

CLONES DE PAPA TOLERANTES A *Phytophthora infestans* Y ALTAS TEMPERATURAS EN LA COMARCA NGÄBE BUGLÉ¹

Arnulfo Gutiérrez Gutiérrez²; Jorge Muñoz Fuentes³; Javier Pitti Caballero⁴

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar 13 clones de papa con tolerancia a *Phytophthora infestans*, seleccionados bajo condiciones de temperaturas entre 15 y 36 °C (medias de 24 °C), para determinar el nivel de rendimiento en la comarca Ngäbe Buglé, en el período comprendido de mayo a octubre de 2012. El estudio se llevó a cabo en la finca de un productor, donde se aplicó tecnología de bajos insumos externos. El diseño que se utilizó fue de Bloques Completos al Azar con 13 tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental consistió en dos surcos de 5 m de largo, separados a 0.9 m y 0.3 m entre semillas. Previo a la siembra el suelo fue removido con azadón y se construyeron surcos a una profundidad de 15 cm, se aplicó fertilizante 12-24-12 al fondo del surco en dosis de 150 kg·ha⁻¹ y se cubrió con tierra, se colocó la semilla, la cual, también fue cubierta. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm, se procedió al aporque, junto con la aplicación de 200 kg·ha⁻¹ de gallinaza. No se realizaron aplicaciones de agroquímicos para el control de plagas. A la cosecha se contabilizó el rendimiento comercializable, el cual incluye todos los tubérculos sanos, con un diámetro superior a los 45 mm y se hizo la conversión a toneladas por hectárea (t·ha⁻¹). A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y separación de medias utilizando el método Tukey. Los clones P-131, P-104, P-105, P-128, P-121 y P-115 mostraron rendimientos potenciales superiores a las 30 t·ha⁻¹.

PALABRAS CLAVES: Cultivares, tecnología de bajos insumos externos, pequeños productores, rendimiento, contenido de sólidos.

¹ Recepción: 24 de septiembre de 2013. Aceptación: 28 de octubre de 2013. Trabajo realizado en el Proyecto: Introducción de los cultivos de papa y camote en las tierras altas de la República de Panamá.

² Ph.D. en Agricultura. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOc). e-mail: arnulfogutierrezg@yahoo.es

³ Agr. IDIAP. CIAOc. e-mail: j_alberto56@yahoo.es

⁴ Ing. Agr. IDIAP. CIAOc. e-mail: pittjavier28@hotmail.com

POTATO CLONES TOLERANT TO *Phytophthora infestans* AND HIGH TEMPERATURES IN THE NGÄBE BUGLE REGION

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate 13 potato clones with tolerance to *Phytophthora infestans*, selected under conditions of temperatures between 15 and 36 °C (average of 24 °C), in order to determine their performance in the Ngäbe Buglé Region, in the period between May and October of 2012. The study was carried out on the plot of a small farmer applying a low external inputs the technology. It was used A RCB design with 13 treatments and three replicates. The experimental unit consisted of two rows of 5 m long, separated to 0.9 and 0.3 m between seeds. Prior planting the soil was removed with a hoe and furrows were made 15 cm depth, applied fertilizer 12-24-12 at the bottom of the furrow in doses of at least 150 kg·ha⁻¹ and was covered with soil, placed the seed, which was also covered. When the plants reached a height of 15 to 20 cm, we proceeded to hilling, together with the application of 200 kg·ha⁻¹ of chicken manure. There were no applications of chemicals for the control of pests. At harvest marketable yield was recorded, which includes all healthy tubers with a diameter greater than 45 mm and made the conversion to tons per hectare (t·ha⁻¹). The data obtained were submitted to an Analysis of Variance and mean separation using the Tukey method. The clones P-131, P-104, P-105, P-128, P-121 and P-115 showed potential yields higher than the 30.0 t·ha⁻¹.

KEYWORDS: Cultivars, low-input high technology, produces small, performance, solids content.

INTRODUCCIÓN

En el combate a la pobreza rural, principalmente en las comarcas indígenas, es necesario redoblar esfuerzos para aumentar la producción, disponibilidad y accesibilidad de alimentos. Para eso se requiere la incorporación, en este esfuerzo, de la ciencia y la tecnología, con el objetivo de mejorar cuantitativa y cualitativamente la producción agropecuaria.

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es reconocido por las Naciones Unidas como una solución viable para mitigar el hambre y la pobreza extrema (ONU 2005).

Recientemente se han desarrollado innumerables eventos a nivel mundial, todos con el objetivo de incrementar la producción y el consumo de papa en las naciones en desarrollo; es reconocida la eficiencia de la papa para

convertir los factores agroecológicos, el capital y la mano de obra en un producto de alto valor alimenticio, produciendo un alimento altamente nutritivo en corto tiempo, en climas más difíciles que cualquier otro cultivo importante. Debido a su plasticidad fenotípica, se adapta fácilmente a diversos climas y sistemas de cultivo, por lo cual, su producción mundial va en continuo aumento (Luján 1996).

La papa tiene un alto valor social, por los beneficios económicos y la ocupación de mano de obra en el área rural.

En Panamá, la papa se ha cultivado casi exclusivamente en las tierras altas de la provincia de Chiriquí, donde se desarrolla una agricultura intensiva, con la utilización de muchos insumos externos a la finca como son los fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Sin embargo, recientes investigaciones realizadas por el IDIAP han demostrado la factibilidad de la expansión de este cultivo hacia otras áreas del país, específicamente aquellas, que por la altura presentan temperaturas nocturnas inferiores a 18 °C y, donde precisamente presentan problemas de adaptabilidad los principales cereales como el arroz y maíz.

A nivel internacional se realizan investigaciones con el objetivo de expandir el cultivo de papa, a través de la selección convencional, hacia áreas más cálidas (Gastelo et al. 2012, Levy y Veilleux 2007), o mediante la inducción de mutaciones que permitan al cultivo mejorar la tolerancia al calor (Das et al. 2000). Por otro lado, se prevén mermas importantes el rendimiento en los trópicos, debido al calentamiento global (Hijmans 2003).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de clones de papa de la población LBHT (siglas del inglés: Late Blight plus Heat Tolerance) del Centro Internacional de la Papa (CIP), bajo las condiciones de producción de pequeños productores de la comarca Ngäbe Buglé.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en la finca de un pequeño productor de la comunidad de Llano Tugrí, distrito de Muna, región de Kodridi de la comarca Ngäbe Buglé, en las siguientes coordenadas UTM 17P 0420764 936828, a una altura de 1281 msnm, entre el 31 de mayo y el 30 de septiembre de 2012, correspondientes a la época lluviosa. Las características físico-químicas del suelo de la parcela se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO, SEGÚN ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE SUELOS – IDIAP.

Característica	Unidad de medida	Cantidad
Arena	%	60.0
Limo	%	28.0
Arcilla	%	12.0
pH		5.1
M.O.	%	6.2
P	mg/l	15.0
K	mg/l	102.0
Ca	cmol/kg	11.1
Mg	cmol/kg	2.3
Cu	mg/l	1.9
Mn	mg/l	70.4
Fe	mg/l	20.5
Zn	mg/l	1.2
Textura		Franco Arenoso
Color		Pardo grisáceo claro

*Fuente: Laboratorio de Suelos-IDIAP, Divisa. Mayo de 2012.

El cultivo se manejó con un enfoque de bajos insumos externos, como es la práctica cotidiana de los productores de esa región; el suelo fue removido con azadón y se construyeron surcos a una profundidad de 15 cm; se utilizó semilla producida mediante el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH) - siembra en invernadero bajo condiciones controladas y multiplicados en parcela de campo en la Estación Experimental del IDIAP en Cerro Punta; la misma se encontraba en estado de brotación múltiple.

Al momento de la siembra se aplicó fertilizante 12-24-12 al fondo del surco, en dosis de 150 kg·ha⁻¹; luego se cubrió con una capa de tierra, se colocó la semilla, la cual a su vez, fue cubierta, en

su totalidad, de la misma forma. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm, se procedió al aporque, con la aplicación de 200 kg·ha⁻¹ de gallinaza. No se realizaron aplicaciones de agroquímicos para el control de plagas, dado que no hubo incidencia de las mismas durante el periodo de estudio.

Se evaluaron 13 clones avanzados de papa de la población LBHT con tolerancia a *Phytophthora infestans*, principal enfermedad que ataca este cultivo (Pérez y Forbes 2008), seleccionados bajo condiciones de temperaturas mínimas de 15 °C, máximas de 36 °C y medias de 24 °C, consideradas superiores a las óptimas para el cultivo (Lujan 1996), que fueron introducidos

desde el CIP (Gastelo et al. 2012), en enero de 2011.

Se incluyeron en esta primera evaluación los clones, de los cuales se obtuvo semilla en cantidades suficientes. La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra, con síntomas evidentes de senescencia en toda la plantación, se consideró la variable rendimiento comercial la cual consistió del peso de los tubérculos sanos con diámetro superior a 45 mm. Los datos del rendimiento fueron transformados a toneladas por hectárea ($t \cdot ha^{-1}$). El resto de la cosecha no se consideró.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de dos surcos de 5 m de largo, separados entre sí a 0.90 m; en cada surco se colocaron 15 tubérculos semilla. Se realizó el análisis de varianza para rendimiento de tubérculos y la comparación de medias según la prueba de Tukey; se hizo una

caracterización física de los tubérculos y se calculó el contenido de sólidos totales en los mismos mediante la metodología descrita por el CIP (2010).

El modelo aditivo lineal para el diseño de Bloques Completos al Azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la observación del tratamiento ij

μ = la media general

β_i = efecto del bloque (repetición) i

τ_j = efecto del tratamiento (clon) j

ε_{ij} = error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para la variable rendimiento mostró que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre los clones (Cuadro 2), lo que indicó un comportamiento diferenciado de los genotipos en esta localidad.

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LOS CLONES DE LA POBLACIÓN LBHT DE LLANO TUGRÍ. 2012.

F de V	gl	SC	CM	Pr > F
Repeticiones	2	2.863077	1.431538	0.9401
Tratamientos	12	2549.556923	212.463077	<.0001
Error	24	554.836923	23.118205	
CV (%)				15.9%

El clon P-131 presentó el mejor comportamiento, con un rendimiento de $47.7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, que está al mismo nivel de las variedades comerciales en el área papera de Panamá (Gutiérrez y Muñoz 2009) y que supera el rendimiento de clones de esta población reportados por Gastelo et al. (2012) en evaluaciones realizadas en campos experimentales del Centro Internacional de la Papa en el Perú. Los clones P-104, P-105 y P-128 presentaron rendimientos al mismo nivel estadístico; siendo un comportamiento muy satisfactorio de estos cultivares de papa, con la ventaja de que se lograron con pocos insumos externos.

Durante el cultivo no hubo incidencia de plagas importantes desde el punto de vista económico, por lo tanto, no se realizaron aplicaciones de plaguicidas lo que era de esperar, dado que estos genotipos han sido seleccionados por su tolerancia al principal patógeno que ataca este cultivo en Panamá y a nivel mundial, el oomiceto *P. infestans*.

Hay que destacar que los agricultores del área se ven obligados a aplicar fungicidas sintéticos para el control de esta plaga en el cultivo de

otras solanáceas, como el tomate y el ají; se requiere, en un futuro, evaluar estos cultivares en presencia de *P. infestans*, en estas áreas.

Se aplicaron muy pocas cantidades de abonos químicos ($100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fertilizante 12-24-12), lo que debe resultar en un costo de producción menor al usual, en el área papera de la provincia de Chiriquí, donde se realizan aplicaciones semanales de plaguicidas y de más de $2.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fertilizante químico. La presión de plagas puede ir aumentando en la medida que se incremente el área de cultivo y, consecuentemente, la presencia de inóculos (National Academy of Science 1992). Sólo el genotipo P-111 fue superado estadísticamente por la mayoría de los clones (Cuadro 3). Luján (1994) afirma que la papa es una planta originaria de los Andes suramericanos, cuya producción comercial, en Colombia, se concentra en paisajes y ecosistemas de montaña de clima frío, entre los 2000 y 3500 msnm, sin embargo, en este ensayo se obtuvo resultados prometedores a alturas cercanas a los 1000 msnm, con temperaturas nocturnas apenas inferiores a los $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (PAN 2002).

CUADRO 3. MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO DE CLONES DE LA POBLACIÓN LBHT DE LLANO TUGRÍ. 2012.

Clon		Rendimiento (t·ha ⁻¹)	
Código IDIAP	Código CIP		
P-131	398180.612	47.7	a
P-104	398180.289	37.8	ab
P-105	398180.144	35.1	abc
P-128	398193.158	33.4	abcd
P-121	398190.53	32.1	bcd
P-115	398208.62	32.0	bcd
P-126	398208.29	30.7	bcd
P-130	398180.292	30.2	bcd
P-113	393371.58	29.3	bcd
P-127	398208.505	29.0	bcd
P-114	391691.96	22.3	cde
P-138	398192.213	19.9	de
P-111	398098.98	13.6	e

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Tukey.

En cuanto a las características físicas de los tubérculos, la gran mayoría de los clones presentó color de la piel y pulpa crema o amarillo claro y ojos superficiales que son los que comúnmente prefiere el consumidor panameño.

El clon P-104 fue el que presentó un contenido de sólidos superior al 18%, mínimo requerido para el procesamiento industrial (Cuadro 4).

Los materiales evaluados presentados en el Cuadro 4, representan una oportunidad de mejorar la accesibilidad a este alimento, contribuir a la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición en estas áreas, donde los alimentos escasean y la mayoría de los pobladores sobreviven con una escasa y deficiente alimentación, además de brindar una oportunidad de negocio.

CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS TUBÉRCULOS DE CLONES DE LA POBLACIÓN LBHT DE LLANO TUGRÍ. 2012.

Clon	Color		Ojos	Forma	Contenido de sólidos (%)
	Piel	Pulpa			
P-131	Rosada	Amarillo pálido	Superficiales	Semialargada	<17.0
P-104	Crema	Amarillo pálido	Superficiales	Semiredonda	18.5
P-105	Crema	Amarillo pálido	Superficiales	Semiredonda	<17.0
P-128	Crema	Crema	Superficiales	Semiredonda	<17.0
P-121	Crema	Crema	Superficiales	Redonda	17.8
P-115	Crema	Crema	Superficiales	Semiredonda	<17.0
P-126	Crema	Crema	Superficiales	Semiredonda	<17.0
P-130	Crema	Crema	Superficiales	Semiredonda	17.8
P-113	Crema	Crema	Superficiales	Semiredonda	<17.0
P-127	Crema	Amarillo pálido	Superficiales	Semiredonda	17.8
P-114	Púrpura	Amarillo pálido	Superficiales	Redonda	<17.0
P-138	Crema	Crema	Superficiales	Semialargada	17.8
P-111	Crema	Crema	Superficiales	Semiredonda	17.8

CONCLUSIONES

- De los clones evaluados, 11 presentaron un rendimiento superior a la media nacional que es de 22 t·ha⁻¹.
- El clon P-104 presenta un alto contenido de sólidos que puede ser utilizado para el procesamiento agroindustrial.

RECOMENDACIÓN

Los clones que presentaron un mayor rendimiento y contenido de sólidos deben ser evaluados en diferentes localidades de las tierras altas de la comarca para poder recomendar los más sobresalientes, a los campesinos de esa región.

BIBLIOGRAFÍA

- CIP (Centro Internacional de la Papa). 2010. Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa. Guía para colaboradores internacionales. Lima, PE. 151 p.
- Das, A; Gosal, SS; Sidhu, JS; Dhaliwal, HS. 2000. Induction of mutations for heat tolerance in potato by using *in vitro* culture and radiation. Euphytica 114:205-2009.
- Gastelo, M; Landeo, J; Díaz, L; Bonierbale, M. 2012. Nuevos clones elites de papa con resistencia al tizón tardío y tolerancia al calor desarrollados por

- el CIP para enfrentar al cambio climático: Población LBHT. In XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa ALAP. Memoria. Uberlandia, BR. p. 39.
- Gutiérrez, A; Muñoz, J. 2009. Interacción genotipo por ambiente de siete variedades de papa en la zona papera de Chiriquí, Panamá. Revista Latinoamericana de la Papa 15(1): 12-19.
- Hijmans, RJ. 2003. The effect of climate change on global potato production. American Journal of Potato Research 80:271-280
- Levy, D; Veilleux, R. 2007. Adaptation of potato to High Temperatures and Salinity – A Review. Amer. Journal of Potato Research 84:487-506.
- Lujan, L. 1994. La ecología de la papa. In Revista Papa No. 12. Federación Colombiana de Productores de Papa. Bogotá, D.C. 36 p.
- Luján, L. 1996. Historia de la papa (en línea). Revista Papa, Órgano Informativo de la Federación Colombiana de Productores de Papa, FEDEPAPA. No. 16.
- Consultado 20 mayo 2013. Disponible en <http://www.todopapa.com.ar/pdf/historiadelapapa.pdf>
- National Academy of Science. 1992. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. Volumen 1: Control de plagas de plantas y animales. Grupo Noriega Editores. Séptima reimpresión. México. Editorial Limusa. 223 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2005. Declaración: Año Internacional de la Papa. La Asamblea General (en línea). Consultado 20 mayo 2013. Disponible en <http://www.potato2008.org/es/elaip/onu.html>
- PAN (Proyecto Agroforestal Ngäbe Buglé). 2002. Atlas de la Comarca Ngäbe Buglé. Proyecto agroforestal Ngäbe Buglé. ANAM-GTZ. San Félix, Chiriquí, PA. 34 p.
- Pérez, W; Forbes, G. 2008. El tizón tardío de la papa. Manual técnico. International Potato Center. Lima, PE. 39 p.