

**EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN DE *Solanum quitoense* Lam. AL COMPLEJO  
*Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f. sp. *quitoense***

**LUIS GERARDO BOLAÑOS**

**JESÚS HERNANDO LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS**

**PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2013**

**EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN DE *Solanum quitoense* Lam. AL COMPLEJO  
*Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f. sp. *quitoense***

**LUIS GERARDO BOLAÑOS**

**JESÚS HERNANDO LÓPEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero  
agronómico**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS**

**PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2013**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1<sup>o</sup> del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente de tesis

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN .....	7
MATERIALES Y METODOS .....	8
RESULTADOS Y DISCUSION .....	13
CONCLUSIONES .....	21
BIBLIOGRAFÍA .....	22

## EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN DE *Solanum quitoense* Lam. AL COMPLEJO

*Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f. sp. *quitoense*

## EVALUATION OF THE REACTION OF *Solanum quitoense* Lam. TO THE COMPLEX

*Meloidogyne* sp. And *Fusarium oxysporum* f. sp. *quitoense*

Luis Gerardo Bolaños<sup>1</sup> Jesús Hernando López<sup>1</sup> Claudia Salazar Gonzales<sup>2</sup>

### RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar los efectos sobre los componentes de crecimiento del Lulo *Solanum quitoense* Lam, de la interacción *Meloidogyne* sp (M) y *Fusarium oxysporum* f.sp *quitoense* (Foq). Se utilizó el Diseño Factorial 6 x 6, el factor inoculación corresponde a: Testigo (I1), Foq (I2), M (I3), Foq 15 DA de M (I4), Foq 15 DD de M (I5) y Foq al tiempo con M (I6). Y el factor edad considero los niveles 90, 105, 120, 135, 150 y 165 DDI con siete repeticiones por edad. Se inocularon plantas con 10000 huevos de M y 15 ml de suspensión ( $1 \times 10^6$  conidias/ml) de Foq. El Análisis de Varianza indicó que la tasa de asimilación neta (TAN) y peso seco radicular (PSR) no presentaron diferencias significativas para edades e inoculaciones. La interacción edad por inoculación para peso seco aéreo (PSA), tasa de crecimiento de cultivo (TCC) y TAN fue significativa. La I5 causó las mayores disminuciones en todas las variables, sin diferenciarse estadísticamente de I4 e I6, igualmente exhibió mayores porcentajes de infección (34,3 a 57,1) para M e incidencia (14 a 86) para Foq. En las I1, I2, I3, I4 e I6, para el índice de área foliar (IAF) e I1, I3, I5 e I6 para TAN, el mejor modelo que las explica es de tipo  $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ . En I5 para IAF e I2, I4 e I6 para TCC el mejor modelo es de tipo  $Y = a/1 + be^{-cX}$ .

**Palabras clave:** Interacción, sinergismo, componentes de crecimiento, curvas de crecimiento, incidencia, severidad.

---

\*

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo 2013. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto– Colombia.

<sup>1</sup>Estudiantes Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto – Colombia. Email: [luisgb\\_1011@hotmail.com](mailto:luisgb_1011@hotmail.com), [chuchohelo@gmail.com](mailto:chuchohelo@gmail.com).

<sup>2</sup>Profesora Asistente I.A M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño. Pasto-Colombia. Email: [claudiasalazarg@yahoo.com](mailto:claudiasalazarg@yahoo.com).

## ABSTRACT

This research was carried out in order to evaluate changes on growth components of Lulo (*Solanum quitoense* Lam), of the interaction *Meloidogyne* sp (M) and *Fusarium oxysporum* f.sp *quitoense* (Foq). was the factorial desing 6 x 6, the inoculations factor correspond to: the inoculations called “Testigo” (T1) Foq (T2), M (T3) 15 DA foq M (T4); foq 15 DD of M (T5); foq at the same time with M (T6). And consider the age factor levels 90, 105, 120, 135, 150 y 165 DAI with seven repeats by age. Inoculating plants with 10,000 eggs of M and 15 ml suspensión (1x10<sup>6</sup> conidia / ml) of Foq. Analysis of variance indicated that the net assimilation rate (NAR) and root dry weight (RDW) showed no significant differences for age and inoculations. Age by inoculation interaction for air dry weight (ADW), crop growth rate (CGR) and NAR was significant. The I5 caused larger decreases in all variables, no statistically differentiate I4 and I6, also exhibited higher rates of infection (34.3 to 57.1) for M and incidence (14-86) for Foq. In the I1, I2, I3, I4 and I6, for leaf area index (LAI) and I1, I3, I5 and I6 for NAR, the best model that explains is of type  $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ . In I5 for LAI and I2, I4 and I6 for CGR is the best model  $Y = a / 1 + be^{-cX}$ .

**Keywords:** Interaction, synergism, components of growth, growth curves, incidence, severity.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, el lulo (*Solanum quitoense* Lam.) presenta disminución en su productividad debido al ataque de enfermedades y plagas, como es el caso del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* sp., caracterizado por producir agallas que afectan la absorción de agua y nutrientes, reduciendo la vida útil del cultivo, de cinco a dos años (Mejía y Muñoz, 2008). Además, la presencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense* causante de la marchitez vascular ha registrado pérdidas económicas hasta del 80% (Ochoa *et al.*, 2004). La asociación de estos dos patógenos, ha reportado incidencias cercanas al 79 % y pérdidas del 50% en su productividad (Paredes, 2011; Arizala y Monsalvo, 2011).

Los nematodos fitoparásitos pueden influir en la actuación de otros organismos fitopatógenos del suelo como hongos, bacterias y virus causando complejos patológicos más severos (León, 2007). El papel que juegan es diferente en función de los distintos tipos de parasitismo que aquellos desarrollan. Dichos nematodos inducen cambios fisiológicos, bioquímicos y estructurales en la planta, que pueden ser mínimos, tal es el caso, de los

ectoparásitos; o pueden ser extensos y complejos del tipo endoparásitos sedentarios, tal como *Meloidogyne* sp. Rincón *et al.*, (2007) y Diez (2010), en estudios realizados en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), Afirman que la acción patogénica ejercida por *Meloidogyne* spp favorece la entrada de *Fusarium* sp incrementando la incidencia de éste, con la consecuente disminución en la productividad.

Álvarez (2006), Caillaud *et al.* (2008) y Álvarez *et al.* (2010) indican que la infección inducida por *Meloidogyne* sp. provoca la alteración y modificación en funciones de la planta como el ciclo celular, comunicación mediante hormonas y síntesis de ADN entre otras, con la consecuente formación de nódulos; afectando los procesos de transporte de auxinas en la raíz, además de alterar el flujo de nutrientes desde la raíz hacia la parte superior de la planta. Los cambios estructurales y fisiológicos de la planta huésped causados por el nematodo pueden proporcionar al hongo un substrato más favorable o hacer ineficaces los mecanismos de defensa contra él (Taylor, 1990; Gonzales y Franco, 1997 y Palomares, 2009).

En vista de ello, la presente investigación se planteó con el objetivo de determinar el efecto de interacción entre el nematodo del nudo radicular *Meloidogyne* sp. y la marchitez vascular ocasionada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense* en lulo *Solanum quitoense* var. *quitoense* al evaluar los cambios que se ejercen sobre los componentes fisiológicos de crecimiento que causa este tipo de interacción.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Sanidad Vegetal e invernadero de la Universidad de Nariño, ubicada al noroeste de la ciudad de San Juan de Pasto a una altitud de 2540 msnm y a 01° 12'13" LN y 77° 15'23" LO.

**Material vegetal.** Las plantas de lulo (*Solanum quitoense* var. *quitoense*) fueron obtenidas a partir de semillas provenientes de la colección de trabajo del Grupo de Sanidad Vegetal Universidad de Nariño.



**Inóculo.** El material infectado fue recolectado a partir de una plantación comercial ubicada en la vereda La Caldera, municipio de Pasto, con presencia de síntomas de las enfermedades *Meloidogyne sp.* producción de agallas a nivel de la raíz; y *Fusarium oxysporum* f.sp *quitoense*, marchitamiento y pudrición de haces vasculares. Las muestras colectadas, empacadas en bolsas plásticas, fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño para su posterior utilización.

***Meloidogyne sp* (M).** Se tomaron 50 g de tejido radical de lulo infectado por M, se licuaron en 50 ml de agua destilada durante 25 segundos. La solución obtenida fue pasada a través de tamices de 200, 325 y 400 mallas, dispuestos consecutivamente. Las porciones que se retuvieron en el tamiz de 400 mallas fueron lavadas y calibradas a 200 huevos/ml de suspensión usando la rejilla de conteo (Álvarez *et al*, 2010 y Gelpud *et al*, 2011).

***Fusarium oxysporum* f.sp *quitoense* (Foq).** Las raíces de lulo afectadas por Foq se lavaron superficialmente. Se cortaron trozos de tejido sano y afectado (3-5 mm), los cuales se desinfectaron en agua destilada e hipoclorito de sodio al 3% por dos minutos. Por último, se lavaron con agua destilada estéril. Sembrando cinco cortes por cada caja Petri con medio PDA, incubándolas a temperatura ambiente (14-18°C) por siete días. Pasado este tiempo, se observó el crecimiento de las estructuras típicas de *Fusarium sp.* (Forero, 2007).

Una vez realizada la siembra en el medio de cultivo, pasado siete días, se observó la aparición de colonias fungosas se procedió a replicarlas con la utilización de PDA como medio de cultivo (Agrios, 2005). La identificación morfológica se llevó a cabo a partir de cultivos puros, utilizando las claves morfológicas elaboradas por Sañudo *et al.* (2001), Leslie y Summerell (2006), quienes consideran la observación de características microscópicas como estructuras reproductivas (esporas y cuerpos fructíferos). Además, se determinaron las características morfológicas macroscópicas por medio de observaciones de las colonias, determinando su textura, el color y crecimiento de las colonias (Rodríguez y Gómez, 2008).

**Inoculación de plántulas con *Meloidogyne* sp.** Se inocularon 42 plantas por tratamiento, con una edad de tres meses a las cuales se les agrego una cantidad de 50 ml de suspensión que contenían 10000 huevos de *Meloidogyne* sp. Esta solución fue aplicada en la base de cada planta (Gelpud *et al.*, 2011). El testigo, se inoculó con 50 ml de agua destilada (Lozada *et al.*, 2002).

**Inoculación de plántulas con *Fusarium oxysporum* f.sp *quitoense*.** Se inocularon 42 plantas por tratamiento, con una edad de tres meses, a las cuales se les agrego 15 ml de suspensión ( $1 \times 10^6$  conidias/ml) del hongo purificado y previamente calibrada en una cámara de Neubauer (Narváez y Zambrano, 2006).

**Diseño experimental.** Se utilizó un Diseño Factorial de 6 x 6 con siete repeticiones por edad, para un total de 252 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo compuesta por una planta sembrada en una bolsa con capacidad de 4 kg de sustrato, el cual previamente fue esterilizado con formol al 3%. El factor edad, considero los siguientes niveles: 90, 105, 120, 135, 150 y 165 Días después de la Inoculación (DDI); y el factor inoculación está constituido por:

- I1. Testigo, Inoculación con 50 ml de agua destilada.
- I2. Inoculación con 15 ml de *F. o.f.sp quitoense* calibrado en  $1 \times 10^6$  conidias/ ml
- I3. Inoculación con 10000 huevos de *Meloidogyne* sp.
- I4. Inoculación de *F. o.f.sp.quitoense* 15 días antes de *Meloidogyne* sp.
- I5. Inoculación de *F. o.f.sp.quitoense* 15 días después de *Meloidogyne* sp.
- I6. Inoculación de *F. o.f.sp.quitoense* y *Meloidogyne* sp. al tiempo.

**VARIABLES EVALUADAS.** Las variables fueron las siguientes:

**Altura de planta (AP).** Se midió en cm, desde la base del tallo hasta el ápice.

**Peso seco radicular (PSR) y aéreo (PSA).** El sistema radical y la parte aérea de las 7 plantas muestreadas, fueron empacadas en bolsas de papel y llevadas a un horno secador a una temperatura de 70°C por 72 h, según la metodología planteada por Niño *et al.*, (2008).

**Índices fisiológicos de crecimiento.** Se tomaron muestras con un sacabocados (15 mm de diámetro) de las hojas, de las siete plantas evaluadas por tratamiento. Determinándose el peso seco de cada muestra y hoja evaluada, obtenidos los pesos secos, se calculó el área foliar de cada hoja evaluada por medio de un regla de tres simple. Y el área foliar total (AFT) se obtuvo de la suma de las áreas foliares de las hoja de cada planta muestreada. El cálculo de los índices fisiológicos, se realizó con las ecuaciones propuestas por Radford (1967) y Hunt (1978).

**Tasa de asimilación Neta (TAN).** Como estimador de la eficiencia fotosintética de la planta, se calculó con el peso seco total de la planta para cada muestreo realizado. Comparado con el área foliar (AF) de cada planta en cada muestreo destructivo realizado.

$$TAN = \{(PS_2 - PS_1) / (AF_2 - AF_1)\} \{(\ln AF_2 - \ln AF_1) / (t_2 - t_1)\}, (g \times m^2 / \text{día})$$

Dónde:

ln: Logaritmo natural.

PS: Peso seco en los muestreos en  $t_2$  y  $t_1$ .

AF: área foliar en el periodo de  $t_1$  a  $t_2$

**Índice de área foliar (IAF).** Hace referencia al área foliar por unidad de superficie de suelo, se calculó atendiendo a:

$$IAF = AFT / S$$

Dónde:

AFT: área foliar total.

S: área de suelo ocupada (1Ha)

**Tasa de Crecimiento del cultivo (TCC).** Mide el incremento de biomasa por unidad de tiempo. Se determinó con los pesos secos de cada muestra obtenida con el sacabocados, comparada con el área del sacabocados con relación al tiempo del muestreo, así:

$$TCC = P_2 - P_1 / A (T_2 - T_1), (g/m^2/\text{día}).$$

Dónde:

A: área donde el peso seco fue registrado.

P<sub>1</sub>: peso seco de muestra 1.

P<sub>2</sub>: Peso seco de la Muestra 2.

T<sub>1</sub>: Fecha de muestreo 1.

T<sub>2</sub>: Muestro de la fecha 2.

**Severidad.** Se determinó el grado de severidad en cada muestreo, calificando siete plantas para cada tratamiento, usando la escala de infección radical propuesta por Taylor y Sasser (1983) (Figura1). Determinado el grado de severidad, el (%) de infección se calculó utilizando la fórmula propuesta por Taylor y Sasser (1983).

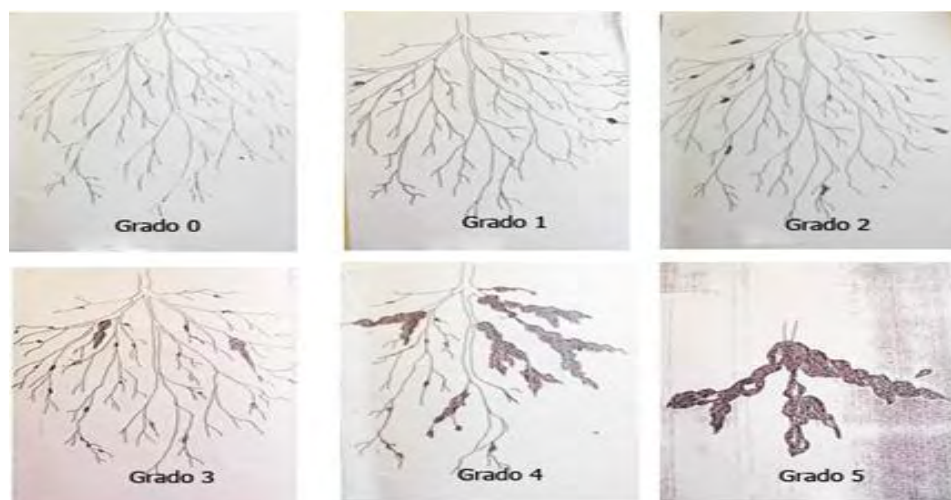
$$I = (GO / RE \times 5) \times 100$$

Dónde:

I = infección en porcentaje.

GO = Suma de grados observados.

RE= Número de raíces examinadas



**Figura 1.** Escala cuantitativa de infección radical de Taylor y Sasser, (1983). (0) Raíces sin daño de nematodos, (1) Pocos nudos pequeños, difíciles de encontrar, (2) Nudos del mismo tamaño que el anterior, pero más numerosos, (3) Nudosidades alargadas. El sistema radial no sufre mucho, (4) El 50 % del sistema radical no funciona, debido a la hipertrofia de los tejidos, (5) La alimentación de la planta es interrumpida, hay pudrición de tejidos afectados.

**Análisis de la información.** Los componentes de crecimiento AP, PSR, PSA, IAF, TAN y TCC, en los 6 tratamientos y muestreos, se analizaron utilizando el programa estadístico SAS v.8.0 (*Statistical Analysis System*, SAS Institute), sometiendo los datos obtenidos a un Análisis de Varianza combinado. La comparación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey.

Se realizó una prueba de correlación de Pearson. Con base en las variables correlacionadas se escogieron IAF, TAN, TCC, para establecer el modelo que explica su comportamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con el Análisis de Varianza (ANDEVA) de la Tabla 1, se puede observar en todas las variables, a excepción de la TAN y PSR, diferencias estadísticas significativas entre edades e inoculaciones; se obtuvieron diferencias entre edades en TAN y entre inoculaciones en PSR. Resultados similares encontraron Álvarez *et al.* (2010) y Gelpud *et al.* (2011) en estudios de reacción de genotipos de tomate y lulo respectivamente, al nematodo causante del nudo radical *Meloidogyne sp.*, los materiales vegetales con comportamiento susceptible al ataque de nematodos, no mostraban variación del peso fresco y seco de la raíz, respecto a sus testigos; fenómeno asociado directamente al grado de severidad de la enfermedad.

**Tabla 1. Cuadrados medios del ANDEVA combinado para las variables altura de la planta (AP), peso seco radicular (PSR), y aéreo (PSA), índice de foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC) evaluadas en lulo de castilla (*Solanum quitoense* Lam), bajo la inoculación de *Meloidogyne sp.* Y *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense*.**

FDV	GL	AP	PSR	PSA	IAF	TAN	TCC
INOCULACION	5	233,54 **	0,535 ns	177,89 **	0,0733**	0,015**	30,07 **
EDAD	5	583,91**	3,216 **	48,19 **	0,0232**	0,00086 ns	1,036 **
INOCULACION*EDAD	25	7,08 ns	0,021 ns	3,59**	0,00041ns	0,0013**	0,073 **
Error	216	10,62	0,443	1,33	0,0006	0,00048	0,012
C.V.		13,25	29,61	28,23	16,19	15,45	15,77
Media		24,58	2,24	4,08	0,1531	0,1422	0,692

\*\* Diferencias estadísticas altamente significativas

La interacción inoculación por edad fue significativa en las variables PSA, TAN y TCC (Tabla 1). Acorde con lo anterior se analizaron los efectos simples para los tratamientos en AP e IAF y para edades en AP, IAF y PSR.

La Tabla 2 indica la comparación de promedios de Tukey para tratamientos y edades en AP, PSR e IAF. La I5 presenta los menores valores de AP con 22,11 cm, sin diferenciarse estadísticamente de I6 (23,05 cm) e I4 (23,9 cm); evidenciándose que la cronología de las inoculaciones no ejerce cambio significativo en la disminución de la AP. Mella (2004) afirma que las plantas afectadas por este tipo de patologías, manifiesta disminución en su altura, debido al menor tamaño del sistema radical y a que los elementos vasculares se deforman interrumpiendo mecánicamente el flujo normal de agua y nutrientes.

**Tabla 2. Comparación de promedios de Tukey para tratamientos y edades, de las variables altura de planta (AP), peso seco radicular (PSR) e Índice de Área Foliar (IAF) evaluadas en lulo de castilla (*Solanum quitoense* Lam), bajo la inoculación de *Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense*.**

	Tratamientos		Edad			
	AP	IAF	Edad	AP	PSR	IAF
Foq 15 DA de M	22,11 a	0,11 a	90	19,04 a	1,90 a	0,12 a
Foq y M al tiempo	23,05 a b	0,13 b	105	21,83 b	1,97 a b	0,14 a b
Foq 15 DD de M	23,91 a b c	0,14 b c	120	24,26 c	2,19 a b c	0,15 b c
M	24,15 b c	0,15 c d	135	25,72 c d	2,37 b c	0,16 c d
F	25,45 c	0,16 d	150	27,41 d e	2,48 c	0,17 d e
Testigo	28,82 d	0,23 e	165	29,24 e	2,57 c	0,19 e
Tukey 0,05 DMS	2,03	0,015		2,08	0,415	0,015

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Para las edades, se observa que la variable AP a los 90 y 105 DDI presenta diferencias estadísticas significativas con relación a los demás muestreos. Caso contrario se obtiene a los 150 y 165 DDI los cuales no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí con los mayores valores de AP (27,41 y 29,24 cm respectivamente) (Tabla 2).

Para la variable IAF (Tabla 2), la I5 presentó las mayores afecciones a las plantas evaluadas, al tener diferencias estadísticas significativas respecto a las demás inoculaciones y obtener el menor valor para esta variable (0,11). Los efectos simples de las inoculaciones I2 e I3 no presentan diferencias significativas entre sí, pero se consideran estadísticamente diferentes de los efectos de la interacción de ambos patógenos. Para las edades, se observa que la variable IAF a los 90 y 105 DDI, no difieren significativamente entre sí, sin embargo, presentan diferencias estadísticas significativas respecto a los demás muestreos, obteniéndose a los 90 DDI el valor más bajo (0,12).

En la variable PSR se evidencian diferencias significativas a los 150 y 165 con respecto a los 90 y 105 DDI, que no difieren significativamente entre sí e indican el mayor valor para dicha variable, con medias oscilantes entre 2,48 a 2,57 g (Tabla 2).

En la Tabla 3 se observa la comparación de promedios de Tukey de la interacción tratamiento por edad. El comportamiento a través del tiempo en PSA y la TCC muestran diferencias significativas entre tratamientos en todas las evaluaciones realizadas, debido a que los patógenos en estudio generan efectos sobre la fisiología de las plantas, y al causar daños sobre las raíces, alteran el desempeño óptimo en la asimilación de los nutrientes y agua, disminuyendo de esta manera la conductividad de los haces vasculares y la tasa de transpiración (Aballay, 1995 y Salazar *et al.*, 2012). La infección además acarrea disminución del contenido total de clorofila y de la tasa fotosintética alterando el normal crecimiento y desarrollo de las plantas (Madriz, 2002 y Coyne *et al.*, 2007).

En todos los muestreos para la variable PSA (Tabla 3), se encontraron diferencias significativas entre el testigo (5,12 a 12 g) y los demás tratamientos. En los muestreos a los 90, 105 y 165 DDI las inoculaciones I2, I3, I4, I5 e I6 no muestran diferencias estadísticas entre sí. Sin embargo, I6 e I5 a los 120, 135 y 150 DDI exhibieron diferencias estadísticas respecto a I1 e I2, pero no, respecto de I3 e I4. Además, I6 e I5 presentan los menores valores de PSA, con 2,66 a 3,11 g y 2,37 a 2,95 g respectivamente.

Para la variable TCC, la Tabla 3 indica que la I1 (1,98 a 2,9 g/m<sup>2</sup>/día) en todos los muestreos es diferente significativamente respecto a los demás tratamientos. A los 165 DDI las inoculaciones I4 (0,43 g/m<sup>2</sup>/día), I6 (0,41 g/m<sup>2</sup>/día) e I5 (0,4 g/m<sup>2</sup>/día) muestran diferencias significativas respecto a I2 e I3, pero no entre ellos. Este comportamiento evidencia que para la TCC, la interacción de Foq y M, sin atender a la cronología de las inoculaciones, se diferencia estadísticamente de los efectos generados por cada patógeno individualmente.

**Tabla 3. Comparación de promedios de Tukey de la interacción inoculación x edad, para las variables peso seco aéreo (PSA), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC), evaluadas en lulo de castilla (*Solanum quitoense* Lam), bajo la inoculación de *Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense*.**

PESO SECO AEREO PSA										
INOC.	90 DDI	105 DDI	120 DDI	135 DDI	150 DDI	165 DDI				
Testigo	5,1283 a	6,1057 a	7,2871 a	8,3543 a	9,3457 a	12 a				
Foq	2,8443 b	3,3843 b	4,5 b	4,64 b	5,3486 b	5,56 b				
M	2,6909 b	3,1814 b	3,7943 b c	3,9514 b c	4,3729 b c	4,72 b				
Foq 15 DD de M	2,1266 b	2,3543 b	2,8529 b c	3,28 b c	3,7943 b c	4,18 b				
Foq y M al tiempo	1,7279 b	2,1243 b	2,6657 c	2,7171 c	3,11 c	3,74 b				
Foq 15 DA de M	1,6864 b	1,9529 b	2,37 c	2,5877 c	2,95 c	3,49 b				
Media	2,7 e	3,18 ed	3,91 c d	4,25 b c	4,82 b	5,62 a				
Tukey 0,05	1,5164	2,4151	1,7778	1,6418	1,5628	2,45				
TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO TCC										
INOC.	90 DDI	105 DDI	120 DDI	135 DDI	150 DDI	165 DDI				
Testigo	1,98 a	2,0943 a	2,3186 a	2,5171 a	2,6914 a	2,9 a				
Foq	0,1557 b	0,3514 b	0,4296 b	0,4574 b	0,5106 b	0,63 b				
M	0,1517 b	0,34 b	0,3905 b	0,4209 b	0,4567 b	0,57 b				
Foq 15 DD de M	0,132 b	0,2841 b	0,3319 b	0,3669 b	0,4097 b	0,43 c				
Foq y M al tiempo	0,1212 b	0,2757 b	0,3187 b	0,3425 b	0,3753 b	0,41 c				
Foq 15 DA de M	0,113 b	0,2613 b	0,2974 b	0,3373 b	0,3659 b	0,4 c				
Media	0,442 e	0,601 d	0,681 c	0,74 bc	0,801 b	0,88 a				
Tukey 0,05	0,0991	0,129	0,2676	0,2261	0,1773	0,07				
TASA DE ASIMILACION NETA										
INOC.	90 DDI	105 DDI	120 DDI	135 DDI	150 DDI	165 DDI				



<b>Testigo</b>	0,1454	a	0,158	a	0,1684	a	0,1811	a	0,1983	a	0,22	a
<b>Foq</b>	0,138	a	0,1446	a	0,1557	a	0,1504	b	0,1457	b	0,14	b
<b>M</b>	0,1303	a	0,1431	a	0,149	a	0,1439	b	0,1454	b c	0,14	b
<b>Foq 15 DD de M</b>	0,1337	a	0,1398	a	0,1444	a	0,1379	b	0,1344	b c d	0,12	b c
<b>Foq y M al tiempo</b>	0,1371	a	0,1352	a	0,132	a	0,1307	b	0,1282	c d	0,12	b c
<b>Foq 15 DA de M</b>	0,1317	a	0,1336	a	0,1307	a	0,1257	b	0,1214	d	0,1	c
<b>Media</b>	0,134	a	0,142	a	0,146	a	0,144	a	0,145	a	0,14	a
<b>Tukey 0,05</b>	0,422		0,0312		0,0511		0,0294		0,0175		0,03	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

La Tabla 3 para la TAN indica que a los 90, 105 y 120 DDI no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, caso contrario a los 135, 150 y 165 DDI. Encontrando que la I1 presenta diferencias estadísticas significativas respecto a los demás tratamientos al presentar valores de 0,18, 0,19 y 0,22  $\text{g/m}^2/\text{día}$  en su orden, siendo los máximos valores registrados. Aunque, a los 150 DDI, I2 (0,1457  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) e I3 (0,1454  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, pero con respecto a I6 (0,1282  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) e I5 (0,1214  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) sí, los cuales por su parte no muestran diferencias estadísticas entre ellos. A los 165 DDI I4 (0,12  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ), I5 (0,1  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) e I6 (0,12  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, resaltando a I5 (0,1  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ), que presenta diferencias significativas respecto a I2 (0,14  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ) e I3 (0,14  $\text{g/m}^2/\text{día}$ ). El comportamiento observado a los 150 y 165 DDI, según Palomares (2009) podría justificarse con base en el contacto de los patógenos en interacción temporal, y de las células implicadas en la zona radicular. Según Zabaleta (2002) y Álvarez *et al*, (2010) la formación de nódulos en las raíces infectadas induce en el hospedante la formación de estructuras especializadas para su alimentación como resultado de una reprogramación de la expresión génica del hospedante, la vacuola desaparece y da lugar a muchas pequeñas vacuolas. De esta manera, La captación de nutrientes del sistema vascular por el nematodo se ve favorecida por invaginaciones de la pared celular en contacto con el xilema, actuando como células de transferencia (Caillaud *et al.*, 2008). Siendo células metabólicamente activas y que actúan como células de transferencia en la alimentación del nematodo; repercutiendo directamente sobre la eficiencia de los fotoasimilados por parte de la planta.

La Tabla 4, indica el análisis de correlación de Pearson, que las asociaciones entre AP y PSA (r=0,62\*\*), IAF y PSA (r= 0,81\*\*), AP e IAF (r= 0,65\*\*), TCC y PSA (r= 0,81\*\*) y entre TCC e IAF (r= 0,78\*\*) fueron de alta magnitud y significativas.

**Tabla 4. Análisis de correlación de Pearson para altura de planta (AP), peso seco aéreo (PSA), peso seco radicular (PSR), índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC), evaluadas en lulo de castilla (*Solanum quitoense* Lam), bajo la inoculación de *Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense*.**

	AP	PSA	PSR	IAF	TAN	TCC
AP	1	0,62**	0,34	0,65**	0,36	0,51**
PSA		1	0,36	0,81**	0,59**	0,81**
PSR			1	0,23	0,19	0,18
IAF				1	0,55**	0,78**
TAN					1	0,6**
TCC						1

\*\*= correlación altamente significativa.

Atendiendo a las correlaciones significativas indicadas en la Tabla 4, se establecieron los modelos que explican la variación a través del tiempo de las variables índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC). Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5. Modelos que explican la variación a través del tiempo de las variables índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC), evaluadas en lulo de castilla (*Solanum quitoense* Lam), bajo la inoculación de *Meloidogyne* sp. Y *Fusarium oxysporum* f.sp. *quitoense*.**

	VAR.	MODELO	ECUACION	S	R2
Testigo.	IAF	Polinomio 3 grado	$y = -0,000098 + 0,0045X - 0,000037X^2 + 0,000000127X^3$	0,0082	0,997
	TAN	Polinomio 3 grado	$y = -0,000048 + 0,0026X - 0,000016X^2 + 0,0000005X^3$	0,0029	0,999
	TCC	Modelo cuadrático	$Y = 0,0081 + 0,0255X - 0,0005 X^2$	0,0536	0,998
Foq	IAF	Polinomio 3 grado	$y = 0,00043 + 0,0022X - 0,0000134X^2 + 0,000000044X^3$	0,0041	0,998
	TAN	Modelo cuadrático	$Y = -0,00012 + 0,0024X - 0,0000094 X^2$	0,0027	0,999
	TCC	Modelo logístico	$y = 0,61 / (1 + 0,18e^{-0,049X})$	0,047	0,983

M.	IAF	Polinomio 3 grado	$y = 0,000037 + 0,00189X - 0,000009X^2 - 0,0000003X^3$	0,0016	0,999
	TAN	Polinomio 3 grado	$y = -0,000019 + 0,0019X - 0,0000026X^2 - 0,000000024X^3$	0,0034	0,998
	TCC	Polinomio 4 grado	$y = -0,12 + 0,336X - 0,00334X^2 + 0,000014X^3 - 0,000000022X^4$	0,0085	0,999
Foque 15 DD de M.	IAF	Polinomio 3 grado	$Y = -0,0000874 + 0,00191X + 0,0000114X^2 + 0,0000000375X^3$	0,0054	0,997
	TAN	Modelo cuadrático	$Y = -0,00000763 + 0,00236X - 0,00000983X^2$	0,0015	0,999
	TCC	Modelo logístico	$Y = 0,4195 / (1 + 0,0953e^{-0,0695X})$	0,0223	0,993
Foque 15 DA de M.	IAF	Modelo logístico	$Y = 0,121 / (1 + 0,0156e^{-0,0679X})$	0,0017	0,999
	TAN	Polinomio 3 grado	$Y = -0,112 + 0,000205X + 0,00000185X^2 - 0,0000000194X^3$	0,0019	0,99
	TCC	Modelo logístico	$Y = 0,373 / (1 + 0,00283e^{-0,0812X})$	0,0194	0,993
Foque y M al tiempo.	IAF	Polinomio 3 grado	$y = -0,0000117 + 0,000706X + 0,00000645X^2 - 0,0000000303X^3$	0,0017	0,999
	TAN	Polinomio 3 grado	$Y = 0,00004421 + 0,00277X + 0,0000176XE2 + 0,0000000317X^3$	0,0019	0,999
	TCC	Modelo logístico	$Y = 0,382 / (1 + 0,00324e^{-0,0831X})$	0,0243	0,999

En la Tabla 5 se muestra que para el IAF en las inoculaciones I1, I2, I3, I4 e I6, la curva de crecimiento presenta un comportamiento ajustado al modelo matemático polinomio de tercer grado ( $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ ;  $R^2 > 0,997$ ), contrario a ello, la I5 presenta un comportamiento acorde con el modelo logístico ( $Y = a / (1 + be^{-cX})$ ,  $R^2 = 0,999$ ). De esta manera, I1 ( $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ ) inoculado con agua destilada presenta un patrón de crecimiento uniforme y con tendencia a incrementar con respecto a la edad del muestreo, observando un incremento en el IAF. Contrariamente, en T5 ( $Y = a / (1 + be^{-cX})$ ) se evidencia que partir de los 120 DDI el IAF presenta un comportamiento constante, considerado como un indicador de la afección sufrida por la planta con relación a los patógenos. La TAN (Tabla 5) para I1, I3, I5 e I6, se explica según el modelo matemático polinomio de tercer grado ( $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ ;  $R^2 > 0,998$ ). Sin embargo, para las I2 e I4 el comportamiento se explica según un modelo cuadrático ( $Y = a + bX + cX^2$ ;  $R^2 = 0,999$ ). En I1 ( $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ ) inoculado con agua destilada, se observa que el incremento de los valores de la TAN, está asociado al incremento de la edad del muestreo, debido a que, un aumento en la edad de muestreo acarrió el incremento de área foliar fotosintéticamente activa. Caso contrario, presenta el T2 ( $Y = a + bX + cX^2$ ) inoculado con Foque, donde existe un incremento de la variable en las etapas iniciales de muestreo, obteniéndose el máximo valor (0,156 g/m<sup>2</sup>/día) a los 120 DDI, momento en el cual se observa disminución en los

valores de la variable, asociados a la baja eficiencia en la transformación de fotoasimilados debido a la afección llevada a cabo por parte del patógeno.

Para TCC (Tabla 5) las inoculaciones I2, I4, I5 e I6 evidencian un comportamiento acorde con el modelo logístico ( $Y = a / (1 + be^{-cX})$ ;  $R^2 > 0,993$ ). I1 e I3 se comportan según un modelo cuadrático ( $Y = a + bX + cX^2$ ;  $R^2 = 0,998$ ) y un polinomio de cuarto grado ( $Y = a + bX + cX^2 + dX^3 + eX^4$ ) respectivamente. La TCC para el testigo ( $Y = a + bX + cX^2$ ) está determinado por un incremento progresivo hasta los 165 DDI. Sin embargo, la curva indica una tendencia a disminuir con respecto a la edad, atendiendo a la fenología del cultivo. La inoculación I4 ( $Y = a / (1 + be^{-cX})$ ) inoculada con Foq 15 DA de M, a los 90, 105, 120 y 135 DDI incrementa sus valores para TCC, sin embargo a partir de los 150 DDI, se observa una tendencia constante en el crecimiento, viéndose directamente afectado el crecimiento de las plantas, lo que se considera un efecto directo por la presencia de agentes patógenos Tamayo *et al.*, (2003) y Jacquet *et al.*, (2005), afirman que las raíces de lulo afectadas por *Meloidogyne sp* y *Fusarium sp*, no son funcionales y se interrumpe el flujo de agua y nutrientes para el desarrollo de la planta, lo cual repercute en la disminución de la tasa metabólica del hospedero.

**Incidenia y Severidad:** Los datos obtenidos respecto al porcentaje de infección por M y el porcentaje de incidencia por Foq, se indican en la Tabla 6. El porcentaje de infección por M, muestra variaciones en la reacción de la enfermedad para los tratamientos a través del tiempo, observándose que T5 y T6 presenta los máximos valores en todos los muestreos realizados (34,3 a 57,1 %) y (28,6 al 54,3 %), respectivamente.

**Tabla 6. Porcentaje de infección de *Meloidogyne sp* e Incidencia de *Fusarium oxysporum f.sp. quitoense* evaluadas en lulo de castilla (*Solanum quitoense* Lam), bajo la inoculación de *Meloidogyne sp*. y *Fusarium oxysporum f.sp. quitoense*.**

DDI	I1		I2		I3		I4		I5		I6	
	M(%).	F(%).	M(%).	F(%).	M(%).	F(%).	M(%).	F(%).	M(%).	F(%).	M(%).	F(%).
90	0	0	0	0	20	0	20	14	34,3	14	28,6	14
105	0	0	0	14	31,4	0	28,6	29	37,1	43	34,3	29
120	0	0	0	29	31,4	0	28,6	29	40	43	37,1	29

<b>135</b>	0	0	0	29	34,3	0	31,4	43	45,7	57	42,9	43
<b>150</b>	0	0	0	43	37,1	0	31,4	43	54,3	71	51,4	57
<b>165</b>	0	0	0	43	42,9	0	37,1	57	57,1	86	54,3	71

(%) Infección de M (%M); (%) Incidencia de Foq (% F); Testigo (T1); Foq (T2); M (T3); Foq 15 DD de M (T4); Foq 15 DA de M (T5); Foq y M al tiempo (T6).

Con respecto a la incidencia de Foq, se identifica una relación con la inoculación de M, según el tiempo de muestreo, al encontrar porcentajes superiores de incidencia en I5 (43 a 86%), desde los 120 DDI, y para I6 (57 a 71%) en los dos últimos muestreos realizados. Esto concuerda con estudios realizados por Narváez y Zambrano (2006) y Maya y Lagos (2010) quienes en inoculaciones artificiales de *Fusarium sp*, en lulo *Solanum spp*. encontraron menores porcentajes de incidencia en edades similares. Palomares (2009) afirma que el fenómeno de la interacción entre ambos microorganismos da lugar a un efecto sinérgico en la planta, originando mayor severidad e incidencia de los síntomas en comparación con la ocasionada por cada agente en forma individual. Cabe anotar, una dependencia de la cronología de las inoculaciones ya que el efecto individual I3 e I2, indicaron mayores afecciones que I4 a partir de los 105 DDI en adelante, pero no respecto a I5 y I6.

## CONCLUSIONES

- La interacción Foq y M generan efectos limitantes sobre la fisiología del lulo (*Solanum quitoense var. septrentionale*) con mayores disminuciones en los valores de altura de la planta, peso seco aéreo, índice de área foliar, tasa de asimilación neta y tasa de crecimiento del cultivo.
- Las inoculaciones Foq 15 DA de M (I4), Foq 15 DD de M (I5) y Foq y M al tiempo (I6), ocasionaron los menores valores de índice de área foliar, tasa de asimilación neta y tasa de crecimiento del cultivo a través del tiempo. Igualmente fueron las inoculaciones que provocaron altos valores de infección e incidencia de *Meloidogyne sp* y *Fusarium oxysporum f. sp quitoense*.

- La variación a través del tiempo del índice de área foliar, de la tasa de asimilación neta y la tasa de crecimiento de cultivo fue explicado por los modelos polinomial de tercer grado, logístico y cuadrático.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ABALLAY, E., F. BENAVIDES y A. VIEIRA.1995. Evaluación de la tolerancia de cuatro portainjertos de vid al nematodo *Xiphinema index* en Chile. *Aconex* 49: 14-19.

AGRIOS, G. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Academic Press. New York, USA. 922p.

ALVAREZ, P. 2006. Evaluación de algunas alternativas de control sobre el nematodo del nodo de la raíz (*Meloidogyne* spp), como opciones de pre plantación en condiciones de replante en vid (*Vitis vinifera* L). Universidad de Chile. Facultad de Ciencia Agrónomicas. Chile. 30 p.

ALVAREZ, S.; CHAVES, J. y SALAZAR, C. 2010 Evaluación de la reacción de genotipos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* (Cav.) Sendt) al nematodo causante del nudo radical *Meloidogyne* sp. CHITWOOD. Trabajo de grado. Facultad de ciencias agrícolas. Universidad de Nariño. 28 p.

ARIZALA M. Y MONSALVO A. 2011. Evaluación de solanáceas silvestres como patrones de lulo (*Solanum quitoense* Lam) y su reacción a *Fusarium* sp. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 15 p.

CAILLAUD, M.C., DUBREUIL, G., QUENTIN, M., Perfus-Barbeoch, L., LECOMTE, P., de ALMEIDA ENGLER, J. ,ABAD, P., ROSSO, M.N., FAVERY, B. 2008. Root-knot nematodes manipulate plant cell functions during a compatible interaction. *Journal of Plant Physiology*, 165: 104-113.

COYNE, D. NICOL, J. y CLAUDIUS, B. 2007. *Practical plant nematology: a field and laboratory guide*. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agricultura (IITA), Cotonou, Benin. 93 P.

DIAZ, M. 2010. Bases agronómicas para la utilización de restos agrarios en bio desinfección de suelos. Tesis Doctoral. Universidad politécnica de Madrid. Escuela técnica superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid. 86 p.

FORERO, M.C. 2007. Manual de Laboratorio. Fitopatología. Primera edición, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. 33 p.

GELPUD C, MORA E, SALAZAR C. Y BETANCOURTH C. 2011. Susceptibilidad de genotipos de *Solanum sp.* al nematodo causante del nudo radical *Meloidogyne sp.* (Chitwood). ACTA AGRONÓMICA 60 (1). 50-67.

GONZALES A, Y FRANCO J. 1997. Los nematodos en la producción de semilla de papa. Manuel de capacitación, producción de tubérculos-semilla de papa. Fasc. 3.9 Centro internacional de la papa (CIP).

HUNT, R. 1978. Plant Growth Analysis. The institute of Biology's Studies in Biology No. 96. Published by Eduard Arnold. 67 p.

JACQUET, M.; BONGIOVANNI, M.; MARTINEZ, M.; VERSCHAVE, P.; WAJNBERG, E.; y CASTAGNONE-SERENO, P. 2005. Variation in resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato genotypes bearing the Mi gene. Plant Pathology 54: 93-99.

LESLIE JF y SUMMERELL BA. 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Ames, Iowa, Blackwell. 388 p.

LEÓN, M. 2007. Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Bogotá: Grupo Latino Editores. 740p.

LOZADA, S; VARON, F y GOMEZ, E. 2002. Nematodos asociados al tomate de árbol (*Solanum bataceum*) en el Valle del Cauca. Revista de la asociación colombiana de fitopatología y ciencias afines. ASCOLFI. Vol. 26 No 2. Cali. Pág. 93-98.

MADRIZ, K. 2002. Mecanismos de defensa en las interacciones planta-patógeno. Revista Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica No. 63 Pág. 22-32.

MAYA, C. y LAGOS, T. 2010. Comportamiento de 79 familias de medios hermanos (MH) de lulo de castillas *solanum quitoense* Lam ante la inoculación artificial de *Fusarium* spp. Artículo científico presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Universidad Nariño. San Juan de pasto. P 18.

MEJIA, A. y MUÑOZ. L. 2008. Productores de Lulo y Mora Competitivos Mediante Selección Participativa de clones Élite En: Manejo integrado del Cultivo y Fortalecimiento de Cadenas de Valor. Colombia

MELLA, I. 2004. Evaluación de la resistencia a nematodos *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp en nuevos portainjerto para duraznero. Proyecto de título presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Fruticultura y Enología.

NARVAEZ, C. Y ZAMBRANO, M. 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. 65 Pág.

NIÑO, N; ARBELÁEZ, G Y NAVARRO, R. 2008. Efecto de diferentes densidades poblacionales de *Meloidogyne hapla* sobre uchuva (*Physalis peruviana* L.) en invernadero. Agronomía Colombiana Vol. 26. No 1. Bogotá.

OCHOA, J.B., YANGARI, B.F., ELLIS, M.A. y WILLIAMS, R.N. 2004. Two new formae specialis of *Fusarium oxysporum*, causing vascular wilt (*Vasconcellea heilbornii* and vascular wilt on naranjilla (*Solanum quitoense*) in Ecuador . P. 39(1):10-17

PALOMARES, J.E., 2009. Estudio de los mecanismos de interacción entre *Meloidogyne artiella* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* en genotipos de garbanzo. Tesis Doctoral. Córdoba, Colombia, Universidad de Córdoba. ISBN-13: 978-84-7801-960-1

RADFORD, P.J. 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop sci. 7(3): 175



RINCON, P. ROSALES, M. Y QUIROGA R. 2007. Enfermedades causadas por hongos y nematodos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Municipio de Villaflores, Chiapas, Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología, 25, número 002. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C Mexico. Pp. 114 -119.

RODRIGUEZ, C. y GÓMEZ, G. 2008 Evaluación de modelos de infección cruzada por *Fusarium* spp. aislados de procesos patológicos en plantas animales y humanos. Tesis de grado microbiólogo agrícola y veterinario y microbiológico Industrial. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 184 p.

SALAZAR, C., BETANCOURTH C., CASTILLO, A. 2012. Efecto de controladores biológicos sobre el nematodo *Meloidogyne* spp en lulo (*Solanum quitoense* Lam). Revista de Ciencias Agrícolas 29(2): 81 - 92. 2012 ISSN Impreso 0120-0135. Pasto 12p.

SAÑUDO, B., ARTEAGA, M., VALLEJO, W., ARÉVALO, R. y BURBANO, E. Fundamentos de micología agrícola. Pasto: Universidad de Nariño, 2001. 201 p.

TAMAYO, P; NAVARRO, R. y de LA ROTTA, M. 2003. Enfermedades del cultivo del lulo en Colombia En: Boletín Técnico No 18 Guía de diagnóstico y control. 2 ed. Rionegro, Antioquia : CORPOICA,. 48 Pág.

TAYLOR, C.E. 1990. Nematode interactions with other pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 116: 405-416.

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. EEUU. 111 Pág.

ZABALETA, E. 2002. Rompimiento de resistencia a Hongos Fitopatógenos por Nematodos Fitoparásitos, Una hipótesis. Revista mexicana de Fitopatología. Vol. 20, numero 001. Sociedad Colombiana de Fitopatología, A.C. México. 118 -122 p.