



Alerta temprana para el manejo del Tizón tardío de la papa. ATN/RF 16678 RG.

Producto 5. Memoria de Taller de la Plataforma regional de especialistas. Panamá.

Rodrigo Morales A., Arnulfo Gutiérrez G., Ivette Acuña

2022



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido **preparado por Rodrigo Morales A., Arnulfo Gutiérrez G., Ivette Acuña, Jorge Muñoz, Jessica Sánchez, Liliam Marquín**

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org





Índice de Contenido

Introducción.....	6
Antecedentes.....	7
Desafíos.....	8
Estado del Arte.....	9
Equipo de Trabajo.....	10
Agenda.....	11
Presentación 1. Recorrido por campo experimental y parcelas de validación de alerta temprana. Campo experimental IDIAP Cerro Punta. Arnulfo Gutiérrez G.....	12
Presentación 3. Seguimiento de proyecto, análisis de resultados y planificación. Grupo de trabajo del proyecto.....	14
Presentación 4. Tizón Tardío, manejo integrado y otras enfermedades de la papa. Ivette Acuña.....	16
Presentación 5. Avances de la validación en campo del sistema de alerta temprana del tizón tardío de la papa. Rodrigo Morales A.....	18
Lecciones aprendidas.....	19
Conclusiones.....	20
Referencias.....	21
Biografías de los participantes.....	24



Agradecimientos

Al FONTAGRO (Proyecto ATN/RF 16678-RG), por el apoyo económico para realizar las actividades de investigación, innovación, los talleres de evaluación, de ajustes metodológicos y análisis de datos entre ejecutores, asociados y beneficiarios del proyecto de la alerta temprana del tizón tardío de la papa. Además, por permitir la realización de eventos de divulgación de conocimientos generados. Es extensivo el agradecimiento a los investigadores participantes del proyecto del INIA Chile, INTA Argentina, INIAP Ecuador, IDIAP Panamá (incluyendo el apoyo del componente administrativo) y del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), relacionados al cultivo de papa. Se extiende el agradecimiento por el apoyo logístico, al Ingeniero Juan Caballero, Gerente General de Agroquímicos Caballero (organización asociada al proyecto) y a la Asociación de la Comunidad Productora de Tierras Altas (ACPTA).

Instituciones participantes



INSTITUTO DE INNOVACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ



MINISTERIO DE
DESARROLLO AGROPECUARIO



Agroquimicos Caballero S. A
Cooperativa agraria



Introducción

En Panamá la producción de papa se realiza durante todo el año, siendo afectada por el tizón tardío (Rodríguez et al., 2018). A partir de 1930, esta devastadora enfermedad se evidenció en las plantaciones comerciales de papa de la variedad Alpha, limitando su producción exitosa (Morales y Rodríguez, 2000). El control por parte de los productores está basado en aplicaciones calendarizadas de fungicidas de diferentes modo de acción y grupos toxicológicos, con frecuencias de tres a cinco días en la época lluviosa (Morales, 2001; Morales et al., 2023). En la actualidad la principal variedad sembrada es Granola, medianamente resistente al tizón tardío, desplazando a la variedad Alpha. Sin embargo, en la época lluviosa, durante el ciclo biológico, el costo para el control del tizón tardío representa el 10% del costo total de la producción (Morales y Rodríguez, 2000; Pérez and Andrade-Piedra, 2019).

Con la ejecución del proyecto de alerta temprana del tizón tardío de la papa, se ha generado información en todos los países participantes, llámese ejecutor, co ejecutores y asociados, validándose y aplicando ajustes armónicos de acuerdo a las condiciones de los sistemas de producción. Estas acciones en su conjunto se le conoce como talleres de evaluación y análisis de datos, seleccionándose como anfitrión al IDIAP Panamá y la zona de producción de papa de Cerro Punta, Tierras Altas, Chiriquí, como sede de este evento interactivo. En el marco de este taller, a los beneficiarios del proyecto se le brindaron los avances tecnológicos por componentes, por medio de eventos de capacitación sobre las principales enfermedades limitantes del cultivo de papa, análisis de datos experimentales, giras técnicas a los ensayos de actividades matriculadas en el POA 2022 -2023 y día de campo en las propias parcelas de validación. A estos eventos asistieron 111 participantes (62 hombres y 49 mujeres).

Antecedentes

El tizón tardío de la papa causa severas infecciones al follaje y a los tubérculos, provocando pérdidas de hasta el 100% (Tsedaley, 2014). Para el manejo integral del tizón tardío se contempla incorporar el sistema de alerta temprana (Batista et al., 2006). Es una herramienta para la programación adecuada de implementación de las tácticas de control, basada en las condiciones ambientales (i.e. precipitación pluvial, humedad, temperatura, otros) (Dancey, 2018). Pero, las condiciones climáticas han variado en el tiempo, así como la diversidad del patógeno *Phytophthora infestans* y los niveles de resistencia del principal hospedante la papa (Wang et al., 2017). Así, el tizón tardío se ha constituido en una amenaza permanente, cuyas pérdidas se cuantifican en la reducción de rendimientos y por el incremento de los costos para su control (Majeed et al., 2017).

El manejo del tizón tardío integra diversas tácticas de control armonizantes entre sí, considerando todos los elementos que favorecen el desarrollo de epidemias de esta enfermedad (Small et al., 2015; Rai et al., 2016). Por la importancia del tizón tardío en zonas endémicas, no se descarta ninguna táctica o herramienta disponible para el control de esta enfermedad. Se destacan los factores del hospedante que afectan el desarrollo de epifitias e incrementan los rendimientos comerciales, tales como el nivel de resistencia o susceptibilidad genética y el grado de uniformidad genética (Lal et al., 2018; Shtienberg, 2000). Reportes especializados han determinado la importancia del ambiente relacionado a la severidad de las infecciones foliares (Brown et al., 2007; Bravo et al., 2011). Basado en estos elementos, incluyendo al patógeno *P. infestans*, el tiempo y hombre, surge el proyecto regional de alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa con el objetivo de Formar una plataforma de especialistas en Tizón tardío de la papa, con el fin de implementar un sistema de alerta temprana regional, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Se propuso generar conocimientos y validarlos con las adaptaciones por zona geográfica y sistemas de producción, con potencial de suprimir las infecciones de tizón tardío, contribuyendo a la producción sustentable del cultivo de papa

Desafíos

Durante el desarrollo del proyecto de alerta temprana del tizón tardío de la papa, se establecieron sesiones programáticas de realimentación, consultas, análisis de datos y ajustes metodológicos entre todos los actores participantes. Esto es vital para el cumplimiento de las promesas planteadas y el logro de los cambios e impactos esperados por la implementación de la actividades por componente del proyecto. Por ello, el gran desafío es que todo el personal participante en el proceso del aprendizaje colectivo, comparta la preocupación o pasión por lo que se plantea hacer y aprender a realizarlo mejor. Asimismo, se espera la participación activa de los productores, clientes y socios del proyecto. Con ello es posible captar en forma interactiva sus conocimientos y experiencias, y las ventajas competitivas y comparativas de las zonas agroecológicas de producción de papa.

En el proyecto se plantea la realización de 2 talleres de trabajo del grupo de especialistas, para dar a conocer los avances del proyecto, planificación de acciones, análisis de resultados y fortalecimiento de la red. El primer taller se realizó en Chiloé, Chile el marzo de 2019, donde se conoció la situación del cultivo de papa y el tizón tardío en cada país y se planificó el trabajo a seguir. Este segundo taller, realizado en Panamá en septiembre del 2022, tuvo como objetivo el analizar los resultados y seguimiento del proyecto, capacitar a la red y ajustar el plan de trabajo.

Estado del Arte

En la actualidad la papa es considerada como el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de la superficie sembrada, rendimientos, producción; así como por el potencial de generar ingresos y por el alto valor nutritivo (Devaux et al., 2020; FAOSTAT, 2023). Históricamente este cultivo ha contribuido a la seguridad alimentaria, sobre todo ante la actual realidad del incremento demográfico. Por su parte los consumidores demandan de una producción inocua a la salud humana y ambiental, que supla sus necesidades energéticas y sus exigencias, incluso sus exigencias se dirigen hacia la protección de la biodiversidad, el uso de tecnologías de manejo ecológico del cultivo de papa (Andrison 2017). En este sentido, se debe promover el desarrollo de estructuras institucionales de promoción de tecnologías adaptadas a los sistemas de producción intervenidos, sobre todo de la agricultura familiar que necesitan aumentar la producción sustentable de papa (Baret, 2017).

La producción exitosa del agronegocio papa en el ámbito mundial, es limitado por infecciones severas causadas por el oomyceto *Phytophthora infestans*, reconocido por su potencial destructivo, sobre todo en variedades susceptibles (Oerke, 2006; Forbes, 2012). Se reporta que las pérdidas de los rendimientos estimados en América Latina y El Caribe es de 36% y el control depende del uso frecuente de gran cantidad de fungicidas. Tal es el caso de los Estados Unidos de América, donde los costos de fungicidas promedio por hectárea son \$507 (Guenther et al. al., 2001; Sparks et al., 2014). Este escenario restringe el uso de alternativas inocuas y con ello el uso racional de plaguicidas. La intervención de las empresas de agroquímicos a favor de sus propios intereses limita la adopción de tecnologías e innovaciones hacia la producción sustentable. Las consecuencias a corto plazo, ya anticipadas por Fry and Goodwin (1997), es la reaparición del tizón tardío en las zonas endémicas, tornándose más virulento y agresivo.

Se torna estratégico desarrollar proyectos de investigación e innovación adaptados a las necesidades de los pequeños agricultores, pertenecientes a la agricultura familiar. Con el acceso a las nuevas tecnologías de la comunicación, enlazados a redes de información local relacionadas al cultivo de papa, es posible implementar el sistema de soporte a las decisiones (DSS por sus siglas en inglés *Decision Support System*) (Andrade-Piedra et al., 2005; Small et al., 2015). Por su parte Acuña et al (2017), resaltó que el éxito de la adopción de las herramientas de alertas tempranas del tizón tardío de la papa, depende en gran medida del intercambio de conocimientos y la colaboración transdisciplinaria.

Equipo de Trabajo

IDIAP - Panamá:

PhD. Rodrigo Morales A.

PhD. Arnulfo Gutiérrez G.

Agrónomo Jorge Muñoz

Ingeniera Jessica Sánchez

Msc. Liliam Marquínez

INIA - Chile:

PhD. Ivette Acuña

Ing. Agrónoma Constanza Sepúlveda

INTA - Argentina:

PhD. Florencia Lucca

INIAP - Ecuador:

Ingeniera Cristina Tello

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Perú:

MgSc. Felipe de Mendiburu

Agenda



**Reunión Taller de Seguimiento
Cerro Punta, Panamá**

**Proyecto Alerta Temprana para el Manejo del Tizón
Tardío de la Papa (ATN/RF 16678-RG)**








Fecha	Hora	Actividad
Lunes, 26 septiembre 2022	8:00 a.m. a 2:00 p.m.	Llegada de participantes de ciudad de Panamá a Cerro Punta
Martes, 27 septiembre 2022	8: 00 a.m a 6:00 p.m.	<ul style="list-style-type: none"> • Recorrido por el campo experimental del IDIAP Cerro Punta y fincas de productores. Arnulfo Gutiérrez. • Parcelas de validación de alerta temprana de tizón tardío. Rodrigo Morales. • Taller de Análisis de Datos I. Felipe de Mendiburu
Miércoles, 28 septiembre 2022	8: 00 a.m a 6:00 p.m.	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento al POA, ISTA, Metodologías unificadas. Grupo de Proyecto. • Taller de Análisis de Datos II. Felipe de Mendiburu
Jueves, 29 septiembre 2022	8: 00 a.m a 6:00 p.m.	Seguimiento al POA, ISTA, Metodologías unificadas. Grupo de proyecto.
Viernes, 30 septiembre 2022	8: 00 a.m a 6:00 p.m.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación a técnicos y productores sobre el manejo integrado del tizón tardío y las principales enfermedades de la papa. Ivette Acuña. • Parcelas de validación de alerta temprana de tizón tardío en campo de agricultores. Rodrigo Morales.
Sábado, 01 octubre de 2022	8: 00 a.m a 6:00 p.m.	Regreso de los participantes

Presentación 1. Recorrido por campo experimental y parcelas de validación de alerta temprana. Campo experimental IDIAP Cerro Punta. Arnulfo Gutiérrez G.

Resumen

En cumplimiento a la agenda trazada del taller de seguimiento, se realizó un recorrido por los ensayos en campo correspondientes a la determinación de la susceptibilidad de cultivares de papa al tizón tardío, parcelas de validación de la alerta temprana. Es decir, se verificó el avance del POA 2022 – 2023, intercambiándose experiencias, sugerencias y ajustes metodológicos uniformizados para todos los países participantes (Foto 1). Fue oportuno brindar todos los avances de las actividades instaladas en campo de los proyecto I+I del IDIAP, a saber; Alternativas tecnológicas y estrategias de biocontrol aplicadas a los sistemas productivos hortícolas de Tierras Altas, Manejo del cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí y Obtención y desarrollo de variedades de papa y camote de alto desempeño agronómico y calidad nutricional.

Participaron 18 técnicos investigadores y colaboradores de los INIA´s participantes en el proyecto de la alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa (8 hombres y 10 mujeres).



Los ensayos de la susceptibilidad al tizón tardío de la papa, incorporando cultivares sembrados en todos los países participantes permitirá el análisis integral del potencial genético para su control (Ivette Acuña)

Foto 1. Seguimiento, evaluación y ajustes metodológicos a los ensayos del POA 2022 – 2023. Campo experimental IDIAP Cerro Punta.

Presentación 2. Análisis estadísticos de datos experimentales aplicables a la fitoprotección y mejoramiento genético de papa. Felipe de Mendiburu

Resumen

El análisis de datos análisis experimentales permiten identificar las pruebas estadísticas que se aplicarán y someter a prueba las hipótesis planeadas. Se torna estratégico, toda vez que con evidencias científicas robustas, se validarán los resultados obtenidos por ciclos de evaluación. Por ello, este taller integró el análisis de datos de las actividades programadas por componentes, la aplicación de adecuados diseños experimentales, el cálculo y análisis estadísticos de componentes epidemiológicos. Se constituyeron en la base para estimar la capacidad de supresión de infecciones del tizón tardío de la papa por táctica de control evaluada y validada. Así, se contó con la participación en calidad de facilitador al MgSc. Felipe de Mendiburu, estadístico de la UNALM, quien intercambió experiencias y brindó sugerencias en el manejo de datos y la aplicación de la estadística (Foto 2). Además, realizó una capacitación a los investigadores participantes del proyecto y a técnicos investigadores y asistentes agropecuarios del IDIAP, pertenecientes al Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa y Chiriquí. En Divisa fueron capacitados 24 técnicos (15 investigadores y 9 investigadoras) y en Chiriquí 35 técnicos (21 hombres y 14 mujeres).



Con los paquetes estadísticos del programa R, el investigador podrá tomar decisiones científicas sometiendo a prueba las hipótesis planteadas (Felipe de Mendiburu)

Foto 2. Curso análisis estadísticos de datos experimentales de ensayos del proyecto de la alerta temprana del tizón tardío de la papa. David, Chiriquí.

Presentación 3. Seguimiento de proyecto, análisis de resultados y planificación. Grupo de trabajo del proyecto.

Resumen

El grupo de trabajo se reunió y se analizó los avances del proyecto basado en los últimos reportes de ISTA y POA del proyecto. Cada representante de los países miembros mostró sus resultados de las actividades comprometidas. Se planificó las actividades pendientes y cumplimiento de plazos. En esta actividad se dio énfasis a los datos de seguimiento del proyecto en cuanto a levantamiento de información para el análisis de impacto del proyecto (Foto 3, 4 y 5).

Se acordó:

- Unificar el formato de encuesta de seguimiento considerando los principales factores a analizar, haciendo algo más acotado que el primer levantamiento de información.
- Se planificó las fechas para entrega de información para cumplir los plazos programados para la entrega de resultados y productos del proyecto a la fuente de financiamiento.
- Se priorizó actividades pendientes y se discutió sobre alternativas de técnicas para implementar, basado en los resultados a la fecha y el conocimiento adquirido durante el proyecto.
- Se conversó sobre el cambio de comportamiento de los agricultores frente a la innovación entregada, impacto ambiental y costos productivos. Información a considerar en el Informe final.
- Se realizó análisis financiero del proyecto y rendiciones a la fecha.
- Se calendarizó los plazos de entrega de productos, resultados y rendiciones.



Foto 3. Bienvenida al taller en Panamá de la Coordinadora del proyecto, junto al Director nacional de IDIAP y el administrador de la estación experimental Cerro Punta, anfitriones del evento.



Foto 4. Análisis de resultados y planificación de actividades del grupo de trabajo.

Durante el taller se planificó actividades para finalizar el plan de trabajo y cumplir con los compromisos del proyecto



Foto 5. Análisis de línea base y planificación la evaluación de impacto.

Presentación 4. Tizón Tardío, manejo integrado y otras enfermedades de la papa. Ivette Acuña

Resumen

Las charlas se enfocaron al reconocimiento de los principales problemas sanitarios del cultivo de papa y su manejo integrado, con énfasis en el Tizón tardío de la papa. Se conversó sobre control cultural, agronómico, genético y químico. Se recomendó estrategias de manejo de control químico. Se discutió cómo un sistema de alerta temprana apoya la toma de decisiones de manejo de la enfermedad, ayudando a un control eficiente y oportuno, con menos cantidad de aplicaciones. Los asistentes se mostraron muy interesados en la actividad haciendo muchas preguntas.

Se realizaron dos charlas, una en la mañana para agricultores que son parte del proyecto, y en la tarde para asesores de empresas relacionadas al agro en Cerro Punta (Foto 6 y 7).

En esta actividad participaron 43 técnicos y productores relacionados al cultivo de papa. De éstos 23 hombres y 20 mujeres.



Foto 6. Asistentes a la charla de la mañana sobre las principales enfermedades limitantes del cultivo de papa y manejo integrado. PhD. Ivette Acuña. IDIAP Cerro Punta, 2022.

El reconocimiento de los problemas sanitarios de la papa es el primer paso para la implementación de un manejo integrado del problema.



Foto 7. Presentación del proyecto a los asistentes.

https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Taller_Panama_sep_2023_Agric_y_asesores.pdf

Presentación 5. Avances de la validación en campo del sistema de alerta temprana del tizón tardío de la papa. Rodrigo Morales A.

Resumen

El taller de seguimiento contempló la presentación de los avances de la implementación de la validación de la alerta temprana, cuyas parcelas se establecieron en las localidades de Las Nubes y Cerro Punta en Las Tierras Altas. Además, de los representantes de los INIA's ejecutor, y co ejecutores, participaron los asociados y beneficiarios directos. Estos fueron 25 entre productores(as), técnicos investigadores, técnicos del Comité Nacional de Semillas, agentes de cambios, otros (15 hombres y 10 mujeres) (Foto 8). Correspondió al IDIAP describir el funcionamiento de los discos de colores y el comportamiento epidemiológico de cada cultivar utilizado por color. Es decir, para el color rojo que representa al cultivar susceptible se utilizó la variedad Granola, amarillo como medianamente resistente a IDIAP Roja 17 y verde como resistente al clon 398017.53. El cultivo se encontraba en la fase fenológica de crecimiento vegetativo y se constató la reducción del número de aplicaciones de fungicidas con el uso de los discos de colores comparado a la práctica de control de los productores (aplicaciones cada 3 a 5 días independiente del cultivar).



A pesar de disponer de una gran diversidad de fungicidas, este sistema de alerta temprana es prometedor ya que se nota buen control del tizón tardío con menos aplicaciones (productor Abdiel Caballero)

Foto 8. Evento de presentación de avances tecnológicos de las parcelas de validación de la alerta temprana del tizón tardío de la papa. Cerro Punta, septiembre de 2022.

Lecciones aprendidas

- La implementación programática del seguimiento y evaluación del desarrollo y promoción del proyecto, permitió reconocer los procesos dinámicos cambiantes en el tiempo y realizar los ajustes armónicos hacia el perfeccionamiento y la reorientación oportuna. Se aplicó de acuerdo a la realidad operativa técnica científica y administrativa institucional a fin de lograr la producción sustentable de papa.
- Es estratégico la vinculación directa y permanente con todos los actores de la red de producción de papa, además de los técnicos pertenecientes a los INIA's ejecutor, coejecutores, socios y beneficiarios en general de la generación y validación tecnológica del proyecto de la alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa. Se reconoce que la vinculación es clave para consensuar las tecnologías, implementar las actividades en campo, interpretar los resultados y lograr la adopción.
- La integración del enfoque de género impactó en el componente fitosanitario del cultivo de papa. Ello por el tipo de responsabilidades, limitaciones y oportunidades entre mujeres y hombres, al interior de la unidad familiar, dentro de las unidades productivas, del sistema de producción y las comunidades.
- Todo proceso de investigación e innovación conlleva el registro de datos para generar información científica y la aplicación e interpretación de los análisis estadísticos y el procesamiento de la información según la programación inicial. En los conocimientos generados en el proyecto, se destaca la importancia del método científico para la adecuada comprensión de resultados, los análisis y toma de decisión a corto plazo. Para nuestro caso, con la implementación comercial de tecnologías de manejo integrado del cultivo de papa, se debe generar beneficios directos a los productores, al pleno de la sociedad y al ambiente.

Conclusiones

El taller se realizó en las instalaciones de la estación experimental del IDIAP en Cerro Punta, Tierras Altas, Chiriquí. La agenda contempló -y se cumplió- el seguimiento técnico administrativo de las actividades anuales programadas, constatar *in situ* los ensayos establecidos intercambiando experiencias de cada país participante (INIA's ejecutor y co ejecutores), consensuando ajustes metodológicos. Incluyó el recorrido por las parcelas de validación de la alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa y los ajustes realizados por nivel de susceptibilidad de cultivar seleccionado, según el área geográfica y el sistema de producción que predomina en Cerro Punta. Se trabajó en la planificación de actividades, acciones a seguir para cumplir los objetivos del proyecto y en el fortalecimiento del grupo de trabajo.

Se actualizó sobre las enfermedades endémicas y emergentes del cultivo de papa, la descripción de síntomas y propuestas de manejo integral. Fueron muy valiosas las capacitaciones sobre la temática básica y aplicada del análisis de datos experimentales, parámetros epidemiológicos y diseños experimentales en el cultivo de papa, por medio de herramientas estadísticas del programa R. Es una estrategia para la planificación de proyectos I+D, que conduce a la toma de decisiones acertadas y obtener conclusiones con evidencias científicas reproducibles en el tiempo.

Referencias

- Acuña, I., Restrepo, S., Lucca, F., & Andrade, J. (2017). "Recent developments: late blight in Latin America". En Schepers, H. T. A. M. *EuroBlight Workshop* (p. 49). Stichting Wageningen Research.
- Andrison, D. (2017). "Potato facing global challenges: how, how much, how well?". *Potato Research*, 60(3-4), 389-400. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9386-z>
- Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W. E., & Nelson, R. J. (2005). "Simulation of potato late blight in the Andes. I: Modification and parameterization of the LATEBLIGHT model". *Phytopathology*. 95, 1191-1199. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-1191>
- Baret, P. V. (2017). "Acceptance of innovation and pathways to transition towards more sustainable food systems". *Potato Research*, 60, 383-388. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9384-1>
- Bravo, R., Acuña, I., Inostroza, J., & Villarroel, D. (2011). "Decision support systems for late blight integrated management in the southern Chile". Special Report No. 15, 9, 231.
- Brown, G. G., Swift, M. J., Bennack, D. E., Bunning, S., Montañez, A., & Brussaard, L. (2007). "Manejo de la biodiversidad del suelo en los ecosistemas agrícolas". En Jarvis, D. I., Padoch, C., & Cooper, H.D. *El manejo de la biodiversidad en los sistemas agrícolas*. Bioversity International. Columbia University Press. Roma.
- Dancey, S. (2018). "Development and Implementation of a New National Warning System for Potato Late Blight in Great Britain". Dissertation, University of Dundee.
- Devaux, A., Goffart, J. P., Athanasios, P., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., ... & Hareau, G. (2020). "Global Food Security, Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems". En Campos, H., & Ortiz, O. *The Potato Crop Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind* (pp. 3-36). Springer Nature Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
- FAO (Food and Agriculture Organization, Italy). (2018). "FAOSTAT (FAO Statistics Division)". Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

-
- Fernández-Northcote, E. N., Navia, O., & Gandarillas, A. (2000). "Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia". *Fitopatología*. 35, 137-149.
- Grünwald, N. J., Mizubuti, E. S. G., Andrade-Piedra, J. L., & Garrett, K. A. (2007). "Potato late blight in developing countries". En Peters, R. *Current Concepts in Potato Disease Management*. Kerala, India: *Research Signpost (In press)*.
- 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>
- Fry, W. E., & Goodwin, S. B. (1997). Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. *Plant disease*, 81(12), 1349-1357. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1997.81.12.1349>
- Guenther, J. F., Michale, K. C., & Nolte, P. (2001) "The economic impact of potato late blight on U.S. growers". *Potato Research*, 44: 121-25. <https://doi.org/10.1007/BF02410098>
- Lal, M., Sharma, S., Yadav, S., & Kumar, S. (2018). "Management of late blight of potato". *Potato-From Incas to All Over the World*, 83-106. <https://doi.org/10.5772/intechopen.7247>
- Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, Z., Ullah, R., & Ahmad, H. (2017). "Late blight of potato (*Phytophthora infestans*) I: Fungicides application and associated challenges". *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(3), 261-266. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i3.261-266.1038>
- Morales, R., & Rodriguez, R. (2000). El Tizón tardío de la Papa en Panamá. <http://portal.critica.com.pa/archivo/02092000/prov2.html>
- Morales, R. A. (2001). "Frecuencia de Aplicaciones del Fungicida Clorotalonil 82.5 para el Manejo de *Phytophthora infestans* en Tres Variedades de Papa". *Revista Latinoamericana de la Papa*. 12:49-56.
- Oerke, E. C. (2006). "Crop losses to pests". *Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

-
- Pérez, W., & Andrade-Piedra, J. (2019). "Validación de un sistema de apoyo a la toma de decisión para manejar el tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en Panamá". Informe de Asesoría del Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Rai, A., Sharma, S. K., & Shivling, V. D. (2016). "Design and Development of an Early Warning System for Potato Disease-Late Blight". *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management*. 3, 349-352.
- Rodríguez, R., Atencio, F., & Espinosa, L. (1988). "Principales problemas fitosanitarios del cultivo de la papa en Panamá". Boletín Técnico No. 19. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).
- Shtienberg, D. (2000). "Modelling: the basis for rational disease management". *Crop Protection*, 19(8-10), 747-752. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00099-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00099-5)
- Small, I. M., Joseph, L., & Fry, W. E. (2015). "Evaluation of the BlightPro decision support system for management of potato late blight using computer simulation and field validation". *Phytopathology*. 105(12), 1545-1554. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-15-0117-R>
- Sparks, A. H., Forbes, G. A., Hijmans, R. J., & Garrett, K. A. (2014). "Climate change may have limited effect on global risk of potato late blight". *Global change biology*, 20(12), 3621-3631. <https://doi.org/10.1111/gcb.12587>
- Tsedaley, B. (2014). "Late blight of potato (*Phytophthora infestans*) biology, economic importance and its management approaches". *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 4(25), 215-225.
- Wang, J., Fernández-Pavía, S. P., Larsen, M. M., Garay-Serrano, E., Gregorio-Cipriano, R., Rodríguez-Alvarado, G., ... & Goss, E. M. (2017). "High levels of diversity and population structure in the potato late blight pathogen at the Mexico centre of origin". *Molecular Ecology*. 26(4), 1091-1107. <https://doi.org/10.1111/mec.14000>

Biografías de los participantes



Rodrigo A. Morales A.: Licenciado en Ingeniería Agronómica con especialización en Fitotecnia por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. Tiene un Magister Scientiae en Fitopatología y PhD en Agricultura Sustentable por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. En 1987, se incorpora al IDIAP en el Centro de Investigación Agropecuaria de Chiriquí, como investigador agrícola y actualmente es Gerente del Proyecto “Manejo ecológico de enfermedades de *Cajanus cajan* para contribuir a su producción sustentable”. Ha publicado diversos artículos científicos en revistas nacionales e internacionales. En 2012, es merecedor de la Medalla “Germán De León” como mejor investigador de Panamá. Ha liderado investigaciones en mejoramiento genético, manejo del tizón tardío de la papa; contribuyendo a la liberación de variedades de papa y del manejo integral de plagas y enfermedades de cultivos de importancia económica. Desde 2005 a la fecha, dedica esfuerzos a la búsqueda, desarrollo y uso de alternativas de biocontrol de enfermedades basadas en microorganismos nativos. Sus competencias profesionales incluyen los sistemas de producción sustentables, la protección vegetal, la formulación de proyectos de investigación e innovación y la docencia de pos grado a tiempo parcial.



Arnulfo Gutiérrez G.: Ingeniero Agrónomo, Maestría y Ph.D. en Agricultura obtenidos en Universidad Agraria de Rusia, K.A. Timiriazev (Facultad de Agronomía). Ingresó al IDIAP en 1997, dedicándose al mejoramiento genético de la papa, fue Director Nacional de Investigación e Innovación para la Competitividad del Agronegocio, Coordinador Técnico de la Estación Experimental del IDIAP en Cerro Punta, Gerente de Proyectos de Investigación Innovación en los cultivos de papa, camote y soya; y actualmente es el Director General del IDIAP. Es miembro activo de la ALAP. En 2016,

fue galardonado con la Medalla al Mérito “German De León” como mejor investigador de Panamá. Entre los principales logros se destacan la liberación de tres variedades de papa. Actualmente es el Gerente del Proyecto Implementación de un sistema de alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*), como medida de adaptación frente a la variabilidad del cambio climático en Latinoamérica (Proyecto del FONTAGRO) y Obtención y desarrollo de variedades de papa y camote de alto desempeño agronómico y calidad nutricional.



Ivette Acuña Bravo: Chilena, Ingeniera Agrónomo y Licenciada en Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, obtuvo el Grado de Doctor of Philosophy in Plant Pathology en Montana State University, Bozeman, EE.UU. Trabaja como investigadora en fitopatología desde el año 1988 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. Se ha especializado en el manejo integrado de enfermedades de la papa. Cuenta con más de 206 publicaciones tanto científicas, proceeding, monografías, libros y divulgativas en estos temas, entre estas está el Manual interactivo de la papa (<http://manualinia.papachile.cl>). Ha liderado más de 45 proyectos relacionados a enfermedades de la papa, manejo integrado, sistemas de alerta temprana y plataformas de riesgo,

entre otros. Es miembro activo de 4 sociedades y 3 redes científicas nacionales e internacionales relacionadas a la sanidad de la papa. Hoy es coordinadora de la Red latinoamericana de cooperación para el estudio del tizón tardío de las solanáceas (Tizon latino) y encargada del área temática de Protección vegetal de la Asociación Latinoamericana de la papa (ALAP).

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org