

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE INJERTOS DE
LULO DE CASTILLA *Solanum quitoense* Lam.
EN PATRONES DE *Solanum* spp.**

**AGRONOMIC PERFORMANCE OF LULO DE CASTILLA GRAFTS
Solanum quitoense Lam. ON PATTERNS OF *Solanum* spp.**

Jeisson Camilo Jurado C.¹, Leidi Johana Pérez H.², Tulio Cesar Lagos B.³,
Carlos Andrés Benavides C.⁴

Fecha de recepción: Noviembre 19 de 2012

Fecha de aceptación: Abril 24 de 2013

RESUMEN

Este trabajo se orientó hacia la evaluación del comportamiento agronómico de dos tipos de injerto de lulo de castilla (*S. quitoense*) en diferentes patrones de *Solanum* spp., bajo condiciones de la vereda Llano Largo y el corregimiento de Villamoreno, utilizando el método de injerto tipo púa central tanto *in-vivo* como *ex-vitro*. Un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y 20 tratamientos fue utilizado, con distancias de siembra de 2,50 m entre plantas y 3 m entre surcos. La parcela experimental estuvo formada por seis plantas con un área de 45 m². Para este trabajo, se utilizaron como patrones *S. mammosum*, *S. hirtum*, *S. marginatum*, *S. umbellatum* y *S. sessiliflorum*; la compatibilidad de los injertos osciló entre 1,0 y 1,1 cm, encontrándose una compatibilidad adecuada en cada uno de los tratamientos evaluados. El mayor rendimiento se presentó en la localidad de Llano Largo sin encontrar diferencias entre tratamientos. La localidad de Villamoreno con el injerto realizado *ex-vitro* *S. quitoense* var. *quitoense* con el patrón *S. hirtum* presentó los mayores rendimientos (12,4 t/ha/año), sin encontrar diferencias significativas con el tratamiento testigo *S. quitoense* var. *quitoense* (8,7 t/ha/año) realizado *ex-vitro*. Se observó mortalidad completa del patrón *S. mammosum* con la técnica de injertación *ex-vitro* y la microinjertación *in-vivo*.

Palabras clave: microinjerto, compatibilidad, *S. hirtum*, copa, patrón, *Fusarium oxysporum*

1 Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Jaco980@hotmail.com

2 Universidad de Nariño, Ingeniero Agrónomo., Pasto, Colombia. johanixp@hotmail.com.

3 Profesor Tiempo completo. I.A.Ph.D. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. tclagos3@yahoo.com.

4 Profesor Tiempo completo ocasional, I.A M.Sc.. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. carlosandresbenavidesc@yahoo.es

ABSTRACT

This research was directed to the evaluation of the agronomic performance of two types of graft of lulo de Castilla *S. quitoense* in different patterns of *Solanum* spp., under conditions of Llano Largo and Villamoreno villages using the grafting central pua type method both *in-vivo* and *ex-vitro*; a complete random blocks design was used with three replications and 20 treatments; plant were sowed at 2,50 m of distance between plants and 3 m between rows; the experimental unit was formed by six plants with an area of 45 m² species used as rootstocks were *S. mammosum*, *S. hirtum*, *S. marginatum*, *S. umbellatum* and *S. sessiliflorum*. The compatibility of the graft ranged between 1,0 and 1,1 cm, finding an appropriate compatibility in each of the evaluated treatments; the highest yield was obtained in Llano Largo locality without differences between treatments; in Villamoreno, the best result, (12.4 t/ha/year) was observed with *ex-vitro* grafting *S. quitoense* var. *quitoense* into the rootstock *S. hirtum*, without significant differences respect to check, *S. quitoense* var. *quitoense* (8,7 t/ha/year) conducted *ex-vitro*; mortality of the rootstock *S. mammosum* was observed with the *ex-vitro* grafting technique and *in-vivo* micrografting.

Keywords: Micrografting, compatibility, *S. hirtum*, rootstock, *Fusarium oxysporum*.

INTRODUCCIÓN

La utilización de injertos en frutales, como es el caso del lulo *Solanum quitoense* Lam. es un método que ha sido propuesto para propagar vegetativamente plantas sobresalientes, donde la base del injerto (patrón) se selecciona de plantas que son tolerantes a condiciones bióticas o abióticas desfavorables (Rojas *et al.*, 2004). El patrón aporta resistencia a problemas radiculares como nematodos del género *Meloydogine.sp* y enfermedades causadas por patógenos del suelo como *Fusarium oxysporum* (Arizala *et al.*, 2010).

En el departamento de Nariño, la asociación de *Meloydogine* y *F. oxysporum* ha sido una gran limitante para la productividad de esta fruta, reportando incidencias cercanas al 79% y pérdidas del 50% Gelpud *et al.* (2010), encareciendo considerablemente los costos de producción y obligando a los productores a buscar nuevas zonas de cultivo en los bosques deteriorando el medio ambiente (Angulo, 2006).

Como lo afirman Tamayo *et al.* (2003), hasta el momento no se conocen métodos de control

efectivos para las plantas afectadas en campo por *F. oxysporum*, por lo tanto, es necesario implementar programas de fitomejoramiento para el cultivo de lulo, que permitan obtener soluciones duraderas a los problemas radiculares mencionados anteriormente, los cuales son la causa de la baja productividad de la especie y del detrimento de los ingresos de los agricultores.

Para implementar métodos efectivos para el control de patógenos, existen algunas solanáceas silvestres relacionadas con el cultivo de lulo que han mostrado ser tolerantes o resistentes al amarillamiento y que son compatibles en injertación con el lulo cultivado. Narváez y Zambrano (2006) comprobaron que las solanáceas correspondientes a las especies *S. sessiliflorum*, *S. hirtum* y *S. marginatum* presentaron resistencia a la inoculación artificial de *Fusarium* sp.

Ante la falta de genotipos mejorados con resistencia a nematodos y a enfermedades radiculares como el amarillamiento causado por *F. oxysporum*, el uso de plantas provenientes de laboratorio utilizando la metodología de microinjertación *in-vivo* propuesta por Mosella y Ascui

(1993) y la injertación de plantas *ex-vitro* sobre especies solanáceas silvestres, es una alternativa para propagar plantas sobresalientes que permitan elevar los ingresos de los productores de lulo del departamento de Nariño.

Acorde con lo anterior, los objetivos de este trabajo se orientaron hacia la evaluación del comportamiento agronómico de injertos de lulo de Castilla (*S. quitoense* Lam) obtenidos por métodos *in-vivo* y *ex-vitro* en diferentes patrones de *Solanum* spp., en el municipio de Buesaco departamento de Nariño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La presente investigación consistió en la evaluación del comportamiento agronómico de los injertos, en dos lotes ubicados en el municipio de Buesaco, correspondientes al corregimiento de Villamoreno y la vereda Llano Largo departamento de Nariño, los cuales presentan una altura de 1.745 y 2.400 msnm, en su orden y una temperatura promedio de 14 a 20 °C.

Material vegetal. Los injertos tipo púa central tanto *in-vivo* como *ex-vitro* de *S. quitoense* var. *quitoense* y *septentrionale* sobre patrones de *S. hirtum*, *S. sessiliflorum*, *S. marginatum*, *S. mammosum* y *S. umbellatum* fueron suministradas por el Grupo de Investigación de Producción de Frutales Andinos (GPFA), adscrito a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Los injertos facilitados por el GPFA, permitieron conformar 20 tratamientos, los cuales se describen a continuación:

- Injertos realizados *ex-vitro* de *S. quitoense* var. *quitoense* como copa sobre los patrones *S. sessiliflorum* (E-Q-S), *S. hirtum* (E-Q-H), *S. umbellatum* (E-Q-U), *S. marginatum* (E-Q-Mar), *S. mammosum* (E-Q-Mam) y la copa *S.*

quitoense var. *septentrionale* con los patrones *S. sessiliflorum* (E-S-S), *S. hirtum* (E-S-H), *S. umbellatum* (E-S-U), *S. marginatum* (E-S-Mar), *S. mammosum* (E-S-Mam).

- Microinjertos realizados *in-vivo* con la copa *S. quitoense* var. *quitoense* sobre los patrones *S. sessiliflorum* (I-Q-S), *S. hirtum* (I-Q-H), *S. umbellatum* (I-Q-U), *S. marginatum* (I-Q-Mar), *S. mammosum* (I-Q-Mam) y la copa *S. quitoense* var. *septentrionale* sobre los patrones *S. sessiliflorum* (I-S-S), *S. hirtum* (I-S-H), *S. umbellatum* (I-S-U), *S. marginatum* (I-S-Mar), *S. mammosum* (I-S-Mam).

Diseño experimental. En cada localidad se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones. Las distancias de siembra fueron de 2,50 m entre plantas y 3 m entre surcos. Cada parcela experimental estuvo formada por un surco de seis plantas con un área de 45 m² y el lote experimental fue de 3.240 m². La parcela útil estuvo compuesta por las tres plantas centrales que ocuparon un área de 22,5 m². En el perímetro de cada lote experimental se sembró un surco con plantas de lulo de Castilla para evitar el efecto de borde.

Además se incluyeron cuatro testigos sin injertar, dos de lulo de Castilla *Solanum quitoense* (E-Q) y *Solanum septentrionale* (E-S) *ex-vitro* y dos *in-vitro* de lulo de Castilla *Solanum quitoense* (I-Q) y *Solanum septentrionale* (I-S).

Labores culturales. Para la siembra se ubicaron las plántulas en hoyos de 30 x 30 x 30 cm, en los cuales se depositó un kilogramo de materia orgánica acorde con las prácticas culturales realizadas por los productores, en el momento del trasplante y transcurridos 15 días se realizó la primera fertilización utilizando 30 g/planta de urea, 10-30-10 y fosfato diamónico (DAP) en proporciones iguales, de ahí en adelante se realizó esta labor cada dos meses aplicando 70 g/planta acorde al

análisis de suelos del lote evaluado. El control de malezas, plagas y enfermedades se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo. Para el mantenimiento del cultivo se dispuso de podas de formación después de los cuatro meses y podas sanitarias hasta los cuatro meses de instalación del cultivo (Angulo, 2006).

Variables evaluadas. Las variables evaluadas para el comportamiento agronómico fueron las siguientes:

Compatibilidad (PP/PC). La compatibilidad está dada por la relación entre los perímetros en mm del tallo del patrón (PP) y de la copa (PC), el cual se tomó 10 cm por encima y por debajo de la cicatriz del injerto, teniendo en cuenta el perímetro del tallo en la fase de producción. Valores cercanos a la unidad indican una adecuada compatibilidad, mientras que valores menores o mayores de uno indican diferentes grados de incompatibilidad.

Días a formación de frutos (DAF). Los días fueron contados desde el momento de la siembra (dds) hasta que el 50% de las plantas tuvieron por lo menos un fruto completamente formado.

Número de frutos por planta (NFP). Se contaron el número de frutos formados por planta en el momento de la primera cosecha, cuando por lo menos el 50% de las plantas se encontraron con frutos.

Peso del fruto (PF). El promedio del peso del fruto en gramos (g), se obtuvo pesando 10 frutos al azar tipo pintón (color 2) según la Norma NTC 5093 (ICONTEC, 2004) en la segunda cosecha.

Semillas por fruto (SPF). Se extrajo la semilla de cada uno de los frutos, secándolas y tomando el promedio del número de semillas de 10 frutos por tratamiento escogidos al azar.

Peso de mil semillas (PMS). Se tomaron 10 frutos al azar por cada tratamiento, de estos se extrajo la semilla y luego de secarla se pesaron 1000 semillas en gramos (g) con el fin de establecer qué porcentaje del volumen total de los frutos corresponden al ocupado por las semillas.

Eje ecuatorial del fruto (EEF). El eje ecuatorial del fruto promedio se midió en milímetros (mm) de 10 frutos de la segunda cosecha escogidos al azar.

Sólidos solubles totales (SST). Se determinó con un refractómetro y se expresó en grados Brix (°Bx). La lectura se corrigió utilizando el porcentaje de ácido cítrico (A.C) mediante la ecuación:

$$SST_{cor} = 0,194 * A.C + SST$$

Donde:

SST_{cor} = Sólidos solubles totales corregidos

A.C = Acides titulable

SST = Sólidos solubles totales

Rendimiento (RTO). Cada 15 días por un periodo de tres meses, en la fase productiva de cada tratamiento se determinó el rendimiento en t/ha/año/, con base en la producción de la parcela útil.

Análisis de la información. Se efectuó un Análisis de Varianza (ANDEVA) combinado. Cuando el efecto localidad por tratamiento fue significativo se analizaron los tratamientos en cada una de las localidades y cuando este efecto no fue significativo se analizó el efecto simple que corresponde al efecto de los tratamientos. Se utilizó la Prueba de Comparación de Medias de Tukey al 5%. Igualmente, se realizó un Análisis de Correlación de Pearson entre las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del Análisis de Correlación de Pearson entre las variables PP/PC, DAF, NFP, PF, PMS, SPF, EEF, SST y RTO muestran relaciones directas, positivas y altamente significativas, lo cual indica que al incrementarse el valor de una variable también se incrementa el valor de otra, por ejemplo, a mayor PF se obtendrá mayor PMS (Tab. 1).

Para el caso de los tratamientos que corresponden a los patrones *S. mammosum in-vivo* y *ex-vitro* (E-Q-Mam, E-S-Mam, I-Q-Mam e I-S-Mam), no superaron el proceso de evaluación en campo, al sufrir una mortalidad prematura (antes de la poda de formación) por lo que se tomaron valores de 0,00 en todas las variables evaluadas y no se tienen en cuenta en la discusión. Para el material vegetal *S. quitoense* variedades *septentrionale* y *quitoense* sobre el patrón *S. mammosum* no se

evidenció prendimiento tal como fue encontrado en los resultados obtenidos por Arizala *et al.* (2010), donde los mismos injertos presentaron el más bajo porcentaje de prendimiento (4%), observándose un ennegrecimiento progresivo de las yemas injertadas a partir de la zona de unión, este fenómeno fue descrito por Hartmann y Kester (1975) y Salaya (1985) mencionando que esta incompatibilidad vegetal ocurre declinación del crecimiento vegetativo y muerte de los tejidos periféricos del injerto (Agustí, 2004).

Según el ANDEVA combinado (Tab. 2) no presenta diferencias significativas para localidad en las variables PP/PC, DAF, PF, SPF, PMS, EEF y SST. Se observan diferencias significativas para las variables NFP y RTO para la misma fuente de variación. En los tratamientos (Trat) se presentaron diferencias significativas para cada una de las variables en evaluación y la interacción Loc x Trat solo fue significativa para RTO.

Tabla 1. Análisis de correlación para las variables Compatibilidad (PP/PC), Días a formación de frutos (DAF), Número de frutos por planta (NFP), Número de frutos por planta (NFP), Peso del fruto (PF), Semillas por fruto (SPF), Peso de mil semillas (PMS), Eje ecuatorial del fruto (EEF), Sólidos solubles totales (SST) y Rendimiento (RTO) evaluados en injertos de lulo de Castilla en Villamoreno y Llano Largo

TRAT	PP/PC (mm)	DAF (dds)	NFP	PF (g)	PMS (g)	SPF	EEF (mm)	SST (°Bx)	RTO (t/ha/ año/)
PP/PC	1	0,93**	0,51**	0,91**	0,90**	0,74**	0,93**	0,92**	0,60**
DAF		1	0,55**	0,95**	0,95**	0,77**	0,98**	0,98**	0,62**
NFP			1	0,52**	0,55**	0,46**	0,53**	0,52**	0,23**
PF				1	0,93**	0,78**	0,97**	0,94**	0,63**
PMS					1	0,79**	0,95**	0,94**	0,60**
SPF						1	0,77**	0,77**	0,55**
EEF							1	0,97**	0,64**
SST								1	0,64**
RTO									1

** = Correlación altamente significativa (99%).

Tabla 2. Análisis de varianza combinando para las variables Compatibilidad (PP/PC), Días a formación de frutos (DAF), Número de frutos por planta (NFP), Peso del fruto (PF) y Semillas por fruto (SPF), Peso de mil semillas (PMS), Eje ecuatorial del fruto (EEF), Sólidos solubles totales (SST) y Rendimiento (RTO) evaluadas en injertos de lulo de Castilla en Villamoreno y Llano Largo

FV	GL	PP/PC (mm)	DAF (dds)	NFP	PF (g)	SPF
Loc	1	0,01ns	2,51ns	21978,0*	50,11ns	248336,11ns
Bloq (Loc)	4	0,01	1136,72	282,39	167,48	36422,84
Trat	23	0,93*	61171,33*	1574,18*	7430,96*	1109651,65*
Loc x Trat	23	0,01ns	1376,91ns	588,11ns	196,19ns	99555,59ns
Error	92	0,01	1181,75	289,35	258,11	79709,2
C.V.		15,34	15,69	23,78	21,03	21,45
Media		0,86	219,08	30,49	76,4	826,47

* = Nivel de significancia a 5% de probabilidad; ns = Sin diferencias significativas estadísticas.

F.V	GL	PMS (g)	EEF (mm)	SST (°Bx)	RTO (t/ha/año/)
Loc	1	0,31ns	50,53ns	0,46ns	265,42*
Bloq (Loc)	4	0,08	76,29	1,6	3,74
Trat	23	4,59*	2347,1*	57,59*	78,88*
Loc x Trat	23	0,11ns	63,51ns	1,43ns	15,01*
Error	92	0,13	48,43	1,17	5,93
C.V.		19,45	16,18	16,17	23,37
Media		1,87	43	6,69	6,19

* = Nivel de significancia a 5% de probabilidad; ns = Sin diferencias significativas estadísticas

Compatibilidad (PP/PC). En la Tabla 3 se muestran los promedios de acuerdo a la relación PP/PC con lo cual se concluye que todos los injertos evaluados presentaron valores superiores a uno, oscilando entre 1,1 (E-S-Mar) y 1,0 (I-S), indicando una compatibilidad adecuada en todos los casos. Los injertos que presentaron una compatibilidad perfecta (=1) E-Q-Mar, E-Q-S, I-Q-H, I-Q-Mar, I-S-Mar, E-Q-H, I-Q-S, I-Q-U, I-S-H, I-S-S e I-S-U, no presentan diferencias significativas con los testigos. Resultados similares encontraron Arizala *et al.* (2010) donde *S. hirtum* y *S. marginatum* utilizado como patrón en *S. quitoense* obtuvieron valores cercanos a la unidad.

Días a formación de frutos (DAF). Los tratamientos evaluados no presentaron diferencias estadísticas significativas. La formación de frutos ocurrió entre 280 y 222 dds. Esto se debe a que no hay influencia del patrón en la precocidad del lulo (Tab. 3). Estos resultados difieren a lo reportado por Hernández y Martínez (1993), quienes afirman que el desarrollo total del fruto dura alrededor de 126 días y que a partir de este momento se inicia el proceso de maduración que dura alrededor de dos semanas, tiempo en el que las bayas adquieren los atributos requeridos para su consumo. Sin embargo, según lo mencionado por Medina *et al.* (2004), es importante tener en cuenta que la medida del tiempo de

las etapas ontogénicas hay que referenciarla con el ambiente, el genotipo y las interacciones entre estos factores, por lo que es recomendable reportarlas con base en variables fenológicas como unidades de calor, precipitación e irradiación acumuladas. Cada una de estas etapas puede variar en tiempo, según las condiciones ambientales, especialmente por la temperatura. (Franco *et al.*, 2002, Lobo *et al.*, 1983).

Número de frutos formados por planta (NFP).

La Prueba de Comparación (Tab. 3) muestra que los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas, con promedios

comprendidos entre 24 (I-Q-U) y 54 (E-S) NFP, presentando una media de 31. Villamoreno presenta el mayor NFP (43) superando a Llano Largo (18). El número de frutos por planta es un parámetro que está relacionado con la producción total, de tal forma que un mayor número de frutos por planta con la misma producción por unidad de superficie indica que los frutos son más pequeños, propiedad que puede determinar el destino de la cosecha, prefiriendo para mercados en fresco mayor tamaño promedio de fruto y caso contrario se requiere para transformación de frutos pequeños que faciliten su procesamiento.

Tabla 3. Prueba de Comparación de Medias (DMS) de las variables Compatibilidad (PP/PC), Días a formación de frutos (DAF), Número de frutos por planta (NFP), Número de frutos por planta (NFP), Peso del fruto (PF), Semillas por fruto (SPF), Peso de mil semillas (PMS), Eje ecuatorial del fruto (EEF) y Sólidos solubles totales (SST) evaluadas en injertos de lulo de Castilla en las localidades de Villamoreno y Llano Largo

TRAT	PP/PC (mm)	DAF	NFP	PF (g)	PMS (g)	SPF	EEF (mm)	SST (°Bx)
E-S-Mar	1,1 a	275 a	45 a	96,08 a	2,26 ab	771 ab	52,80 a	8,77 a
E-Q-U	1,1 ab	280 a	26 ab	97,07 a	2,43 ab	1254 a	53,67 a	8,00 a
E-S-H	1,1 ab	275 a	39 a	96,10 a	2,26 ab	1062 ab	52,03 a	8,37 a
E-S-S	1,1 ab	263 a	33 ab	90,66 a	2,46 ab	1160 a	54,15 a	8,50 a
E-S-U	1,1 ab	269 a	27 ab	86,40 a	2,11 ab	1102 a	50,85 a	8,13 a
E-Q-Mar	1,0 abc	274 a	50 a	93,88 a	2,31 ab	1075 a	53,50 a	8,72 a
E-Q-S	1,0 abc	266 a	28 ab	88,91 a	2,14 ab	854 ab	51,85 a	7,70 a
I-Q-H	1,0 abc	266 a	38 a	97,09 a	2,37 ab	1148 a	53,00 a	8,45 a
I-Q-Mar	1,0 abc	222 a	40 a	82,65 a	1,93 ab	766 ab	46,52 a	6,82 a
I-S-Mar	1,0 abc	226 a	46 a	84,96 a	1,75 b	768 ab	43,77 a	6,67 a
E-Q-H	1,0 bc	263 a	46 a	100,72 a	2,37 ab	1109 a	53,00 a	8,35 a
I-Q-S	1,0 bc	262 a	38 a	96,18 a	1,96 ab	942 ab	53,40 a	8,13 a
I-Q-U	1,0 bc	265 a	24 ab	96,07 a	2,42 ab	1098 a	50,90 a	8,13 a
I-S-H	1,0 bc	268 a	30 ab	85,60 a	2,39 ab	900 ab	50,47 a	8,17 a
I-S-S	1,0 bc	252 a	36 ab	87,11 a	2,14 ab	766 ab	50,43 a	8,48 a
I-S-U	1,0 bc	267 a	27 ab	92,17 a	2,39 ab	1338 a	52,37 a	8,13 a
E-Q	1,0 c	260 a	37 a	89,64 a	2,26 ab	1278 a	51,78 a	7,43 a
E-S	1,0 c	273 a	54 a	88,63 a	2,23 ab	1207 a	51,98 a	7,92 a
I-Q	1,0 c	266 a	25 ab	89,56 a	2,16 ab	462 bc	51,80 a	8,18 a
I-S	1,0 c	266 a	44 a	94,11 a	2,59 a	777 ab	53,85 a	7,47 a
E-Q-Mam	0,0 d	0 b	0 b	0,00 b	0,00 c	0 c	0,00 b	0,00 b
E-S-Mam	0,0 d	0 b	0 b	0,00 b	0,00 c	0 c	0,00 b	0,00 b
I-Q-Mam	0,0 d	0 b	0 b	0,00 b	0,00 c	0 c	0,00 b	0,00 b
I-S-Mam	0,0 d	0 b	0 b	0,00 b	0,00 c	0 c	0,00 b	0,00 b
Media	0,9	219,1	30,5	76,4	1,9	826,5	43,0	6,7
DMS	0,06	74,43	36,83	34,79	0,79	611,28	15,07	2,34

DMS = diferencia mínima significativa. Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Lo anterior permite concluir que no existe un efecto del patrón sobre el NFP, pero sin embargo se deben considerar los efectos ambientales que puedan afectar a un genotipo por diferencias en los factores bióticos y abióticos, tal como lo mencionan Angulo (2008), (Denis *et al.*, 1985, Franco *et al.*, 2002, Gómez *et al.*, 1999 y Lobo *et al.*, 1983).

Peso de fruto (PF). El PF de los tratamientos evaluados varía entre 100,72 (E-Q-H) y 82,65 g (I-Q-Mar), con promedio general de 76,4 g, sin presentar diferencias significativas. El PF tiene una correlación positiva y significativa con PMS y EEF, variables que también están asociadas con el RTO, lo que muestra que estas variables pueden ser parte de los componentes del mismo.

Teniendo en cuenta la Norma NTC 5093 (ICONTEC, 2004), en el caso lulo de castilla, se encontró que los tratamientos evaluados presentan tres calibres, así: E-S-S, I-S, E-Q-U, E-Q-Mar, I-Q-S, E-Q-H, I-Q-H, E-S-Mar, I-S-U, E-S-H, E-S, E-Q-S, I-Q, E-Q, I-Q-U y E-S-U pertenecen al calibre 35 (51-55 mm), I-S-H, I-S-S e I-Q-Mar al calibre 48 (46-50 mm) e I-S-Mar obtuvo frutos con un calibre 63 (41-45 mm).

Peso de mil semillas (PMS). En general, el promedio de PMS estuvo comprendido entre 2,59 (I-S) y 1,75 g (I-S-Mar). Todos los tratamientos a excepción del injerto I-S-Mar no presentaron diferencias significativas entre sí. I-S-Mar con el menor promedio (1,75 g) se diferencia significativamente con I-S (2,59 g) (Tab. 3). Estos resultados se acercan al promedio de PMS registrado por otros investigadores como Denis *et al.* (1985), Franco *et al.* (2002), Gómez *et al.* (1999), Lobo *et al.* (1983), Morton (1987), Sahaza y Henao (2001), Valencia y García (1977), reportan un peso de 2,2 g/1000 semillas.

Semillas por fruto (SPF). La variable SPF presenta un promedio general de 826 SPF, con valores que van desde 1338 (I-S-U) hasta 462

(I-Q) SPF. Los tratamientos con los mayores promedios fueron I-S-U, E-Q, E-Q-U, E-S, E-S-S, I-Q-H, E-Q-H, E-S-U, I-Q-U y E-Q-Mar con rangos que van desde 1338 a 1075 SPF; estos tratamientos no difieren entre sí pero presentan diferencias significativas a nivel estadístico con el testigo I-Q que presenta el menor promedio con 462 semillas (Tab. 3). Estos resultados están acorde con lo afirmado por Lobo (1988), quien señala que el lulo es un taxón en proceso de domesticación, que conserva latencia en su germoplasma, que puede sustentarse con base a aspectos como el elevado número de semillas, el cual está alrededor de 1000 por baya.

Sólidos solubles totales (SST). Se encontró que esta variable tiene una media general de 6,7 °Bx, con promedios que varían entre 8,77 (E-S-Mar) y 6,67 (I-S-Mar) °Bx (Tab. 3). De acuerdo con la DMS no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Similares resultados encontraron Casierra-Posada, *et al.* (2004), los cuales señalan que los °Bx son afectados por factores como variedad y el grado de madurez. Los mismos autores encontraron que para el caso de la variedad *quitoense* no hubo diferencias en el contenido de sólidos solubles totales de los frutos con madurez de consumo y en los que se cosecharon en los estados de maduración uno a cuatro. Por el contrario, la variedad *septentrionale* mostró diferencias en cuanto al contenido de sólidos solubles, aunque no hubo diferencias del contenido de sólidos solubles en los frutos cosechados en el último grado de maduración y el grado de madurez tomado como control (estado cinco).

Con respecto a esta variable se ha encontrado que en el lulo, los SST se incrementan durante el periodo de maduración, variando de 7,8 a 9,3 entre el primer y el séptimo día después de la cosecha (Galvis y Herrera, 1999). Además, según los mismos autores, los valores para esta variable se incrementan también en proporción directa con el grado de maduración en el cual fueron cosechados los frutos.

Rendimiento (RTO). En la Tabla 2 se registra la interacción entre localidades y tratamientos (Loc x Trat), indicando un efecto del ambiente sobre la variable RTO. En el ANDEVA, el rendimiento individual para cada una de las localidades se muestra las diferencias significativas entre tratamientos (TRAT) en las localidades de Llano Largo y Villamoreno (Tab. 4).

Tabla 4. ANDEVA para la variable Rendimiento (RTO) de injertos de lulo de Castilla en las localidades de Llano Largo y Villamoreno

F.V	GL	Llano Largo	Villamoreno
Trat	23	57,32*	36,56*
Bloq	2	0,7ns	6,78ns
Error	46	9,52	2,34
C.V (%)		22,34	23,67
Media		7,54	4,83

* = Nivel de significancia a 5% de probabilidad;
CV= Coeficiente de variación.

Los rendimientos variaron entre 13,9 (E-S-Mar) a 4,2 (I-S-U) t/ha/año/ en la localidad de Llano Largo, en esta E-S-Mar supero estadísticamente a los tratamientos que presentaron un rendimiento inferior a 8,61 t/ha/año/. Con un promedio general de 7,5 t/ha/año/. La localidad de Villamoreno presenta los mayores rendimientos en los tratamientos E-Q-H, I-Q-H, I-S-H, E-S-H y E-Q con promedios que varían entre 12,4 y 8,7 t/ha/año/. Caso contrario sucede con los tratamientos E-Q-Mar, I-S-S, E-S-S, E-S-Mar, I-S-U, E-S-U, I-Q-U, I-S-Mar, E-Q-U e I-Q-Mar que presentan los menores promedios y no difieren entre sí, presentando significancia con los tratamientos que mostraron los mayores promedios con variaciones de producción entre 4,8 y 2,3 t/ha/año/ entre los injertos en mención (Tab. 5).

Según los promedios generales encontrados, se puede concluir que el ambiente que supera la media general del departamento de Nariño según AGRONET (2010), que es de 5,1 t/ha/año/ es Llano Largo con 7,5 t/ha/año/; caso contrario sucedió con la localidad de Villamoreno la cual no superó el promedio general del departamento con 4,8 t/ha/año/ (Tab. 5).

Tabla 5. Comparación de promedios para la variable Rendimiento (RTO) en injertos de lulo de Castilla en el municipio de Buesaco, utilizando la prueba DMS

Llano Largo			Villamoreno		
13,88	E-S-Mar	a	12,36	E-Q-H	A
12,87	I-Q-Mar	ab	11,16	I-Q-H	ab
12,45	E-Q-H	ab	9,94	I-S-H	ab
12,34	I-S-H	ab	9,81	E-S-H	B
11,84	E-Q	ab	8,71	E-Q	bc
11,56	E-S	abc	6,96	I-Q-S	cd
11,23	E-S-H	abcd	5,43	E-S	de
10,17	I-Q-H	abcde	5,3	E-Q-S	de
9,4	E-S-U	abcde	4,95	I-S	def
9,25	I-Q	abcdef	4,94	I-Q	def
9,11	E-S-S	abcdef	4,79	E-Q-Mar	def
8,61	E-Q-Mar	bcdef	4,09	I-S-S	efg
8,41	I-S-S	bcdef	3,94	E-S-S	efg
6,74	I-S	cdef	3,88	E-S-Mar	efg
6,51	I-Q-S	cdef	3,82	I-S-U	efg
6,45	I-S-Mar	def	3,69	E-S-U	efg
6,4	I-Q-U	def	3,68	I-Q-U	efg
5,32	E-Q-U	ef	3,43	I-S-Mar	efg
4,31	E-Q-S	fg	2,75	E-Q-U	fg
4,23	I-S-U	fg	2,24	I-Q-Mar	gh
0	E-S-Mam	g	0	E-S-Mam	H
0	E-Q-Mam	g	0	E-Q-Mam	H
0	I-S-Mam	g	0	I-S-Mam	H
0	I-Q-Mam	g	0	I-Q-Mam	H
Media	7,54		Media	4,83	
DMS	5,07		DMS	2,51	

DMS = diferencia mínima significativa. Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

CONCLUSIONES

No se apreciaron diferencias en cuanto a la compatibilidad entre los patrones y copas, encontrándose una compatibilidad adecuada en cada uno de los tratamientos evaluados siendo en la mayoría de los casos similares a la de los testigos.

Con respecto a la variable rendimiento, los mayores registros se obtuvieron en la localidad de Llano Largo. En la localidad de Villamoreno con el injerto realizado de forma *ex-vitro* *S. quitoense* con copa de la variedad *quitoense* con el patrón *S. hirtum* presenta los mayores rendimientos respecto al testigo *ex-vitro*.

Se comprobó la alta mortalidad del patrón *Solanum mammosum* con la técnica de injertación *in-vitro* e *in-vivo*, debido al alto grado de incompatibilidad, esto concuerda con lo mencionado por Arizala *et al.* (2010). Además de una baja adaptación a las condiciones ambientales del municipio de Buesaco.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRONET. 2010. Análisis-Estadísticas. Disponible en: [http:// www.Agronet.gov.co/Agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx](http://www.Agronet.gov.co/Agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx). Consulta: marzo, 2011.
- AGUSTÍ, M. 2004. Fruticultura. Editorial Mundiprensa, Valencia España. 493 p.
- ANGULO, R. 2006. Lulo: el cultivo: *Solanum quitoense* Lam. Fundación Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. 99 p.
- ANGULO, R. 2008. Lulo (*Solanum quitoense*). Cartilla Técnica Instructiva, Bayer CropScience SA. 1 - 29 p.
- ARIZALA, M., MONSALVO, A., BETANCOURTH, C., SALAZAR, C Y LAGOS, C. 2010. Evaluación de solanáceas silvestres como patrones de Lulo (*Solanum quitoense* Lam) y su reacción a *Fusarium sp.* Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 21 p.
- CASIERRA-POSADA, F., GARCÍA, J. Y P. LÜDDERS. 2004. Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *Quitoense* y *septentrionale*) Agronomía Colombiana. 22(1): 32 - 39.
- DENIS, F., HERNER, R. Y S. CAMACHO. 1985. Naranjilla a potential cash crop for the small farmer in Latinoamerica. Acta Horticultural .158:475 - 481.
- FRANCO, G., BERNAL, J., GIRALDO, M., TAMAYO, A., GALLEGO, L. Y BOTERO, J. 2002. El cultivo del lulo. Manizales. Asohofrucol. CORPOICA. 70 p.
- GALVIS, J Y HERRERA, A. 1999. El lulo *Solanum quitoense* Lam. Manejo de poscosecha. Convenio SENA-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 59 p.
- GELPUD, C., MORA, E., SALAZAR, C. Y C. BETANCOURTH. 2010. Susceptibilidad de genotipos de *Solanum spp.*, al nematodo causante del nudo radical *Meloidogyne spp.* (Chitwood). Acta agronómica. 60(1):50 - 67.
- GÓMEZ, L., MIRANDA, D., BARRAGÁN, E., RIVERA, J., RAMÍREZ, L Y CAICEDO, G. 1999. Manejo integrado del cultivo de lulo. CORPOICA, PLANTE, SENA. 13 - 19 p.
- HARTMANN, HYKESTER, E. 1975. Propagación de plantas, principios y prácticas. Segunda edición, Compañía Editorial Continental S. A. México, D.F. 810 p.
- HERNÁNDEZ, M Y MARTÍNEZ, O. 1993. Modelos de crecimiento para el fruto del lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Agricultura Tropical. 30(3):87 - 90.

- ICONTEC. 2004. NTC 5093, Frutas Frescas. Lulo de castilla. Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá D.C. Colombia. 19 p.
- LOBO, M. 1988. Investigaciones con semillas de lulo (*Solanum quitoense* Lam). Semillas. 13(2):17 - 20.
- LOBO, M., GIRARD, E., JARAMILLO, J. y G. JARAMILLO. 1983. El cultivo del lulo o naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). ICA- Informa. 17(1):10 - 20.
- MORTON, J. 1987. Naranjilla. In Fruits of warm climates. Creative Resources Inc., Florida Miami. 425 - 428 p.
- MEDINA, C., LOBO, M., MARTÍNEZ, E. Y RIAÑOS, N. 2004. Estudios fisiológicos del lulo en el bosque húmedo montano bajo del oriente antioqueño. I. Crecimiento y desarrollo En: Memorias V Seminario Nacional e Internacional de Frutales, Manizales. 455 p.
- MOSELLA, L. Y ASCUI, L. 1993. Frutales libres de virus partiendo de ápices meristemáticos cultivados in vitro, pp. 521 - 523. En: Roca, W y Mroginski, L. Cultivos de tejidos en la agricultura, Fundamentos y aplicaciones. Cali. Colombia. 953 p.
- NARVÁEZ Y ZAMBRANO. 2006. Reacción de diferentes materiales de lulo (*Solanum quitoense*) al ataque de *Fusarium oxysporum*. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. 65 p.
- ROJAS, S., GARCÍA, J. Y M, ALARCÓN. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con Especies Amazónicas. CORPOICA. Bogotá. 56 p.
- SAHAZA, D. Y HENAO, M. 2001. Evaluación y caracterización morfológica del lulo (*Solanum quitoense* Lam). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia. 63 p.
- SALAYA, A. 1985. Situación actual de la Pimienta (*Pimienta dioica* L.) en el Estado de Tabasco, México y Perspectivas. Imprenta: México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hídricos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 24 p.
- TAMAYO, P., NAVARRO, R. Y F. de la ROTTA. 2003. Enfermedades del cultivo del lulo en Colombia Guía de diagnóstico y control En: Boletín Técnico No 18. Segunda edición. Centro de Investigación La Selva. Editorial LITOAS. Rionegro, Antioquia. Instituto Colombiano Agropecuario. 48 p.
- VALENCIA, A. Y GARCÍA, E. 1977. Índices generales, temperatura optima de germinación y métodos de extracción de semilla de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) y lulo (*Solanum quitoense* Lam). Trabajo de investigación. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 63 p.