron en este rango fueron g3, g7 y g8. Las características de calidad en fritura en la evaluación del color, la industria prefiere los colores 1 y 2 de la tabla para papas “tipo bastón”, (VVAI, 2005), fueron: g3, g6 y g8 (amarillo-crema) con gran uniformidad. En la característica de crocancia los genotipos g3 y el g8 con el 22% y el 24% respectivamente. En cuanto al sabor los mejores genotipos el g1 y g2 con el 26% y el 21% respectivamente.

CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad evaluados, determinaron preliminarmente que los genotipos g3, g7 y g8, están dentro de los requerimientos de la industria para procesamiento de papa tipo bastón.

BIBLIOGRAFÍA

- Borruey, A., Cotrina F., Mula J., Vega C. 2000. Calidad Industrial y Culinaria de las variedades de patata en: libro de actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata España. Madrid, España: CIDPE.
- Oviedo, A. 2005. Estudio de características físico-químicas en clones promisorios de papa. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Lcdo. Ciencias Químicas. Quito: Pontífica Universidad Católica del Ecuador.



Extracción y aislamiento por dos sistemas bifásicos acuosos de la enzima polifenoloxidasasa de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), para su aplicación en jugo de frutas en Latacunga, Cotopaxi, Ecuador

Zoila E. Zambrano¹, Ana M. Travez¹, Verónica A. Cruz¹ y Paul R. Yanez¹

¹ Univ. Técnica de Cotopaxi – UTC. Carrera de Ing. Agroindustrial. Latacunga, Ecuador.
Autor correspondiente: zoila.zambrano@utc.edu.ec

Palabras clave: Enzima, polifenoloxidasasa, sistema bifásico, jugo de frutas.

INTRODUCCIÓN

En el periodo 2021, la superficie total cosechada de papa fue de 19,088 hectáreas, registrando una disminución del 23.3% con respecto al año anterior. Los cultivos de papa se encuentran principalmente en la Región Sierra. Las provincias del Carchi, Bolívar y Chimborazo suman el 49.82% de la superficie total cosechada. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021). Existen épocas del año en las cuales existe sobreproducción de papa bajando considerablemente el precio del quintal que es comercializado en plazas y mercados del país, fundamento suficiente para innovar la industrialización de la papa. Villarreal Cupacan, D. P. (2020).

Según IICA, 2010, se espera que la búsqueda de alimentos que beneficien la salud continúe siendo un incentivo para aumentar el consumo de frutas y vegetales de manera sostenida.

El objetivo de la presente investigación fue obtener un extracto de enzima polifenoloxidasasa a partir de tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) para la aplicación en jugos de frutas (banano y tomate)

Con los resultados obtenidos en el análisis estadístico se estableció que el mejor tratamiento en el análisis físico-químico corresponde al t1 a1b1 (Superchola-solución A) aplicado en el jugo de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de las características físico- químicas se realizó en Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de los tratamientos que presentaron mejores características físico-químicas se evaluaron en los laboratorios de Ofertas de Servicios y Productos (OSP) en la Universidad Central del Ecuador y la evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad del producto se aplicó a 44 catadores, utilizando un diseño de orden y frecuencia absoluta, el mismo que registró las valoraciones dadas por los catadores de cada tratamiento, obteniendo un puntaje el cual determina el mejor criterio y el mejor tratamiento calificado. De acuerdo al problema de Investigación, en función de establecer la relación entre los factores de estudio: Variedades de papas y soluciones bifásicas, se consideró apropiado aplicar un Diseño Factorial de A*B con tres repeticiones para para el proceso de extracción de la enzima PPO y un Diseño de orden y frecuencias en arreglo factorial de 3*2 para la evaluación sensorial mediante una encuesta de valoración de propiedades organolépticas con un diseño de orden y frecuencias absolutas.

El factor de estudio A fueron las tres variedades de papa: Superchola, leona blanca y leona negra y el factor B las dos soluciones bifásicas: = Solución amortiguadora A: fosfato de sodio pH 6.8, 0.1 M que contiene fluoruro de sodio 0.1 M. y la Solución amortiguadora B: fosfato de sodio pH 6.8, 0.1 M.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo la enzima polifenoloxidasas a partir tres variedades de papas (*Solanum tuberosum*) mediante la aplicación de sistemas de solventes acuosos aplicados en la espectrofotometría de alimentos para la identificación de enzimas de uso industrial y la aplicación en jugo de frutas (banano y tomate de árbol), luego del análisis estadístico se estableció que los dos mejores tratamientos de acuerdo a los resultados de los análisis físico-químico corresponden al tratamiento t1 a1b1 (papa súper chola-solución A) en el jugo de banano y el tratamiento t6 a3b2 (papa leona blanca-solución B) en el jugo de tomate; una vez que se adiciono la enzima polifenoloxidasas en el producto inhibiendo el pardeamiento enzimático del mismo, se efectuó el análisis físico - químico de los mejores tratamientos, donde se obtuvo los siguientes resultados: 1.0310 gr/ml. de densidad, 0.22 de acidez, 7.00 de solidos insolubles, 3.66 de pH datos que fueron comparados con los parámetros de rangos permitidos por la norma NTE INEN 2 337:2008 2008-12. Además, se realizó el análisis económico de los dos mejores tratamientos de extracción de la enzima polifenoloxidasas de la papa con las soluciones bifásicas con un costo de \$ 5,33 de la enzima extraída.

CONCLUSIONES

Mediante los análisis físico-químicos de laboratorio realizados al producto en el cual se aplicó la enzima de polifenoloxidasas se llegó a establecer que los parámetros encontrados van acordes a los estipulados en la NTE INEN 2337 para este tipo de productos alimenticios, manteniendo los márgenes de tolerancia para ser aceptados los datos experimentales en base a datos establecidos manteniendo de esta manera parámetros de calidad e inocuidad alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2021). Manual del encuestador y supervisor “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC” 2021. Quito – Ecuador
- Villarreal Cupacan, D. P. (2020). Buenas prácticas agrícolas, como estrategia de agronegocio para la comercialización de papa, (*solanum tuberosum*) estudio de caso: Cantón Montufar (Bachelor's thesis).
- Competitividad, P. I., & de Cadenas Agrícolas, S. (2010). Desarrollo de los agronegocios y la agroindustria rural en América Latina y el Caribe: conceptos, instrumentos y casos de cooperación técnica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- García Procaccini, L. M., Monti, M. C., & Huarte, M. A. (2014). Utilización de compuestos químicos para mantener la calidad en productos mínimamente procesados de papa.



Inhibición de brotación y reducción de pérdida de peso en papa nativa fumigada con etanol

Gabriel Gamez¹, Cristian A. Fuertes¹

¹ Universidad de Nariño. Facultad de Ing. Agroindustrial. Pasto, Colombia. Autor correspondiente: gabrielgamezr@udenar.edu.co

Palabras clave: Almacenamiento, Fumigación con etanol, *Solanum phureja*.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura Andina existe gran variedad de papas autóctonas que contienen un alto valor nutricional. Sin embargo, en los últimos años la producción se ha visto afectada por la baja demanda del producto, ya que estas variedades poseen una vida corta de postcosecha; presentando brotación entre los 5 y 8 días después de la cosecha (Rozo & Ramírez, 2011), característica fisiológica que afecta su oferta, comercialización e industrialización (Toro Pantoja, 2015).

Este problema afecta propiedades como la disminución del peso del tubérculo lo que ocasiona pérdidas económicas. No obstante, estas pérdidas pueden minimizarse con el almacenamiento adecuado. Hoy en día, se aplican diferentes procedimientos de conservación para alimentos, por ejemplo, tratamientos por temperatura, pérdida de agua, radiaciones (Sinche Serra et al., 2021), aplicación de agentes, entre otros. Un método de conservación novedoso es el planteado por Dong et al. (2017), en el cual fumigaron los tubérculos con etanol y nitrógeno durante almacenamiento, logrando evitar en cierta medida el verdeamiento y la acumulación de glicoalcaloides; dentro del estudio no fue evaluado el efecto que el etanol tiene en la brotación de los tubérculos y en la pérdida de peso durante el almacenamiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de fumigación del etanol en la brotación de papas nativas (*Solanum phureja*) durante el almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en instalaciones de Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño, Pasto (Nariño-Colombia) que se encuentra a una altitud de 2527 m.s.n.m, durante abril de 2023. Se utilizó papa amarilla de la región (Nariño, Colombia) las cuales se seleccionaron de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 341. La zona de almacenamiento se acondicionó de acuerdo a la metodología descrita por (Jia et al., 2019).

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial y 2 réplicas, donde se evaluaron tres factores, el primero “concentración de etanol” (CE) con tres niveles correspondientes a 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ (100ET), 250 $\mu\text{L L}^{-1}$ (250TE) y 400 $\mu\text{L L}^{-1}$ (400TE), un segundo factor “fases de aplicación” (FA) con dos niveles, donde T1 correspondió a tubérculos con una sola aplicación de etanol al comienzo de periodo de seguimiento, y el grupo muestral T2 a los que se les aplicó una segunda dosis a la mitad del periodo de almacenamiento, finalmente el tercer factor “exposición a la luz” (EL) con 2 niveles categóricos que fueron “exposición a luz tenue” y “conservación en oscuridad”.

Los tratamientos resultantes de la combinación de los 3 factores con sus respectivos niveles, se evaluaron por un periodo de 7 días. Las variables de respuesta evaluadas correspondieron a índice de brotación (IB) y porcentaje de pérdida de peso (%PP), se aplicó un análisis de varianza y una comparación de múltiples medias con la prueba de LSD de Fisher a un 95% de confianza empleando el software STATGRAPHICS

(Centurion v19.04.0004), todo esto con el fin de determinar cuál tratamiento presenta la mejor conservación en papas nativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IB en todas muestras tratadas con etanol (ME) fue inferior respecto a las muestras testigo (MT), con una reducción porcentual de 85.52%. El tratamiento 400TE presentó la mayor reducción frente a las MT (95.98%). No se encontró que los factores EL ni FA tuvieran un efecto estadísticamente significativo sobre el IB ($p < 0.05$), estableciendo que el único factor de incidencia sobre el IB es la CE. Los resultados demuestran que la exposición a etanol durante el almacenamiento de papa nativa consigue ser un inhibidor de la brotación, previniendo la pérdida de calidad organoléptica consecuente a este proceso. La comparación de múltiples rangos con la prueba LSD de Fisher demostró que no hay diferencia significativa entre los tratamientos 400TE y 250TE en cuanto al IB, sin embargo, el tratamiento 400TE se relacionó con el desarrollo de característica de podredumbre en muestras de papa con previas afectaciones físicas y mecánica.

El %PP del grupo de ME no resultó estadísticamente diferente ($p < 0.05$) al %PP de las MT tras siete días de almacenamiento, esto indica una ausencia de correlación entre la aplicación de etanol en papa nativa y su correspondiente %PP durante un almacenamiento de corto tiempo. La pérdida de peso en papa está directamente relacionada con los procesos de metabólicos de la respiración, que permanecen latentes durante el periodo de dormancia del tubérculo; de forma que, al inhibir la reanudación de estos procesos no solo se restringe el crecimiento de los brotes, también se puede esperar que disminuya la pérdida de peso, sin embargo, esto se hace más evidente en lapsos de almacenamiento mayores.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que la aplicación de etanol durante el almacenamiento de la papa nativa es un método efectivo para inhibir la brotación y prolongar la calidad organoléptica del producto por un período considerable. Aunque no se encontró una influencia significativa del tratamiento con etanol en la reducción %PP, se sugiere que un seguimiento de mayor plazo revele una disminución destacable de este parámetro.

BIBLIOGRAFÍA

- Dong, T., Meng, W., Shi, J., Jiang, C. Z., & Wang, Q. 2017. Ethanol fumigation combined with and without nitrogen gas delays potato greening and inhibits glycoalkaloids generation under light. *Postharvest Biology and Technology*, 134(July), 31–37.
- Jia, B., Xu, L., Guan, W., Lin, Q., Brennan, C., Yan, R., & Zhao, H. 2019. Effect of citronella essential oil fumigation on sprout suppression and quality of potato tubers during storage. *Food Chemistry*, 284(January), 254–258.
- Rozo, D., & Ramírez, L. 2011. La agroindustria de la papa criolla en Colombia. Situación actual y retos para su desarrollo. *Gestión y Sociedad*, 4(2), 17–30.
- Sinche Serra, M. V., Anguisaca Totasig, E. P., & Cuesta Plúa, M. C. 2021. Tratamiento postcosecha con radiación gamma para extender la vida útil de papa chaucha amarilla (*Solanum phureja*). *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 12(3), 18.
- Toro Pantoja, Mi. D. C. 2015. Evaluación del efecto de 3 inhibidores de brotación en papa criolla (*Solanum phureja*) variedad criolla Colombia aplicados en el proceso de poscosecha. Universidad Nacional de Colombia, 108.



Efecto de la temperatura en la cinética de secado de pulpa de dos variedades de papas nativas

David S. Espín¹, Dayana M. Piarpuezán¹, Carlota M. Moreno Guerrero^{1,2},
Juan A. Cárcel²

¹ Centro de Investigación de Alimentos – CIAL, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industria, Universidad UTE, Av. Mariscal Sucre s/n y Mariana de Jesús. Quito. Autor correspondiente: cmoreno@ute.edu.ec

² Grupo ASPA. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València. Camiro Vera s/n, 46022. Valencia. España

Palabras clave: Secado por aire, modelo difusivo, difusividad, transferencia de masa

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es el cuarto alimento de mayor consumo por la población, después del maíz, trigo y el arroz. En la zona andina, las papas nativas, especialmente las variedades de pulpa o piel morada y roja sobresalen por sus propiedades nutricionales, debido al alto contenido de antioxidantes como fenoles, flavonoides, antocianinas, así como vitaminas y aminoácidos esenciales. Tal es el caso de las variedades de papa INIAP-Yana Shungo e INIAP-Puca Shungo que tienen pulpa de color morada y roja, respectivamente (Mesa, 2018; Monteros, et al., 2010). El uso del secado por aire caliente es el método de conservación de alimentos más empleado a escala industrial por su simplicidad y alta productividad. Sin embargo, los tratamientos térmicos pueden causar cambios fisicoquímicos y nutricionales (Santacatalina, 2011). Durante el secado se presentan simultáneamente resistencias internas y externas a la transferencia de masa. Con la modelización se puede entender de mejor manera estos fenómenos mediante la determinación del coeficiente de difusividad efectiva (D_e) y el coeficiente de transferencia de masa (h) (Ozuna, et al., 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tubérculos de dos variedades de papas nativas (INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo) cultivadas en la provincia de Tungurahua se trasladaron a la Planta Piloto de Alimentos de la Universidad UTE, donde se lavaron y sanitizaron. Se retiró la piel y se obtuvo rodajas de pulpa de aproximadamente 5 mm de espesor. Las rodajas de pulpa de cada variedad fueron sumergidas en solución ácido cítrico-ácido ascórbico al 1% y posteriormente deshidratadas en un secador de bandejas a cinco temperaturas: 30, 40, 50, 60 y 70 °C. Para determinar las cinéticas de secado se pesó la masa de la pulpa cada 20 minutos. Una vez finalizado el secado se determinó la humedad de las muestras. Para evaluar la cinética de secado, se utilizó dos modelos: el modelo de difusión (ecuación 1) para el modelo IR (resistencias internas):

$$\Psi_{(t)} = \frac{W_{(t)} - W_e}{W_o - W_e} = \left[\sum_{n=0}^{\infty} \frac{8}{(2n+1)^2 \pi^2} \exp\left(-\frac{D_{eff}(2n+1)^2 \pi^2 t}{4L^2}\right) \right] \quad [1]$$

Y el modelo IER - resistencias internas y externas- que se presenta en la siguiente ecuación:

$$-D_{eff} \rho_d \frac{\partial M(L,t)}{\partial x} = h(a_w(L,t) - \varphi_{air}) \quad [2]$$

En la modelización de las cinéticas de secado, D_e se determinó ajustando el modelo difusivo a los datos experimentales mediante el uso de la herramienta Solver de Microsoft

Excel para el modelo IR y el programa Matlab para determinar De y h para el modelo IER. Se empleó un diseño experimental factorial AxB para evaluar el efecto de la variedad de papa nativa y la temperatura de secado sobre el coeficiente de difusividad efectiva (De) y el coeficiente de transferencia de masa (h) en los dos modelos. Se realizó análisis estadístico mediante análisis de varianza y las diferencias entre medias se determinó con la prueba de diferencia de Tukey utilizando el programa Statgraphics Centurion 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después del secado, humedad disminuyó aproximadamente el 50 % y 40 % para las variedades INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo, respectivamente. Los datos experimentales se ajustaron al modelo difusivo de resistencias internas propuesto y el coeficiente de difusividad De varió de $2.39E-10$ a $6.20E-10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ y $2.03E-10$ a $6.60E-10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para la variedad INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo, respectivamente cuando la temperatura se incrementó de 30°C a 70°C . Los resultados del coeficiente de difusividad (De) para el modelo IER varió de $3.53E-10$ a $2.35E-09 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ y $3.71E-10$ a $3.06E-09 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para las variedades INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo, respectivamente, estos resultados presentaron una diferencia mayor con respecto al modelo de resistencias internas siendo esta de un orden exponencial. Por otro lado, el coeficiente de transferencia de masa (h) determinado por el modelo de IER, varió de $1.16E-03$ a $1.75E-03 \text{ m s}^{-1}$ y $1.32E-03$ a $1.98E-03 \text{ m s}^{-1}$ para la variedad INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo, respectivamente.

CONCLUSIONES

Después del secado el peso se redujo aproximadamente 50% y 40% para las variedades INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo, respectivamente. La temperatura de secado afectó significativamente al coeficiente de difusividad (De) incrementando su valor independiente del modelo IR o IER. Sin embargo, el modelo IER presentó diferencias en un orden exponencial con respecto al modelo IR. Aunque no se presentó efecto significativo entre las variedades, la variedad Yana Shungo presentó valores mayores de De. Asimismo, el incremento de la temperatura aumentó el coeficiente de transferencia de masa (h).

BIBLIOGRAFÍA

- Mesa, J. (2018). Influencia del método de deshidratación (secado convectivo y tambor rotatorio) en las propiedades óptimas de papillas infantiles elaborados con harina de papas nativas ecuatorianas (*Solanum andigena*). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade-Piedra, J., & Reinoso, I. (2011). Papas Nativas. Sierra, Centro y Norte del Ecuador. Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y calidad. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
- Ozuna, C., Cárcel, J., García-Pérez, J., & Mulet, A. (2011). Improvement of water transport mechanisms during potato drying by applying ultrasound. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2511-2517.
- Santacatalina, J. (2011). Estudio de la influencia del secado a baja temperatura en la capacidad de rehidratación y en la textura de berenjena y zanahoria. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

FertiCROP®



NUTRICIÓN ESPECIALIZADA PARA CADA CULTIVO

Incorpora las mejores tecnologías:



Tecnología que disminuye
pérdidas de nitrógeno



Tecnología de
micronutrientes dispersables



Potenciador de nutrientes
y estimulador biológico



precisagro.com.ec

Edificio Hamburgo. Oficina 2.1
Complejo Berlín. Av. Las Monjas 10
y Km 2 1/2 Carlos Julio Arosemena,
Guayaquil-Ecuador

PRECISAGRO®

RIEGO POR GOTEO



ASPERSIÓN



RIEGO MÓVIL



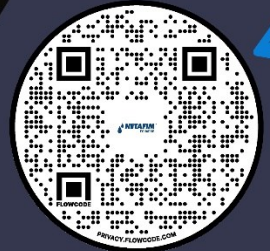
TECNOLOGÍA ISRAELÍ para aplicación correcta de agua y fertilizantes.

Netafim Ecuador
f i n

LÍDER MUNDIAL EN RIEGO

www.netafim.ec

Más Información



Koppert





Este evento se logró gracias al trabajo de:

- El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP
- El Centro Internacional de la Papa – CIP
- La Universidad Politécnica del Carchi
- La Prefectura del Carchi
- El GAD de Montúfar, y
- AGNLATAM S.A.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería

Con el apoyo de La Universidad Técnica del Norte y el importante aporte del Proyecto: **Paisajes Andinos de FAO, Unión Europea en Ecuador y El Ministerio de Agricultura y Ganadería.**

Con el Auspicio de:

- Precisagro
- Netafim
- Rotam
- Koppert
- Albaugh
- Adama
- Van Iperen
- BSM
- DJI – Agriculture
- Agroscout
- Pessl
- Artal
- El Papal
- Avgust



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Unión Europea
en Ecuador



Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador





DÉCIMO CONGRESO ECUATORIANO
DE LA PAPA - 2023

Con el apoyo de:



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Unión Europea
en Ecuador

PAISAJES
ANDINOS

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador

**Gobierno
del Ecuador**



Con el auspicio de:

