

**MÉTODOS DE MANEJO DEL CULTIVO DE NARANJILLA  
(*Solanum quitoense* Lam.) PARA EL CONTROL DE  
*Fusarium oxysporum* EN ECUADOR.**

**ADRIÁN SANTIAGO GALLARDO PAZMIÑO**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**QUITO**

**2005**

## VII. RESUMEN

La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) fue domesticada cuando los españoles llegaron a América (23). De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (21), en Ecuador se cultivan 9459 ha de naranjilla, de las cuales 7983 ha corresponden a monocultivo y 1476 ha en asocio; en las zonas de Morona Santiago, Pastaza, Tungurahua, Pichincha e Imbabura. Durante los años setenta, ciertas plagas y enfermedades fueron aparentemente responsables de la casi desaparición del cultivo de naranjilla "común" en Ecuador. Paralelamente al colapso de la naranjilla "común", en el mercado aparece el híbrido Puyo y en 1994 se libera el híbrido INIAP-Palora (13).

La presente investigación, fue encaminada a la identificación de dos métodos de manejo de *Fusarium oxysporum* causante de la "Marchitez Vascular" de la Naranjilla (MVN), mediante la desinfección de semilla con fungicidas sistémicos y la utilización de fuentes de resistencia presentes en los miembros de la sección *Lasiocarpa*, los que pueden ser potencialmente utilizables mediante el mejoramiento genético y la utilización como patrones. La importancia de éste estudio se fundamenta en la búsqueda de soluciones al problema de muchos agricultores ubicados en el piedemonte amazónico que tienen que abandonar sus plantaciones, debido principalmente a epidemias incontrolables de la MVN. De allí que en la presente investigación se plantaron los siguientes objetivos: Evaluar la eficiencia de tres fungicidas y tres dosis para el control de *Fusarium oxysporum* en semilla de naranjilla, evaluar la eficiencia de tres métodos de desinfección para el control de *F. oxysporum* en naranjilla, evaluar la reacción de 73 accesiones de la sección *Lasiocarpa* a cuatro aislamientos de *F. oxysporum*, y evaluar la reacción de los híbridos Puyo y Palora; y, una variedad comercial de naranjilla a cuatro aislamientos de *F. oxysporum*.

En un primer experimento se evaluó tres fungicidas y tres dosis para el control de *F. oxysporum f. sp. quitoense* en semilla de naranjilla (*Solanum quitoense*). En un segundo experimento se evaluó carbendazim en dosis de 2.0 y 3.5 cc/l de agua con tres métodos de desinfección para el control de *F. oxysporum* en naranjilla. En un tercer experimento se evaluó la resistencia de 73 accesiones

de la sección *Lasiocarpa* a cuatro aislamientos de *F. oxysporum*, y en un cuarto experimento se evaluó la resistencia de dos híbridos y una var. comercial de naranjilla a cuatro aislamientos de *F. oxysporum*. El estudio se realizó en el Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV), de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en Quito-Ecuador.

En el primer experimento se estudió tres fungicidas: f1 (Carbendazim), f2 (Propiconazol) y f3 (Procloraz); aplicados en tres dosis: d1 (0.5 cc/l de agua), d2 (2.0 cc/l de agua) y d3 (3.5 cc/l de agua). Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de los niveles de los factores en estudio, más los tratamientos adicionales semilla enferma (Se) y semilla sana (Ss), dando un total de 11 tratamientos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con un arreglo factorial 3x3+2 con cuatro observaciones. La unidad experimental estuvo constituida por 50 semillas sembradas en una caja petri de vidrio con sustrato de composición 2:2:1 humus de lombriz, tierra negra y pomina. El sustrato fue esterilizado a 85 °C durante 4 horas. Se evaluó las variables: porcentaje de germinación, altura de planta y días al apareamiento de síntomas de nivel 3 de la "Marchitez Vascular" de la Naranjilla (MVN).

En el segundo experimento se estudió métodos de desinfección: m0 (Sin desinfección), m1 (Desinfección de semilla), m2 (Desinfección del semillero) y m3 (Desinfección de semilla + desinfección del semillero). Los tratamientos se dispusieron un Diseño Completamente al Azar con cuatro observaciones. La unidad experimental estuvo constituida por 50 semillas sembradas en semillero de madera con sustrato estéril de composición 2:2:1 humus de lombriz, tierra negra y pomina. Se evaluó las variables: porcentaje de control y días al apareamiento de síntomas de la MVN de nivel 3.

En el tercer experimento se estudió 73 accesiones de la sección *Lasiocarpa* que correspondieron a las especies *S. candidum*, *S. hirtum*, *S. pectinatum*, *S. pseudolulo*, *S. quitoense*, *S. robustum*, *S. sessiliflorum*, *S. spp.*, y *S. stramonifolium*; con cuatro aislamientos de *F. oxysporum* de Río Verde (a1), Los Bancos (a2), Nanegalito (a3) y El Chaco (a4). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial 73x4 con cuatro observaciones. La

unidad experimental estuvo constituida por una planta sembrada en una funda plástica con 500 gramos de sustrato estéril de composición 2:2:1 humus de lombriz, tierra negra y pomina. Se evaluó las variables: período de establecimiento de la enfermedad de nivel 3 y la colonización de los haces vasculares por el patógeno, utilizando la escala de 0-5 niveles, donde: n0 (Ningún daño), n1 (Decoloración y/o clorosis del sistema vascular limitada a las raíces), n2 (Decoloración ligera y/o puntual del sistema vascular limitada a la base del tallo), n3 (Decoloración ligera y/o puntual del sistema vascular en toda la planta), n4 (Decoloración moderada del sistema vascular en toda la planta) y n5 (Decoloración severa del sistema vascular en toda la planta).

En el cuarto experimento se estudió dos híbridos: Híbrido Puyo (v2) e Híbrido Palora (v3), y una variedad comercial de naranjilla “común” var. Baeza (v1); con cuatro aislamientos de *F. oxysporum* descritos en el tercer experimento. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial 3x4 con cuatro observaciones. La unidad experimental estuvo constituida por una planta sembrada en una funda plástica con 500 gramos de sustrato estéril de composición 2:2:1 humus de lombriz, tierra negra y pomina. Se evaluó las variables: período de establecimiento de la enfermedad de nivel 3 y la colonización de los haces vasculares por el patógeno.

#### **Evaluación de tres fungicidas y tres dosis para el control de *F. oxysporum* f. sp. *quitoense* en semilla de naranjilla (*Solanum quitoense*)**

El porcentaje de germinación de la semilla enferma fue similar al de la semilla sana (93.50%) cuando se aplicó carbendazim en dosis de 3.5 cc/l de agua (92.00%). Carbendazim controla el patógeno y permite la germinación normal de la semilla. Propiconazol en dosis altas es fitotóxico para la germinación de la semilla de naranjilla. La fitotoxicidad es más evidente para procloraz en todas las dosis. Los síntomas de nivel 3 de la MVN, solo se presentaron en los tratamientos f1d1 (Carbendazim 0.5cc/l de agua), f3d1 (Procloraz 0.5cc/l de agua) y Se (Semilla enferma); con 12.25, 15.18 y 15.83 días de promedio al transplante respectivamente. Propiconazol presentó eficiencia en el control de la MVN para las tres dosis.

Para carbendazim se presentaron las alturas de planta más altas, con 5.03, 4.99 y 5.08cm en dosis de 0.5, 2.0 y 3.5 cc/l de agua respectivamente. El testigo sano presentó 4.70cm, y el enfermo 5.02cm. Propiconazol en dosis de 3.5cc/l de agua (f2d3) presentó la menor altura de planta, con 1.93cm. Propiconazol y procloraz fueron fitotóxicos para el crecimiento de plántula para las tres dosis.

El fungicida más eficiente para el control de *Fusarium oxysporum* fue carbendazim en dosis de 3.5 cc/l de agua.

#### **Evaluación de carbendazim en dosis de 2.0 y 3.5 cc/l de agua con tres métodos de desinfección para el control de *F. oxysporum* en naranjilla**

Para la dosis de 2.0 cc/l de agua, en los tratamientos m1 (Desinfección de semilla) y m3 (Desinfección de semilla + desinfección del semillero), se presentó semilla infectada con *F. oxysporum*; contrario a esto, para los mismos tratamientos en dosis de 3.5 cc/l de agua no se presentó semilla infectada con el patógeno. El tratamiento m2 (Desinfección del semillero), presentó semilla infectada para las dos dosis. En el tratamiento m1 (Desinfección de semilla) en dosis de 2.0 y 3.5 cc/l de agua, los porcentajes de control fueron de 90 y 100% respectivamente; y, para el tratamiento m3 (Desinfección de semilla + desinfección del semillero) en dosis de 2.0 y 3.5 cc/l de agua, los porcentajes de control fueron de 95 y 100% respectivamente.

El método más eficiente de desinfección de la semilla de naranjilla es la inmersión de la semilla en carbendazim por 10 minutos a una dosis de 3.5 cc/l de agua, que produjo el control completo del patógeno y porcentajes altos de germinación, y luego realizar una aplicación complementaria en semillero a los 15 días después de la siembra.

#### **Evaluación de la resistencia de 73 accesiones de la sección *Lasiocarpa* a cuatro aislamientos de *F. oxysporum*.**

No se observó diferencias de patogenicidad entre los cuatro aislamientos de *F. oxysporum*. Ninguna de las accesiones de las especies: *S. pectinatum*, *S.*

*stramonifolium* y *S. robustum* presentaron síntomas de nivel 3 de la MVN, ni colonización vascular.

Las accesiones ECU6934 y ECU7875 de las especies *S. hirtum* y *S. spp.*, desarrollaron síntomas de la MVN y presentaron colonización vascular de *F. oxysporum*. Las accesiones ECU3087, \*0247, \*9147, ECU11718 y ECU5537 de las especies *S. candidum*, *S. hirtum*, *S. pseudolulo* y *S. sessiliflorum* presentaron colonización vascular. Todas las accesiones de *S. quitoense* presentaron síntomas de la MVN y colonización vascular, sin embargo se observó diferencias en el tiempo de desarrollo de síntomas y en la intensidad de la colonización vascular de *F. oxysporum*.

Evaluar la compatibilidad de las accesiones resistentes de las especies *S. candidum*, *S. hirtum*, *S. sessiliflorum* y *S. stramonifolium* para ser usadas como patrones de naranjilla “común”.

Utilizar las accesiones resistentes a *F. oxysporum* de las especies *S. candidum*, *S. sessiliflorum*, *S. hirtum* y *S. pseudolulo*, que pueden cruzarse con naranjilla “común” en programas de mejoramiento para desarrollar variedades de naranjilla resistentes a *F. oxysporum*.

**Evaluación de la resistencia de dos híbridos y una var. comercial de naranjilla a cuatro aislamientos de *F. oxysporum*.**

El híbrido Palora (v3) no presentó síntomas de la MVN y nivel 0 de colonización vascular (Ningún daño). En naranjilla “común” var. Baeza (v1) e híbrido Puyo (v2) se presentó síntomas de la MVN y colonización vascular, sin embargo se observó diferencias en el tiempo de desarrollo de síntomas y en la intensidad de la colonización vascular de *F. oxysporum*.

Utilizar el Híbrido Palora como cultivo comercial de naranjilla, puesto que éste todavía presenta resistencia a *Fusarium oxysporum*.

## SUMMARY

The naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) was tamed when the Spaniards arrived in America (23). According to the Ministry of Agriculture (21), in Ecuador there is 9459 hectares cultivated of naranjilla, of which 7983 hectares correspond at monocultivo and 1476 hectares in associate; in the areas of Morona Santiago, Pastaza, Tungurahua, Pichincha and Imbabura. During the seventies, certain plagues and diseases were apparently responsible for the significant decrease of the "common" naranjilla cultivation in Ecuador. Parallely to the collapse of the "common" naranjilla, in the market the hybrid Puyo appears and in 1994 the hybrid INIAP-Palora is liberated (13).

The present investigation, was guided to the identification of two methods of handling of *Fusarium oxysporum* causing of the naranjilla vascular wilt (MVN), by means of the seed disinfection with systemic fungicides and the use of resistance present in the members of the section *Lasiocarpa*, those that can be potentially usable by means of the genetic improvement and with root stocks of "common" naranjilla. The importance of this study is based in the search of solutions to the problem of many farmers located in the Amazon piedmont that have to abandon its plantations, due mainly to uncontrollable epidemics of the MVN. Of there that in the present investigation the following objectives were planted: To evaluate the efficiency of three fungicides and three doses for the control of *Fusarium oxysporum* in naranjilla seed, to evaluate the efficiency of three disinfection methods for the control of *F. oxysporum* in naranjilla, to evaluate the reaction of 73 access of the section *Lasiocarpa* to four isolations of *F. oxysporum*, and to evaluate the reaction of the hybrid Puyo and Palora; and, a commercial variety of naranjilla to four isolations of *F. oxysporum*.

In a first experiment it was evaluated three fungicides and three doses for the control of *F. oxysporum f. sp. quitoense* in naranjilla seed (*Solanum quitoense*). In a second experiment carbendazim was evaluated in dose of 2.0 and 3.5 cc/l of water with three disinfection methods for the control of *F. oxysporum* in naranjilla. In a third experiment the resistance of 73 access of the section *Lasiocarpa* was evaluated to four isolations of *F. oxysporum*, and in a fourth

experiment was evaluated the resistance of two hybrid and a variety commercial of naranjilla to four isolations of *F. oxysporum*. This investigation was evaluated in a laboratories and greenhouse planting in the Santa Catalina Experimental Station (INIAP) in Quito-Ecuador.

In the first experiment was studied three fungicides: f1 (Carbendazim), f2 (Propiconazol) and f3 (Procloraz); applied in three doses: d1 (0.5 cc/l of water), d2 (2.0 cc/l of water) and d3 (3.5 cc/l of water). The treatments were constituted by the combination of the levels of the factors in study, more the treatments additional sick seed (Se) and healthy seed (Ss), giving a total of 11 treatments. The experiment was set up in a Complete Randomized Design in factorial arrangement 3x3x2 with four observations. The experimental unit was constituted by 50 seeds sowed in a box glass Petri with substratum of composition 2:2:1 worm humus, black earth and pomina. The substratum was sterilized 85°C during 4 hours. The variables in study were, germination percentage, plant height and time (days) to symptoms level n3 of the naranjilla vascular wilt (MVN).

In the second experiment was studied disinfection methods: m0 (Without disinfection), m1 (Seed disinfection), m2 (Seed bed disinfection) and m3 (Seed disinfection + seed bed disinfection). The experiment was set up in a Complete Randomized Design with four observations. The experimental unit was constituted by 50 seeds sowed in a box seed bed with sterile substratum of composition 2:2:1 worm humus, black earth and pomina. The variables in study were, control percentage and time (days) to symptoms of the naranjilla vascular wilt (MVN).

In the third experiment was studied 73 access of the section *Lasiocarpa* that corresponded to the species *S. candidum*, *S. hirtum*, *S. pectinatum*, *S. pseudolulo*, *S. quitoense*, *S. robustum*, *S. sessiliflorum*, *S. spp.*, and *S. stramonifolium*; with four isolations of *F. oxysporum* of Green River (a1), The Banks (a2), Nanegalito (a3) and The Chaco (a4). The experiment was set up in a Complete Randomized Design in factorial arrangement 73x4 with four observations. The experimental unit was constituted by a plant sowed in a

plastic case with 500 grams of sterile substratum of composition 2:2:1 worm humus, black earth and pomina. The variables in study were, time (days) from the inoculation until when the vascular wilt arrived to the apex of the plant and vascular colonization of *F. oxysporum*, using the scale of 0-5 levels, where: n0 (Any damage), n1 (Fading of the vascular system limited to the roots), n2 (Fading slight and/or punctual of the vascular system limited to the base of the shaft), n3 (Fading slight and/or punctual of the vascular system in the whole plant), n4 (Moderate fading of the vascular system in the whole plant) and n5 (Severe fading of the vascular system in the whole plant).

In the fourth experiment were studied two hybrids: Hybrid Puyo (v2) and hybrid Palora (v3), and a commercial variety of "common" naranjilla var. Baeza (v1); with four isolations of *F. oxysporum* described in the third experiment. The experiment was set up in a Complete Randomized Design in factorial arrangement 3x4 with four observations. The experimental unit was constituted by a plant sowed in a plastic case with 500 grams of sterile substratum of composition 2:2:1 worm humus, black earth and pomina. The variables in study were, time (days) from the inoculation until when the vascular wilt arrived to the apex of the plant and vascular colonization of *F. oxysporum*, using the scale of 0-5 levels.

**Evaluation of three fungicides and three doses for the control of *F. oxysporum f. sp. quitoense* in naranjilla seed (*Solanum quitoense*).**

The percentage of germination of the sick seed was similar to the healthy seed (93.50%) when carbendazim was applied in dose of 3.5 cc/l of water (92.00%). Carbendazim controls *F. oxysporum* and it allows the normal germination of the seed. Propiconazol in high dose is toxic for the germination of the naranjilla seed. The toxic is more evident for procloraz in all the doses. The symptoms of level 3 of the MVN, alone were presented in the treatments f1d1 (Carbendazim 0.5cc/l of water), f3d1 (Procloraz 0.5cc/l of water) and Se (sick Seed); with 12.25, 15.18 and 15.83 days to transplant respectively. Propiconazol presented efficiency in the control of the MVN for the three doses.

Carbendazim were presented plant heights of 5.03, 4.99 and 5.08cm in doses of 0.5, 2.0 and 3.5 cc/l of water respectively. The healthy witness presented 4.70cm, and the sick witness presented 5.02cm. Propiconazol in dose of 3.5cc/l of water (f2d3) presented the smallest plant height, with 1.93cm. Propiconazol and procloraz were toxics for the plant growth for the three doses.

The most efficient fungicide for the control of *Fusarium oxysporum* was carbendazim in dose of 3.5 cc/l of water.

**Carbendazim evaluation in dose of 2.0 and 3.5 cc/l of water with three disinfection methods for the control of *F. oxysporum* in naranjilla**

For the dose of 2.0 cc/l of water, in the treatments m1 (Seed disinfection) and m3 (Seed disinfection + seed bed disinfection), seed was presented infected with *F. oxysporum*; contrary to this, for the same treatments in dose of 3.5 cc/l of water seed was not presented infected with *F. oxysporum*. The treatment m2 (Seed bed disinfection), presented seed infected for the two doses. In the treatment m1 (Seed disinfection) in dose of 2.0 and 3.5 cc/l of water, the control percentages were of 90 and 100% respectively, and for the treatment m3 (Seed disinfection + seed bed disinfection) in dose of 2.0 and 3.5 cc/l of water, the control percentages were of 95 and 100% respectively.

The most efficient method in disinfection of the naranjilla seed is the immersion of the seed in carbendazim for 10 minutes to a dose of 3.5 cc/l of water that produced the complete control of the *F. oxysporum* and high percentages of germination, and then to carry out a complementary application in seed bed to the 15 days after the sowing.

**Evaluation of the resistance of 73 access of the section *Lasiocarpa* to four isolations of *F. oxysporum*.**

It was not observed patogenicidad differences among the four isolations of *F. oxysporum*. None of the access of the species: *S. pectinatum*, *S. stramonifolium*

and *S. robustum* presented symptoms of level 3 of the MVN, neither vascular colonization.

The access ECU6934 and ECU7875 of the species *S. hirtum* and *S. spp.*, developed symptoms of the MVN and presented vascular colonization of *F. oxysporum*. The access ECU3087, \*0247, \*9147, ECU11718 and ECU5537 of the species *S. candidum*, *S. hirtum*, *S. pseudolulo* and *S. sessiliflorum* presented vascular colonization. All the access of *S. quitoense* presented symptoms of the MVN and vascular colonization however was observed differences in the time of development of symptoms and in the intensity of the vascular colonization of *F. oxysporum*.

To evaluate the compatibility of the resistant access of the species *S. candidum*, *S. hirtum*, *S. sessiliflorum* and *S. stramonifolium* to be used with root stocks of "common" naranjilla.

To use the resistant access to *F. oxysporum* of the species *S. candidum*, *S. sessiliflorum*, *S. hirtum* and *S. pseudolulo* that can cross with "common" naranjilla in programs of improvement to develop varieties of resistant naranjilla to *F. oxysporum*.

#### **Evaluation of the resistance of two hybrid and a var. commercial of naranjilla to four isolations of *F. oxysporum*.**

The hybrid Palora (v3) didn't present symptoms of the MVN and level 0 of vascular colonization (Any damage). In "common" naranjilla var. Baeza (v1) and hybrid Puyo (v2) were presented symptoms of the MVN and vascular colonization, however was observed differences in the time of development of symptoms and in the intensity of the vascular colonization of *F. oxysporum*.

To use the hybrid Palora with commercial cultivation of naranjilla, since this still presents resistance to *Fusarium oxysporum*.