



ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE GENOTIPOS DE PAPA (*Solanum* sp.) BAJO ESTRÉS HÍDRICO EN INVERNADERO

Ing. Agr. Leonardo Hinojosa Sánchez
leonarec.leonardo@gmail.com

2010

INTRODUCCIÓN

La temperatura aumentará 1.8° a 4°C (FAO, 2008).

En el 2010 al 2039 (10 al 19%) y 2040 al 2069 (18 al 32%) (FAO, 2008).

En el 2002 y 2003 pérdidas en el rendimiento del 20 y 30% (SICA, 2008).

El INIAP ha iniciado actividades en campo para la selección de genotipos con tolerancia a la sequía.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar en invernadero el comportamiento agronómico de clones, variedades nativas y mejoradas de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico.

Objetivos Específicos

- Seleccionar los clones, variedades nativas y mejoradas de papa que presenten tolerancia al estrés hídrico.
- Determinar el potencial de recuperación de los clones, variedades nativas y mejoradas de papa después de ser sometidos a un estrés hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES Y EQUIPOS:



METODOLOGÍA

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglagua
Sitio:	Invernadero #3 del PNRT- Papa
Altitud:	3058 m.s.n.m

CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO

Temperatura promedio experimento:	16.8 ° C
Temperatura máxima:	37.4 ° C
Temperatura mínima:	7.5 ° C
Horas luz:	140 horas luz promedio/ año
Humedad Relativa Máxima:	90%
Humedad Relativa Mínima:	24%

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño de parcela dividida con 3 repeticiones

Diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones
(Variables Media Geométrica del Rendimiento, Rendimiento Relativo de la Biomasa y el Rendimiento Relativo del Tubérculo)

PARCELA EXPERIMENTAL

Maceta plástica de 5700 cm³

FACTORES EN ESTUDIO

Genotipos

50 genotipos (Cuadro 1.)

Estrés hídrico

e₁: Sin Estrés Hídrico

e₂: Con Estrés Hídrico

Cuadro 1. Genotipos usados en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

Cod	Genotipos	Especie
a1	Yema de Huevo	<i>S. phureja</i>
a2	Chaucha Colorada	<i>S. phureja</i>
a3	Durazno	<i>S. phureja</i>
a4	Limeña	<i>S. phureja</i>
a5	Chaucha Amarilla	<i>S. phureja</i>
a6	Carrizo Cotopaxi	<i>S. andigena</i>
a7	Chaucha Roja	<i>S. phureja</i>
a8	Uvilla	<i>S. andigena</i>
a9	Milagrosa	<i>S. andigena</i>
a10	Jubaleña	<i>S. andigena</i>
a11	Coneja Blanca	<i>S. andigena</i>
a12	Violeta	<i>S. andigena</i>
a13	Leona Negra	<i>S. andigena</i>
a14	Bolona	<i>S. andigena</i>
a15	Sipancachi	<i>S. andigena</i>
a16	Poluya	<i>S. stenotomum</i>
a17	Natin Suito	<i>S. stn x S. gon</i>
a18	Puca Huayro	<i>S. chaucha</i>
a19	Unknown	<i>S. andigena</i>
a20	Amarilla	<i>S. goniocalyx</i>

VARIABLES EVALUADAS

1. Potencial de Recuperación (0-9)

2. Contenido Relativo de Agua (CRA)

$$\text{CRA (\%)} = (\text{PF-PS}) / (\text{PT-PS})$$

PF = Peso Fresco

PS = Peso Seco

PT = Peso Turgente

3. Número de Tubérculos por Planta

4. Rendimiento por Planta

5. Materia Seca del Tubérculo

6. Materia Seca del Follaje

7. Materia Seca de las Raíces y Estolones

8. Materia Seca Total

9. Porcentaje de la Materia Seca del Tubérculo

$$\%MS = Pms/Pmh$$

En donde: % MS = porcentaje de materia seca

Pms = peso seco del tubérculo/planta

Pmh = peso fresco del tubérculo/planta



10. Media Geométrica del Rendimiento (MG)

$$MG = (Y_p \times Y_s)^{1/2}$$

Donde:

MG = Promedio geométrico del Rendimiento

Y_p = Rendimiento potencial

Y_s = Rendimiento bajo estrés

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

- Preparación del Sustrato
- Llenado de macetas
- Trasplante
- Control de Plagas y Enfermedades
- Riego
- Estrés Hídrico
- Tutoreo
- Cosecha



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. POTENCIAL DE RECUPERACIÓN

Cuadro 2. Genotipos con mayor potencial de recuperación en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum sp.*) bajo estrés hídrico, Pichincha. 2009.*

Variedades Nativas
Unknown
Jubaleña
Poluya
Violeta
Coneja Blanca
Chaucha Colorada
Leona Negra

* Escala de 8-9, hojas todavía turgentes



2. CONTENIDO RELATIVO DEL AGUA (CRA)

Cuadro 3. ADEVA para el CRA a los 13 y 20 días, en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

F. de V.	GL	Cuadrados Medios	
		CRA 13 días	CRA 20 días
Total	299		
Repeticiones	2	376.71 *	1143.68 ns
Estrés hídrico (E)	1	3545.60 **	84569.12 **
Error (a)	2	5.54	857.37
Genotipos (G)	49	61.42 ns	217.61 **
Nativas	19	80.88 ns	153.68 *
G x E	49	50.57 ns	93.32 ns
Error (b)	196	53.54	82.72
Promedio		81.03 %	67.21 %
CV a		2.91%	43.56%
CV b		9.03%	13.53%

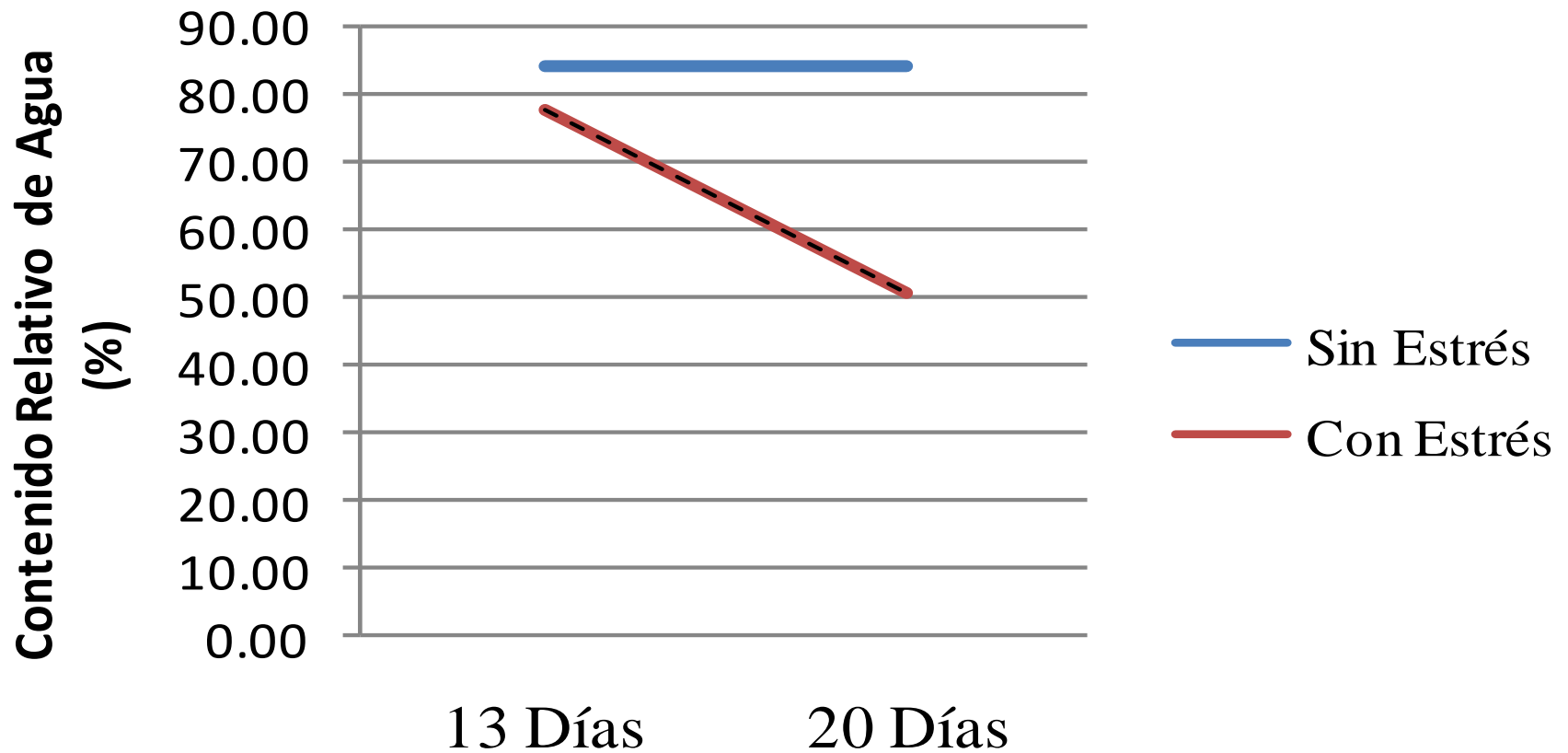


Gráfico 1. CRA a los 13 y 20 días de déficit hídrico en los tratamientos sin estrés y con estrés en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum sp.*) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

Cuadro 4. Tukey al 5% para el CRA a los 20 días de estrés hídrico en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha 2009.

Genotipos		CRA
a20	Amarilla	73.32
a8	Uvilla	73.31
a2	Chaucha Colorada	70.68
a5	Chaucha Amarilla	70.18
a6	Carrizo Cotopaxi	69.00
a12	Violeta	68.77
a13	Leona Negra	68.59
a11	Coneja Blanca	68.53
a4	Limeña	68.48
a10	Jubaleña	67.30
a17	Natin Suito	66.07
a9	Milagrosa	65.34
a7	Chaucha Roja	63.70
a1	Yema de Huevo	63.36
a14	Bolona	62.00
a18	Puca Huayro	61.55
a19	Unknown	60.40
a16	Poluya	59.29
a3	Durazno	57.57
a15	Sipancachi	55.54

3. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Cuadro 5. ADEVA para el Número de Tubérculos por Planta en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

F. de V.	GL	Cuadrados Medios
Total	299	
Repeticiones	2	20.80 ns
Estrés hídrico (E)	1	2.34 ns
Error (a)	2	21.20
Genotipos (G)	49	246.68 **
Nativas	19	464.67 **
G x E	49	22.71 **
Error (b)	196	12.90
Promedio		11 tubérculos por maceta
CV a		42.62%
CV b		32.25%

Cuadro 6. Tukey al 5% para el Número de Tubérculos por planta en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

Genotipos		Número de Tubérculos
a20	Amarilla	39 a
a4	Limeña	29 b
a7	Chaucha Roja	20 c
a17	Natin Suito	20 c
a5	Chaucha Amarilla	16 cd
a16	Poluya	16 cd
a1	Yema de Huevo	15 cde
a2	Chaucha Colorada	15 cde
a8	Uvilla	15 cde
a10	Jubaleña	15 cde
a14	Bolona	12 cdef
a6	Carrizo Cotopaxi	10 cdef
a13	Leona Negra	9 def
a19	Unknown	9 def
a18	Puca Huayro	8 ef
a15	Sipancachi	6 f
a12	Violeta	4 f
a3	Durazno	4 f
a9	Milagrosa	4 f
a11	Coneja Blanca	4 g

4. RENDIMIENTO POR PLANTA

Cuadro 7. ADEVA para el Rendimiento por Planta en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha 2009.

	F. de V.	GL	Cuadrados Medios
Total		299	
Repeticiones		2	614.48 ns
Estrés hídrico (E)		1	67237.90 **
Error (a)		2	515.48
Genotipos (G)		49	1398.55 **
Nativas		19	1451.58 **
G x E		49	217.32 **
Error (b)		196	130.21
Promedio			78.85 g/planta
CV a			28.79%
CV b			14.47%

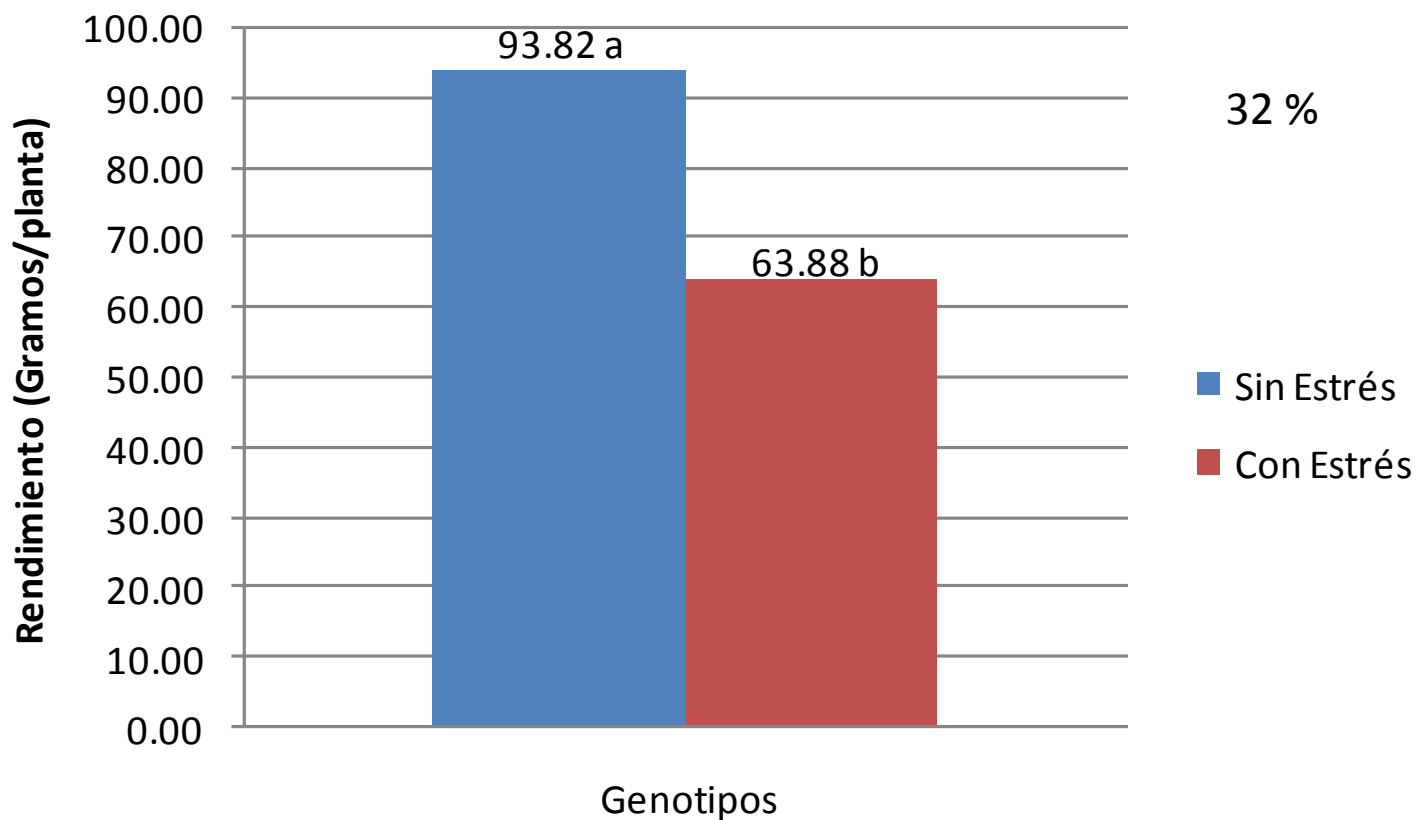


Gráfico 2. DMS al 5% en el rendimiento por planta en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

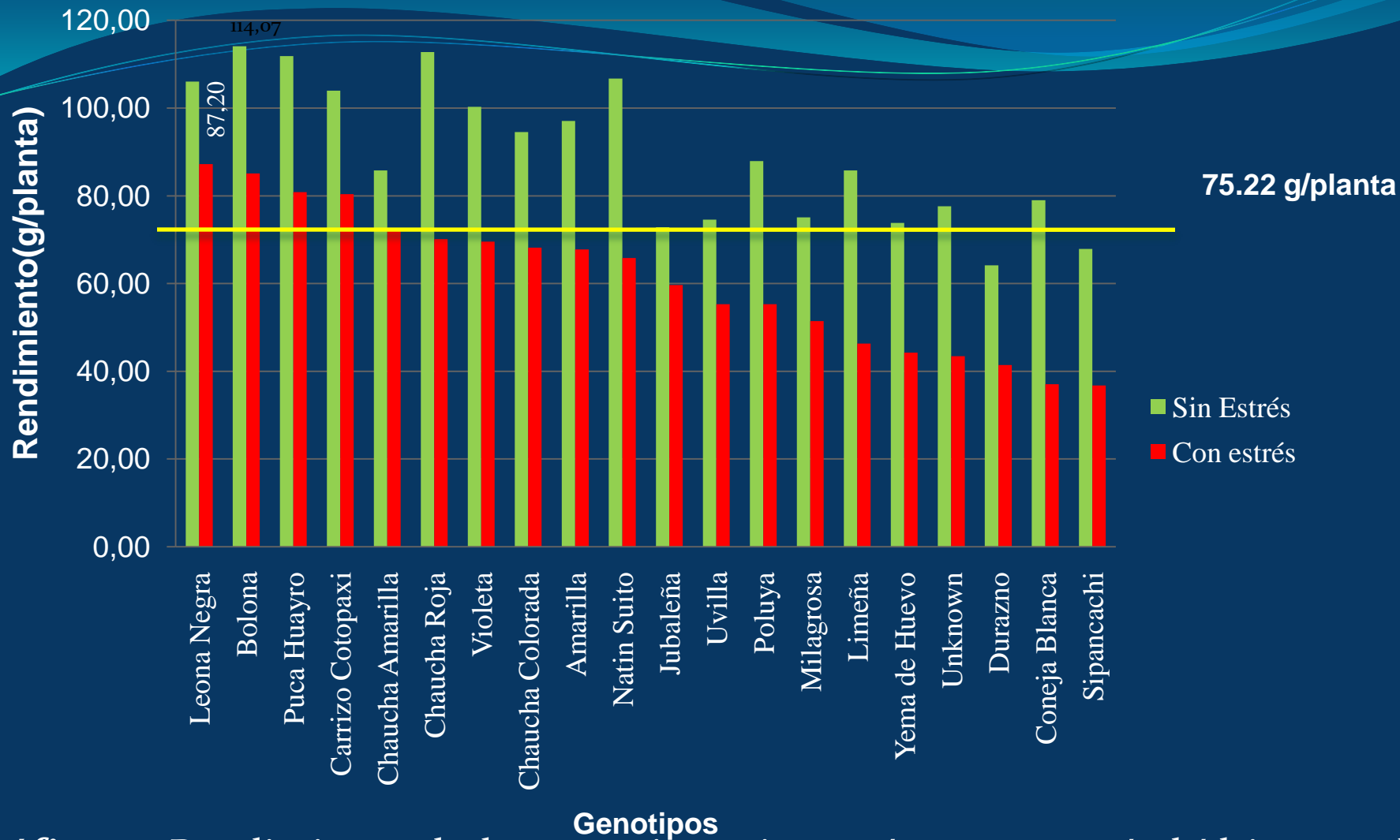


Gráfico 3. Rendimiento de los genotipos sin estrés y con estrés hídrico en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

5. MATERIA SECA DEL TUBÉRCULO

6. MATERIA SECA DEL FOLLAJE

7. MATERIA SECA DE LAS RAÍCES Y ESTOLONES

8. MATERIA SECA TOTAL DE LA PLANTA

Cuadro 8. ADEVA para la MS del Tubérculo, Follaje, Raíces y Total en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

F. de V.	GL	Cuadrados Medios			
		MS Tubérculo	MS Follaje	MS Raíces y Estolones	MS Total
Total	299				
Repeticiones	2	53.29 ^{ns}	15.58 ^{ns}	0.023 ^{ns}	20.91 ^{ns}
Estrés hídrico (E)	1	3943.53*	19.23 ^{ns}	1.810**	4339.12*
Error (a)	2	56.32	2.35	0.002	81.55
Genotipos (G)	49	84.95**	8.48**	1.974**	122.74**
Nativas	19	80.11**	12.91**	2.977**	151.65**
Mejoradas	6	90.31**	1.54 ^{ns}	1.349**	108.04**
					20.46
G x E	49	13.97**	1.90 ^{ns}	0.325**	**
Error (b)	196	5.96	1.59	0.102	8.92
Promedio		17.16 g/planta	5.32 g /planta	1.12 g/planta	23.61 g/planta
CV a		43.72%	28.82%	3.74%	38.25%
CV b		14.22%	23.71%	28.46%	12.65%

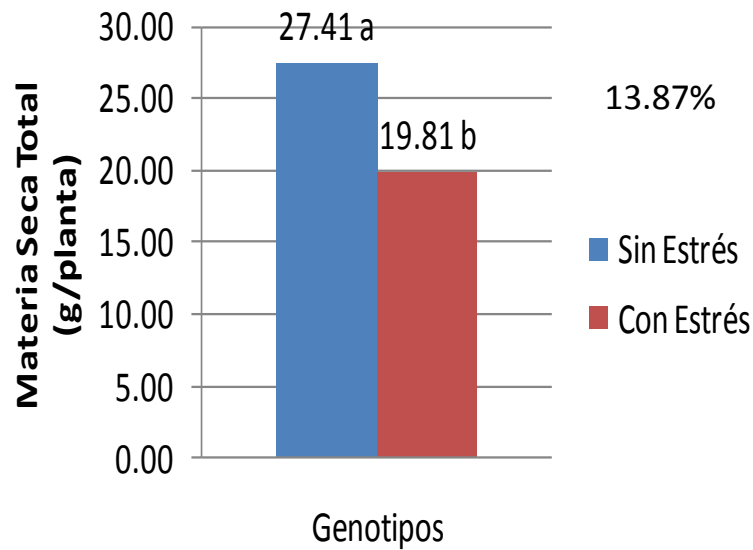
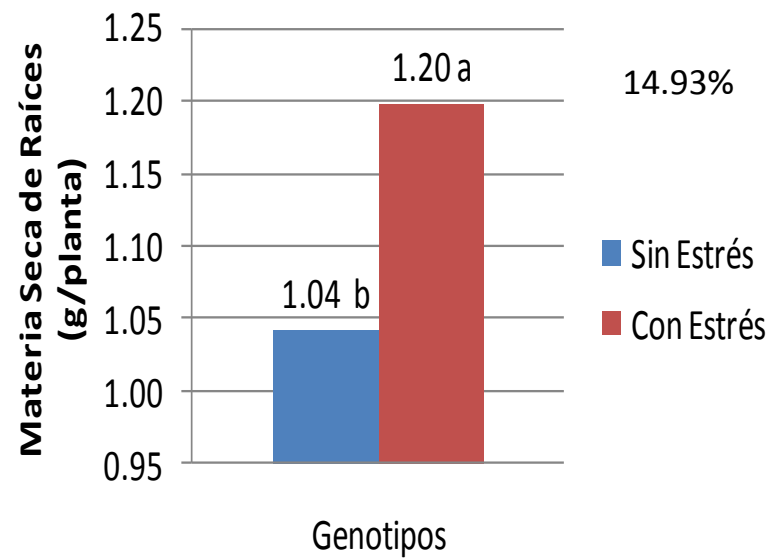
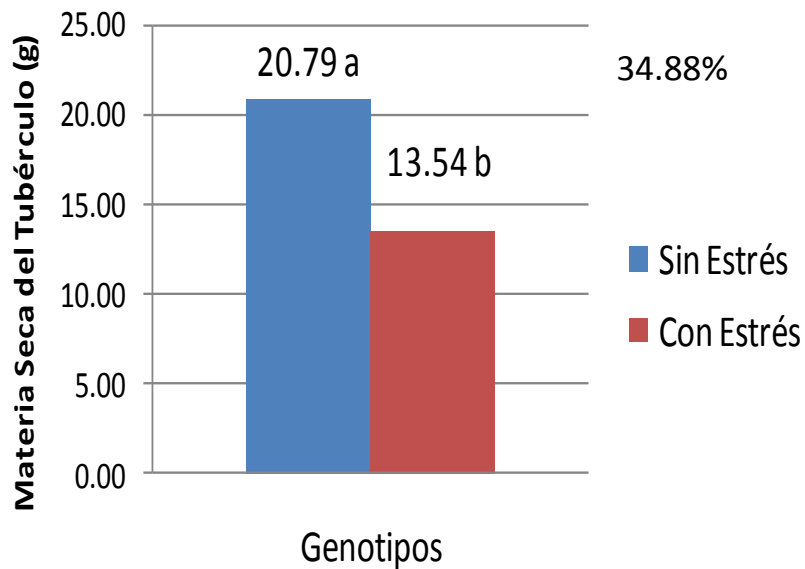


Gráfico 4, 5 y 6. DMS al 5 % para la Materia Seca del tubérculo, raíces con estolones y total de los genotipos en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum sp.*) bajo estrés hídrico. Pichincha 2009.

Cuadro 9. Tukey al 5% para la MS de las Raíces y Estolones en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha 2009.

Genotipos		MS Raíces y Estolones (g/planta)	
		Sin Estrés	Con Estrés
a1	Yema de Huevo	0.85 j-x	1.00 j-x
a2	Chaucha Colorada	0.45 r-x	1.50 e-p
a3	Durazno	1.00 j-x	0.83 k-x
a4	Limeña	1.27 h-u	1.10 i-w
a5	Chaucha Amarilla	0.63 0-x	1.30 g-t
a6	Carrizo Cotopaxi	1.20 i-u	1.50 e-p
a7	Chaucha Roja	1.20 i-u	0.97 j-x
a8	Uvilla	0.70 n-x	1.20 i-u
a9	Milagrosa	0.40 t-x	0.15 x
a10	Jubaleña	2.13 c-h	2.90 a-c
a11	Coneja Blanca	0.77 l-x	0.57 q-x
a12	Violeta	1.70 d-k	1.70 d-k
a13	Leona Negra	3.10 a-b	2.23 b-f
a14	Bolona	1.70 d-k	3.20 a
a15	Sipancachi	0.13 x	0.13 x
a16	Poluya	0.90 j-x	0.87 j-x
a17	Natin Suito	1.17 i-u	1.20 i-u
a18	Puca Huayro	0.97 j-x	1.47 e-p
a19	Unknown	0.33 v-x	0.20 w-x
a20	Amarilla	1.77 d-j	1.33 f-s

9. MEDIA GEOMÉTRICA DEL RENDIMIENTO (MG)

Cuadro 10. ADEVA para el MG* en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum* sp.) bajo estrés hídrico. Pichincha 2009.

F. de V.	GL	Cuadrados Medios
Total	149	
Genotipos (G)	49	7896897.71 **
Nativas	19	118297.77 **
Repeticiones	2	12906.88 ns
Error	98	16261.40
Promedio		623.80
CV		20.44%

* Variable adimensional

Cuadro 11. Tukey al 5% para la MG en el estudio en invernadero de genotipos de papa (*Solanum sp.*) bajo estrés hídrico. Pichincha. 2009.

Genotipos		Rendimiento Sin Estrés (g/planta)	Rendimiento Con Estrés (g/planta)	MG	
a14	Bolona	114.07	85.07	905.93	a
a13	Leona Negra	106.07	87.2	897.76	a
a18	Puca Huayro	111.83	80.83	851.99	ab
a6	Carrizo Cotopaxi	103.97	80.37	818.43	abc
a7	Chaucha Roja	112.75	70.15	742.64	abcd
a17	Natin Suito	106.73	65.8	694.77	abcde
a12	Violeta	100.27	69.57	691.36	abcde
a5	Chaucha Amarilla	85.77	71.97	666.49	abcdef
a20	Amarilla	97.07	67.8	665.94	abcdef
a2	Chaucha Colorada	94.55	68.2	663.05	abcdef
a16	Poluya	87.93	55.27	511.39	bcdef
a10	Jubaleña	72.85	59.67	510.99	bcdef
a8	Uvilla	74.57	55.3	478.91	bcdef
a9	Milagrosa	91.27	65.5	445.63	cdef
a4	Limeña	85.8	46.33	435.28	cdef
a19	Unknow	77.6	43.45	382.73	def
a1	Yema de Huevo	73.8	44.23	380.93	def
a3	Durazno	64.13	41.4	331.28	ef
a11	Coneja Blanca	78.97	37.05	330.37	ef
a15	Sipancachi	67.87	36.77	303.26	f

Evaluación de resistencia a sequía durante la floración

Genotipo		Severidad	Resistencia a sequía	Porcentaje de pérdida de agua al cabo de dos semanas bajo sequía durante la floración
NKD - 164	Amarilla	1	Planta ligeramente marchita	1.42
NKD - 158	Poluya	2	Planta 50% marchita	1.56
NKD - 141	Unknown	2	Planta 50% marchita	2.61
NKD - 137	Sipancachi	3	Planta 75% marchita	2.86
NKD - 136	Natin Suito	1	Planta ligeramente marchita	1.88
NKD - 131	Puca Huayro	1	Planta ligeramente marchita	1.36

Fuente: Gabriel. J. Vallejos. G. Plata. J. Franco. J. Coca. R. García, 2008

CONCLUSIONES

1. La materia seca del follaje, el porcentaje de materia seca del tubérculo y el número de tubérculos por planta no fue influenciado por el estrés hídrico.
2. El rendimiento por planta se redujo en los tratamientos con estrés hídrico en 31.92%, la variedad Bolona se destaca con el mayor rendimiento con un valor de 99.57 gramos por planta y la variedad Jubaleña es la más estable con una reducción del rendimiento de 18.10%.
3. La acumulación de materia seca en las raíces y estolones fue afectado por el déficit hídrico, incrementándose en los tratamientos con estrés hídrico en 14.93%, la variedad Leona Negra posee el mayor valor con 2.67 gramos de materia seca por planta.

5. Las variedades Bolona, Leona Negra, Puca Huayro y Chaucha Roja son los genotipos con mayor tolerancia a la sequía de acuerdo a la Media Geométrica del Rendimiento con valores MG de 905.93 897.76, 851.99 y 818.43 respectivamente.
6. La variedad nativa Sipancanchi es considerada susceptible a la sequía.



GRACIAS