



## Resistencia a *Phytophthora infestans*: Efecto de la variedad y de la fertilización sobre la presencia del "tizón tardío" o "rancho de la papa" (*Solanum tuberosum*)

### Resistance to *Phytophthora infestans*: Effect of variety and fertilization on the presence of "late blight" or "potato stalk" (*Solanum tuberosum*)

Santos Triunfo Leiva Espinoza<sup>1</sup>, Alcides Román Peña<sup>1</sup>, Aguinaldo García Pérez<sup>1</sup>, Gélver Silva Valqui<sup>1</sup> y Nora Yessenia Vera Obando<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la localidad de Quipachacha (provincia de Chachapoyas, Amazonas), a 2400 m.s.n.m. Se evaluaron tres tipos de fertilización y su influencia en la incidencia del "tizón tardío o rancho" (*Phytophthora infestans*), en dos variedades de papa, Luyanita (resistente) y Huayro Amazonense (mediana resistencia), con el fin de determinar el mejor tratamiento de fertilización y variedad como alternativas de represión contra esta enfermedad. El diseño experimental fue DBCA con ocho tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron tres tipos de fertilización (química, orgánica y la combinación química-orgánica) con un testigo por cada variedad, distribuidos de la siguiente manera: T1=testigo variedad Luyanita; T2=fertilización químico-orgánica variedad Luyanita; T3=fertilización orgánica variedad Luyanita; T4=fertilización química variedad Luyanita; T5=testigo variedad Huayro; T6= fertilización químico-orgánica variedad Huayro; T7=fertilización orgánica variedad Huayro; y T8=fertilización química variedad Huayro. La frecuencia de las evaluaciones fue semanal y se determinó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Los tubérculos fueron clasificados a la cosecha para posteriormente evaluar el rendimiento. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ABCPE. Los niveles de incidencia fueron menores en la variedad Luyanita (T2, T3, T4) quien además alcanzó los mayores rendimientos de tubérculo.

**Palabras claves:** Luyanita, Huayro amazonense, Amazonas, resistencia.

#### ABSTRACT

The present work was carried out in the town of Quipachacha (province of Chachapoyas, Amazonas), at 2400 m.s.n.m. Three types of fertilization and their influence on late blight (*Phytophthora infestans*), on two varieties of potato, Luyanita (resistant) and Huayro Amazonense (medium resistance) were evaluated in order to determine the best treatment of fertilization and variety as alternatives of repression against this disease. The experimental design was DBCA with eight treatments and three replicates. Three types of fertilization (chemical, organic and chemical-organic combination) were evaluated with one control for each variety, distributed as follows: T1 = Luyanita variety control; T2 = chemical-organic fertilization Luyanite variety; T3 = organic fertilization Luyanite variety; T4 = Luyanite variety chemical fertilization; T5 = Huayro variety control; T6 = chemical-organic fertilization Huayro variety; T7 = organic fertilization Huayro variety; And T8 = Huayro variety chemical fertilization. The frequency of the evaluations were weekly and the area under the disease progression curve (ABCPE) was determined. The tubers were classified to the crop to later evaluate the yield. Statistically significant differences were found between treatments for ABCPE. The incidence levels were lower in the Luyanita variety (T2, T3, T4), which also reached the highest yields of tuber.

**Key words:** Luyanita, Huayro amazonense, Amazon, resistance.

<sup>1</sup>Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas, Perú

\* Autor de correspondencia. E-mail: santos.leiva@untrm.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L), después del arroz y el trigo, es el cultivo alimenticio para consumo humano más importante en el mundo (Camire *et al.*, 2009). A partir de este recurso alimenticio, cuyo origen está en los andes peruanos, derivan diversas formas, derivados, y presentaciones en el mundo (Vargas *et al.*, 2016). Cabe destacar que la papa tiene mayor proporción de materia seca por unidad de área de crecimiento que los cereales (Bamberg y del Río, 2005), con una densidad de energía baja, similar a las leguminosas (Priestley, 2006).

En el Perú, éste tubérculo ocupa el primer lugar entre los cultivos alimentarios y se cultiva en 19 de los 24 departamentos del país, desde el nivel del mar hasta los 4200 metros de altura, constituyendo la base de la alimentación del poblador de la sierra (MINAGRI, 2011), sin embargo; al igual que ocurre con otros cultivos, éste tubérculo puede ser afectado por una de las enfermedades más destructivas de los cultivos, la cual es conocida como “tizón tardío”, “seca seca” o “rancha de la papa”, ocasionada por el patógeno *Phytophthora infestans* (Egúsquiza y Apaza, 2014). Los daños que causa este patógeno, dependen del área geográfica de producción y el tipo de control utilizado. Este agente causal puede destruir el cultivo en una o dos semanas si las condiciones son favorables y no se aplican medidas de control (Egúsquiza y Apaza, 2014).

La aplicación de fungicidas químico-sintéticos es la principal alternativa de represión contra este patógeno, aunque durante un período de tiempo, la estrategia predominante para lograr una solución duradera contra *P. infestans* fue a través del uso de resistencia horizontal (Landeo *et al.*, 1995), en lugar de genes R (Colon *et al.*, 1995). Sin embargo, esta estrategia no ha proporcionado ninguna mejora, principalmente debido a la inevitable correlación entre la resistencia y la madurez tardía (Simko, 2002). Por otro lado y Debido a su elevado potencial evolutivo, la lucha contra *P. infestans* es continua, por lo que la obtención de plantas con resistencia al tizón tardío es apremiante (Haas *et al.*, 2009)

En el año 2014, Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, a través de la Estación Experimental Baños del Inca presentó la nueva variedad de papa INIA 332 – Luyanita, para los agricultores de la sierra norte del Perú, ésta variedad es resistente a la rancha y tiene un alto rendimiento de tubérculos (37 a 36 toneladas por hectárea) (INIA, 2014); sin embargo, a la actualidad esta variedad no se ha posicionado como una alternativa productiva para la región Amazonas.

Se conoce que una adecuada nutrición o fertilización del cultivo, podría contribuir a incrementar cierto nivel de “defensa” para hacer frente al tizón tardío así como otros problemas fitosanitarios; además, el uso de los fertilizantes se hace necesario con el fin de hacer rentable la actividad agrícola, debiendo incluir la dosificación apropiada de los macronutrientes N, P y K, los cuales interactúan tanto en la nutrición de la planta como en su comportamiento en la tolerancia a plagas y enfermedades (Ros *et al.*, 2008).

Los productores de papa de la localidad de Quipachacha, en el distrito de Levanto (provincia de Chachapoyas), al igual que el resto del país, año tras año, vienen afrontando las consecuencias que origina este problema, actualmente los rendimientos del tubérculo son menores y los ingresos cada vez menores (INDECES, 2015).

Con el propósito de encontrar una alternativa de producción vinculado al uso de variedades y dosis de fertilización como alternativa de represión frente al “tizón tardío de la papa”, se planteó como objetivo de esta investigación evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre el nivel de daño causado por *Phytophthora infestans* en dos variedades del cultivo de papa producida en la localidad de Quipachacha, Levanto–Chachapoyas.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la localidad de Quipachacha, en el distrito de Levanto, al sur de la ciudad de Chachapoyas, capital del Departamento Amazonas. Esta localidad se ubica a una altitud de entre los 2400 y 2600 m.s.n.m.

El ensayo tuvo ocho tratamientos a partir de un Diseño de Bloques Completamente Randomizados con tres repeticiones (tres bloques). En la preparación del terreno se realizó la limpieza de las malezas, posteriormente se procedió con el arado e incorporación de los residuos vegetales. Transcurridos 25 días, se procedió a pasar la rastra de discos para el desmenuzamiento del suelo, posteriormente se realizó la delimitación y trazado del terreno de acuerdo al diseño.

Para la siembra se utilizaron brotes de papa extraídos

de tubérculos previamente tratados y acondicionados para tal fin. La siembra se hizo a una distancia de 30 cm entre plantas y un metro entre surcos.

El área total del terreno fue de 602 m<sup>2</sup> distribuidos en tres bloques, los mismos que estuvieron conformados por ocho parcelas separados a una distancia de 1,0 m entre sí. Cada parcela experimental tuvo un área de 18 m<sup>2</sup> (4,5 x 4m), conformada por cinco surcos, donde se evaluaron 21 plantas de acuerdo a la muestra estimada.

Los tratamientos fueron los descritos en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto 1 - variedad Luyanita INIA 322 (resistente). No se aplicó fertilización.
T2	Variedad Luyanita INIA 322 (resistente) Se aplicó una mezcla de fertilizante químico-orgánico (urea y superfosfato triple de calcio con guano de isla).
T3	Variedad Luyanita INIA 322 (resistente) con fertilización orgánica (guano de isla).
T4	Variedad Luyanita INIA 322 (resistente) Se aplicó fertilización química (urea y superfosfato triple de calcio)
T5	Testigo absoluto 2 - Variedad Huayro Amazonense INIA 323 (mediana resistencia) No se aplicó fertilización
T6	Variedad Huayro Amazonense INIA 323 (mediana resistencia) con una mezcla de fertilizante químico-orgánico (urea y superfosfato triple de calcio con guano de isla).
T7	Variedad Huayro Amazonense INIA 323 (mediana resistencia) con fertilización orgánica (guano de isla).
T8	Variedad Huayro Amazonense INIA 323 (mediana resistencia) con fertilización química (urea y superfosfato triple de calcio).

La fertilización se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo y fundamentados en un análisis de suelo. Así, la primera fertilización se incorporó siete días después de la siembra en campo definitivo, de forma focalizada y alrededor de la planta, mientras que la segunda fertilización se hizo en el momento del primer aporque (60 días después de la siembra). La dosis de fertilización se ajustaron a 120N, 140P y 100K, compensado con urea, superfosfato triple de calcio y guano de isla. Las evaluaciones de las 21 plantas por unidad experimental se llevaron a cabo con una frecuencia semanal y durante todo el ciclo del cultivo. La cosecha se efectuó de forma manual a los 140 días después de la siembra. Esta actividad consistió en la extracción de tubérculos de la tierra y con ayuda de

palas o lampas.

Se realizaron aplicaciones del fungicida Propineb + Cymoxanil, a necesidad del cultivo y cuando éstas presentaron daños iniciales de grado 1 y se repitió la dosis cuando se observó nivel de avance del daño. Las aplicaciones fueron realizadas con una frecuencia semanal.

Para evaluar los daños causados por *Phytophthora infestans* se registró el porcentaje de follaje infectado en plantas individuales, según la escala de Henfling (1987) empleado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Cada planta evaluada fue considerada como un todo (100%) para estimar la severidad del daño en porcentaje. Se realizó un total de 10 evaluaciones las cuales se iniciaron 28 días después de la siembra.

Se evaluó el porcentaje de los daños causados por la enfermedad, expresados en el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). También se registró el número de aplicaciones por tratamiento, el peso total de tubérculos, y la selección y clasificación de estos. La clasificación se realizó de acuerdo a los calibres de comercialización estandarizados según se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Clasificación de tubérculos

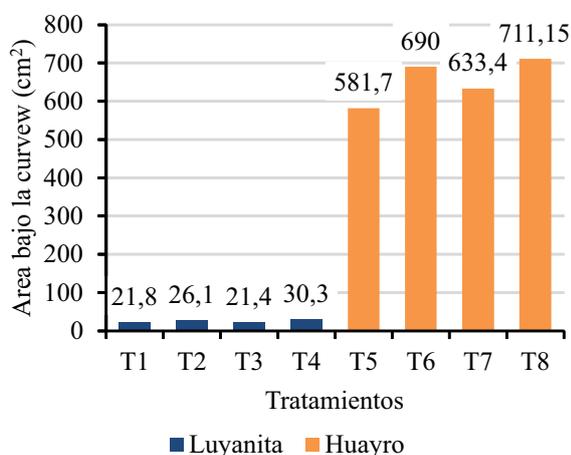
Categoría	Peso
Papa primera calidad	>80gr
Papa segunda calidad	60-80gr
Papa tercera calidad	40-60gr
Papa cuarta calidad	<40gr

Finalmente, para cada variable se realizó el análisis de varianza (ANOVA), y de acuerdo a la significación entre tratamientos se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey (5%).

### III. RESULTADOS

#### Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) % - días

En la figura 1 se observa que los tratamientos que corresponden a la variedad Luyanita presentaron menor ABCPE que los de la variedad Huayro Amazonense. Los valores que se muestran alcanzan visibles diferencias entre los valores del área bajo la curva alcanzado por la variedad Luyanita (promedio: 24,1), los cuales son notablemente inferiores a los valores alcanzados por la variedad Huayro Amazonense (promedio: 620,5).



**Figura 1.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad ABCPE.

#### Severidad en grados

La tabla 3 muestra los valores alcanzados para el grado de severidad del tizón tardío. Se observa que en cada uno de los tratamientos que corresponden a la variedad Luyanita, se alcanzaron los menores niveles de severidad de ataque de la ranca de la papa (grado 1). Por lo contrario en los tratamientos que corresponden a la variedad Huayro Amazonense, se alcanzaron niveles de severidad de grado 3 y 4. No se evidencian diferencias para la variable fertilización entre los tratamientos de la misma variedad.

**Tabla 3.** Grado de severidad del tizón tardío presente en dos variedades de papa.

Tratamiento	Variedad	Severidad en grados
T1	Luyanita	1
T2	Luyanita	1
T3	Luyanita	1
T4	Luyanita	1
T5	Huayro Amazonense	3
T6	Huayro Amazonense	3
T7	Huayro Amazonense	3
T8	Huayro Amazonense	4

#### Número de aplicaciones fungicidas

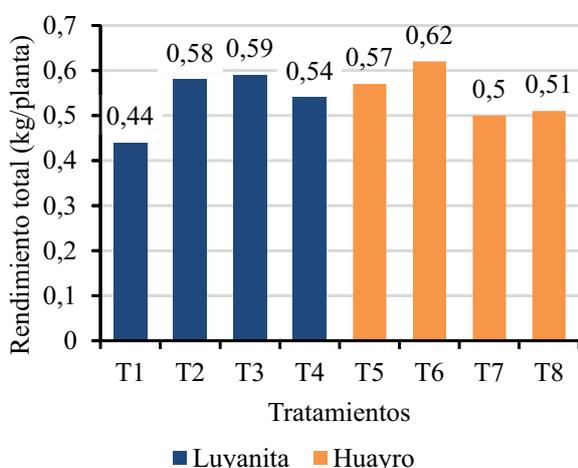
Respecto a esta variable, en la tabla 4 se muestran los valores que corresponden al número de aplicaciones fungicidas efectuadas en cada uno de los tratamientos; aquí se puede observar que en el tratamiento testigo T8 que corresponde a la variedad Huayro Amazonense se aplicaron un total de 11 aplicaciones de Propineb + Cymoxanil, a diferencia del testigo de la variedad Luyanita, en la cual solamente se aplicó el producto en una sola oportunidad. La tendencia es similar en cada uno de los tratamientos de la papa Huayro, considerando que existieron entre 10 y 11 aplicaciones fungicidas a diferencia de los tratamientos de la variedad Luyanita en las cuales solamente se aplicó en una sola oportunidad. No se evidencia existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos inter varietales, mas sí, en lo hay entre las variedades.

**Tabla 4.** Número de aplicaciones fungicidas por tratamiento

Tratamiento	Variedad	Nº de aplicaciones
T1	Luyanita	1.0
T2	Luyanita	1.0
T3	Luyanita	1.0
T4	Luyanita	1.0
T5	Huayro Amazonense	10.0
T6	Huayro Amazonense	10.0
T7	Huayro Amazonense	10.0
T8	Huayro Amazonense	11.0

### Rendimiento del tubérculo por planta

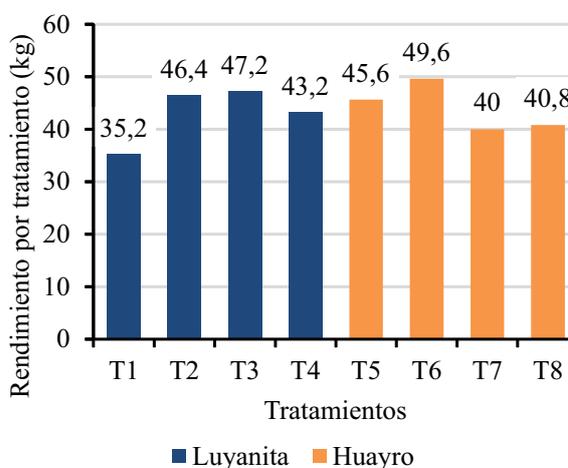
La figura 2 muestra los valores alcanzados por el peso del tubérculo por planta donde se observa que los tratamientos que corresponden a la variedad Huayro Amazonense alcanzan rendimientos entre 0.5 - 0.62 kg/planta, para el tratamiento T7 y T6, respectivamente. Por otro lado y respecto a los tratamientos de la variedad Luyanita, se encontró que el T1 y T3 alcanzan el menor y mayor rendimiento con 0.44 y 0.59 kg/planta, respectivamente. No se evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos, para esta variable.

**Figura 2.** Rendimiento total de tubérculos.

### Rendimiento de tubérculos a nivel experimental

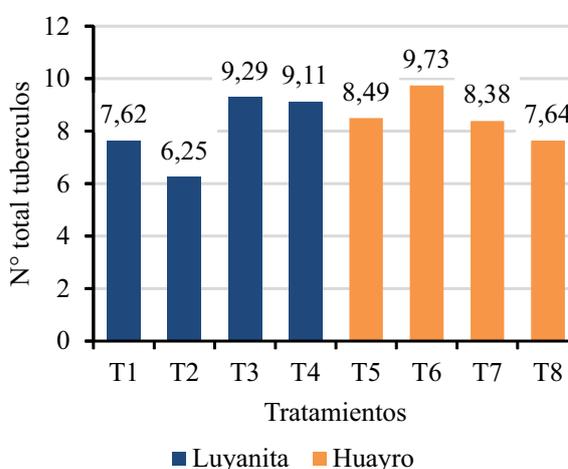
Cuando se pesó el total de tubérculos por cada tratamiento (Figura 3) se encontró que la tendencia respecto al peso por planta se mantiene; en este sentido, se observa que para el caso de la variedad Luyanita, el tratamiento que alcanzó el mayor rendimiento fue el T3 con 47,2 kg., por otro lado, el tratamiento T6 con 49,6 kg fue el que alcanzó el mejor rendimiento en cuanto a la variedad Huayro Amazonense. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre

cada uno de los tratamientos (Tukey 0.05).

**Figura 3.** Rendimiento de tubérculo por tratamiento.

### Número total de tubérculos por planta

En la Figura 4 se observa que los tratamientos T3 y T6 presentan mayor cantidad de tubérculos por planta, con 9,29 y 9,73 tubérculos, respectivamente. Por otro lado, los menores valores fueron alcanzados por el tratamiento T2, con 6,25, y el tratamiento T1, con 7,62 tubérculos por planta.

**Figura 4.** Número total de tubérculos por planta, encontrados en dos variedades de papa y tres niveles de fertilización.

### Número total de tubérculos de primera categoría

En la figura 5 se muestran los valores alcanzados respecto al número total de tubérculos de primera categoría en cada uno de los tratamientos. Se encontró que el tratamiento T6 tiene mayor cantidad de tubérculos de primera categoría (3,09) en comparación con los demás tratamientos. No se evidencia diferencia estadística significativa.

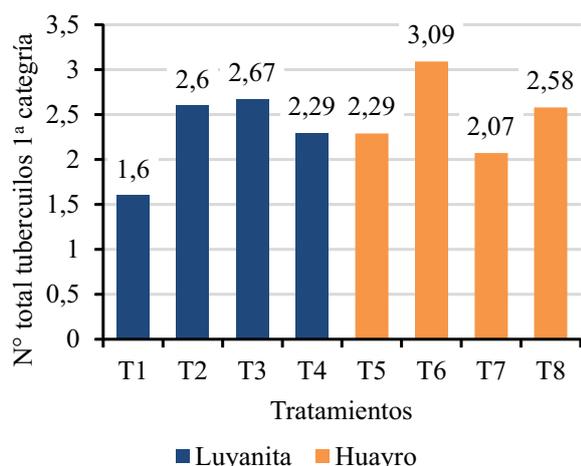


Figura 5. Número total de tubérculos de primera categoría en dos variedades de papa y tres niveles de fertilización.

#### Número total de tubérculos de segunda categoría

Respecto al número total de tubérculos de segunda categoría, en la figura 6 se puede observar que el tratamiento T5 con 1,87 tubérculos, fue superior a los demás tratamientos, sin embargo; no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos

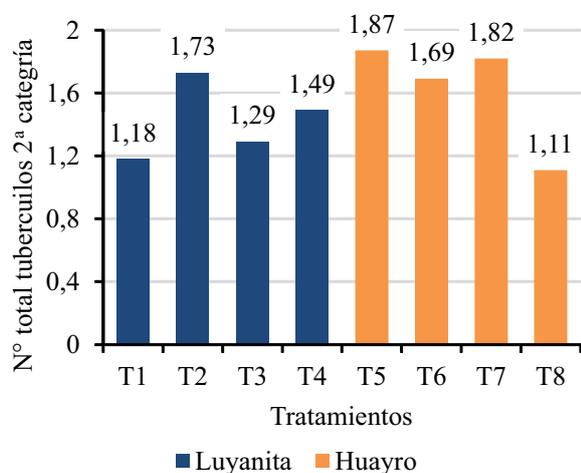


Figura 6. Número total de tubérculos de segunda categoría encontrados en dos variedades de papa y tres niveles de fertilización.

#### IV. DISCUSIÓN

Los niveles del Area Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad ABCPE encontrados en los tratamientos que corresponden a la variedad Huayro Amazonense muestran una clara presencia del patógeno que aparentemente se desarrolla en un ambiente con poca o ninguna restricción que impida su crecimiento, lo cual podría deberse a que las condiciones medioambienta-

les que se presentaron en la zona fueron las adecuadas para el desarrollo de la enfermedad, con factores favorables como las constantes precipitaciones, los altos porcentajes de humedad relativa y la generación de microclimas (Goss *et al.*, 2014). Estos resultados concuerdan con los presentados por Juárez y Pérez (2010), quienes afirman que el cambio climático, los eventos climáticos extremos como el fenómeno del niño, y la humedad relativa igual o mayor a 85% incrementan significativamente la presencia del tizón tardío o rancha de la papa.

Los valores de severidad que alcanzó la variedad Huayro Amazonense indicaría que el factor genético está predeterminando la presencia de la rancha de la papa (variedad susceptible). Esto podría deberse a que las características de resistencia a la rancha de la papa por parte de esta variedad podría haberse degenerando a través del tiempo; esto es corroborado con una serie de ensayos y reportes del Centro Internacional de la Papa (CIP), quienes mencionan que la variedad de papa Amarilis tenía cierto nivel de resistencia a rancha y que hoy en día, después de nueve años, ya no resiste de manera eficaz a dicha enfermedad (Pérez y Forbes, 2009). Otra razón podría derivar del incremento del nivel de agresividad del patógeno.

Por otro lado, y con referencia a los niveles de fertilización, estos no tendrían ninguna influencia favorable en contra de la disminución de la severidad y del ABCPE. Al respecto, Ros *et al.* (2008), estudiaron los efectos de altas y bajas concentraciones de N en la interacción *Solanum tuberosum-Phytophthora infestans* en 4 cultivares de papa, los autores concluyen que la alta disponibilidad de N aumentó significativamente la susceptibilidad de tres de los cuatro cultivares de papa por lo que una mejor nutrición N permitió a las plantas invertir más recursos en reacciones de defensa.

Respecto a los bajos niveles del ABCPE así como los menores valores de severidad encontrados en los tratamientos que corresponden a la variedad Luyanita INIA 322, éstos corroboran la condición de variedad resistente al tizón tardío o rancha de la papa lo cual es corroborado por el INIA, 2014 al expresar que la varie-

dad INIA 322 llamada también “Luyanita”, posee características altamente resistentes a la rancha de la papa y además a las temperaturas bajas.

Por otro lado y en relación a las variables vinculadas al rendimiento de tubérculo por planta, rendimiento de tubérculo por parcela experimental así como el rendimiento de tubérculo por categoría, los resultados alcanzados por el tratamiento T6 (Variedad Huayro Amazonense con fertilización química-orgánica) muestran una superioridad numérica en cuanto a los rendimientos alcanzados con respecto al mismo tratamiento de la variedad Luyanita así como con el resto de tratamientos. Los valores encontrados indican además que los niveles de severidad y ABCPE no estarían influyendo en los rendimientos alcanzados en cada uno de los tratamientos en evaluación. Al respecto, Machado y Sarmiento (2012), encontraron que el control químico de la rancha así como las combinaciones de enmiendas de diferente calidad con fertilizantes minerales a la siembra, permitieron alcanzar valores de producción dentro del rendimiento promedio de la papa.

Por otro lado y con respecto al mayor rendimiento de tubérculo de primera categoría alcanzado por el tratamiento T6, indicaría que la fuente de fertilización química – orgánica, ha contribuido en la acumulación de agua y sólidos en los tubérculos. Esto se corrobora con lo encontrado por Saquina (2012), quien mostró que los tratamientos a base de fertilizantes químicos y orgánicos alcanzaron un mayor número de tubérculos de primera categoría.

Notoriamente puede diferenciarse que la variedad Luyanita INIA 322 presentó un alto nivel de resistencia contra el tizón tardío o rancha de la papa; esto sería debido a sus caracteres genéticos presentes en esta variedad y que se traducen en un buen comportamiento frente a *Phytophthora infestans* (Zhu *et al.*, 2012). El menor ABCPE, el mínimo grado de severidad y tan solo las dos aplicaciones de fungicidas aplicados frente a las diez aplicaciones en promedio que se dieron en la variedad Huayro amazonense, dan fe del nivel de resistencia a la rancha de la papa que tendría la variedad Luyanita.

## V. CONCLUSIONES

La combinación de la fertilización química y orgánica en la producción de papa en la variedad Huayro Amazonense así como en la variedad Luyanita, resultó ser la alternativa que alcanzó los mayores niveles de producción de tubérculo total y de primera categoría.

Los niveles de fertilización química, orgánica y la combinación de estos, resultaron ser indiferentes frente a la represión de la enfermedad o presencia del fitopatógeno *Phytophthora infestans*. No se ha encontrado una relación directa concluyente entre el tipo de fertilización y la disminución de los niveles de incidencia y severidad de la rancha de la papa.

Los mayores niveles de ABCPE y severidad del tizón tardío o rancha de la papa fueron alcanzados en los tratamientos que corresponden a la variedad Huayro Amazonense a lo cual se concluye que ésta tendría poca o ningún nivel de resistencia frente *Phytophthora infestans*.

La variedad Luyanita INIA 322, en cada uno de los tratamientos e indiferentemente de los niveles de fertilización, alcanzó los menores niveles de severidad del tizón tardío o rancha de la papa. La utilización de esta variedad, se convierte en la alternativa de represión más importante para hacer frente a la enfermedad más dañina del cultivo de la papa.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bamberg, J., y A. del Rio. 2005. “Conservation of potato genetic resources”. En *Genetic Improvement of Solanaceous Crops Vol. 1: Potato*. Razdan, J. K., y A. K. Mattoo (eds). Nueva York (EEUU): Eds. Science Pub. Inc.
- Camire, M. E., S. Kubow, y D. J. Donnelly. 2009. “Potatoes and human health”. *Critical reviews in food science and nutrition* 49: 823-840.
- Colon, L. T., L. J. Turkensteen, W. Prummel, D. J. Budding, y J. Hoogendoorn. 1995. “Durable resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in old potato cultivars”. *Eur J Plant Pathol* 101: 387-397.

- Egúsqüiza, R., y Apaza, W. 2014. *La Rancha de la Papa (Phytophthora infestans) en el Perú. Perfil del país*. Lima (Perú): Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de: [https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/1.4\\_La\\_rancha\\_de\\_la\\_papa\\_en\\_el\\_Peru\\_perfil\\_de\\_paisOK.pdf?version=1&modificationDate=1273565144000](https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/37192020/1.4_La_rancha_de_la_papa_en_el_Peru_perfil_de_paisOK.pdf?version=1&modificationDate=1273565144000)
- Goss, E. M., J. F. Tabima, D. E. Cooke, S. Restrepo, W. E. Fry, G. A. Forbes, V. J. Fieland, M. Cardenas, y N. J. Grünwald. 2014. "The Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* originated in central Mexico rather than the Andes". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111: 8791-8796.
- Haas, B. J, S. Kamoun, M. C. Zody, R. H. Y. Jiang, R. E. Handsaker, L. M. Cano, M. Grabherr, C.D. Kodira1, S. Raffaele, T. Torto-Alalibo, T. O. Bozkurt, A. M. V. Ah-Fong, L. Alvarado, V. L. Anderson, M. R. Armstrong, A. Avrova, L. Baxter, J. Beynon, P. C. Boevink, S. R. Bollmann, J. I. B. Bos, V. Bulone, G. Cai1, C. Cakir, J. C. Carrington, M. Chawner, L. Conti1, S. Costanzo, R. Ewan, N. Fahlgren, M. A. Fischbach, J. Fugelstad, E. M. Gilroy, S. Gnerre, P. J. Green, L. J. Grenville-Briggs, J. Griffith, N. J. Grünwald, K. Horn, N. R. Horner, C. H. Hu, E. Huitema, D. H. Jeong, A. M. E. Jones, J. D. G. Jones, R. W. Jones, E. K. Karlsson, S. G. Kunjeti, K. Lamour, Z. Liu, L. J. Ma1, D. MacLean, M. C. Chibucos, H. McDonald, J. McWalters, H. J. G. Meijer, W. Morgan, P. F. Morris, C. A. Munro, K. O'Neill, M. Ospina-Giraldo, A. Pinzón, L. Pritchard, B. Ramsahoye, Q. Ren, S. Restrepo, S. Roy, A. Sadanandom, A. Savidor, S. Schornack, D. C. Schwartz, U. D. Schumann, B. Schwessinger, L. Seyer, T. Sharpe, C. Silvar, J. Song, D. J. Studholme, S. Sykes, M. Thines, P. J. I. van de Vondervoort, V. Phuntumart, S. Wawra, R. Weide, J. Win, C. Young, S. Zhou, W. Fry, B.C. Meyers, P. van West, J. Ristaino, F. Govers, P. R. J. Birch, S. C. Whisson, H. S. Judelson, y C. Nusbaum. 2009. "Genome Sequence and Analysis of The Irish Potato Famine Pathogen *Phytophthora Infestans*". *Nature* 461: 393-398.
- Henfling, J.W. 1987. *Late blight of potato*. Lima (Perú): International Potato Center.
- Huamán, E.H. 2015. *Respuesta de dos Variedades de Papa, A Phytophthora infestans Frente a Diferentes Tratamientos de Control Químico, en la Jalca*. Chachapoyas (Perú): UNTRM.
- INDES-CES (Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva). 2015. *Potencial Productivo de la Región Amazonas*. Informe Final de Investigación. INDES-CES. Chachapoyas (Perú),
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2014. *Lanzamiento de nuevas variedades de papa para el Norte del Perú*. Lima (Perú): I N I A . R e c u p e r a d o d e : <http://agraria.pe/noticias/inia-liberara-nueva-variedad-de-papa-%E2%80%9Ccinia-322--luyanita%E2%80%9D-es-6195>
- Juárez, H., y W. Pérez. 2010. "Severidad del tizón tardío de la papa *Phytophthora infestans* en zonas agrícolas del Perú asociado con el cambio climático". *Revista Peruana Geo-Atmosférica* 1: 56-67.
- Landeo, J. A, M. Gastelo H. Pinedo, y F. Flores. 1995. "Breeding for horizontal resistance to late blight in potato free of R-genes". En *Phytophthora infestans*. Dowley L.J., E. Bannan, L. R. Cooke, y T. Keane (eds). Dublin (Irlanda): O'Sullivan Boole Press.
- Machado, D., y L. Sarniento. 2012. "Respuesta del cultivo de papa a la combinación de diferentes fuentes de fertilización nitrogenada". *Bioagro* 24: 83-92.
- MINAGRI (Ministerio De Agricultura y Riego). 2011. *La papa nuestra de cada día*. Lima (Perú): MINAGRI.

- Pérez, W., y G. A. Forbes. 2009. "Control of potato late blight with foliar application of phosphonate". En *XV Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. Tropical roots and tubers in a changing climate: a convenient opportunity for the world*. Lima (Perú)
- Priestley, H. 2006. "How to think like consumers ...and win!" En *Potato developments in a changing Europe*. Haase, N. U., y A. J. Haverkort (eds). Washington (EEUU): Wageningen Academic Pub.
- Ros, B., V. Mohler, G. Wenzel, y F. Thümmeler. 2008. "Phytophthora infestans-triggered response of growth- and defense-related genes in potato cultivars with different levels of resistance under the influence of nitrogen availability". *Physiologia Plantarum* 133: 386-399.
- Saquina, S.J. 2012. *Producción de tubérculos semilla de papa (Solanum tuberosum) categoría prebasica utilizando biol en un sistema aeropónico en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. Universidad de Amabto. Ambato (Ecuador).
- Simko, I. 2002. "Comparative analysis of quantitative trait loci for foliage resistance to *Phytophthora infestans* in tuber-bearing *Solanum* species". *Am J Potato Res* 79: 125-132
- Vargas, G., P. Martínez, y C. Velezmoro. 2016. "Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación". *Scientia Agropecuaria* 7: 223-230.
- Zhu, S., Y. Li, J.H. Vossen, R.G. Visser, y E. Jacobsen. 2012. "Functional stacking of three resistance genes against *Phytophthora infestans* in potato". *Transgenic research* 21: 89-99.