

Evaluación de patógenos en clones de lulo (*Solanum quitoense* Lam.)

Pathogenity evaluation on *Solanum quitoense* Lam. clones

Consuelo Montes Rojas¹, Luis Armando Muñoz², Víctor Felipe Terán G.³, Fabio A. Prado C.⁴, y Magally Andrea Quiñónez⁵

^{1,3y4}TULL, Grupo de investigación para el desarrollo rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. Autor para correspondencia: Consuelo Montes cmontesr@unicauca.edu.co

²Investigador, Frutas tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT

⁵Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Recibido: 20.06.09 Aceptado: 27.01.10

Resumen

En el noroccidente de Popayán, Colombia, se evaluó la presencia de plagas causadas por patógenos en 42 clones de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Los clones fueron plantados en bolsas plásticas, donde se desarrollaron por 3 semanas antes de ser trasplantados al campo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, la parcela útil estuvo conformada por 6 plantas, las cuales se sembraron a 'tresbolillo' a 2.5 m entre surcos y 2 m entre plantas. Para determinar el efecto de las plagas en el cultivo, se calculó el porcentaje de incidencia y severidad del ataque. La incidencia se evaluó como porcentaje de plantas afectadas, y la severidad como porcentaje de tejido afectado por el patógeno. Las enfermedades más limitantes para los 42 clones fueron: gota (*Phytophthora infestans*) que provocó una mortalidad de plantas superior a 40%; fusarium (*Fusarium oxysporum*) que se presentó en 12 de los clones evaluados; antracnosis (*Colletotrichum* sp.) que afectó 21 clones, los cuales se clasificaron entre tolerantes y medianamente tolerantes; y mancha clorótica (*Cladosporium* sp.) que afectó 21 clones, clasificados como susceptibles. Los clones PL19, PL24, PL11, PL35 fueron medianamente tolerantes. Se seleccionaron por supervivencia los clones: JY E1 (52.2%), PH E 1 (45.8%), VM E2 (45.8%); por supervivencia y por tolerancia a *Fusarium oxysporum* los clones PL35, PL11, PL24, PL8, PL19, 120052, 120043, ORE1, AGE1. Los clones SER 7, SER 15, SER 9, SEC 31, SEC 27 presentaron alta mortalidad pero se seleccionaron por ser medianamente tolerantes a gota, tolerantes a antracnosis y medianamente resistentes a nematodos, con buen vigor y producción.

Palabras clave: *Solanum quitoense* Lam; enfermedades de plantas, *Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium*

Abstract

Presence of plant disease caused by pathogens on 42 clones of *Solanum quitoense* Lam. were evaluated in the north-western region of Popayán, Colombia. The seed of the clons were planted in plastic bags during three weeks and afterwards transplanted to the field. The statistical design consisted of a complete randomized block design with 4 repetitions, the working sampling plot consisted on 6 plants arranged in triangles at distances of 2 m within rows, the inter row distance was 2,5 m. The incidence and severity percentages of damage were evaluated to determine the disease effects. The first incidence was evaluated as the affected plants percentage and severity, as percentage of plant tissue affected by

the pathogen. The most limiting diseases for the 42 clones were *Phytophthora infestans*, which produced mortality more than 40%; *Fusarium oxysporum* affected 12 of the evaluated clones; *Colletotrichum* sp. affecting 21 clones which were classified as tolerant and fairly tolerant; and *Cladosporium* sp., affecting 21 clones and were classified as susceptible, while the clones PL19, PL24, PL11, PL35 were considered fairly tolerant. The clones JY E1 (52.2%), PH E 1 (45.8%), VM E2 (45.8%) were selected by survival; by tolerance to *Fusarium oxysporum* the clones PL35, PL11, PL24, PL8, PL19, 120052, 120043, ORE1, AGE1; and the clones SER 7, SER 15, SER 9, SEC 31, and SEC 27, were selected due to their fair tolerance to *Phytophthora infestans*, and *Colletotrichum* sp and their fair resistance against nematodes, proving to be vigorous and productive.

Key words: *Solanum quitoense* Lam; plant diseases, *Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium*

Introducción

En Colombia el cultivo de lulo (*Solanum quitoense*) Lam. se ha venido incorporando a los sistemas de producción de los campesinos, como alternativa de diversificación del cultivo de café y sustitución de cultivos ilícitos, por ser una fruta con potencial económico debido a su amplia aceptación en los mercados nacionales, por su calidad, valor nutritivo y múltiples usos en agroindustria.

El lulo es una planta de la zona andina, con mercados importantes en Colombia y Ecuador. Esta especie tiene importancia en los mercados nacionales y recientemente ha despertado interés en los mercados internacionales. En Colombia se cultiva en pequeñas parcelas (< 0.6 ha), constituye un producto esencial en la economía familiar campesina, genera empleo, y tiene un rol importante en el desarrollo de la industria de jugos y pulpas en el país.

Resultados recientes de encuestas regionales indican que en Colombia existen aproximadamente 6.600 ha, y el Plan Frutícola Nacional estima que se requieren 10.000 ha adicionales para el año 2025 (Tafur et al., 2006). La brecha tecnológica, estimada como la diferencia en rendimiento entre lo observado en las parcelas experimentales y las parcelas de los mejores agricultores, se estima en 15 t/ha. La diferencia está muy influenciada por las plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo, afectando los costos de producción y consecuentemente la rentabilidad.

El área sembrada con lulo en el departamento del Cauca se estima en 355 ha con

un promedio de producción total de 3.545 t (Corpoica, 2004). Las enfermedades de mayor importancia que atacan la planta son gota (*Phytophthora infestans*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*), marchitez (*Fusarium oxysporum*) y nematodos (*Meloidogyne* spp.), que ocasionan pérdidas estimadas de 50%, especialmente por nematodos. El control químico es costoso y se basa en el uso de organofosforados, carbamatos y agroquímicos de alta residualidad en el suelo (Corpoica, 2002).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la presencia de enfermedades causadas por patógenos (hongos), en condiciones de la vereda la Rejoya, municipio de Popayán, en materiales de lulo entregados por el CIAT, con el fin de seleccionar los de mejor adaptación y comportamiento.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Vereda la Rejoya, municipio de Popayán (Colombia) a 1.800 m.s.n.m., temperatura promedio de 18 °C y precipitación, promedio anual, de 2.340 mm.

Como materiales de investigación se utilizaron 32 clones de lulo seleccionados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 2007) en forma participativa con productores, cuatro materiales sexuales del Banco Nacional de Semillas y cinco híbridos interespecíficos desarrollados por Corpoica. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, siendo la parcela útil de seis plantas las cua-

les se sembraron en el sistema ‘tresbolillo’ a una distancia de 2.5 m entre surcos y 2 m entre plantas.

Manejo agronómico

Fertilización. Se hizo fertilización granulada con 25-4-24 más 21-0-0-7 en proporción 1:3, en dosis iniciales de 30 g/planta, aumentando semanalmente hasta llegar a 150 g/planta. En la etapa de floración se fertilizó con 14-30-15-1 más 21-0-0-7 en relación 1:1, en dosis iniciales de 60 g/planta, hasta llegar a 120 g/planta. También se realizaron aplicaciones foliares con productos como Starzyme, Nutriphite en dosis de 40 ml/20 l y Cristasol 6 g/l, aplicando en forma intercalada cada ocho días.

Control de arvenses. El plato de la planta se mantuvo limpio para evitar la competencia de las arvenses por los nutrientes, cerca al tallo se hizo un plateo con machete en forma superficial para no dañar el sistema radicular.

Podas. En el cultivo se hicieron tres tipos de podas: (1) Poda de formación: consistió en eliminar los chupones basales del tallo ubicados por debajo de la primera horqueta, para evitar el crecimiento excesivo de ramas, mejorar el tamaño de frutos, disminuir la humedad dentro del cultivo y evitar la presencia de patógenos causantes de enfermedades. Debido a que se presentaron yemas florales en algunas plantas en los primeros cuatro meses de establecido el cultivo, se removieron para permitir el crecimiento vegetativo de la planta. (2) Poda de mantenimiento: consistió en remover partes secas, viejas e improductivas. (3) Poda sanitaria: consistió en eliminar todas las partes afectadas de la planta para disminuir la incidencia de problemas fitosanitarios.

Control de plagas. La aplicación de fungicidas se inició con la etapa de floración, desde este momento se realizó control químico cada ocho días con productos de ingredientes activos como Mancozeb y Metalaxil para controlar *Phytophthora infestans* en dosis de 5 g/l y Carbendazim en dosis de 10 ml/l para control de antracnosis, además de la

recolección de frutos afectados semanalmente.

Para el control de ácaros se utilizaron en las dos fases productos a base de Abamectina, trips Imidacloprid, nematodos y extractos vegetales.

Evaluación de presencia de patógenos

Para la evaluación de patógenos se inspeccionaron en forma visual las plantas y los órganos afectados. Para la adecuada identificación en campo se realizó una comparación con registros existentes en la literatura especializada, una vez se identificó el tipo de patógeno se hicieron análisis de comprobación de laboratorio en el CIAT.

Porcentaje de incidencia de patógenos y severidad de ataque

Para determinar el efecto de la plaga sobre las plantas se calculó el porcentaje de incidencia y severidad. La incidencia se evaluó como porcentaje de plantas afectadas por el patógeno. Para el análisis se agruparon los datos para cada clon y se aplicó la fórmula sugerida por Anculle (1999); este proceso se realizó para cada una de las plagas presentes en el cultivo.

$$\text{Incidencia (I)} = \left(\frac{\text{No. plantas enfermas}}{\text{No. total de plantas}} \right) * 100$$

La severidad del ataque se evaluó como porcentaje de tejido afectado por el patógeno. Para la evaluación en campo se utilizó la escala que aparece en el Cuadro 1, basada en los diagramas propuestos por Botero (2001), teniendo en cuenta el grado de afección calificada visualmente que presentó cada una de las plantas, y que luego fue valorada con la fórmula de severidad, donde se agruparon los datos para cada clon. La fórmula usada para el cálculo de la severidad (S) utilizando escalas de evaluación fue la siguiente (Anculle, 1999):

$$\text{Severidad (S)} = \left(\frac{\text{No. plantas en cada grado}}{\text{No. total de plantas}} \right) * 100$$

Cuadro 1. Escala utilizada para calificar la incidencia y el grado de severidad de cuatro enfermedades en tallo, fruto, hojas y racimos de lulo

Cobertura por la enfermedad (% área foliar)	Grado de Severidad	Clasificación
1-3%	1	Tolerante
3-5%	2	
5-7%	3	
7-10%	4	
10-17%	5	
17-20%	6	Medianamente tolerante
20-30%	7	
30-40%	8	Susceptible
50% o más	9	Muy susceptible

Fuente: Botero (2001).

Evaluación de nematodos (*Meloidogyne* sp.).

La evaluación de nematodos se realizó utilizando el índice de nudosidad con base en la escala de evaluación usada por Taylor y Sasser (1983) (Cuadro 2), tomando en cuenta el número de agallas por raíz.

Cuadro 2. Escala de evaluación para nematodos (*Meloidogyne* sp.) en plantas de lulo.

Grado	Número de individuos/planta	Clasificación
0	0	Plantas que no muestran agallas en la raíz, estas plantas se clasifican como inmunes.
1	1 - 2	La planta se considera resistente.
2	3 - 10	Planta medianamente resistente.
3	11 - 30	Planta moderadamente susceptible.
4	31 - 100	Planta susceptible.
5	>100	Planta altamente susceptible.

Fuente: Taylor y Sasser (1983).

Resultados y discusión**Incidencia y severidad de patógenos**

Durante el desarrollo del cultivo fueron identificados los hongos que producen la mancha clorótica (*Cladosporium* sp. Link), la antracnosis (*Colletotrichum* sp.), la gota o tizón del lulo (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary) y el fusarium (*Fusarium oxysporum*) (Cuadro 3).

La mancha clorótica se presentó a través del ciclo productivo de todos los clones. Los primeros síntomas se dieron en el haz de las hojas inferiores, no obstante, la lesión típica se presentó como una mancha de color café aterciopelado por el envés de las hojas (Foto 1).

La incidencia y el grado de severidad de la mancha clorótica fueron favorecidos por la temperatura promedio (18 °C) y la humedad

relativa (>80%) en la zona, lo que coincide con las observaciones de Bayer (CropScience, 2008) sobre las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad. En el Cuadro 4 se observa que 19 materiales presentaron incidencia superior a 50%, lo que significó que todos fueran susceptibles a *Cladosporium* sp., y sólo 14 estuvieron por debajo de 40%. Cabe resaltar que la mayoría de clones mostraron baja severidad ya que ésta no sobrepasó el grado 2, lo cual indica que los síntomas se presentaron entre 3% y 5% de la lámina foliar; esto se atribuyó al control cultural permanente al que fueron sometidos los materiales, específicamente a las labores de poda.

La antracnosis o pudrición seca del fruto se presentó en los frutos inicialmente como lesiones redondeadas en el punto de inserción del pedúnculo, de apariencia café, que luego se tornó negruzca. La lesión inicialmente mostró forma hendida en el centro, creció rápidamente y cubrió todo el fruto hasta deformarlo para producir la caída (Foto 1). Los frutos verdes atacados presentaron lesiones con centro de color naranja o salmón, lo que corresponde a las esporas del hongo.

Las condiciones climáticas para el desarrollo de la antracnosis fueron óptimas, ya que se presentaron temperaturas entre 17.5°C y 19 °C con humedad relativa hasta del 90%, además de cambios abruptos de clima al pasar de tiempo lluvioso a tiempo seco y viceversa (Cuadro 5), lo cual coincidió con lo reportado por Bayer (CropScience, 2008) y Orozco (2001) quienes describen que los daños por antracnosis se ven favorecidos por temperaturas entre 15°C y 20 °C y humedad relativa alta. Veintiún materiales fueron afectados por antracnosis y entre ellos el clon EC28 presentó la mayor incidencia (22.7%) aunque con un grado de severidad bajo (0.9%), y el clon PHE1 con una incidencia de 4.2% y severidad de 2.6%. Los restantes materiales no presentaron la enfermedad, lo cual se atribuye al manejo con agroquímico desde el inicio del cultivo (Cuadro 3).

Los materiales OJVE1 y PHE1 fueron muy susceptibles a antracnosis, presentando el mayor grado de severidad (2 y 2.6 respectivamente), es decir, que la enfermedad afectó

Cuadro 3. Porcentajes de incidencia (**I**) y grado de severidad (**S**) causados por patógenos en materiales de lulo evaluados en el ensayo.

Clon	<i>Phytophthora infestans</i>								<i>Cladosporium</i> sp.		<i>Colletotrichum</i> sp.		<i>F. oxysporum</i>
	Tallo		Hojas		Botón floral		Fruto		en hojas		en fruto		en la planta
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
DPE2	33.3	2.1	8.6	0.1	38.2	1	19.6	0.6	68.9	1.9	4.6	1.7	-
PH E1	52.8	2	11.2	0.2	32.7	0.9	14	0.9	69.1	1.7	4.2	2.6	-
EC 39	41.2	2.1	5.1	0.1	10.6	0.5			51.9	1.1	14.4	0.8	-
VM E2	35.9	1.8	11.2	0.1	32.9	1.5	14.8	2	60.1	1.1	4.9	0.8	-
EC 28	32.9	1.7	6.9	0.1	20.1	1	16.9	1.1	56.7	1.2	22.7	0.9	-
VM E1	40.4	1.9	6.6	0.1	26.5	1.5	0.1	0.5	64.1	1.6	16.6	0.3	-
SS E1	36.4	2	7.8	0.1	30.6	1.5	5	0.8	78.1	2	4.4	1	-
SEC31	33.3	2.1	5.6	0.1	16.9	1.2	5.7	0.6	67.8	1.8	1.7	0.8	-
ER 19	33.3	1.8	1.5		10.1	0.8			58	1.2	18.7	0.8	-
JS E3	33.8	2	9.8	0.1	18.2	1	8.6	0.3	42.5	0.8	6.7	0.4	16.7
ER 10	40.9	2	2.2		24.3	1.2			43.1	0.8	4.4	1.3	-
DP E1	39.2	2	2.6		11.9	0.9	10	0.3	50.4	1.1	2.8	0.9	-
PH S1	43.3	1.9	3.5		33.5	1.6	5	0.7	63.9	1.4	7.2	1.1	-
WM E1	38.5	2	3.6		30.1	1.5	11.4	0.3	59.2	1.4	5.8	0.8	-
SS E2	38.5	2.1	1.3		25	1.4	5	0.6	59.6	1.3	11.9	1.1	-
JY E1	36.8	1.8	7.8	0.1	24.5	1.5	7.9	0.6	55.6	1.1	4.3	0.8	-
SEC 27	36.1	1.9	3.4	0.1	17.8	1	4.8	0.1	47.3	1.1	0.6	0.9	-
SER 9	33.3	2	3.4	0.1	20.4	1.2	4.2	0.1	62.5	1.2	1	0.2	-
SER 7	35.6	2.1	4.6	0.1	12.5	1	6	0.1	56.7	1.2	0.9	0.7	-
OJV E1	38.2	1.9	2.8		22.8	1	5.2	0.9	63.1	1.2	4.9	2	-
SER 15	44.7	3	3	0.1	11.7	0.9	3.2	0.8	68.8	1.5	0.9	0.6	-
PL19	-	-	-	-	9.6	0.1	-	-	17.9	0.2	-	-	-
PL24	-	-	-	-	9.6	0.1	-	-	22.4	0.2	-	-	-
PL8	-	-	-	-	17.5	0.2	-	-	26.8	0.3	-	-	-
PL11	-	-	-	-	18.7	0.2	-	-	23	0.2	-	-	-
PL35	-	-	-	-	19.2	0.2	-	-	24.7	0.2	-	-	-
LHE1	-	-	-	-	20.3	0.2	-	-	32.5	0.3	-	-	-
YDE2	-	-	-	-	21.8	0.2	-	-	26.1	0.3	-	-	-
120044	-	-	-	-	21.9	0.2	-	-	37.7	0.4	-	-	4.2
120052	-	-	-	-	22.6	0.2	-	-	37.9	0.4	-	-	-
120043	-	-	-	-	27.4	0.3	-	-	39.8	0.5	-	-	-
ORE2	-	-	-	-	29	0.3	-	-	43.8	0.5	-	-	12.5
ORE1	-	-	-	-	29.7	0.3	-	-	35.3	0.4	-	-	-
FGE1	-	-	-	-	35.3	0.4	-	-	52.1	0.7	-	-	20.8
AGE1	-	-	-	0.04	22.5	0.2	-	-	39.6	0.4	-	-	-
YDE3	-	-	-	0.1	25.2	0.3	-	-	37.4	0.4	-	-	16.7
JSE2	-	-	-	0.1	23.8	0.2	-	-	42.7	0.5	-	-	29.2
JS E1	-	-	-	0.1	19.4	0.2	-	-	40.9	0.5	-	-	16.7
YDS1	-	-	-		20.5	0.2	-	-	30.8	0.4	-	-	16.7
AGE2	5.3	0.1	5.3	0.1	26.1	0.3	-	-	40.4	0.4	-	-	16.7
120055	6.7	0.2	-	-	29.2	0.3	-	-	43.8	0.4	-	-	37.5
JSE3	7.1	0.3	-	-	31.5	0.3	-	-	42.1	0.4	-	-	-

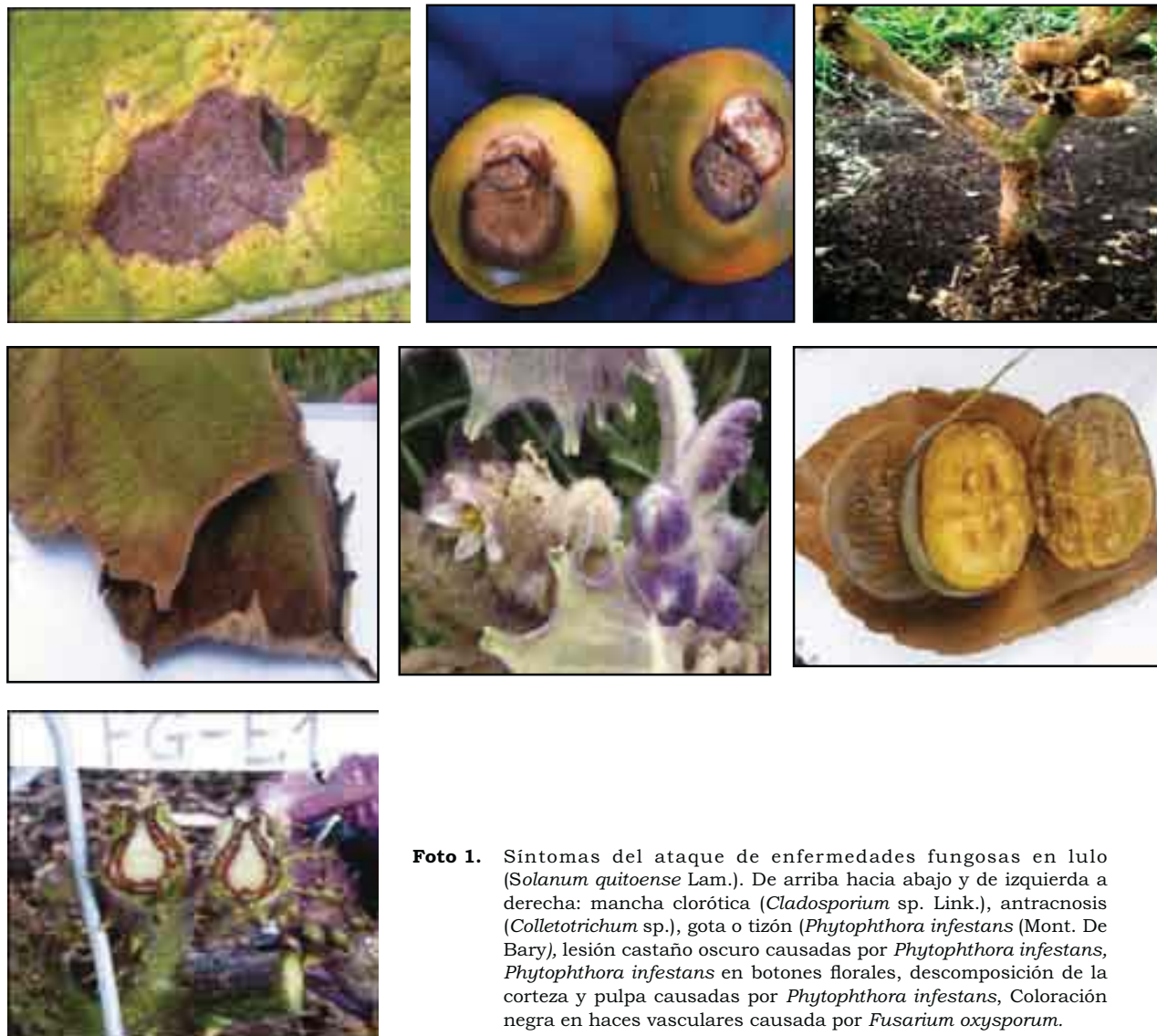


Foto 1. Síntomas del ataque de enfermedades fúngicas en lulo (*Solanum quitoense* Lam.). De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: mancha clorótica (*Cladosporium* sp. Link.), antracnosis (*Colletotrichum* sp.), gota o tizón (*Phytophthora infestans* (Mont. De Bary), lesión castaño oscuro causadas por *Phytophthora infestans*, *Phytophthora infestans* en botones florales, descomposición de la corteza y pulpa causadas por *Phytophthora infestans*, Coloración negra en haces vasculares causada por *Fusarium oxysporum*.

entre 3% y 5% de los frutos de lulo. Los materiales SSE2, PHS1, ER10, DPE2 mostraron una severidad menor en comparación con los materiales anteriormente mencionados. Los restantes 15 materiales presentaron un grado de severidad <1, siendo estos los materiales que toleraron la enfermedad.

La gota o tizón comenzó en la fase vegetativa, afectando primero el cuello de la raíz ocasionando estrangulamiento; luego se presentó en el tallo y posteriormente en ramas, iniciando con una lesión negruzca que rodeó el tallo (Foto 1.). El corte trasversal de los tejidos muestra necrosis del área vascular con descomposición del tejido. Cuando se presenta en ramas éstas se doblan y marchitan.

En el tallo se observa un micelio blanco, que corresponde a las partes reproductivas del hongo (Zuleta, 2006).

En hojas *P. infestans* se reconoce porque causa una lesión castaño oscuro de bordes irregulares, rodeada por un halo clorótico (Foto 1). En el botón floral los síntomas se manifiestan con cambio de color que pasa de morado a pardo, estos botones se secan y desprenden fácilmente (Foto 1), lo cual coincide con las investigaciones en Corpoica (Corpoica, 2002).

En los frutos el hongo se presenta como una lesión que inicia en la base del pedúnculo del fruto y avanza irregularmente con una mancha de color café oscuro hacia el centro,

Cuadro 4. Clasificación de clones de lulo (*Solanum quitoense* Lam) por el promedio del porcentaje de incidencia de patógenos

Clon	<i>Phytophthora infestans</i>			<i>Cladosporium</i> sp.		<i>Colletotrichum</i> sp.	
	Tallo	botón floral	Clasificación	Incidencia	Clasificación	Incidencia	Clasificación
PL19	0	9.6	T	17.9	MT	-	-
PL24	0	9.6	T	22.4	MT	-	-
PL8	0	17.5	T	26.8	MT	-	-
ER 19	33.3	10.1	S	58	MS	19	MT
SER 7	35.6	12.5	S	56.7	MS	0.9	T
SEC31	33.3	16.9	S	67.8	MS	1.7	T
DP E1	39.2	11.9	S	50.4	MS	2.8	T
EC 39	41.2	10.6	S	51.9	MS	14	T
PL11	0	18.7	MT	23	MT	-	-
PL35	0	19.2	MT	24.7	MT	-	-
JS E1	0	19.4	MT	40.9	MS	-	-
LHE1	0	20.3	MT	32.5	S	-	-
YDE2	0	21.8	MT	26.1	S	-	-
120044	0	21.9	MT	37.7	S	-	-
AGE1	0	22.5	MT	39.6	S	-	-
120052	0	22.6	MT	37.9	S	-	-
JSE2	0	23.8	MT	42.7	S	-	-
YDE3	0	25.2	MT	37.4	S	-	-
JS E3	33.8	18.2	MS	42.1	S	6.7	T
EC 28	32.9	20.1	MS	56.7	MS	23	MT
SER 9	33.3	20.4	MS	62.5	MS	1	T
SEC 27	36.1	17.8	MS	47.3	S	0.6	T
SER 15	44.7	11.7	MS	68.8	MS	0.9	T
OJV E1	38.2	22.8	MS	63.1	MS	4.9	T
JY E1	36.8	24.5	MS	55.6	MS	4.3	T
SS E2	38.5	25	MS	59.6	MS	12	T
ER 10	40.9	24.3	MS	43.1	S	4.4	T
VM E1	40.4	26.5	MS	64.1	MS	17	MT
SS E1	36.4	30.6	MS	78.1	MS	4.4	T
WM E1	38.5	30.1	MS	59.2	MS	5.8	T
VM E2	35.9	32.9	MS	60.1	MS	4.9	T
DPE2	33.3	38.2	MS	68.9	MS	4.6	T
120043	0	27.4	S	39.8	S	-	-
ORE2	0	29	S	43.8	S	-	-
ORE1	0	29.7	S	35.3	S	-	-
FGE1	0	35.3	S	52.1	MS	-	-
PH S1	43.3	33.5	MS	63.9	MS	7.2	T
PH E1	52.8	32.7	MS	69.1	MS	4.2	T
YDS1	5	20.5	MT	30.8	S	-	-
AGE2	5.3	26.1	MT	40.4	MS	-	-
120055	6.7	29.2	MT	43.8	MS	-	-
JSE3	7.1	31.5	MT	42.5	MS	-	-

T= tolerante; MT= medianamente tolerante; S= susceptible; MS= muy susceptible

Cuadro 5. Registros de temperatura y humedad relativa (H.R.) en la zona durante la época del estudio.

Días postransplante	Temp. (°C)	H. R. (%)
132	18.0	81,1
153	18.1	79,8
167	17.6	58,1
181	18.3	80,6
195	18.5	78,5
202	17.9	84,6
209	17.6	84,9
216	18.6	89,5
223	17.6	86,1
227	17.5	87,4
237	17.6	86,9
244	17.8	86,6
251	17.6	83,4
265	17.8	89,2
279	17.8	87,2
293	18.4	86,3
299	17.6	83,4
307	17.8	88,2
313	18.1	83,5
321	17.9	88,1
327	18.2	87,2
355	19.0	81,6
369	18.1	86,7
383	18.8	86,2
397	17.9	82,4
411	18.3	77,3
425	18.3	79,6
439	17.8	85,0
453	19.0	71,6
467	17.8	83,8

Fuente: Estación meteorológica del CIAT - Popayán

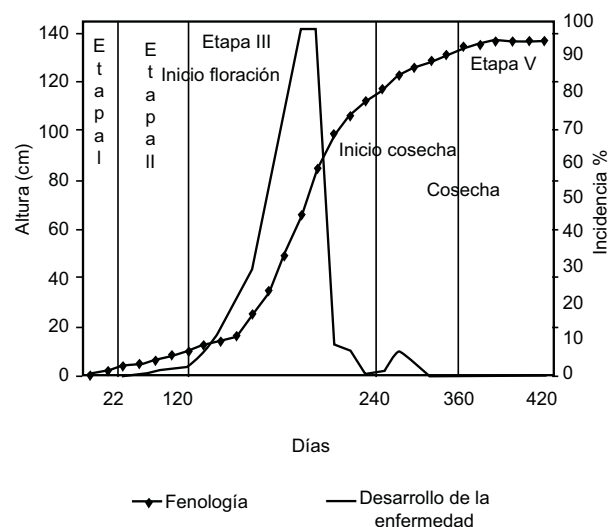
hasta cubrirlo totalmente, esta lesión produce pudrición blanda (Foto 1) (Zuleta, 2006). En el Cuadro 3 se observa que la incidencia de la gota en hojas fue de 11% en cuatro clones, lo que indica que las hojas son poco afectadas por este patógeno, además el índice de severidad fue <1 lo que corresponde a síntomas leves en superficies inferiores a 3%, debido a que la incidencia fue baja y se aplicaron métodos de control eficientes. Según Bayer (CropScience, 2008) las condiciones ideales para el crecimiento y multiplicación de *P. infestans* son temperaturas diurnas cálidas

con un óptimo de 18°C, humedad relativa superior a 80%, rocío fuerte o lluvias frecuentes y cambios bruscos de temperatura, lo cual coincide con las condiciones climáticas de la zona de estudio, donde la temperatura osciló entre 17.5 °C y 19 °C, y la humedad relativa entre 71.61% y 89.5% lo cual favorece la aparición de la enfermedad.

En tallos el ataque de *P. infestans* fue más severo y provocó una mortalidad del 70% de las plantas, 25 materiales fueron afectados y 21 de ellos los más susceptibles.

Al final de la evaluación los materiales SEC31, SER9, SEC27, SER 15, SER 7 aunque presentaron bajo porcentaje de supervivencia, las plantas que sobrevivieron al ataque mostraron buen vigor, abundante follaje y buena producción en comparación con los demás clones.

La fase de botón floral resulta ser la más susceptible para la aparición del hongo ya que todos los materiales fueron afectados por este patógeno, a pesar del control integrado (Cuadro 1 y Figura 1).

Figura 1. Desarrollo de *Phytophthora infestans* en tallos de plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.).

La marchitez por *F. oxysporum* produjo muerte de la planta. En un corte transversal del tallo se observaron áreas de color café y una coloración negra en los haces vasculares (Foto 1). Los materiales PL 19, PL 11, PL 35, PL 24, PL 8, 120052, 120043, OR E1, AG E1, no presentaron la enfermedad y mostraron

resistencia. El material 120055 tuvo el mayor porcentaje de incidencia (37.5%) y fue uno de los más susceptibles a la enfermedad (Cuadro 1).

El promedio de temperatura en la zona de estudio fue de 18 °C y la humedad relativa de 84.2% favoreciendo la aparición de la enfermedad. La temperatura óptima para el crecimiento de *F. oxysporum* es de 27.5 °C, no obstante, el hongo puede desarrollarse satisfactoriamente a temperaturas entre 15°C y 30° C. En condiciones desfavorables para el patógeno, como pueden ser temperaturas demasiado altas o bajas, sequía extrema o ausencia del hospedero, el patógeno forma esporas resistentes que pueden permanecer inactivas en el suelo durante periodos de cuarenta años o más y cuando se siembra nuevamente lulo o un cultivo susceptible, las esporas se activan y causan infección.

Los resultados encontrados muestran los materiales PL 19, PL 11, PL 35, PL 24, PL resistentes a *F. oxysporum* Schlecht, lo cual corrobora los resultados obtenidos en Corpoica donde han encontrado igualmente resistencia a este patógeno (Lobo, 1999).

Clasificación de los clones

Se hizo a partir de los porcentajes de incidencia que presentaron los clones para cada hongo, en las categorías: (1) Tolerantes, con síntomas 1% - 17%; (2) Medianamente tolerantes, con síntomas 17% - 30%; (3) Susceptibles, 30% - 49%; y (5) Muy susceptibles > 50%.

Veintiún materiales mostraron alta susceptibilidad a *Cladosporium* sp., destacándose los clones PL19, PL24, PL11, PL35, PL8 como medianamente tolerantes (Cuadro 2).

La clasificación de los materiales por tolerancia a *P. infestans* se hizo teniendo en cuenta la incidencia en tallo y en botón floral, ya que son los órganos más susceptibles a la enfermedad. Se destacaron los materiales PL 19, PL 24 y PL8 como tolerantes por presentar una incidencia < 10% en botones sin afectar el tallo y PHS1, PHE1, DPE2, VME2, SSE1, VME1, ER10, SSE2, JYE1, OJVE1, SER15, SER9, EC28 y JSE3 E3 como muy susceptibles por presentar alta incidencia de la enfermedad en tallo y botón floral (Cuadro 2).

Entre los 42 materiales evaluados, sólo 21 presentaron antracnosis (*Colletotrichum* sp.), entre ellos se destacan SEC 27, SER 7, SER 15, SER 9 y SEC 31 por tener una incidencia < 2%, aclarando que estos clones fueron los que presentaron mejor producción de fruto comparado con el resto de materiales (Cuadro 2).

Los clones con mayor porcentaje de supervivencia fueron: JY E1 (52.2%), PH E 1 (45.8%), VM E2 (45.8%), pero también fueron susceptibles a *P. infestans* y a *Cladosporium* sp., sin embargo, fueron tolerantes a antracnosis. Es importante señalar que a pesar de haber sido atacados por estas enfermedades lograron alta supervivencia, lo que indica que las plantas presentaron cierta tolerancia a ellas. Se destacan los clones SER 7, SER 15, SER 9, SEC 31 y SEC 27, que no obstante su baja supervivencia (< 35%), expresaron en campo un buen vigor, que se reflejó en abundante follaje, buena arquitectura y aceptable producción, por lo tanto aparecen como promisorios en las condiciones ecológicas de la vereda la Rejoia. Los materiales JY E1, PH E1 y VM E2 son originarios del departamento del Cauca, y los materiales SER 7, SER 15, SER 9, SEC 31 y SEC 27 proceden del departamento del Valle del Cauca.

Los materiales atacados por fusarium mostraron ser susceptibles y fueron descartados para cultivo en el sitio de estudio; y los materiales YDS1, AGE2, 1200055 y JSE3 mostraron susceptibilidad a *Phytophthora* en tallo. Los materiales más destacados por tolerancia a las enfermedades estudiadas fueron PL35, PL11, PL24, PL8, PL19, 120052, 120043, ORE1 y AGE1. Los materiales PL35, PL11, PL24, PL8 y PL19 provienen de híbridos Corpoica La Selva, Rionegro (Antioquia); los materiales 120052 y 120043 son semilla sexual del Banco Nacional de Semillas en Corpoica en el Cauca y Valle del Cauca, respectivamente; y los materiales ORE1, AGE1 son originarios de Santa Rosa de Cabal (Risaralda).

Presencia de nematodos

Las plantas afectadas por nematodos perdieron vigor, las hojas más viejas se tornaron amarillas; además redujeron considerable-

mente su producción y en días calurosos manifestaron marchitez. Los nematodos se detectaron por nodulaciones en todo el sistema radicular, lo que ocasionó heridas y pudrición de raíces de las plantas y permitió la entrada de otros patógenos. Las raíces afectadas no fueron funcionales y no respondieron a la fertilización.

Los clones PL 19, PL24, PL8 y PL 35 resultaron inmunes al ataque de nematodos y

SER 7, SER 15, SER 9, SEC 31, SEC 27 y PL11 presentaron mediana resistencia. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Corpoica (Corpoica, 2002) con los híbridos Corpoica La Selva que muestran resistencia al ataque de *Meloidogyne* sp. aún en suelos con altas poblaciones de nematodos, los clones restantes se catalogaron como susceptibles, mediana y altamente susceptibles (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación de clones de lulo (*Solanum quitoense* Lam) por tolerancia a nematodos (*Meloidogyne* sp.).

Inmunes	Medianamente resistentes	Susceptibles	Altamente susceptibles		Moderadamente susceptibles
PL19	SER 15	AGE2	YDE3	JY E1	120043
PL24	SEC 27	AGE1	JSE1	DP E1	120044
PL8	SEC 31	JSE2	LHE1	Ec 28	FGE1
PL35	SER 7	120055	YDE2	PH E1	120052
	SER 9	ORE2	OJV E1	Er 19	
	PL11	YDSI	WM E1	SS E2	
		ORE1	JSE3	JS E3	
			EC 39	ER 1	
			VM E2	VM E1	
			DPE2	SS E1	
			PH S1		

Conclusiones

- En la evaluación del cultivo de lulo (*Solanum quitoense* Lam) en condiciones edafoclimáticas de la vereda La Rejoja, las patologías que se presentaron en orden de ataque fueron: gota o tizón (*P. infestans*), fusarium (*F. oxysporum*), antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y mancha clorótica (*Cladosporium* sp.).
- Las enfermedades más limitantes para los clones evaluados fueron la gota o tizón del lulo, causado por el hongo *P. infestans* que provocó una mortalidad de plantas > 70% y *F. oxysporum* que se presentó en 12 de los 42 clones evaluados.
- Treinta y siete clones presentaron susceptibilidad a *Cladosporium* sp; mientras que los clones: PL8, PL19, PL24, PL11 y PL35 resultaron ser medianamente tolerantes.
- Los clones seleccionados para las condiciones de la vereda La Rejoja por su grado de supervivencia fueron: JY E1 (52.2%), PH E 1 (45.8%) y VM E2 (45.8%); sin embargo, clones como SER 7, SER 15, SER

9, SEC 31 y SEC 27, a pesar de presentar alta mortalidad mostraron ser los de mejor vigor y producción, por esta razón están incluidos en la selección.

- Los clones PL35, PL11, PL24, PL8, PL19, 120052, 120043, ORE1 y AGE1 fueron escogidos, por supervivencia y tolerancia a *Fusarium*, que fue una de las patologías más relevantes en la investigación.

Agradecimientos

Los autores agradecen al MADR, por la cofinanciación del proyecto Lulo con Valor Agregado, en el marco del cual fue realizado este trabajo; al Jardín Botánico de la Universidad del Cauca, especialmente al doctor Apolinar Figueroa; al ingeniero Jesús Zuleta, de la Universidad de Santa Rosa de Cabal UNISARC; al doctor Alonso González y a los Ingenieros Germán A. Llano y María Luisa Orozco del CIAT por el apoyo para la realización de la investigación, y al trabajo de grado de Magally Andrea Quiñónez, del cual se derivó este trabajo.

Referencias

- Anculle, A. y Álvarez, R. 1999. Evaluación de enfermedades de plantas. Versión 2. Arequipa (Perú). Senasa. [rev. junio de 1999] [citado en 2 marzo de 2007]. Disponible en internet:
http://www.senasa.gob.pe/intranet/capacitación/cursos/curso_arequipa/evaluación_enfermedades_plantas_1.pdf.>
- Bayer Cropscience. *Colletotrichum* spp. México, 2008. [rev. 19 septiembre de 2008] [citado en 16 febrero de 2009].
http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/Antra-cfrut_Diseases_BCS.2007.
- Botero, M. 2001. Tabla y diagrama de severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en tomate de árbol. Febrero de 2001. [citado en 5 de abril de 2008]. <http://www.biopsicologia.net/fichas/fic-88-3.html>
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2007. Clones de lulo (*Solanum quitoense*) y sitio de procedencia del material de siembra. Programa Frutas Tropicales. CIAT. Palmira, Valle del Cauca.
- Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2002. El cultivo de lulo. Manual técnico. Manizales (Colombia). Agosto. 2002. P. 57- 82.
- Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2004. Primer Censo Nacional de 10 Frutas Agroindustriales y Promisorias. Bogotá, 2004. [citado en 20 febrero de 2009]. www.scielo.org.co/scielo
- Dane (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). Primer Censo Nacional de diez Frutas Agroindustriales y Promisorias [en línea]. Bogotá, 2004. [citado en 20 febrero de 2009]. Disponible en Internet: www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X2007000300004&script=sci_arttext –
- Lobo, M. 2007. Primer material de lulo mejorado para Colombia. Primera edición. Rionegro (Antioquia). ICA - Corpoica. Febrero de 1999. [citado en 3 marzo de 2007]. <http://www.corpoica.org.co/Archivos/Publicaciones/Lulo.pdf>.
- Tafur, R. R.; Toro, M. J. C.; Vásquez, B. M. I. y Jiménez, G. F. 2006. Plan Frutícola Nacional: Desarrollo de la fruticultura en el Cauca. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación del Cauca, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, Asohofrucol y SAG. 75 p.
- Orozco, S. M. 2001. Biología y manejo integrado de antracnosis en cítricos. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias. Marzo de 2001. [citado en 17 febrero de 2009]. <http://www.concitur.com/xii/20simposium/20internacional/20de/20la/20citricultura/biología/20y/20manejo/20de/20antracnosis/20en/20c/c3/8dtricos.pdf>.
- Taylor, A. L. y Sasser, J. N. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz. Ed. Universidad de Carolina del Norte. 1983. p111.
- Zuleta, J. 2006. Producción limpia de lulo, una experiencia en los departamentos de Risaralda y Caldas. Santa Rosa de Cabal (Risaralda). Unisarc, 2006. P. 41-60.