

EVALUACION AGRONOMICA DE CUATRO CLONES PROMISORIOS Y TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CON INVESTIGACION PARTICIPATIVA, EN CUATRO LOCALIDADES DE LA PROVINCIA BOLIVAR.

Por: Carlos Monar; David Silva; Iván Velasco e Iván Guambuete.

Instituto de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar Matriz Guaranda
Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira Guaranda-Bolívar-Ecuador
investigación@ueb.edu.ec

RESUMEN.

La papa es el cuarto cultivo en importancia a nivel mundial por su contribución a la seguridad y soberanía alimentaria. Sin embargo las variedades que demanda el mercado nacional como Superchola, Chola, I- Gabriela, etc., son susceptibles, a la lancha (*Phytophthora infestans*), lo cual incide en una alta dependencia de plaguicidas y contaminación del ambiente y además no reúnen todos los requerimientos en cuanto a caracteres morfológicos, agronómicos y nutricionales que demandan los diferentes segmentos como la agroindustria, Pollerías y Restaurantes. Esta investigación se realizó con el propósito de evaluar en forma participativa cuatro clones promisorios de papa y con buenas características nutricionales, procedentes del INIAP. El perfil de aceptabilidad de los diferentes segmentos del mercado son: tubérculos de forma redonda u oblonga, color de la epidermis rosado o rojo, ojos superficiales, color de la pulpa amarillo, resistentes a la lancha, sanidad de tubérculos, latencia promedio de 60 días, contenido de materia seca superior al 21%, azúcares reductores totales inferior a 0,05% y gravedad específica mayor a 1,08. Los clones que tienen estos indicadores fueron el T4 (C-176-97); T5; T7 y las variedades I- Frippapa e I- Natividad. El rendimiento más elevado presentaron el T2: I- Natividad con 40, 57 y el T4: C-176-97 con 38,02 TM/ha. Los mejores indicadores de calidad nutricional como materia seca, gravedad específica y azúcares reductores presentó el Clon – 176-97.

ABSTRACT.

The potato is the fourth crop in importance worldwide for its contribution to security and food sovereignty. However the varieties demanded by the domestic market are susceptible to the blight disease (*Phytophthora infestans*), which it affects a high dependency on pesticides and pollution of the environment and in addition they do not the requirements with regard to nutrition, agronomic and morphological characters that require different segments such the agroindustry, poultries and restaurants. This research was conducted with the aim of assessing participatory four promising potato clones tolerant to the blight and with good nutritional features. The profile of acceptability of the different segments of the chain of the potato are: tubers rounds or oblongs shaped, pink or red main color of skin, superficial eyes, main pulp cream or yellow, resistant to the blight disease, good health of tubers, average latency of 60 days, content matter dry over 21%, total reducing sugars below 0.05% and 1.08 specific gravity. The potato clones that have these indicators were the T4; T5, T7 and satisfactory quality varieties INIAP Frippapa and INIAP Natividad. The highest average yield at all four sites and four years of study were the T2 treatments: variety INIAP Natividad with 40, 57 and T4: C-176-97 with 38.02 TM / ha. The best indicators of quality as specific gravity, dry matter and sugar reducers were the clone C- 176-97.

PALABRAS CLAVE.

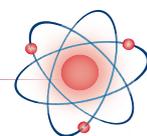
Azúcares Reductores, Bastones, Gravedad Específica y Materia Seca.

I. INTRODUCCION.

La papa es el cuarto cultivo alimenticio a nivel mundial y el producto llega a más de mil millones de consumidores, con una producción global de 300 millones de TM (FAO, 2006. Citado por Velasco I. 2009). En Ecuador, se cultivan 43 500 has, con un promedio de 7,5 TM (INIAP, 2009). En la provincia Bolívar el 90% del sistema de producción es papa – pastos, con una superficie cultivada de 3 500 has y un rendimiento medio de 7,2 TM (Monar, C. 2010). La papa es un cultivo relevante en las cadenas del agronegocio y por su contribución a la seguridad alimentaria. Sin embargo en Ecuador, tiene bajos indicadores de productividad, debido a enfermedades como la lancha (*Phytophthora infestans*), rizoctonia (*Rhizoctonia solani*), virus, etc.; e insectos plaga: gusano blanco (*Premnotriplex vorax*) y la polilla (*Tecia solanivora*).

Además es evidente el cambio climático, lo que genera periodos de extrema humedad, o sequía, vientos con velocidades de hasta 60 km/hora, granizadas y heladas. Los cultivares que demandan los segmentos del mercado, tienen una alta dependencia de plaguicidas, incidiendo en la contaminación del ambiente, la salud y altos costos de producción. Cambios en los hábitos de consumo, nuevas exigencias del mercado, variabilidad climática, etc., hacen prioritario fortalecer los procesos de Investigación Participativa (IP), mediante alianzas estratégicas de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB) con el INIAP, el Centro Internacional de la Papa (CIP), el MAGAP, FAO y otros actores, para generar cultivares precoces, tolerantes a la lancha, sequía, heladas, con características varietales y nutricionales que demandan los diferentes segmentos del mercado para el consumo en fresco, pollerías y la agroindustria. Esta investigación, planteó los siguientes objetivos: i) Evaluar con IP, las principales características morfológicas y agronómicas de cuatro clones promisorios de papa y tres variedades comerciales en cuatro localidades de la provincia Bolívar y cuatro años de estudio ii) Determinar la calidad culinaria y nutricional de cuatro clones en varias formas de consumo en fresco y en fritura tipo bastones en pollerías y restaurantes y iii) Seleccionar los mejores clones para las zonas agroecológicas de Yagui, Cochabamba, Shacundo y Laguacoto de la provincia Bolívar.

II. MATERIALES Y METODOS. El proceso de IP, se realizó en las localidades de Yagui (Cantón San Miguel), Shacundo y Laguacoto II y Laguacoto III (Cantón Guaranda), durante los años 2009, 2010, 2011 y 2012. Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos (T1: INIAP-Gabriela; T2: INIAP- Natividad; T3: INIAP- Frippapa; T4: C-176-97; T5: C-98-14-8; T6: C- 98-38-12 y T7: C-98-11-6) y tres repeticiones dentro de cada localidad. Las variables que se evaluaron fueron morfológicas, agronómicas y nutricionales. Se hicieron análisis de varianza sencillo y combinado, prueba de Tukey al 1%, IP a través de Matriz de Caritas en las fases de floración, poscosecha y usos. Las pruebas de fritura, se efectuaron en restaurantes y pollerías de



III. RESULTADOS.

Cuadro 1. Resultados de la prueba de Tukey al 1%, para comparar los promedios de tratamientos en la variable rendimiento en TM/ha en cuatro localidades de la provincia Bolívar y cuatro años de estudio.

LOCALIDADES/AÑOS							
Yagui/2009		Shacundo/2010		Laguacoto II /2011		Laguacoto III /2012	
Trat.	Prom	Trat.	Prom	Trat.	Prom	Trat.	Prom
T2	51.17 A	T2	35.55 A	T4	38.44 A	T4	44.78 A
T5	40.57 B	T4	31.62 B	T5	38.31 A	T5	39.48 B
T7	39.37 C	T6	28.66 C	T2	37.52 AB	T2	38.31 C
T4	37.25 D	T7	27.48 CD	T7	37.28 AB	T7	38.27 C
T6	33.22 E	T5	26.54 DE	T6	36.34 B	T6	34.37 D
T3	29.28 F	T3	25.44 EF	T3	30.27 C	T3	28.53 E
T1	23.27 G	T1	24.67 F	T1	12.51 D	T1	11.31 F
MG =36.30 TM		MG = 28.56 TM		MG =32.95 TM		MG = 33,58 TM	
CV =0.34%		CV =1.54%		CV = 1.19%		CV = 0.68%	
Probabilidad **		Prob. **		Prob. **		Prob. **	

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1%.

MG = Media General en TM/Ha. ** Altamente significativo al 1% entre los tratamientos y entre localidades.

Código tratamientos: T1: INIAP- Gabriela; T2: INIAP - Natividad; T3: INIAP - Fripapa;

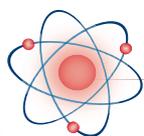
T4: C-176-97; T5: C-98-14-8; T6: C- 98-38-12 y T7: C-98-11-6.

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado para la variable rendimiento en TM/Ha.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fisher	Prob.
Repeticiones	2	212.07	106.035	972.798**	0.0000
Localidades	3	652.16	217.388	1991.38**	0.0000
Tratamientos	6	4179.54	696.589	6381.10**	0.0000
Loc x Trat	18	1308.75	72.708	666.04**	0.0000
E. Exp.	54	5.89	0.109		
TOTAL	83	6358.41			

** = Altamente significativo al 1%

Media General= 32.86 TM/ha CV 1.01%

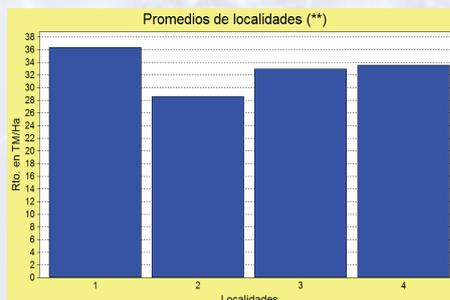


Cuadro 3. Prueba de Tukey al 1% para comparar promedios de cuatro localidades en TM/Ha.

LOCALIDAD	PROMEDIO	RANGO
1: Yagui	36.34	A
4: Laguacoto III	33.58	B
3: Laguacoto II	32.95	C
2: Shacundo	28.56	D

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1%.

Gráfico 1. Rendimientos promedios de localidades en TM/Ha.

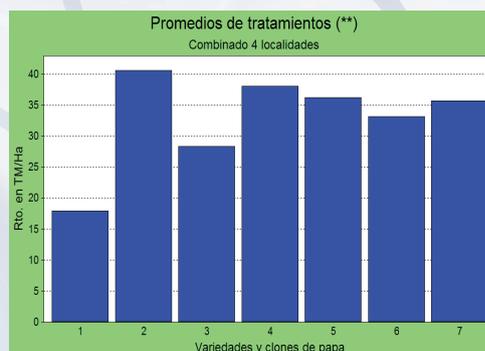


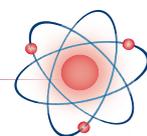
Cuadro 4. Prueba de Tukey al 1% para comparar promedios de tratamientos (Variedades y clones de papa) en TM/Ha.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO
T2: INIAP Natividad	40.57	A
T4: C-176-97	38.02	B
T5: C-98-14-8	36.22	C
T7: C-98-11-6	35.73	D
T6: C-98-38-12	33.15	E
T3: INIAP Fripapa	28.38	F
T1: INIAP Gabriela	17.94	G

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1%.

Gráfico 2. Rendimientos promedios de tratamientos.





Cuadro 5. Prueba de Tukey al 1% para comparar promedios de la interacción Localidades por tratamientos en TM/Ha.

LOC x TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO
L1T2	51.17	A
L4T4	44.78	B
L1T5	40.57	C
L1T7	39.60	CD
L4T5	39.48	CDE
L3T4	38.44	DEF
L3T5	38.31	EF
L4T7	38.31	EF
L4T2	38.27	F
L3T7	37.52	FG
L3T2	37.28	FG
L1T4	37.25	FG
L3T6	36.34	GH
L2T2	35.55	HI
L4T6	34.37	IJ
L1T6	33.22	J
L2T4	31.62	K
L3T3	30.27	L
L1T3	29.28	LM
L2T6	28.66	MN
L4T3	28.53	MN
L2T7	27.48	NO
L2T5	26.54	OP
L2T3	25.44	PQ
L2T1	24.67	Q
L1T1	23.27	R
L3T1	12.51	S
L4T1	11.31	T

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1%

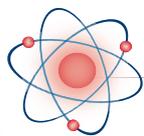
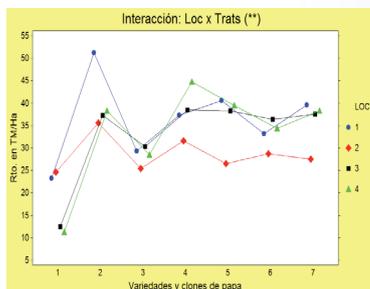


Gráfico 3. Interacción de factores: Localidades por tratamientos.



IV. DISCUSION. La respuesta de los clones y cultivares de papa en relación al rendimiento evaluado en TM/ha, fueron muy diferentes, dentro de cada localidad, entre localidades y años, lo que confirma que este componente, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente. Las condiciones climáticas de los años 2009 y 2010 en Yagui y Shacundo, fueron relativamente secas, sin embargo en Laguacoto los años 2011 y 2012, fueron muy húmedos, lo que incidió en una mayor incidencia y severidad de la lancha en el testigo INIAP- Gabriela.

La respuesta de las localidades evaluadas en cuanto a la variable rendimiento de papa en TM/ha, fueron muy diferentes (Cuadro 2). Con la prueba de Tukey al 1%, el rendimiento promedio más elevado, se determinó en la localidad (L1): Yagui con 36.34 TM/ha (Cuadro 3 y Gráfico 1). Esta localidad presentó las mejores características físicas, químicas y biológicas del suelo, condiciones climáticas favorables en relación a la cantidad y distribución de la precipitación y no se presentaron vientos fuertes ni presencia de temperaturas bajas. El menor promedio de rendimiento se determinó en la localidad L2 (Shacundo) con 28.50 TM/ha (Cuadro 3 y Gráfico 1). Esta zona agroecológica tuvo mayor estrés de sequía y presencia de fuertes vientos en la fase de tuberización.

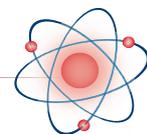
El comportamiento agronómico de los tratamientos (variedades y clones de papa)

en relación a la variable rendimiento en las localidades evaluadas, fue diferente, esto confirma la fuerte interacción del germoplasma con el medio ambiente. Con la prueba de Tukey al 1%, los rendimientos promedio más altos, se calcularon en los tratamientos T2: INIAP Natividad y T4: C-176-97 con 40.57 y 38.02 TM/ha respectivamente. El rendimiento

promedio menor, se registró en el testigo T1: INIAP Gabriela apenas con 17.94 TM/ha (Cuadros 1 y 4; y Gráfico 2). INIAP Gabriela es una variedad liberada en el año 1982, misma que es muy susceptible a la lancha, es más tardía, necesita mayor cantidad de agua, por lo tanto se reflejó en el menor rendimiento. INIAP Natividad es un cultivar que se liberó en el año 2007 y el Clon C-176-97, son más precoces, y resistentes a la lancha, lo que tuvo una relación directa con los mejores rendimientos.

La respuesta de las localidades y clones en cuanto a la variable rendimiento de papa dependieron de las localidades; es decir fueron factores independientes, con una interacción significativa al 1% (Cuadro 2). Los rendimientos promedio más elevados, se registraron en los tratamientos: LIT2 (Localidad de Yagui e INIAP Natividad) y L4T4 (Localidad Laguacoto III y el Clon C-176-97) con 51.17 y 44.78 TM/ha respectivamente. El rendimiento menor, se registró en el tratamiento L4T1 (Localidad de Laguacoto III e INIAP Gabriela) con 11.31 TM/ha (Cuadro 5 y Gráfico 3). En esta localidad, existió excesiva precipitación durante el ciclo de cultivo, por lo tanto hubo mayor incidencia y severidad de la lancha.

La dependencia de factores: variedades por localidades, es fundamental evaluarla, para conocer la respuesta de las variedades en los diferentes ambientes. Así claramente la variedad INIAP Natividad, tuvo el mejor comportamiento en la localidad de Yagui. El clon C-176-97, presentó un comportamiento más estable en las localidades de Laguacoto II y Laguacoto III. (Gráfico 3). La interacción significativa de los factores localidades por variedades, nos permite hacer recomendaciones válidas para cada zona agroecológica y nichos de mercados.



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones:

- Para localidades el rendimiento promedio más alto, se determinó en la localidad L1: Yagui con 36.34 TM/Ha.
- Para los tratamientos variedades y clones de papa, los promedios más elevados, se calcularon en el T2: INIAP Natividad y el T4: C-176-97 con 40.57 y 38.02 TM/Ha respectivamente.
- En la interacción de factores localidades por tratamientos, los promedios más elevados, se determinaron en los tratamientos: L1T2 (Localidad de Yagui e INIAP Natividad) y L4T4 (Localidad de Laguacoto III con el Clon 176-97), con 51,17 y 44.78 TM/Ha.
- Los criterios de mayor aceptabilidad por parte del grupo meta (Beneficiarios/as) fueron: sanidad de plantas y tubérculos, ciclo de cultivo precoz, rendimiento, tubérculos color rosado y rojo, forma redonda u oblonga, pulpa crema y amarilla, ojos superficiales, textura arenosa, cocción rápida, adecuado para consumo en fresco y fritura tipo bastones.
- Los indicadores de calidad fueron: proteína 8,6% y materia seca 24%.
- Finalmente este estudio contribuyó en seleccionar clones promisorios, para mejorar la productividad del cultivo con valor agregado para los diferentes segmentos del mercado de consumo en fresco y pollerías. Los clones seleccionados fueron el T4; T5 y T7 con alta perspectiva de aceptabilidad por los atributos varietales y de calidad, mismos que pueden ser liberados como variedades comerciales y particularmente el clon T4 para la provincia Bolívar.

Recomendaciones.

- Continuar con el proceso de Investigación participativa de los clones T5; T6 y T7 en las zonas agroecológicas de San Pablo y Chillanes.
- Se recomienda al INIAP Santa Catalina, Programa de Raíces y Tubérculos Rubro Papa y a la UEB, liberar como variedad comercial al Clon 176-97 por los atributos de calidad: morfológicos, agronómicos, nutricionales y tolerancia a la incidencia y severidad de la lancha.
- La variedad INIAP Natividad y el Clon 176-97, se recomiendan su consumo en sopas, papas enteras, puré, tortillas y en fritura tipo bastones.
- Producir semilla de calidad del clon 176-97, a través del Programa de Semillas de la UEB, en alianza con el INIAP y el Proyecto de Semillas Andinas MAGAP FAO y las organizaciones de productores semilleristas.
- Realizar la transferencia de tecnología del cultivo de papa con Buenas Prácticas de Cultivo, mediante alianzas con el proyecto Semillas Andinas MAGAP FAO y la UEB.
- La Universidad Estatal de Bolívar a través de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, dar valor agregado a la papa, para generar desarrollo local y sostenibilidad, en alianza estratégica con el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, dentro del proyecto de industrialización de la papa.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Arévalo V: Análisis de Género en la investigación y transferencia de tecnologías mejoradas en los sistemas de producción agrícola. Quito - Ecuador 121, 1995.
2. Ashby J: Manual para la evaluación de tecnología con productores. Proyecto de Investigación Participativa en

Agricultura (IPRA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali - Colombia 102, 1998.

3. Barrera V. et al: Caracterización y Tipificación de los Sistemas de Producción Mixtos: Cultivos-Ganadería en el Alto Guanujo del Cantón Guaranda – Ecuador 58, 2009.

4. Barrera V. et al: Experiencias en el manejo Integrado de Recursos Naturales en la Subcuenca del Río Chimbo, Ecuador. INIAP - SANREM CRSP – SENACYT; Editorial ABYA - YALA. Quito- Ecuador 316, 2010.

5. Cuesta X: Evaluación y caracterización de clones de papa con resistencia duradera In: INIAP – CIP Quito- Ecuador 20, 2002.

6. Culqui: Estudio de Línea Base en Producción, Tecnología y Comercialización, en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L) en Cuatro Zonas Paperas de la Provincia Bolívar. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Guaranda - Ecuador 140, 2006.

7. Fernández E: Memorias del Taller Internacional Complementando la Resistencia al Tizón (*Phytophthora infestans*) en los Andes. Lima - Perú 201, 2001.

8. Forbes C: Mejoramiento de variedades de papa resistentes a la lancha. In: Revista INIAP – CIP. Quito - Ecuador, 2002.

9. Guambuguete I: Tesis Ingeniero Agrónomo. Evaluación Agronómica de Cuatro Clones Promisorios y tres Variedades Comerciales de papa. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Guaranda - Ecuador 120, 2010.

10. INIAP: Participación y Género en la Investigación Agropecuaria. Guía de Investigación Participativa y Análisis de Género para Técnicos/as del Sector Agropecuario. Quito - Ecuador 128, 2001.

11. INIAP: Informe Anual de actividades. Programa de Papa INIAP Santa Catalina. Quito – Ecuador 90, 2009.

12. INIAP: Informe Anual. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa. INIAP Santa Catalina. Quito - Ecuador 110, 2010.

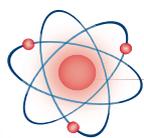
13. López R: 2011. Tesis Ingeniero Agrónomo. Evaluación y selección de plantas mutantes con resistencia a tizón tardío en variedad Superchola. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Guaranda - Ecuador 130, 2011.

14. Monar C y Rea A: Caracterización de 38 clones de papa. Guaranda – Ecuador 15, 2003.

15. Monar C: 2010. Informe Anual de actividades. INIAP Bolívar. Guaranda - Ecuador 35, 2010.

16. Monar C: Proyecto de investigación y producción de semillas. UEB. Guaranda - Ecuador 12, 2011.

17. Morocho G: Tesis Ingeniero Agrónomo. Balance de la oferta y demanda de la papa para la industria. Estudio de caso



ciudad de Quito. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Guaranda – Ecuador 88, 1997.

18. Pumisacho M y Sherwood S: El cultivo de la papa en el Ecuador. Edición 2002. Quito – Ecuador 254, 2002.

19. Velasco I: Tesis Ing. Agrónomo. Evaluación de ocho clones de papa. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Guaranda – Ecuador 120, 2009.

VII. BIOGRAFIA.



Carlos Marcial Monar Benavides, nació en San Simón, Guaranda. Ingeniero Agrónomo graduado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de la ciudad de Riobamba, Ecuador, año 1983 y Maestría en Agronomía en la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez USA en 1992. Magister en Gerencia de

Empresas

Agropecuarias UEB 2011, Guaranda, Ecuador. Investigador del INIAP por 26 años. Actualmente Docente Principal e investigador agrícola de la UEB. Amplia experiencia y conocimiento de los procesos de investigación participativa, validación, transferencia de tecnología, producción de semilla y capacitación en campos de productores/as. Autor y coautor de