

EVALUACIÓN DE SOLANACEAS SILVESTRES COMO PATRONES DE LULO (*Solanum quitoense* Lam) Y SU REACCIÓN A *Fusarium* sp

EVALUATION OF WILD SOLANACEAS AS PATTERNS OF LULO (*Solanum quitoense* Lam) AND THEIR REACTION TO *Fusarium* sp

Michael Arizala Q.¹, Álvaro Monsalvo P.¹, Carlos Betancourth G.²,
Claudia Salazar G.², Tulio Lagos B.²

Fecha de recepción: 28 de noviembre de 2010 Fecha de aceptación: 20 de enero de 2011

RESUMEN

En el cultivo de lulo *Solanum quitoense* L, uno de los principales limitantes de la producción es la marchitez causada por *Fusarium oxysporum*. En el departamento de Nariño (Colombia) se han reportado incidencias entre 13 y 20% de pudriciones radicales, con tendencia a incrementarse. En este estudio, se utilizaron cuatro solanáceas silvestres: *S. mammosum*, *S. hirtum*, *S. marginatum* y *S. sessiliflorum*, buscando fuentes de resistencia al patógeno, para ser usadas como patrones de lulo comercial (*S. quitoense*). Se injertaron 50 plantas de cada genotipo, por cada método de injertación: púa y yema, de los cuales se escogieron aquellos que superaron el 50% de prendimiento para llevarlos a campo. Los mejores materiales en esta etapa fueron los injertos de púa *S. hirtum* y *S. marginatum* con 92 y 96% de prendimiento, respectivamente. La fase de campo se realizó en el corregimiento de La Caldera, municipio de Pasto, Departamento de Nariño, en el cual *S. hirtum* tuvo el mejor comportamiento en cuanto a las variables altura de plantas, número de ramas, número promedio de frutos y rendimiento, en comparación con el testigo *S. quitoense* y *S. marginatum*. *S. hirtum* como patrón de *S. quitoense*, es una buena opción de manejo del marchitamiento, puesto que bajo condiciones de campo alcanzó 5,55 % de incidencia a esta enfermedad.

Palabras clave: *Fusarium oxysporum*, injertos, material silvestre, Compatibilidad

¹ Egresados Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto – Colombia.
E-mail: mjaq83@hotmail.com, elmonpa@gmail.com

² Profesores Asociados y Profesora Asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. E-mail: cbet70@yahoo.com

ABSTRACT

The main limiting disease in Lulo (*Solanum quitoense* L.) crops is withering caused by *Fusarium oxysporum*. In Nariño department (Colombia), researchers have reported incidences between 13% and 20%, which have a tendency to increase. Four wild Solanaceae species such as: *S. mammosum*, *S. hirtum*, *S. marginatum* and *S. sessiliflorum* were used to look for pathogen resistance, in order to be grafted on lulo (*S. quitoense*). From each genotype fifty plants were grafted with both types of graft scion and bud, which were chosen grafted with a survival higher than fifty percent. The best materials were grafted scion *S. hirtum* and *S. marginatum* with 92% and 96% of survival respectively. The field phase took place in the La Caldera village where *S. hirtum* got a good performance regarding to: plant height, number of branches, average of inflorescences and production ($p < 0.05$) compared with the control (*S. quitoense*) and *S. marginatum*. Grafting *S. hirtum* like stock and *S. quitoense* as a scion is a good option, due to this type of grafts show a good disease tolerance when they were planted in field with 5.55% of withering incidence triggered by *Fusarium oxysporum*.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, grafts, wild genotype, compatibility.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se cultivan alrededor de 5.631 hectáreas de lulo, que generan una producción de unas 48.000 t de la fruta al año. El principal productor es el departamento del Huila con 1.470 ha, seguido de Valle del Cauca con 893 ha y Cauca con 476 ha (Zapata, 2010). Donde los cultivos se han establecido en fincas de economía campesina en un 74% y un 26% en fincas de economía empresarial, desde hace más de diez años (Bernal *et al.*, 1998).

El lulo (*Solanum quitoense* L.), también conocido como naranjilla, es un arbusto de la Familia de las solanáceas, cuya fruta tropical es utilizada para la preparación de refrescos, mermeladas y otros dulces (Denis *et al.*, 1985 y Tamayo *et al.*, 1999).

El lulo de castilla es afectado por hongos, bacterias, virus y nematodos (Gomez, 1997; Navarro, 1998; Huertas *et al.*, 1999; Tamayo *et al.*, 2001; An-

gulo, 2003). Reportes en Ecuador sobre la marchitez causada por *Fusarium oxysporum*, afirman que el hongo reduce la vida útil de la planta en un 50% (Revelo y Sandoval, 2003; Ochoa y Ellis, 2002). Algunos estudios señalan que el problema con este patógeno, es aun mayor ya que existe una interacción entre éste y *Meloidogyne incognita*, lo que generalmente incrementa la incidencia de la marchitez, al facilitar la penetración del hongo, causando pérdidas económicas a los agricultores (CORPOICA, 2002).

En la zona triguera baja de Nariño, desde el año 2000 se describieron las enfermedades de lulo, las cuales son generalmente de origen fungoso, como las pudriciones radicales, que son frecuentes en suelos pesados con problemas de infiltración y drenaje interno. Las plantas afectadas muestran amarillamiento y flacidez de las hojas a partir de las bajas hasta que finalmente ocurre un marchitamiento total (Sañudo, 2002). En cuanto al agente causante de las pudriciones radicales son provocadas

por el hongo *Fusarium sp.* cuya incidencia en la zona norte del departamento de Nariño se ha reportado entre el 13 y el 20% (Burbano y Gaviria, 2004).

Estos problemas generaron la necesidad de importar la fruta desde Ecuador para suplir las demandas internas del producto. En este aspecto, las importaciones de lulo se incrementaron en 51,6% entre 1996 y 2000 (Lobo, 2000 y Torres, 2002).

En evaluaciones de genotipos comerciales y silvestres bajo condiciones de invernadero, Narváez y Zambrano (2006), comprobaron la resistencia que presentan las especies *S. marginatum*, *S. sessiliflorum* y *S. hirtum* al ataque de *Fusarium sp.* Esta situación puede ser aprovechada para solucionar las dificultades sanitarias que hasta el momento ha presentado el cultivo de lulo frente al hongo en los distintos municipios productores a nivel nacional y en el departamento de Nariño.

La práctica de injertar dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen bien como una sola planta. Donde una buena injertación trae consigo una serie de ventajas como son: perpetuar clones que no pueden mantenerse con facilidad con otros procedimientos de multiplicación, cambiar los cultivares de plantas ya establecidas, acelerar la madurez reproductora de selecciones de plántulas obtenidas en programas de hibridación, obtener formas especiales de crecimiento de las plantas, obtener beneficios de ciertos patrones resistentes a enfermedades (Hartmann *et al.*, 1990).

Por lo anteriormente expuesto, se realizó esta investigación, buscando aportar en el control del amarillamiento causado por *Fusarium sp.*

con el objetivo de evaluar diferentes especies de solanáceas silvestres como patrones de *S. quitoense* y su reacción al patógeno en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

• Fase de Invernadero

Localización. Las actividades de injertación se llevaron a cabo en los invernaderos de la Universidad de Nariño, ubicada a 01° 17' 7" LN y 77° 17' 7" LO, a una altura de 2488 msnm y una temperatura promedio de 18°C en la ciudad de Pasto, Departamento de Nariño.

Material vegetal. En los municipios productores de la zona norte del departamento de Nariño, específicamente en aquellos ubicados en la vía Pasto a la Unión, se realizó una recolección de frutos de lulo procedentes de árboles sanos, a partir de los cuales se realizarán los semilleros, para *Solanum quitoense*.

Lulo silvestre. Plantas de un mes de germinadas de *Solanum hirtum*, *Solanum mammosum*, *Solanum sessiliflorum* y *Solanum marginatum* fueron cedidas por el grupo de Frutales Andinos de la Universidad de Nariño para ser usadas como patrones. Adicionalmente, se realizaron semilleros de frutos colectados en Pasto de *Solanum marginatum* y en Tumaco de *Solanum sessiliflorum*.

Trasplante. Después de veinte días de la siembra, las plántulas se trasplantaron a bolsas de 3 kg de capacidad, las cuales se llenaron con suelo más materia orgánica en proporción 1:1 y fueron mantenidas en estas condiciones por dos meses.

Injertación. Con cada una de las especies silvestres se realizaron dos tipos de injertos: el de púa y de yema, se injertaron 50 plantas de cada

especie por cada método de injertación. Para el injerto de púa se seleccionaron brotes tiernos de lulo comercial, con un par de yemas y una o dos hojas en estados iniciales de desarrollo y se cortaron con la ayuda de una cuchilla. Conjuntamente, en las especies silvestres se efectuó un corte transversal en el tallo a una altura de 15-20 cm, buscando un diámetro que coincida con el brote. Para acoplar la púa al patrón, se realizó un corte en bisel y se introdujo en el patrón, en el cual se hizo una incisión vertical en el centro del tallo. Posteriormente, se amarró el acople con cinta teflón y se cubrió la planta con una bolsa plástica transparente para evitar deshidratación del brote injertado. De otra parte, para el injerto de yema se seleccionaron yemas vegetativas de 0.5 a 1cm de largo, las cuales se removieron de la planta con cuchilla dejando un escudete de corteza que facilitó su acople. En el patrón se hizo un corte en forma de T en la corteza del tallo, para luego insertar la yema dentro del corte. Posteriormente, se amarraron con cinta teflón y se cubrieron con bolsa plástica transparente por ocho días, siguiendo la metodología planteada por Lesur (2003).

En esta fase se evaluó el prendimiento, mediante el seguimiento del desarrollo vegetativo de la púa y yema, después de 15 días de elaborado el injerto se revisó si la copa estaba verde y con nuevos brotes, así se determinó si el injerto estaba prendido y se expresó en porcentaje. Se escogieron aquellos tratamientos que superaron el 50% para trabajar en campo.

- **Fase de campo**

Localización. El trabajo de campo se llevó a cabo en la localidad de La Caldera a 22 km del Municipio de Pasto con una altura 1990 msnm, temperatura promedio de 18°C y precipitación promedio de 1600 mm/año (Cabrera y Delgado, 2004).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques al azar con aquellos tratamientos seleccionados en la fase de invernadero más un testigo comercial sin injertar con cuatro repeticiones y una unidad experimental de nueve plantas. La siembra se efectuó a una distancia de 2 metros entre plantas y 3 metros entre calles. Alrededor del lote se sembró lulo comercial para evitar efecto de borde.

En la fase de campo se evaluaron las siguientes variables:

Compatibilidad. Se realizaron seis evaluaciones, una cada mes. Con un pie de rey, se midió el diámetro del tallo de la copa y patrón de los injertos, dos centímetros por debajo y por encima del punto de unión. Tomando como criterio de compatibilidad cuando la proporción entre el diámetro de la copa y el patrón fue igual o cercano a uno.

Incidencia de la enfermedad. Se realizaron evaluaciones periódicas (1 vez al mes) hasta la cosecha, donde las plantas enfermas se diagnosticaron por síntomas y se tomaron muestras de tejido radical para realizar aislamiento de *Fusarium* sp. en laboratorio. La incidencia fue expresada en porcentaje.

Altura de planta. Se tomó la altura a los nueve meses de edad del cultivo, midiéndola con una cinta métrica desde la base del cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja más joven.

Número de ramas productivas. Se realizó el conteo de ramas productivas después de la primera poda de formación hasta los nueve meses de edad del cultivo, tomando un promedio de todos los datos obtenidos en esta variable.

Número de Inflorescencias (racimos florales). Se hicieron a los nueve meses de edad del cultivo, contando la cantidad total de inflorescencias de cada planta. En todas las unidades experimentales.

Número de flores por inflorescencia. Se realizaron a los nueve meses de edad del cultivo, en cada una de las unidades experimentales contando el número de flores una vez formada la inflorescencia.

Número de frutos por planta. En el momento de la cosecha, se realizó el respectivo conteo de los frutos en cada tratamiento por planta, sumando el total de frutos de tres pases de cosecha cada 15 días.

Producción. Desde la primera hasta la tercera cosecha, en las 9 plantas de la unidad experimental se evaluó la producción, colectando de forma manual y pesando la totalidad de los frutos maduros y en aquellas parcelas donde se murieron plantas por efecto de la enfermedad se pudo calcular las pérdidas, sacando la diferencia entre la producción y el % de amarillamiento.

Tamaño (diámetro) del fruto. Después de la primera cosecha se tomaron 5 frutos al azar de cada parcela y se midió el diámetro polar y ecuatorial con la ayuda de un pie de rey.

Pruebas de Acidez. Después de la cosecha se determinó la acidez de los frutos, la cual se midió tomando la pulpa del fruto, luego se maceró hasta obtener el jugo, tomando 5 ml del mismo, se agregaron tres gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio al 0.1 normal, hasta que se obtuvo una coloración rozada en el líquido.

Grados Brix. Se midieron colocando el jugo o pulpa de los frutos en el refractómetro y se

comparó con una escala hasta un punto donde se produce un cambio de color, ahí se hace la lectura e indica el total de grados brix de la muestra.

Color del Fruto. Al momento de la cosecha se tomaron 5 frutos por planta y se determinó el color mediante la comparación con la Tabla de Munsell de tejidos vegetales.

Análisis estadístico. Los datos de los componentes de rendimiento: (altura de plantas (ALP), número de inflorescencias (NI), número de flores por inflorescencia (NFI), número total de flores (NTF), número de ramas (NR), número promedio de frutos (NPF) y producción.) se sometieron a análisis de varianza con base en el modelo estadístico de Bloques al Azar. Además se realizó prueba de significancia de Tukey. De otra parte, se realizó una correlación entre incidencia y rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Fase de invernadero**

Porcentaje de Prendimiento. Los genotipos silvestres *S. hirtum* y *S. marginatum* presentaron los más altos porcentajes de prendimiento, el cual se observó a los 15 días de realizar el injerto de púa y yema. Estos tratamientos fueron seleccionados para la fase de campo ya que superaron el 50%. Los injertos realizados en *S. sessiliflorum* y *S. mamosum* no presentaron esta característica. En cuanto al injerto sobre *S. sessiliflorum* tanto de yema como de púa se observó una cierta incompatibilidad; donde el injerto de yema mostró como consecuencia una pudrición, un ennegrecimiento progresivo de las

yemas injertadas a partir de la zona de unión o desde el extremo superior. En el injerto de púa se presentó un rechazo que se manifestó en la abertura del patrón y la posterior necrosis de los tejidos, como lo define Hartmann y Kester (1975) y Salaya, (1985), algunos síntomas que han sido relacionados con incompatibilidad es la declinación del crecimiento vegetativo y muerte de los tejidos periféricos del injerto, necrosis y uniones débiles en general falta de sanidad de la planta (Agustín, 2004). (Tabla 1; Figuras 1 y 2).

La actividad meristemática del ápice de la púa puso en evidencia que los injertos en estudio, cumplieron con los procesos de cicatrización y prendimiento que son inherentes a la unión del injerto con el patrón cuando éstos son afines (Hartmann *et al.*, 1990). Se ha encontrado que los injertos de púa tienen un mejor prendimiento en mayor proporción que los injertos de yema (Angulo, 2006 y Avilán *et al.*, 1992). Araujo (1995) recomienda el injerto de púa terminal, como el más eficiente con respecto al de yema o enchapado lateral.

Figura 1. Incompatibilidad de plantas injertadas de *Solanum sessiliflorum* como patrón de lulo comercial *Solanum quitoense* L.

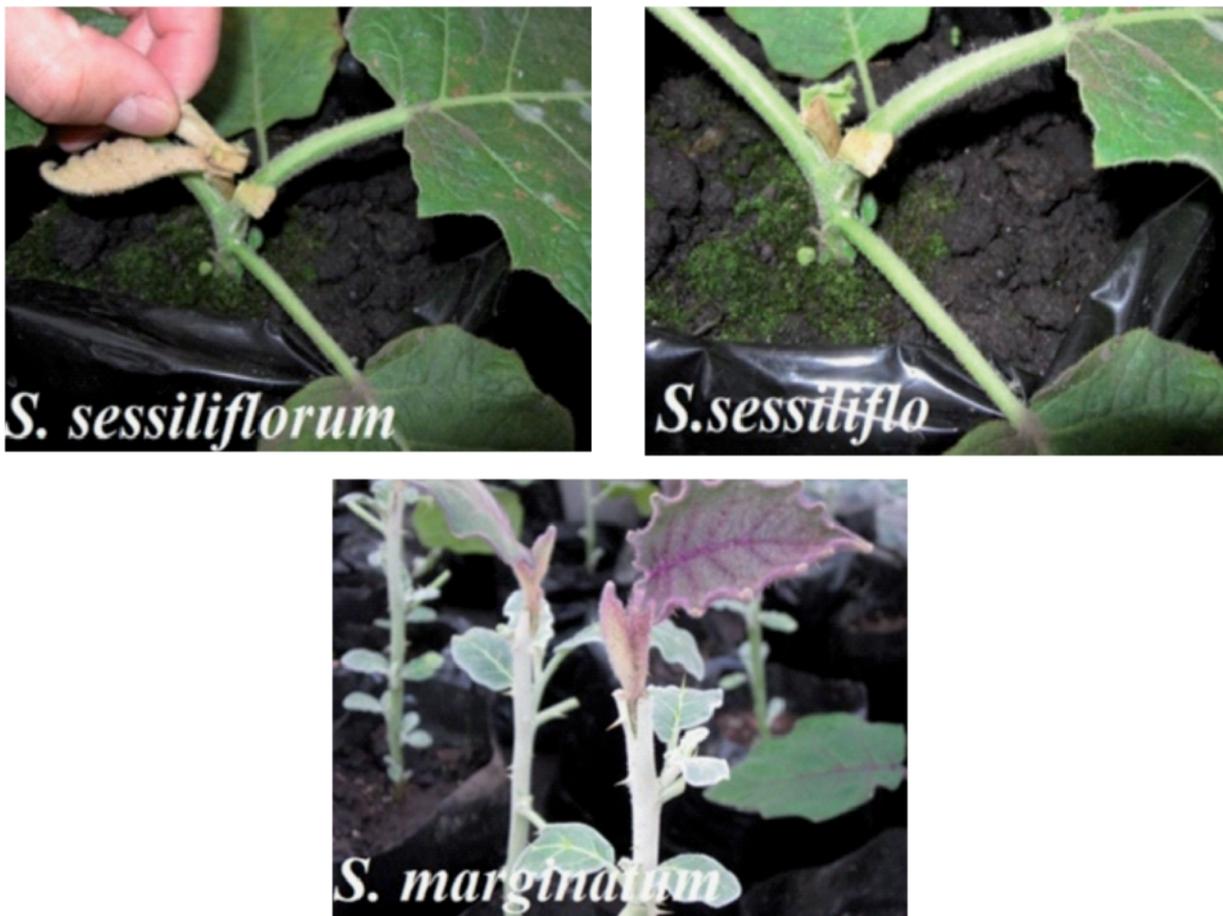


Figura 2. *Solanum marginatum* como patrón de lulo comercial *Solanum quitoense* L.

Tabla 1. Prendimiento de plantas injertadas en invernadero para diferentes materiales de lulo bajo condiciones de Invernadero

| Patrones de solanáceas injertados | Tipos de injertos | Nº de plantas injertadas | Nº de Injertos prendidos | Nº de Injertos no prendidas | % injertos viables |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| <i>S. hirtum</i> | Yema | 50 | 23 | 27 | 46 |
| <i>S. hirtum</i> | Púa | 50 | 46 | 4 | 92 |
| <i>S. sessiliflorum</i> | Yema | 50 | 0 | 50 | 0 |
| <i>S. sessiliflorum</i> | Púa | 50 | 0 | 50 | 0 |
| <i>S. marginatum</i> | Yema | 50 | 0 | 50 | 0 |
| <i>S. marginatum</i> | Púa | 50 | 48 | 2 | 96 |
| <i>S. mamosum</i> | Yema | 50 | 0 | 50 | 0 |
| <i>S. mamosum</i> | Púa | 50 | 2 | 48 | 4 |

- **Fase de campo**

Compatibilidad. Al medir en campo el diámetro tanto del patrón y la copa se encontró que a los seis meses después de realizar el injerto (*S. hirtum* y *S. marginatum* + *Solanum quitoense*) existe compatibilidad en el patrón y la copa con un valor igual o cercano a uno (Tabla 2).

Tal como mencionan Alarcia *et al.* (2007) que un síntoma de falta de afinidad es la diferencia de diámetro de los tallos del patrón y la variedad. La relación diámetro patrón por diámetro variedad es aproximadamente igual a 1, es decir ambos son del mismo grosor y hay una perfecta continuidad entre las dos plantas. Calderón (1989) al referirse que para una buena compatibilidad los tejidos

Tabla 2. Compatibilidad de los injertos de *S. quitoense* var. Setentrinal sobre *S. marginatum* y *S. hirtum* La Caldera 2009

| Meses | jun-15 | jul-15 | ago-15 | sep-15 | oct-15 | nov-15 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Material | D. Cop y Pat |
| <i>S. marginatum</i> | 0,9 | 1,02 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,05 |
| <i>S. marginatum</i> | 1,04 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1 |
| <i>S. marginatum</i> | 0,9 | 1,08 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| <i>S. marginatum</i> | 1 | 1,08 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,12 |
| | 0,96 | 1,05 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,07 |
| <i>S. hirtum</i> | 1,1 | 1,1 | 1,05 | 1,06 | 1,06 | 1,08 |
| <i>S. hirtum</i> | 1,02 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,04 | 1,04 |
| <i>S. hirtum</i> | 1 | 1,02 | 1,03 | 1,03 | 1,04 | 1,04 |
| <i>S. hirtum</i> | 1 | 1 | 1,04 | 1,04 | 0,99 | 0,99 |
| | 1,03 | 1,04 | 1,03 | 1,04 | 1,03 | 1,03 |

del patrón deben mostrar una buena disposición natural para realizar una unión apropiada con los tejidos del injerto.

Incidencia. El porcentaje de amarillamiento por *Fusarium oxysporum* entre los diferentes tratamientos evaluados, muestra que *S. hirtum* fue el material que presentó una menor incidencia (5,55%) seguido de *S. marginatum* (11,11%). Siendo *S. quitoense* (Testigo) el que mayor número de plantas afectadas presentó (25%). Lo anterior no coincide con los estudios reportados por Narváez y Zambrano (2006), quienes encontraron resistencia total para *Fusarium* sp. con *S. hirtum* y *S. marginatum* bajo condiciones de invernadero, posiblemente los resultados de esta investigación estén asociados a que *S. quitoense* utilizado como copa fue susceptible, de igual manera las condiciones de campo como medio ambiente y suelo influyeron notablemente en este comportamiento. Vitery *et al.*, (2009) reportan en trabajos realizados en el Ecuador que bajo condiciones de campo la reacción de *S. hirtum* 83, *S. hirtum* 119 y *S. arboreum* al hongo *Fusarium oxysporum* fue de resistencia a una altura que oscilaba entre 600 a 1500 msnm, en cambio en este estudio la altura fue de 1990 msnm, lo cual posiblemente

favoreció el desarrollo del hongo causante del amarillamiento.

Altura de las plantas. El análisis de varianza detecta diferencias altamente significativas para tratamientos (Tabla 3).

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 4) indica que *S. hirtum* muestra diferencias estadísticas significativas frente a *S. marginatum* pero no con *S. quitoense* además que *S. marginatum* no tuvo un buen desarrollo en cuanto a esta variable, ya que las condiciones ambientales no fueron las más favorables, según Rzedowski y Rzedowski, (2001) esta especie se encuentran en altitudes desde 2350 hasta 2700 msnm lo cual difiere de esta investigación debido a que esta se llevó a cabo en una altitud de 1990 msnm. En cuanto a *S. quitoense* datos registrados por Miller y Dingle, (2003); Gallozzis y Duarte, (2007), muestran que una planta de lulo alcanza alturas de 1.8 m hasta 3 m de altura en edad adulta. Por otra parte, Santacruz, (2004) reporta que *S. quitoense* crece 51,2 cm en 220 días, lo que indica que los datos obtenidos en esta investigación se ubican en estos rangos puesto que a los nueve meses la altura varió desde 55 a 83 cm.

Tabla 3. Cuadrados medios de las variables altura de plantas (ALP), número de inflorescencia (NI), número de flores por inflorescencia (NFI), número total de flores (NTF), número de ramas (NR), número promedio de frutos (NPF) y producción

| Cuadrados Medios | | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|---------|----------|---------|------------|---------|---------|
| FV | GL | ALP | NR | NI | NFI | NTF | NPF | PROD. |
| TRAT | 2 | 776,95 ** | 6,23 ** | 13,46 ns | 0,40 ns | 1395,00 ns | 61,00** | 5,25 ** |
| BLOQ | 3 | 110,28 | 0,12 | 3,73 | 0,37 | 284,90 | 0,83 | 0,17 |
| ERR | 6 | 57,07 | 0,09 | 3,48 | 0,31 | 367,81 | 1,50 | 0,05 |
| CV(%) | -- | 10,77 | 10,77 | 36,39 | 5,72 | 37,91 | 21,23 | 14,98 |

ns: No significativo, **: Altamente significativo

Tabla 4. Prueba de comparación de Tukey para las diferentes variables evaluadas por efecto de distintos materiales de lulo

| TRAT. | ALP | NR | NPF | PROD. |
|----------------------|----------|--------|--------|--------|
| <i>S. marginatum</i> | 55,83 b | 1,41 b | 1,70 c | 0,21 c |
| <i>S. hirtum</i> | 83,67 a | 3,73 a | 9,48 a | 2,41 a |
| <i>S. quitoense</i> | 70,81 ab | 3,37 a | 6,13 b | 1,87 b |

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes

Número de ramas productivas. El número de ramas productivas, están entre 1.41 para el injerto sobre *S. marginatum*, 3.37 para *S. quitoense* y 3.73 para el material injertado sobre *S. hirtum*; la prueba de medias de Tukey (Tab 4), indica diferencias significativas entre *S. hirtum* y el Testigo, en comparación con *S. marginatum*, esto se debió posiblemente a que *S. marginatum* no tuvo buen desarrollo en cuanto el diámetro del tallo y altura de planta debido a que no proviene de la zona donde se realizó la investigación. Los datos de *S. hirtum* y *S. quitoense* (testigo), se asimilan a lo reportado por Bernal *et al.*, (1998), en el material mejorado lulo La Selva quienes encontraron que el número de ramificaciones laterales de este material va de 3 a 5. Además Villalba *et al.*, (2006); Gallozzis y Duarte, (2007) reportan un número de ramas que va de 3 a 4, las cuales sirven de sostén de toda la parte aérea de la planta. Las podas de formación facilitan a las planta un equilibrio en el número de ramas (Angulo, 2006).

Número de inflorescencias. Existió poca variabilidad entre los diferentes materiales con respecto a esta característica, encontrando valores desde 3,03 inflorescencias por planta para el *S. marginatum* hasta 6,45 inflorescencias por planta para el testigo, esto permitió determinar que no

existe diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Tabla 3). Datos obtenidos en esta investigación no ratifican lo reportado por Arias (2005), donde el número de inflorescencia en *S. quitoense* se encuentra en un rango de 10 por individuo, esto se debió posiblemente a que las evaluaciones de esta característica se realizaron en plantas jóvenes y no adultas, donde aún no se presentaba el máximo crecimiento.

Número de flores por inflorescencia. El Andeva para esta variable (Tabla 3) muestra que no se presentó efecto por los materiales utilizados. Probablemente debido a que se trata de un carácter altamente heredable en *S. quitoense*. Estos datos confirman lo dicho por Urbina (2008), que el número promedio de flores por inflorescencia es de 5 a 10, las cuales se encuentran adheridas a las axilas de las ramas y en el tallo, al iniciar la fructificación la planta sigue produciendo continuamente y es común observar en una planta diferentes estados de desarrollo, botones florales flores y frutos. Igualmente ratifican lo dicho por Fory (2005) en *S. quitoense* y Endara (2002) en *S. sessiliflorum* quienes afirman que el número de flores por inflorescencia están en este rango.

Número de flores totales. El Andeva (Tabla 3) indica que no se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos para esta variable con datos que oscilaron desde 64 a 30 lo que indica que *S. quitoense* utilizado como copa produce respuestas similares en desarrollo y producción de flores con los diferentes materiales utilizados como portainjertos debido a su condición genética. Por otra parte Santacruz, (2004) reporta que el promedio de flores totales por planta es de 104 flores para *S. quitoense* durante todo el ciclo del cultivo.

Número de frutos por planta. En la Tabla 3 se presentaron efectos altamente significativos ($p < 0.01$) en el número de frutos por planta por los diferentes materiales evaluados. Todos los materiales evaluados fueron diferentes entre sí según la prueba de medias de Tukey (Tabla 4) encontrándose que el número promedio de frutos entre materiales fue de 1,70 para *S. marginatum*, 6,13 para *S. quitoense* y 9,48 para *S. hirtum* mostrándose una alta variabilidad entre ellos. Esto se debió a que el injerto de *S. marginatum* tuvo menor diámetro de tallo, altura de planta, número de ramas productivas y mayor número de abortos florales por la debilidad de la planta, debido a la característica climatológica donde se realizó el trabajo, en el cual el portainjerto para el injerto es de altitudes de, 2527 msnm (Alcaldía de pasto, 2010).

Estudios realizados por Grunberg y Sartori, (1968) y Calderón, (1989) afirman que los injertos sirven para adaptar variedades a zonas donde proviene el portainjeto, defiriendo de la investigación ya que esta se llevó a cabo a una altura de 1990 msnm. Sin embargo *S. hirtum* tuvo un comportamiento superior posiblemente a características genéticas propias de este material y al vigor de la planta al ser injertada, según Grunberg y Sartori, (1968); Berlijn *et al.*, (1982); Calderón, (1989); Lesur, (2003) y Agustín, (2004) afirman que las injertación acelera la entrada en producción precoz de los frutales.

Estudios realizados muestran que el promedio total de frutos por planta está en 67.6 frutos para el cultivo durante toda su vida productiva (Santacruz, 2004), por otro lado Endara, (2002) estudios realizados en *S. sessiliflorum* reporta que el número de frutos fluctúa entre 3,20 a los 196 días

y de 15,70 a los 324 días, difiriendo de la presente investigación, puesto que los datos fueron tomados en plantas jóvenes y no se llevaron a todo el ciclo del cultivo.

Producción. La producción en $t \cdot ha^{-1}$ obtenida en los tres primeros pases de cosecha para cada uno de los materiales en estudio, se midió de acuerdo al número de flores totales, porcentaje de cuajamiento y peso promedio de los frutos. Los estimativos de producción presentaron una alta variabilidad entre materiales (Tab 3), indicando diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para los materiales evaluados. La prueba de comparación de medias de Tukey (Tab 4) indicó que *S. hirtum* presentó el mayor promedio con $2,41 t \cdot ha^{-1}$, se guido de *S. quitoense* con $1,87 t \cdot ha^{-1}$ y *S. marginatum* con $0,21 t \cdot ha^{-1}$.

En cuanto al cálculo de pérdidas de acuerdo a lo establecido entre la producción y el porcentaje de amarillamiento a causa de *Fusarium* sp. se pudieron determinar para *S. hirtum* un 5,39% que equivale a $0,13 t \cdot ha^{-1}$, para *S. quitoense* de 25,13% que equivale a $0,47 t \cdot ha^{-1}$ y para *S. marginatum* 9,52% que equivale a $0,02 t \cdot ha^{-1}$. Según Hoyos y Gallo, (1987) en diferentes materiales de *S. quitoense* han alcanzado a los 9 a 10 meses después de trasplantados la primera cosecha con rendimientos que van entre 25 a $30 t \cdot ha^{-1}$, con más o menos 24 pases de cosecha, indicando que para esta investigación se alcanzaron promedios dentro del rango. Estudios realizados por la Fhia, (2009), en plantas de *S. quitoense* injertada con *S. torvum* después de cinco pases se obtuvo una producción de $6,76 t \cdot ha^{-1}$ contra el testigo con $1,99 t \cdot ha^{-1}$. Lo cual se asemeja a lo reportado en esta investigación (Tabla 5).

Tabla 5. Producción y pérdidas en porcentajes y en toneladas por hectárea de los diferentes materiales evaluados

| Tratamientos | Producción t/ha | % de pérdidas | Pérdidas en t/ha |
|----------------------|-----------------|---------------|------------------|
| <i>S. marginatum</i> | 0,21 | 9,52 | 0,02 |
| <i>S. hirtum</i> | 2,41 | 5,39 | 0,13 |
| <i>S. quitoense</i> | 1,87 | 25,13 | 0,41 |

Correlación entre incidencia y rendimiento.

El análisis de correlación entre la incidencia de *Fusarium* sp. y producción. Bajo las condiciones en la cual se llevó el experimento, no mostró asociación entre estas variables para ninguno de los materiales.

Calidad de la fruta. Para las variables diámetro de fruto, Peso promedio de frutos, Prueba de Acidez, Grado Brix y Color del fruto, se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Características de la calidad de frutos de los distintos materiales de lulo evaluados, La Caldera, 2009

| Variable evaluadas | <i>S. hirtum</i> | <i>S. marginatum</i> | <i>S. quitoense</i> (Testigo) |
|----------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Diámetro de fruto (cm) | 4,4 - 5,2 | 4,3 - 4,5 | 5,5 - 6,1 |
| Peso promedio de fruto (g) | 72 | 56 | 98 |
| Prueba de acidez | 3,2 | 3 | 3,2 |
| Grados Brix | 10,2 | 9,5 | 10 |
| Color de los fruto | Amarillo | Amarillo | Amarillo |

Estudios realizados por Viteri *et al.*, (2009) muestran algunos resultados del injerto *S. hirtum* y *S. arborium* como patrón lulo comercial (*Solanum quitoense* Lam), indicándose algunas

características sobre diámetro de fruto, peso promedio de fruto, prueba de acidez, grado Brix fueron las siguientes, como muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Característica de la naranjilla mejorada INIAP

| | |
|----------------------------|------------|
| Diámetro de fruto (cm) | 5,0 - 6,4 |
| Peso promedio de fruto (g) | 80 - 139 |
| Prueba de acidez | 2,51 |
| Grados Briz | 9,1 - 10,1 |
| Número de frutos | 6,1 - 6,8 |

Fuente: Viteri *et al.*, 2009

Para diámetro del fruto, los datos obtenidos en esta investigación están entre 4,3 y 6,1, lo cual no son similares a lo reportado por Bernal *et al* (2000), ya que ellos muestran para lulo La Selva un promedio de diámetro de 3,3 cm. En cuanto a las variables organolépticas y de calidad de la fruta (Tabla 6) muestran que los valores obtenidos de diámetro de fruto, peso promedio de fruto y prueba de acidez de los materiales evaluados en esta investigación están dentro de los rangos establecidos por el departamento de Nutrición y Calidad (Viteri *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

El material silvestre *S. hirtum* utilizado como patrón de lulo comercial *S. quitoense*, es la mejor opción a escoger al momento de injertar y llevar a campo, debido a que se alcanzó el 92%, de prendimiento, utilizando el tipo de injerto de púa, con una producción que superó al material sin injertar *S. quitoense* en un 0.25%, y con menor incidencia (5,5%) de amarillamiento causado por *Fusarium oxysporum*.

Solanum marginatum mostró el mayor prendimiento con 96%, pero al ser llevado a campo, no tuvo un buen desarrollo en cuanto a la altura de planta, diámetro del tallo, número de ramas, número de frutos y producción; debido posiblemente a falta de adaptaciones ambientales en el lote.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTIN, M. 2004. Fruticultura. Editorial Mundiprensa, Valencia España. 493p
- ALARCIA. J. A. GOTO. R. MARSAL. J. I. MIGEL. A.2007. Efecto de las resistencias y del injerto sobre la producción y de la infección por nematodos en tomate. <http://www.ivia.es/documentos/objetivosproyectos/ruralcaja/pdfs-ensayos/LB6.pdf>. Consulta diciembre 29 de 2010.
- ALCALDÍA DE PASTO. 2010. http://www.pasto.gov.co/index.php?searchword=gografia+del+municipio&ordering=&searchphrase=all&Itemid=5&option=com_search. Consulta el Noviembre 10 de 2010.
- ANGULO, R. 2003. El cultivo del lulo. Memorias curso de actualización manejo del cultivo de lulo. Chía, 28 de noviembre de 2003. 64 pp.
- ANGULO, R. 2006. Lulo: el cultivo. Primera edición, Bogotá D.C, Bibliopriter Ltda, 100p
- ARAUJO, F. 1995. Producción de níspero (*Manilkara zapota* L.). Taller sobre Manejo de Plantaciones Frutícolas. Universidad del Zulia. Agronomía División de estudios para Graduados. Maracaibo. Memorias. s/p
- ARIAS, D. 2005. Genotipos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en El bosque humedo montano bajo del oriente antioqueño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 17p
- AVILÁN, L., F. LEAL y D. BAUTISTA. 1992. Manual de Fruticultura. Principio y Manejo de la Producción. Tomo 2. Editorial América. p 1353-1367.
- BERLIJN, J.D; VANHAEFF, J.N; MONDOÑEDO, J. R; KIRCHNER, F. R; LOPEZ, G. E. 1982. Manual para educación agropecuaria, Fruticultura. Editorial trilla S.A, Churubusco. México. 106p
- BERNAL, J.; LOBO, M.; LONDOÑO, M. 1998. Documento Presentación del Material "Lulo la Selva". En: El cultivo de lulo, Manual técnico. Manizales. CORPOICA Regional Cuatro, CI La Selva, Rio negro. 76p
- BERNAL, J.; M. LONDOÑO; G. FRANCO; J. E. RODRIGUEZ. 2000. Lulo La Selva. Revista Innovación y Cambio tecnológico. Vol 1 No 2. ISSN. 16570901.
- BURBANO, J.; y GAVIRIA, W. 2004. Etiología de problemas radicales de lulo (*Solanum quitoense*) en la zona norte del departamento de Nariño. Pasto. p. 69. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- CABRERA B. L., DELGADO C. C. 2004. Fomento e implementación del cultivo de guadua en el corregimiento La Caldera, Municipio de Pasto; informe final de actividades Agosto - Diciembre de 2004. 25p.
- CALDERON, E. 1989. Fruticultura general: El esfuerzo del hombre, 3a edición, México, Limusa. 763p.
- CORPOICA. 2002. Manual Técnico sobre el cultivo del lulo. 1era. Edición, Manizales. 103p.
- DENIS F.G.; HERNER R. C. y CAMACHOS. 1985. Naranjilla: a potential cash Crop for the Small farmer in Latin America. Acta Hortícola. International Society for Horticultural Science. 475-481.
- ENDARA, B. E. 2002. Estudio fenológico de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) Tesis de grado Ingeniero

- Agrónomo, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano. Honduras. 46p
- FHIA. 2009. Producción comercial de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) injertado sobre el patrón de friegaplatos (*Solanum torvum*). Hoja técnica. 2p. Fundación Hondureña de investigación Agrícola.
- FORY, P. 2005. Caracterización y análisis moleculares de la diversidad genética de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* L.) y seis especies relacionadas de la sección lasiocarpa. Palmira P 89. Trabajo de Grado (Magister en Ciencias). Universidad Nacional. Sede Palmira. Facultad de Ciencias agropecuarias.
- GALLOZZIS C, R. y DUARTE, O. 2007. Guía práctica de manejo Agronómico, Cosecha, poscosecha y procesamiento de naranjilla. 46p
- GOMEZ, L. E. 1997. Enfermedades del Cultivo de Lulo en el Tolima y Huila. Guía de Reconocimiento y Control. Boletín Técnico. Corpoica 6. C.i. Nataima. 36p.
- GRUNBERG, I. P. Y SARTORI, E. 1968. El arte de criar e injertar frutales. Editorial Eudeba, Universidad de Buenos Aires. Argentina. 205p.
- HARTMANN, H. T., D. E. KESTER y F. T. DAVIES. 1990. Plant Propagation. Principles and practices. Prentice-Hall
- HARTMANN, H. T. y KESTER, E. 1975. Propagación de plantas, principios y prácticas. Segunda edición, México, Compañía Editorial Continental S. A. México, D.F. 810 p.
- HOYOS, E. A. y GALLO. 1987. El manejo precosecha y poscosecha de granadilla y lulo: en reunión Técnica de la red Latino Americana de agroindustria tropicales y Hortalizas. Fedecafé. Fao.
- HUERTAS, C., SALAZAR, F & F. VARON DE AGUDELO. 1999. Manejo Integrado del cultivo de Lulo (*Solanum quitoense* Lam) en el Valle del Cauca. Boletín Técnico. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Comité Departamental de Cafeteros del Valle del Cauca. 22p.
- LESUR, L. 2003. Manual de fruticultura. Una guía pasó a paso. México, Trillas. 80 p.
- LOBO, M. 2000. Papel de la variabilidad genética en el desarrollo de los frutales andinos como alternativa productiva. En: Memorias. 3er Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Manzales, Noviembre 15 al 17 de 2000. P. 27-36.
- MILLER, J.S. y DINGLE, P. 2003. Diversification on andromonoecy in *Solanum* section *Lasiocarpa* (Solanaceae): the roles of phenotypic plasticity and architecture. American Journal of Botany 90(5):707-715.
- NARVAEZ, C. y ZAMBRANO, M. 2006. Reacción de diferentes materiales de lulo (*Solanum quitoense*) al ataque de *Fusarium oxysporum*. Pasto, p 66. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- NAVARRO, R. A. 1998. Enfermedades del Lulo. 47 – 53pp. En: Memorias primer Seminario Nacional del Cultivo de Lulo (*Solanum quitoense* L). Frontino, Antioquia. Diciembre de 1998. Secretaria de Agricultura de Antioquia. Publicación Técnica No. 12 – 67pp.
- OCHOA, J. B. y ELLIS, M. A. 2002. Seed transmission of *Fusarium oxysporum* in common Naranjilla (*Solanum quitoense*) in Ecuador. Online. Plant Health Progress doi: 10.1094/PHP-2002-0719-01-HN. <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/brief/naranjillavw/> Agosto 25 de 2010

- REVELO, J. y SANDOVAL, P. 2003. Factores que afectan la producción y productividad de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) en la región amazónica del Ecuador. Quito-Ecuador. 108p.
- RZEDOWSKI, G. C. Y RZEDOWSKI, J. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Segunda edición. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406p
- SALAYA, A. 1985. Situación actual de la Pimienta (*Pimenta dioica* L.) en el Estado de Tabasco, México y Perspectivas. Imprenta: México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hídricos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 24p.
- SAÑUDO, B. 2002. Introducción al manejo de frutales andino en la zona triguera baja de Nariño. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 118 p.
- SANTACRUZ, M. 2004. Estudio fenológico y re-productivo de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y uchuva (*Physalis peruviana* Lam). Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, zamorano. Honduras. 67p.
- TAMAYO, P., BERNAL, J.; HINCAPIE, M. y M. LONDOÑO. 1999. Frutales de Clima Frío moderado. Cartilla Divulgativa. Corpoica, Regional. 4. SENA. 10 p.
- TAMAYO, P., NAVARRO, R.A & M.C. FORERO DE LA ROTTA. 2001. Enfermedades del Cultivo del Lulo en Colombia: Guía de Diagnóstico y Control. Boletín técnico 9. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica. Regional 4. Centro de Investigación "LA SELVA", Rionegro, Antioquia, Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Seccional Caldas. 48p.
- TORRES, A. 2002. Inteligencia de mercados para lulo, mora y uchuva. pp. 326-330. En: Giraldo, M.J. y J.P. Higuera. (eds.). Memorias IV Seminario de frutales de clima frío moderado. Corpoica. Universidad Pontificia Bolivariana, Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Medellín. 249 p.
- URBINA, G. 2008. Evaluación agronómica de dos variedades y dos híbridos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) y su respuesta a dos densidades de plantación en Julio Moreno, Provincia Bolívar ECUADOR. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Estatal de Bolívar. 113p
- VILLALBA, R, GOMEZ, J .F, y PARRA, M. 2006. Manual técnico del cultivo de lulo (*Solanum quitoense* L.) secretaria técnica cadena productiva frutícola en el departamento del Huila, primera edición, Litocentral Ltda. 32p.
- VITERI, D.P., VASQUEZ, C.W. LEON, F.J., VIERA, W., POSSO, M., HINOJOSA, A.M., REVELO, J. y OCHOA, J. 2009. Instituto Nacional de investigaciones

agropecuarias. Características agronómicas de la naranjilla de jugo mejorada INIAP quitoense-2009 injertada en patrones de solanáceas silvestres resistentes a *Fusarium oxysporum* y *Meloidogyne incognita*. 12 p.

ZAPATA, J. 2010. Corpoica, seleccionó variedades resistentes y métodos de control de enfermedad del lulo. [http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=991.1p.](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=991.1p;); consulta: septiembre 2010.