

INIAP-Josefina: Nueva variedad de papa con tolerancia a la sequía**X. Cuesta^{1/*}, J. Rivadeneira¹, F. Yumisaca¹, E. Carrera¹, C. Monteros¹, I. Reinoso¹***Recibido: 22/02/2016**Aceptado: 04/03/2017**Accesible en línea: Junio 2017***Resumen**

Entre los factores abióticos, la sequía es el más complejo y devastador a escala mundial ya que la disponibilidad de agua es crucial para la obtención de altos rendimientos en el cultivo de papa. En el Ecuador, las épocas de lluvia se modificaron y la disponibilidad de agua en algunas zonas es cada vez menor. Por lo cual el INIAP desarrolló un programa de mejoramiento genético para seleccionar una variedad con tolerancia a este factor abiótico. Como resultado se seleccionó a la variedad INIAP-Josefina, la cual posee tolerancia al estrés causado por la sequía y características agronómicas y de calidad favorables. INIAP-Josefina presenta un rendimiento entre 18 a 36 t/ha con tubérculos de forma oblonga, ojos medios, piel de color roja, pulpa amarilla, el contenido de materia seca promedio es de 23 % y de azúcares reductores es menor al 0.22%. Se puede utilizar para consumo en fresco y para procesamiento en forma de bastones. El ciclo de cultivo es de 140 a 160 días y la dormición del tubérculo se estima en 60 días.

Palabras clave adicionales: variedad, tolerancia, déficit hídrico, *Solanum tuberosum*.**INIAP-Josefina: A new drought tolerant potato variety****Summary**

Drought is the most complex and devastating abiotic factor worldwide, since the availability of water is crucial for obtaining high yields of potato. In Ecuador, the rainy season has changed and the availability of water in some areas is declining. Therefore INIAP developed a breeding program to select a variety with tolerance to this abiotic factor. As a result INIAP-Josefina was selected, this variety has tolerance to stress caused by drought and favorable agronomic and quality characteristics. INIAP-Josefina yields between 18-36 t / ha under farmer's field, the tuber has oblong shape, mean depth of eyes, red skin color and yellow flesh color, the average dry matter content was 23% and reducing sugars were less than 0.22%. It is recommended for fresh consumption and processing as French fries. Its growing cycle is between 140 to 160 days and tuber dormancy is estimated at 60 days.

Additional Key words: variety, tolerance, water shortage, *Solanum tuberosum*

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: xavier.cuesta@iniap.gob.ec

¹ Investigadores Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana Sur Km 1 Quito Ecuador.

Introducción

La papa es uno de los principales cultivos a nivel mundial y en Ecuador representa la base de la alimentación de gran parte de la población (Devaux et al., 2010). El cultivo es fuertemente afectado por factores bióticos y abióticos que pueden ocasionar pérdidas significativas en la producción del cultivo.

Entre los factores abióticos, la sequía es el más complejo y devastador a escala mundial ya que la disponibilidad de agua es crucial para la obtención de altos rendimientos en el cultivo de papa (Boyer 1982). Varias investigaciones han mostrado que la sequía tiene un efecto negativo sobre los caracteres morfológicos y fisiológicos de la planta de papa, tales como el tamaño y número de hojas, altura del tallo, la tasa de fotosíntesis, el número de tubérculos, el rendimiento y la biomasa (Haverkort et al., 1991; Dalla Costa et al., 1997). Miller and Martin, (1987) demostraron que por cada mm de déficit de agua se estima una pérdida en rendimiento de 117 kg/ha. Los modelos climáticos indican que a nivel mundial los episodios de sequía serán más frecuentes debido a los efectos del calentamiento global (Salinger et al., 2005; Cook et al., 2007). En el Ecuador, las épocas de lluvia se modificaron y la disponibilidad de agua de lluvia para el cultivo en algunas zonas es cada vez menor. Por lo cual es necesario desarrollar estrategias de adaptación del cultivo de papa a estos cambios climáticos, una de las cuales es el desarrollo de variedades que toleren estas condiciones de estrés causado por la sequía. Se ha hallado reportes de una respuesta diferencial al estrés por sequía en papas silvestres y cultivadas (Martínez y Moreno, 1992; Steckel y Gray 1979; Ekanayake, 1993). Esta variación genética podría ser explotada para su uso en mejoramiento genético para el desarrollo de variedades con tolerancia a este factor abiótico.

Por lo cual en el año 2003 el INIAP inició un programa de mejoramiento genético

para el desarrollo de germoplasma con tolerancia a la sequía, como resultado de este trabajo se seleccionó la variedad INIAP-Josefina por presentar mejor comportamiento agronómico bajo condiciones de estrés hídrico y obtuvieron la mayor aceptación de los agricultores evaluadores. Esta variedad fue liberada a mediados del 2015.

Materiales y métodos

El proceso de evaluación y selección de los genotipos de papa se basó en la metodología propuesta por Cuesta et al., (2015), el cual contempla siete fases desde la selección de progenitores y los cruzamientos hasta la liberación de la variedad. Las primeras fases de evaluación se realizan en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP-Ecuador, para posteriormente establecer ensayos en varios ambientes y en las últimas fases participan los agricultores en la evaluación y selección.

Características de la variedad INIAP - Josefina

Origen

La variedad INIAP-Josefina fue seleccionada a partir de un cruzamiento entre la variedad nativa Bolona por un híbrido entre yema de huevo (*Solanum phureja*) y la variedad silvestre (*Solanum pausissectum*) (Figura 1).

Morfológicas

Para la caracterización morfológica se utilizaron los descriptores del Centro Internacional de la Papa (Gómez, 2000).

Agronómicas, de calidad y usos

Se utilizaron los procedimientos y se midieron las variables descritas en Cuesta et al. (2015).

Análisis de estabilidad

Se utilizó el análisis modificado de estabilidad de ensayos en campo, procedimiento propuesto por Hildebrand,

(1984). Se realizó un análisis de regresión del rendimiento y los índices ambientales Eberhart y Russell (1966) y una distribución gráfica de los intervalos de confianza del rendimiento de la variedad INIAP- Josefina comparado con la variedad testigo Superchola.

Tolerancia a la deficiencia hídrica

Invernadero

Se utilizó la metodología descrita por Ekanayake *et al.* (1993) y modificada por Hinojosa (2009), la cual propone suspender el riego por 20 días desde el inicio de la tuberización. Las variables que permitieron diferenciar los niveles de tolerancia fueron rendimiento por planta, promedio geométrico del rendimiento, rendimiento relativo de la biomasa y rendimiento relativo del tubérculo.

Rendimiento por planta y promedio geométrico del rendimiento

Se calculó el promedio geométrico del rendimiento (PG) con la raíz cuadrada de los productos de los rendimientos bajo estrés hídrico y sin estrés (Falconí, 2005).

Rendimiento relativo de la biomasa:

Se calculó el rendimiento relativo de la biomasa como la relación entre el peso seco de la planta bajo estrés y el peso seco de la planta sin estrés, expresado en porcentaje (Rossouw y Waghmara, 1995).

Rendimiento relativo del tubérculo:

Se calculó el rendimiento relativo de tubérculo como la relación entre el peso seco del tubérculo bajo condiciones de estrés con el peso seco del tubérculo sin

estrés y expresado en porcentaje (Rossouw and Waghmara, 1995).

Campo

Se realizaron ensayos, en zonas con déficit hídrico de la Provincia de Chimborazo (precipitación < 400 mm durante el ciclo) y un ensayo en condiciones óptimas para desarrollo del cultivo a través de la instalación de un sistema de riego por goteo (Peña, 2013). Se evaluaron variables relacionadas con el desarrollo de la planta (datos no reportados) y el rendimiento total y por categorías (Comercial >90 g; Primera 60-90 g; Fina <60 g) comparando las variedades INIAP-Josefina y Superchola.

Evaluación y Selección participativa con agricultores

Se realizaron durante tres ciclos de selección la evaluación de los clones de papa con agricultores utilizando la metodología de mejoramiento participativo (Cuesta *et al.*, 2007), se utilizó la variedad INIAP-Estela como testigo por ser la variedad local y debido a sus características de tolerancia a la sequía (INIAP, 2010). Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Friedman al 5%.

Estudio de preferencias con agricultores

Con el objetivo de conocer la aceptación de la variedad INIAP-Josefina en la fase de cosecha y degustación, se realizó una evaluación participativa con agricultores de Chimborazo. Se utilizó como herramienta la matriz de evaluación absoluta (Ashby, 1991; INIAP, 2001) y finalmente se identificaron los principales criterios de selección.

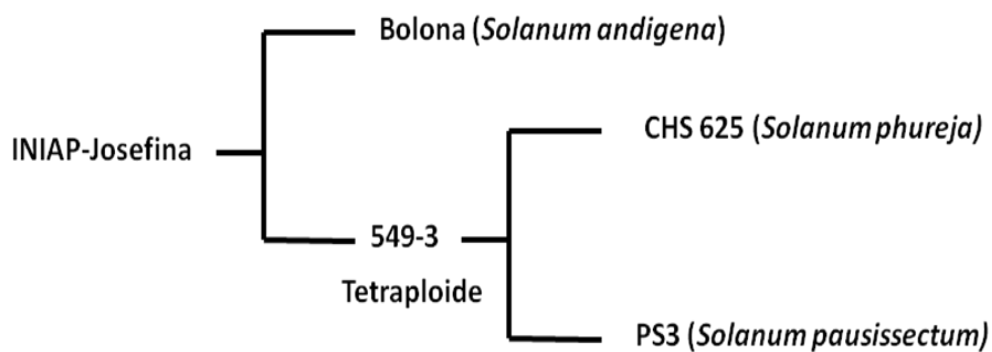


Figura 1. Pedigrí de la variedad INIAP-Josefina

Resultados (Descripción de la variedad)

Características morfológicas del tubérculo:

Los tubérculos tienen forma oblonga con ojos medios, piel de color rojo pálido sin

color secundario, pulpa amarilla, sin color secundario.

Características agronómicas:

En la Tabla 1 se describen las principales características agronómicas de la variedad.

Tabla 1. Principales características agronómicas de la variedad INIAP-Josefina.

CARACTERÍSTICAS	
Días a la floración	74 – 90
Días a la cosecha	140-160
Vigor de planta	Vigorosa
Cobertura del suelo	Completa
Altura de planta (m)	0.70–0.90
Sequía	Tolerante
Tizón tardío	Moderadamente Susceptible
Brotación	Múltiple
Tubérculos por planta	15-28
Rendimiento (kg/planta)*	0.8 - 1.4
Rendimiento (t/ha)*	18–36
Clasificación de los tubérculos(%)	
• Primera	50
• Mediana	40
• Fina	10

* Rango de rendimiento bajo condiciones experimentales en campos de productores

Tabla 2. Principales características de calidad de los tubérculos de INIAP-Josefina.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Materia Seca (%)	23.0
Azúcares reductores (%)*	0.20
Proteína (%)*	8.91
Fibra (%)*	1.97
Extracto Libre de Nitrógeno (%)*	82.27
Cenizas	4.23
Extracto Etéreo (%)*	0.105
Polifenoles (mg/g)*	3.02
Carotenoides Totales ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	562.3
Zinc (ppm)*	7.72
Fe (ppm)*	53.28
Vitamina C (mg/100g)	12.95
Tiempo de cocción (min) **	32
Color de la papa cocida	Crema

Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, * En base seca, ** Prueba a 3,050 m.s.n.m.

Características de calidad:

En la Tabla 2 se describen las principales características de calidad de la variedad INIAP-Josefina, sobresalen su elevado

contenido de materia seca 23%, el contenido de antioxidantes (carotenoides y polifenoles) es relativamente alto comparado con otras variedades (Cuesta, 2013).

Usos

Es apta para consumo en fresco en forma de papa cocinada, sopas, puré y tortillas. Por su alto contenido de materia seca (23%), bajo contenido de azúcares reductores (<1%), y su forma oblonga podría utilizarse para papa frita tipo bastón (Monteros, 2015).

Adaptación y Rendimiento

En la Tabla 3 se presentan los rendimientos promedios durante varios años y localidades. En zonas con precipitaciones (<300 mm) en general se obtuvieron rendimientos bajos, para INIAP-Josefina entre 17.89 t/ha y 26.10 t/ha, mientras que para Superchola la producción estuvo comprendida entre 9.66 t/ha y 19.81 t/ha. Con mayores

precipitaciones (>400 mm) el rendimiento se incrementó hasta 36.53 t/ha para INIAP-Josefina en la localidad de Macatapulo Cotopaxi y para Superchola la producción fue de 32 t/ha en Pusniag Chimborazo.

Al comparar el rendimiento entre las dos variedades la prueba de DMS al 5% se establece diferencias estadísticas al 5% y 1% de probabilidad para el 61% de los casos y dentro de éstos en el 86% el rendimiento de INIAP-Josefina es estadísticamente superior al de Superchola, lo cual es más evidente en Palmira Chimborazo (precipitación promedio de 239 mm), donde INIAP-Josefina con un rendimiento de 26.1 t/ha supera con el 37% a la producción de Superchola (9.7 t/ha).

Tabla 3. Rendimientos promedio de la variedad INIAP-Josefina y Superchola en las Provincias de Cotopaxi y Chimborazo en diferentes años.

Año	Provincia	Localidad	Altitud m.s.n.m.	I-Josefina t/ha	Superchola t/ha	p ¹	mm/ciclo
2008	Cotopaxi	S. Rodríguez	2859	30.65	30.74	ns	451
2008	Cotopaxi	Macatapulo	3380	36.53	13.63	**	525
2008	Chimborazo	Tiazo	2700	34.46	11.20	**	309
2008	Chimborazo	Pusniag	3400	22.46	15.36	**	330
2008	Chimborazo	Santa Lucía	3400	17.89	19.81	ns	217
2010	Chimborazo	Pusniag	3400	24.60	32.00	**	440
2011	Chimborazo	Pisicaz	3350	23.23	23.27	ns	386
2012	Chimborazo	Macaji	2816	32.13	27.54	*	421
2013	Chimborazo	Macají	2816	18.42	16.13	ns	328
2014	Chimborazo	Macají	2816	21.94	18.16	ns	350
2014	Chimborazo	El Belen	3350	24.87	20.47	ns	400
2014	Chimborazo	Pisicaz	3536	22.00	16.24	*	282
2014	Chimborazo	Palmira	3398	26.10	9.66	**	239
PROMEDIO				25.79	19.55	**	

¹p= Diferencias entre variedades, ** Significativo al 1% de probabilidad, * Significativo al 5% de probabilidad, ns= no significativo. Según la prueba de DMS al 5%

Análisis de estabilidad

En la Figura 2, se observa el comportamiento de la variedad INIAP-Josefina y Superchola en diferentes ambientes, el rendimiento de INIAP-

Josefina es superior a Superchola tanto en ambientes con condiciones desfavorables (baja precipitación) localidades ubicadas en Chimborazo como Santa Lucía y Tiazo como en ambientes con condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo

Macatapulo Cotopaxi o en Macají Chimborazo.

La distribución gráfica de los intervalos de confianza muestra que la variedad Superchola, presentó menor rendimiento y estabilidad (intervalos de confianza más cortos) en relación con INIAP-Josefina (Figura 3).

Como conclusión INIAP-Josefina es más estable en los ambientes evaluados, en los cuales además presenta mayores rendimientos, lo cual es más evidente en ambientes con condiciones desfavorables para el desarrollo del cultivo. Por lo cual se recomendaría su uso en sitios con presencia de estrés causado por déficit hídrico de las provincias de Chimborazo y Cotopaxi.

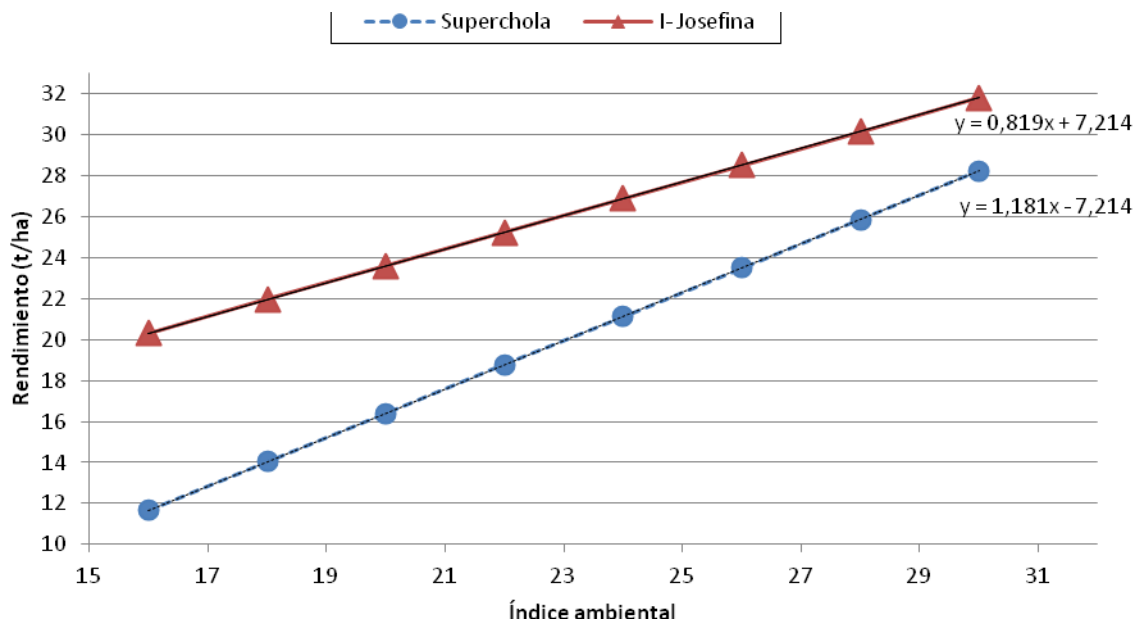


Figura 2. Regresión del rendimiento de la variedad INIAP-Josefina y Superchola con su índice ambiental.

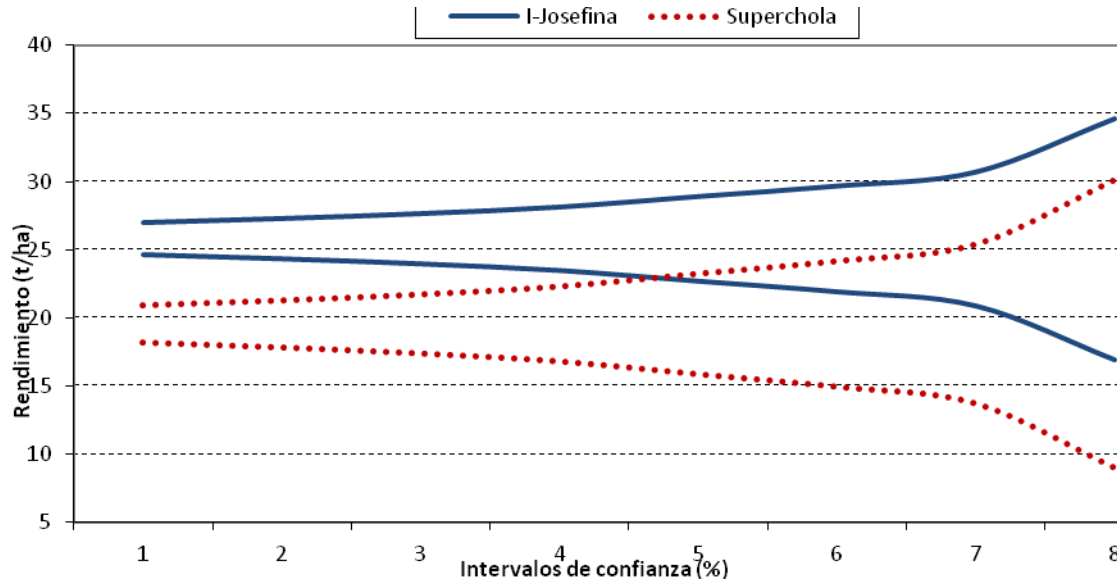


Figura 3. Distribución de los intervalos de confianza para rendimiento de la variedad INIAP-Josefina y la variedad Superchola.

Tolerancia a la deficiencia hídrica

Invernadero

Rendimiento por planta y promedio geométrico del rendimiento

INIAP-Josefina presentó mayor rendimiento tanto bajo condiciones sin estrés (116.6 g/planta) como con estrés (103.83 g/planta) comparado con la variedad Superchola (Figura 4), las diferencias fueron estadísticamente

significativas según la prueba de t al 5% de probabilidad. Diferencias estadísticas que también se observaron al comparar los promedios geométricos del rendimiento (PG), la variedad INIAP-Josefina mostró valores (PG) de 1120.65 g/planta mientras que la variedad Superchola obtuvo un promedio geométrico del rendimiento de 638.88 g/planta.

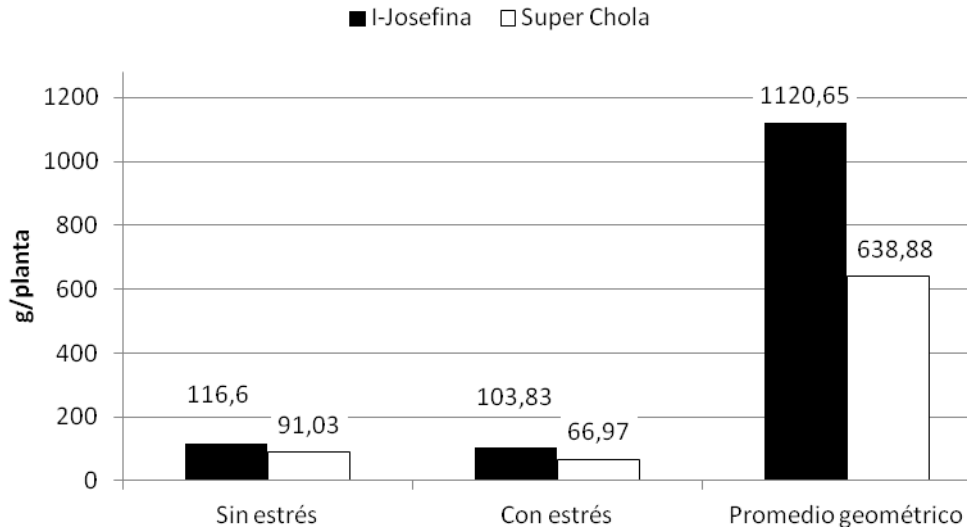


Figura 4. Rendimiento por planta y promedio geométrico del rendimiento en las variedades INIAP-Josefina y Superchola bajo condiciones con y sin estrés hídrico, EESC, 2009.

Rendimiento relativo de la biomasa:

La variedad INIAP-Josefina obtuvo el mayor valor 97.1 % comparado con la variedad Superchola que alcanzó el

82.6% (Figura 5) valores que según la prueba de t al $P < 0.05$ de probabilidad difieren estadísticamente.

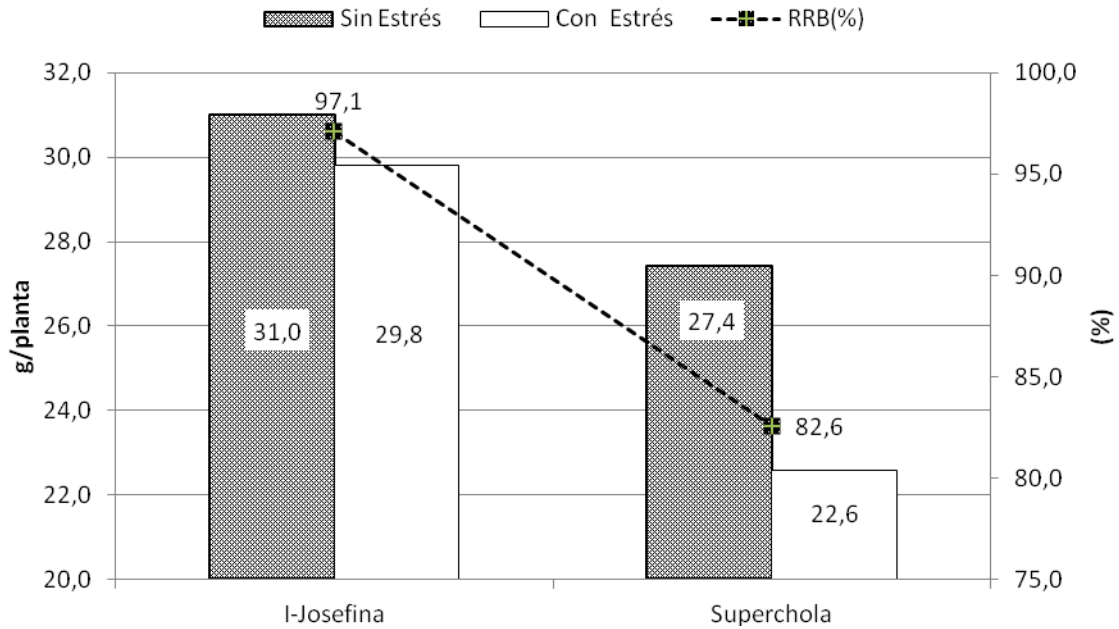


Figura 5. Peso seco de la planta (g) con y sin estrés y RRB (%) en las variedades INIAP-Josefina y Superchola EESC, 2009.

Rendimiento relativo del tubérculo (RRT):

En la Figura 6 se observa que la variedad INIAP-Josefina obtuvo los mayores valores de peso seco del tubérculo con y sin estrés 116.6 g/planta y 103.8 g/planta respectivamente, comparado con

Superchola que obtuvo valores de 91.0 g/planta y 67.0 g/planta respectivamente. El RRT para la variedad INIAP-Josefina fue de 89.3% mientras que para Superchola fue de 73.7%. La prueba de t al 5% estableció diferencias significativas al $P < 0.05$ de probabilidad para el RRT entre las dos variedades.

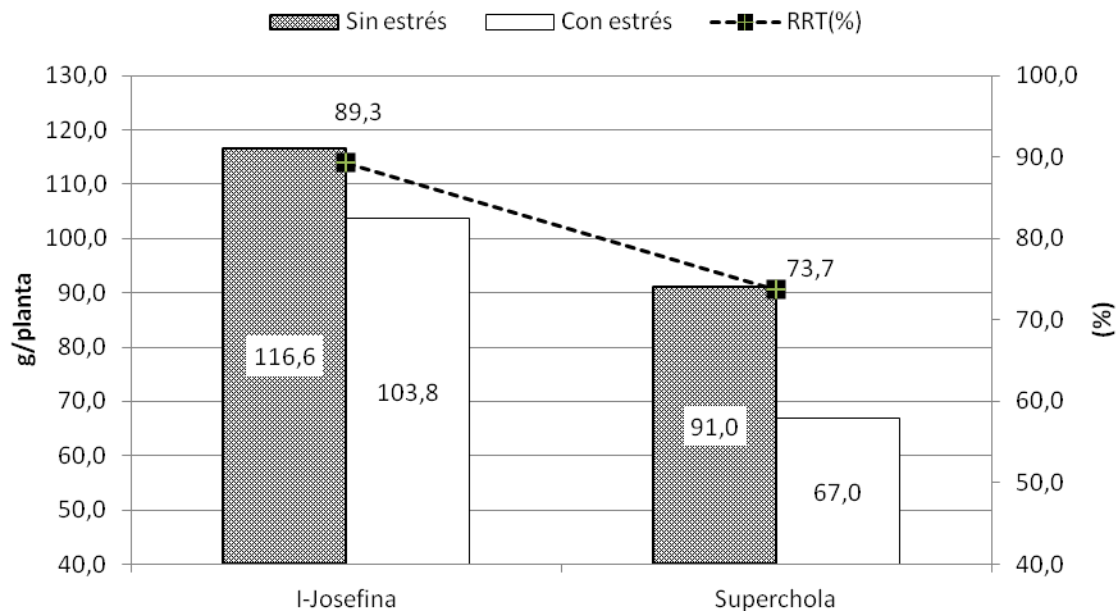


Figura 6. Peso seco del tubérculo (g) bajo condiciones con y sin estrés y RRT (%) en las variedades INIAP-Josefina y Superchola EESC, 2009.

Estos resultados sugieren que bajo condiciones controladas la variedad INIAP-Josefina presenta mejores características de tolerancia al estrés causado por sequía en comparación con el testigo Superchola lo cual se ve reflejado en las variables de rendimiento y biomasa discutidos previamente.

Evaluación de la tolerancia a la deficiencia hídrica en campo

El análisis de varianza combinado (Anexo 1) para rendimiento total y por categorías para INIAP-Josefina y Superchola sembradas en la Provincia de Chimborazo en las localidades de El Belen, Pisicaz y Palmira (ensayo con déficit hídrico)

Mostró diferencia significativa ($p < 0.01\%$) para la interacción localidad por genotipo en la categoría segunda, diferencia significativa al 5% para la categoría desecho. La prueba de DMS al 5% (Anexo 2) determina que la variedad INIAP-Josefina presentó un mayor rendimiento de las categorías comercial,

primera y segunda comparada con Superchola.

En el ensayo sin déficit hídrico (Anexo 3) no existieron diferencias estadísticas para el rendimiento total y categoría tercera. Sin embargo INIAP-Josefina presentó mayor producción de papa comercial (9 t/ha) en comparación con Superchola (2.7 t/ha) ($p < 0.01$).

Por lo cual se puede concluir que bajo condiciones de precipitación reducida (< 400 mm) INIAP-Josefina presenta tolerancia pues tiene un 36% más de rendimiento total comparada con Superchola. En condiciones óptimas de desarrollo la producción total es

estadísticamente similar para las dos variedades. Sin embargo se observa un mayor rendimiento de papa de categoría comercial en INIAP-Josefina.

Evaluación y Selección participativa con agricultores

Ciclo 1 (años 2010 – 2011)

La prueba de Friedman (Tabla 4), estableció diferencias significativas al $P=0.05$ para preferencia de clones. INIAP-Josefina tuvo mayor aceptación por parte de los agricultores con el mayor rango (8.60) y ubicado en el rango G, mientras que el clon menos preferido fue el 99-99-2 con un rango de (1.5) ubicado en el rango A.

Tabla 4. Prueba de Friedman al 5% para aceptación de clones de papa a la cosecha en Pisicaz-Chimborazo 2010-2011.

Clones	Suma (rangos)	Media	Rangos
99-99-2	7.5	1.5	A
00-24-1	16.0	3.2	AB
99-32-1	18.0	3.6	ABC
98-2-6	21.0	4.2	BCD
R-2	22.5	4.5	BCDE
INIAP-Pan	27.0	5.4	BCDEF
97-25-3	33.0	6.6	EFG
INIAP-Estela	37.0	7.4	FG
INIAP-Josefina	43.0	8.6	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

n = número de evaluadores. Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 11.278, $T^2 = 8.11$, $P = < 0.0001$

Ciclo 2 (años 2011-2012)

En la fase de cosecha la prueba de Friedman (Tabla 5), estableció diferencias significativas al $P=0.05$ para preferencia de clones. La variedad INIAP-Josefina y el clon 00-24-1 fueron los de mayor aceptación con el mayor rango (4.00) ubicados en el rango D, en comparación con el testigo INIAP-Estela (2.13)

ubicado en el rango A. En la fase de evaluación de la calidad culinaria (Tabla 6), la prueba de Friedman estableció diferencias significativas para la preferencia, donde el clon 97-25-3 y las variedades INIAP-Josefina e INIAP-Estela presentaron los mayores rangos de aceptación (3.44) ubicados en el rango C.

Tabla 5. Prueba de Friedman al 5% para aceptación de clones de papa a la cosecha en Pisicaz-Chimborazo 2011-2012.

Clones	Suma (rangos)	Media	Rangos
INIAP-Estela	17.00	2.13	A
99-32-1	19.50	2.44	AB
97-25-3	19.50	2.44	ABC
INIAP-Josefina	32.00	4.00	D
00-24-1	32.00	4.00	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 8.166, $T^2 = 6.84$, $P = 0.0006$

Tabla 6. Prueba de Friedman al 5% para aceptación de clones de papa en la evaluación de la calidad culinaria en Pisicaz-Chimborazo 2011-2012.

Clones	Suma (rangos)	Media	Rangos
00-24-1	17.50	2.19	A
99-32-1	20.00	2.50	AB
INIAP-Estela	27.50	3.44	C
97-25-3	27.50	3.44	C
INIAP-Josefina	27.50	3.44	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 7.032, $T^2 = 4.03$, $P = 0.0105$

Ciclo 3 (años 2012-2013)

A la cosecha la prueba de Friedman (Tabla 7) estableció diferencias significativas a $P=0.05$ para preferencia de clones, sobresalió INIAP-Josefina con un rango de aceptación de 2.60 (rango B).

Mientras que en la evaluación de la calidad culinaria no se identificaron diferencias estadísticas en la preferencia de los clones (Tabla 8). Sin embargo la variedad INIAP-Josefina alcanzó el mayor rango (2.50).

Tabla 7. Prueba de Friedman al 5% para aceptación de clones de papa a la cosecha en Pisicaz-Chimborazo 2012-2013.

Clones	Suma (rangos)	Media	Rangos
00-24-1	7.00	1.40	AB
INIAP-Estela	10.00	2.00	AB
INIAP-Josefina	13.00	2.60	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 3.994, $T^2 = 6.00$, $P = 0.0256$

Tabla 8. Prueba de Friedman al 5% para aceptación de clones de papa en la evaluación de la calidad culinaria en Pisicaz-Chimborazo 2012-2013.

Clones	Suma (rangos)	Media	Rangos
INIAP-Estela	8.00	1.60	A
00-24-1	9.50	1.90	A
INIAP-Josefina	12.50	2.50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 5.092, $T^2 = 2.15$, $P = 0.1785$

Ciclo 4 (años 2013-2014), estudio de preferencias

En la fase de cosecha INIAP-Josefina (Tabla 9) obtuvo el mayor puntaje (88), comparado con la variedad Superchola (78 puntos). Se evidencia mayor

preferencia por parte de las mujeres 58 puntos para INIAP-Josefina, en comparación con Superchola (50 puntos). Sin embargo, la prueba no paramétrica de Wilcoxon al $P=0.05$ (Datos no presentados) estableció que no existen

diferencias significativas entre la variedad INIAP-Josefina y Superchola.

Para la fase de evaluación de la calidad culinaria (Tabla 9), las diferencias entre los dos genotipos fueron mínimas 75 puntos para INIAP-Josefina y 73 puntos para Superchola, situación similar ocurrió al analizar la preferencia por género, lo cual fue corroborado por la prueba de Wilcoxon al $P=0.05$ (Datos no presentados) la cual estableció que no existen diferencias entre INIAP-Josefina y Superchola en lo que se refiere a la evaluación de la calidad culinaria.

Tabla 9. Calificación de la preferencia de los agricultores diferenciados por género en relación a la variedad INIAP-Josefina y Superchola en Chimborazo, en dos fases de evaluación 2014.

Fase/ Variedad	Bueno	Regular	Malo	Subtotal	Bueno	Regular	Malo	Subtotal	Total
	(5)*	(3)*	(1)*		(5)*	(3)*	(1)*		
Cosecha	Hombres (n=6)				Mujeres (n=12)				
I-Josefina	6 ¹ (30) ²	0	0	30	11 (55)	1 (3)	0	58	88
Superchola	5 (25)	1 (3)	0	28	8 (40)	3 (9)	1 (1)	50	78
Calidad culinaria	Hombres (n=3)				Mujeres (n=14)				
I-Josefina	3 (15)	0	0	15	11(55)	1(3)	2(2)	60	75
Superchola	3(15)	0	0	15	11(55)	0	3(3)	58	73

*Puntaje asignado por la matriz de evaluación absoluta (a)

¹Número de evaluaciones (b), ²Puntaje total (axb)

Criterios de selección de los agricultores:

Los principales criterios de selección de INIAP-Josefina en la fase de cosecha estuvieron relacionados con la producción

que se ubicó en el primer lugar con un valor promedio de 25.5% de preferencia, seguido del engrose 20%, carácter que tiene que ver con el tamaño del tubérculo, a continuación sobresalen criterios

relacionados con la calidad del tubérculo como son color de pulpa (amarilla) y piel (roja) (Tabla 10).

En la fase de evaluación de la calidad culinaria los principales criterios fueron sabor con un valor promedio de 38%, textura arenosa 30.5%, grosor de la piel fina 7.5% y color amarillo de la pulpa 8%

que se ubicaron en los primeros lugares de preferencia (Tabla 11). Estos resultados coinciden con los publicados previamente por Cuesta (2013) al analizar las preferencias de los agricultores en las principales zonas productoras de papa del Ecuador.

Tabla 10. Principales criterios de selección en la fase de cosecha basados en la preferencia de los agricultores (datos expresados en porcentaje) en dos ciclos de evaluación en Pisicaz, Chimborazo.

Criterios de selección	2011-2012	2012-2013	Promedio	Orden
Buena producción	24	27	25.5	1
Engrose	21	19	20.0	2
Pulpa amarilla	25	14	19.5	3
Color de la cáscara roja	15	23	19.0	4
Textura de la pulpa arenosa	5	15	10.0	5
Otros	10	2	6.0	6
Total	100	100	100	

n= 12 agricultores

Tabla 11. Principales criterios de selección en la fase de evaluación de la calidad culinaria basados en la preferencia de los agricultores (datos expresados en porcentaje) en dos ciclos de evaluación en Pisicaz, Chimborazo.

Criterios de selección	2011-2012	2012-2013	Promedio	Orden
Buen sabor	48	28	38.0	1
Textura arenosa	33	28	30.5	2
Sabor dulce	1	22	11.5	3
Cáscara fina	0	15	7.5	4
Pulpa amarilla	16	0	8.0	4
Suave para cocinar	2	5	3.0	6
Otros	0	2	1.5	7
Total	100	100	100	

n= 12 agricultores

Conclusiones

La variedad INIAP-Josefina mostró tolerancia a la deficiencia hídrica tanto en invernadero y campo en zonas con poca precipitación. Los análisis estadísticos

demonstraron mayor estabilidad de la variedad INIAP-Josefina, además el rendimiento tanto en condiciones desfavorables (baja precipitación), como en condiciones favorables fue mayor que el de la variedad testigo Superchola.

La variedad INIAP-Josefina presentó mayor aceptación en los diferentes ciclos de selección tanto a la cosecha como en la evaluación de la calidad culinaria.

Los principales criterios de selección fueron su alto rendimiento, engrose, color de la pulpa amarilla y cáscara roja. En lo que se refiere a los caracteres de calidad los agricultores prefirieron a la variedad INIAP-Josefina por su buen sabor, que tiene que ver con la textura arenosa, el sabor dulce y el color amarillo de la pulpa.

Conflictos de Intereses

Esta investigación fue desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y los autores declaran no tener conflictos con la publicación de este trabajo de investigación.

Agradecimientos

Al Proyecto Fortalecimiento de la investigación y la producción de papa para la seguridad alimentaria de las familias de la sierra ecuatoriana. Financiamiento de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES).

Al Centro Internacional de la Papa (CIP) y a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) por su apoyo técnico para la generación de esta variedad.

Referencias citadas

Ashby, J. 1991. Manual para la evaluación de tecnologías para productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA), CIAT, Cali, Colombia, 102 p.

Boyer, J. 1982. Plant Productivity and Environment. *Science* 218: 443-448.

Cook, E.; Seager, R.; Cane, M. 2007. North American drought: reconstructions, causes, and consequences. *Earth Sci Rev* 8:93-134.

Cuesta, X.; Rivadeneira, J.; Carrera, E. 2007. Mejoramiento Participativo de papa con Agricultores En: Uso de Marcadores moleculares en el mejoramiento genético de las plantas. Fundación Preduza-WU, Quito, Ecuador. 2007, p 109-117.

Cuesta, X.; Rivadeneira, J.; Monteros, C. 2015. Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos. Quito-Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 62 p. (En impresión).

Cuesta X. 2013. Potato quality traits: variation and genetics in Ecuadorian potato landraces, Wageningen University PhD thesis, Wageningen. p. 17-52.

Dalla Costa, L.; Delle Vedove, G.; Gianquinto, G.; Giovanardi, R.; Peressotti, A. 1997. Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato: influence of drought stress. *Potato Res* 40: 19-34.

Devaux, A.; Ordinola, M.; Hibon, A.; Flores, R. 2010. El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa. p. 385 p.

Eberhart, R.E.; Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci. (EE.UU.)* 6:36-40.

Ekanayake, I. 1993. Evaluación de Resistencia a la sequía en genotipos de papa y batata (camote). Centro Internacional de la papa, Guía de Investigación CIP No.19. 15p.

Falconí, E. 2005. Identification of drought resistance in large seeded common bean genotypes. Submitted to

Michigan State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

Gómez, R. 2000. Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papa. Lima: Centro Internacional de la papa.

Haverkort, A.J.; Fasan, T.; van de Waart, M. 1991. The influence of cyst nematodes and drought on potato growth. 2. Effects on plant water relations under semi-controlled conditions. *Eur J Plant Pathol* 97: 162-170.

Hildebrand, P.E. 1984. Modified Stability Analysis of Farmer Managed, On-Farm Trials. *Agron. J.* 76:271-274.

INIAP-Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2001. Participación y Género en la Investigación Agropecuaria. PNRT – PAPA/FORTIPAPA, COSUDE, PAPA ANDINA. Quito, Ecuador. 128 p.

INIAP-Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2010. Informe Técnico Final del Proyecto PIC-2006-1-040. Generación de clones y variedades de papa tolerante a sequía para la Sierra Central INIAP-SENACYT. 39p.

INIAP- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2013. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. INIAP, Quito, Ecuador. 98p.

Martínez, C.; Moreno, U. 1992. Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa

sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo. *R. Bras. Fisol. Veg.* 4(1):33-38 (1992).

Miller, D.; Martin, M. 1987. Effect of declining or interrupted irrigation on yield and quality of three potato cultivars grown on sandy soil. *Ame J Potato Resch* 64: 109-117.

Monteros, C. 2015. Informe de avance. Proyecto seguridad alimentaria papa: Estudio del efecto genotipo por ambiente sobre la calidad de seis variedades y un clon promisorio de papa con aptitud para procesamiento de bastones pre-fritos. INIAP-PNRT-papa.

Peña, R. 2013. Evaluación agronómica de seis genotipos de papa (*Solanum* sp.) con tolerancia al déficit hídrico. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 140p.

Rossouw, F.; Waghmara, E. 1995. The effects of drought on growth and yield of two South African potato cultivars. Roodeplaat, ZA, *South African Journal of Science.* 91 (1): 149-150

Salinger, M.; Sivakumar, M.; Motha, R. 2005. Reducing vulnerability of agriculture and forestry to climate variability and change: workshop summary and recommendations. *Clim Chang* 70:341–362

Steckel, J.; Gray, D. 1979. Drought tolerance in potatoes. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 92:375-381.

Anexo 1. Análisis de la varianza para rendimiento total y por categorías de la variedad INIAP-Josefina y Superchola, evaluadas en tres localidades con déficit hídrico en el ciclo de cultivo (Precipitación < 400 mm) Pisicaz, El Belén y Palmira en la Provincia de Chimborazo, 2014.

CUADRADOS MEDIOS							
Fuentes de variación	de G.L.	Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Desecho	Total
Total	17						
Localidad	2	10.61 ns	3.22 ns	0.27 ns	4.54 ns	2.71 ns	37.21 ns
Repetición	2	5.57 ns	3.24 ns	0.88 ns	2.07 ns	1.90 ns	6.15 ns
Genotipos	1	37.27 **	27.18 **	12.73 *	9.72 ns	0.63 ns	353.34 **
Localidad*Clon	2	5.33 ns	1.77 ns	11.36 **	5.39 ns	8.74 *	65.25 ns
Error	10	3.43	1.50	2.62	5.07	2.42	28.68

* Significativo al 5%, ** Significativo al 1%, ns= no significativo

Anexo 2. Promedios y prueba de DMS al 5% para rendimiento total y por categorías (t/ha) evaluadas en tres localidades con déficit hídrico en el ciclo de cultivo (Precipitación < 400 mm) Pisicaz, El Belén y Palmira en la Provincia de Chimborazo, 2014.

Genotipos	Rendimiento t/ha					
	Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Desecho	Total
INIAP – Josefina	4.64 a(*)	4.63 a	5.35 a	5.82	3.88	24.32 a
Superchola	1.77 b	2.17 b	3.67 b	4.35	3.51	15.46 b

* Promedios con letras diferentes difieren significativamente al 5% de probabilidad según la prueba de DMS

Anexo 3. Promedios del rendimiento total y por categorías (t/ha) de las variedades INIAP Josefina y Superchola en condiciones óptimas de desarrollo, Macaji, Chimborazo, 2013.

Variedad	Comercial	Segunda	Tercera	Total
INIAP-Josefina	2.7	21.8	5.9	30.4
Superchola	9.3	14.0	4.7	28.0
p ¹	**	**	ns	ns

¹P Diferencias entre variedades: ** Significativo al 1% de probabilidad, ns= no significativo, según prueba de t al 5% .