

CONTROL QUÍMICO Y ESTUDIO DE LA
DISEMINACIÓN DE *Fusarium oxysporum* EN HUERTOS
COMERCIALES DE BABACO (*Carica heilbornii* nothovar
pentagona) EN LOS VALLES DE TUMBACO Y LOS
CHILLOS. Pichincha.

CAMILO VINICIO GALLARDO PAZMIÑO

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

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

QUITO – ECUADOR

2004

VII. RESUMEN

El babaco (*Carica heilbornii* nothovar *pentagona*) es un híbrido natural que resulta del cruce entre el chamburo (*Carica pubescens*) y el toronche (*Carica stipulata*). Esta especie es originaria del callejón interandino al sur del Ecuador; donde crecen los progenitores. El cultivo de babaco tiene mucho potencial por las posibilidades de industrialización y exportación.

La "Marchitez Vascular" del Babaco (MVB) o "Fusariosis" causada por *Fusarium oxysporum*, es una de las principales limitantes del cultivo de babaco en Ecuador. El manejo de esta enfermedad debe iniciarse obteniendo material libre de la enfermedad. Si la enfermedad está presente debe intentarse la erradicación del patógeno, mediante la eliminación de plantas enfermas y esterilización del suelo o mediante el control químico-terapéutico del patógeno. Cuando la enfermedad está presente en una planta la única alternativa de control es el uso de fungicidas sistémicos conociendo el ingrediente activo y dosis más eficientes y aplicables.

En la presente investigación se estudio la diseminación y algunas alternativas de control químico de *Fusarium oxysporum* en huertos comerciales de babaco, tuvo lugar en los laboratorios e invernaderos de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC), en el Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) y la Granja Experimental Tumbaco (GET) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- Evaluar el efecto de fungicidas y dosis aplicados en los niveles 1 y 2 de sintomatología de la "marchitez vascular" de babaco.
- Estudiar la diseminación de *Fusarium oxysporum* causante de la "marchitez vascular" de babaco a través del agua de riego, materia orgánica y material vegetal.

En la primera etapa de éste ensayo el factor en estudio fue evaluar la eficiencia de controles químicos para la marchitez vascular de babaco, los tratamientos a evaluarse fueron: sin control (c0), Carbendazim 100 ppm (c1), Carbendazim 500 ppm (c2), Carbendazim 1000 ppm (c3), Propiconazol 1000 ppm (c4), Propiconazol 1000 ppm + Carbendazim 100 ppm (c5), aplicados en los niveles N1 y N2 de sintomatología. Síntomas de nivel N1 fue clorosis en la primera hoja inferior de la planta, síntomas de nivel N2 fue clorosis del 25% del follaje, dentro del invernadero se identificaron plantas que presenten estos síntomas, posteriormente se procedió a etiquetarlas realizando la aplicación de los distintos controles según el ingrediente activo y dosis establecidas para cada tratamiento, la cantidad de agua en la que se diluyó el fungicida fue de 10 litros por planta, las diluciones fueron aplicadas en “drench” por una sola ocasión.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos, la unidad experimental estuvo constituida por una planta de babaco de seis meses de edad. Las variables en estudio fueron, síntomas de nivel 1 a nivel 2 de enfermedad (N1-N2), síntomas de nivel 1 a nivel 5 de enfermedad (N1-N5), se evaluó cuando los tratamientos se aplicaron en plantas que presentaron nivel 1 de enfermedad; síntomas de nivel 2 a nivel 3 de enfermedad (N2-N3) y síntomas de nivel 2 a nivel 5 de enfermedad (N2-N5), se evaluó cuando los tratamientos se aplicaron en plantas que presentaron nivel 2 de enfermedad; y la última variable fue el porcentaje de control de la enfermedad.

El porcentaje más alto de control alcanzado tanto en plantas que presentaron los niveles 1 y 2 de sintomatología fue de un 80%, los tratamientos c3, c4 y c5 alcanzaron el porcentaje más alto de control al aplicarse en plantas que presentaron clorosis en la primera hoja inferior de la planta, los tratamientos c4 y c5 alcanzaron el porcentaje más alto de control al aplicarse en plantas que presentaron clorosis del 25% del follaje.

En la variable N1-N2 se determinó que los períodos en días transcuridos de un nivel a otro de enfermedad con los tratamientos c1, c2, c3, c4 y c5 fueron 6.8, 18.5, 21, 23 y 20 días respectivamente, mientras que en las plantas testigo se obtuvo 5.25 días. En la variable N1-N5 se determinó que los períodos en días transcuridos de un nivel a otro de enfermedad con los tratamientos c1, c2, c3, c4 y c5 fueron 19.6, 27, 31, 30 y 27 días respectivamente, mientras que en las plantas testigo se obtuvo 18.75 días. En la variable N2-N3 se determinó que los períodos en días transcuridos de un nivel a otro de enfermedad con los tratamientos c1, c2, c3, c4 y c5 fueron 4.4, 22, 22.5, 19 y 20 días respectivamente, mientras que en las plantas testigo se obtuvo 3.80 días. En la variable N2-N5 se determinó que los períodos en días transcuridos de un nivel a otro de enfermedad con los tratamientos c1, c2, c3, c4 y c5 fueron 16, 29.5, 30, 26 y 28 días respectivamente, mientras que en las plantas testigo se obtuvo 13.2 días.

En la segunda etapa para el estudio de las principales causas de diseminación de *Fusarium oxysporum* causante de la marchitez vascular de babaco, los factores en estudio fueron: suelo supresivo, no estéril (s1) y estéril (s2); aislamientos de *Fusarium oxysporum* obtenidos: uno de agua, sies de materia orgánica y uno de cada cultivo de arveja, chocho, fréjol, palmito, frutilla, rosa, clavel, tomate riñon, naranjilla y babaco; los tratamientos estuvieron constituidos por la interacción de los factores en estudio y sus niveles.

Para las evaluaciones se utilizaron plantas de chamburo obtenidas de semillas las cuales se las colocó en una solución de Na(OH) al 1% durante 5 minutos que ayudó a retirar el mucílago y mejoró la germinación, luego de lavarlas se puso en ácido giberélico a 1250 ppm durante 24 horas, luego fueron sembradas en gavetas plásticas de germinación conteniendo suelo esterilizado en autoclave durante una hora a 15 libras de presión y 121°C.

De los canales de riego a la entrada de los invernaderos de babaco se recolectó muestras de un litro de agua, de las fincas visitadas se recojió aproximadamente un kilo de materia orgánica que utiliza el agricultor para abonar la plantación de babaco, de viveros y propiedades de agricultores se obtuvo plantas de babaco con posibles síntomas de marchitez vascular para realizar aislamientos en laboratorio. Se inoculó los suelos con los distintos aislamientos de *Fusarium oxysporum* en concentraciones de 50000 CFU/g de suelo, las plantas de chamburo fueron podadas a los 15 días después del trasplante realizado sobre los suelos inoculados.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), en arreglo factorial 2x18 con distinto número de observaciones por tratamiento y la unidad experimental estuvo constituida por una planta de chamburo sembrada en una maceta con 600 gramos de suelo inoculado con *Fusarium oxysporum*. Las variables en estudio fueron altura del brote de planta a los 30, 60 y 90 días; y, diámetro de brote de planta a los 30, 60 y 90 días, y descripción del sistema vascular.

Se determinó que las mejores alturas y diámetros de brote de planta de chamburo se obtuvieron con suelo supresivo no estéril, las mejores alturas y diámetros de brote de planta de chamburo se obtuvo con el aislamiento de *Fusarium oxysporum* de palmito; el aislamiento a17 que corresponde a *Fusarium oxysporum* de babaco fue el único que causó la muerte de todas las plantas de chamburo inoculadas. Todos los aislamientos de *F. oxysporum* utilizados, produjeron decoloración vascular a diferentes niveles en plantas de chamburo. Se determinó que la materia orgánica y el agua de riego no son fuentes importantes de contaminación de *Fusarium oxysporum* en huertos de babaco. Se obtuvieron 4 aislamientos de *F. oxysporum* realizados de material vegetal utilizados para siembra en nuevos babacales recolectados en 10 sitios diferentes, determinándose como la principal causa de diseminación de la enfermedad.

Realizar controles químicos en plantaciones donde la incidencia de la marchitez vascular de babaco sea baja, principalmente en forma preventiva, identificar las plantas enfermas, tratar de recuperarlas y aplicar los tratamientos a las plantas vecinas. Erradicar las plantas si estas no se recuperan, desinfectar los sitios y aislar el riego del hoyo. Realizar el control químico de la "fusariosis" cuando apenas se detecta la enfermedad (nivel 1 = clorosis primeras hojas), para ello debe hacer un seguimiento detallado de la enfermedad.

Realizar aplicaciones en "drench" de los fungicidas Carbendazim 1000 ppm o Propiconazol 1000 ppm. Rotar estos fungicidas cada 15 días, usando 20 l de agua por planta para humedecer un mayor porcentaje del sistema radicular de las plantas. Aplicar los fungicidas procurando que la temperatura sea lo más baja posible para que el control químico sea eficiente.

Desarrollar viveros que produzcan plantas libres de la enfermedad, en vista de que la principal forma de transmisión es a través de material de siembra, desarrollar programas de certificación de plantas. Informar a los productores de babaco, la importancia de la propagación y utilización de material vegetativo sanitariamente garantizado y métodos culturales para prevenir la diseminación de la enfermedad en los huertos.

SUMMARY

Babaco (*Carica pentagona* var. *pentagona*) is a natural hybrid resulting from a cross between chamburo (*Carica pubescens*) and toronche (*Carica stipulata*). Babaco is originated in the Southern mountains of Ecuador where chamburo and toronche grown traditionally. Babaco production is high in Ecuador due to its high value for industrialization and also export.

“Babaco Vascular Wilt” (BVW) or “Fusariosis” caused by *Fusarium oxysporum* is one of the most important constrains of babaco production in Ecuador. The first and the most important step of BVW management is the avoidance using disease free material. However, disease free material is only successful if the soil is not contamination during commercial production or before. If the disease appears, eradication is the next recommendation discarding diseased plants followed with soil sterilization. This practice is efficient only in the disease incidence is low. Therefore plant protection and therapeutic means of control appears also important management approaches to implement in commercial production of babaco in Ecuador.

Pathogen dissemination and chemical control approaches were studied in this thesis. Pathogen dissemination was studied in the Tumbaco valley of the Pichincha province. Chemical control approaches were evaluated in a greenhouse planting in the Tumbaco Experimental Station (INIAP) in Tumbaco. Pathogen isolation and pathogenicity tests were conducted in laboratories at Santa Catalina Experimental Station (INIAP) in Quito.

Objectives of the present study were:

- To evaluate fungicides and doses to control *F. oxysporum* at BVW symptoms levels N1 and N2.
- To study *F. oxysporum* dissemination through water in canals for irrigation, compost and planting material.

Carbendazim at 100 ppm (c1), carbendazim at 500 ppm (c2), carbendazim at 1000 ppm (c3), propiconazole at 1000 ppm (c4), propiconazole at 1000 ppm + carbendazim at 100 ppm (c5) were evaluated at symptoms levels N1 and N2 of BVW. Symptom level N1 was chlorosis reaching the 10% of foliar area of the plant. Symptom level N2 was chlorosis reaching 25% of the plant. As plants showed the symptoms randomly, the experiment was set up in a Complete Randomized Design with five observations. Fungicides were diluted in 10 liters of water and then applied in drench around the plant. Symptoms on the treated plants were detailed analyzed after fungicide applications. Time (days) to symptoms level N2, N3, N4 and N5 were evaluated in plants treated at level N1 while time (days) to symptoms level N3, N4 and N5 were evaluated in plants treated at symptoms level N2. Incidence, the overall percentage of plants recovered (symptoms did not further develop on the plant after treatment) was also evaluated.

Carbendazim at 1000 ppm (c3), propiconazole 1000 (c4) and propiconazole at 1000 + carbendazim at 100 ppm (c5) allowed plant recovery in 80% of the treated plants when applied at symptom level N1. Propiconazole 1000 (c4) and propiconazole at 1000 + carbendazim at 100 ppm (c5) also allowed 80% of plant recovery when applied at level N2. However in all cases plants developed in average symptoms level N5 after 65 days of fungicide application while control plants (without fungicide application) developed symptoms level N5 after 20 days. Therefore, control and protection of the fungicide lasted 45 days in average. Further symptom development in treated plants was most likely due to reinfections after fungicide degradation in the soil, although an incomplete control of the fungicide might also explain this further symptom development in the plant.

When fungicide treatments were applied at disease level N1, time span between level N1-N2 in treatments c1, c2, c3, c4 and c5 reached 6.80, 18.50, 21, 23 and 20 days respectively, while in control plants this value

reached 5.25 days. Time span between level N1-N5 in treatments c1, c2, c3, c4 and c5 reached 19.6, 27, 31, 30 and 27 days respectively, while in control plants this value reached 18.75 days.

When fungicide treatments were applied at disease level N2, time span between level N2-N3 in treatments c1, c2, c3, c4 and c5 reached 4.4, 22, 22.5, 19 and 20 days respectively, while in control plants this value reached 3.80 days. Time span between level N2-N5 in treatments c1, c2, c3, c4 and c5 reached 16, 29.5, 30, 26 and 28 days respectively, while in control plants this value reached 13.2 days.

To determine means of *F. oxysporum* dissemination isolates of *F. oxysporum* were surveyed in water from irrigating canals, compost used for babaco fertilization and plant from babaco nurseries. Twenty four samples of 1 liter of water were collected in irrigation canal in the entrance of 18 babaco plantings. One kilo of compost used to fertilize the crop was also sampled in 15 plantings. Ten nurseries producing babaco plants were also surveyed to quantify presence of BVW in plant material. One isolate of *F. oxysporum* was recovered from water while six isolates were recovered from compost. Four nurseries presented plants infected with *F. oxysporum*. All water and compost isolates together with one isolate from nurseries and one isolates of each pea, chocho, bean, palmito, strawberry, rose, carnation, tomato and naranjilla were tested for their pathogenicity on chamburo plants also susceptible to *F. oxysporum* causing BVW. Isolates were tested in sterilized and not sterilized suppressive soil and in sterilized and not sterilized conducive soil.

Chamburo plants were obtained from seed. Previous to germination, seeds were surface disinfected in 1% of sodium hypochlorite solution for 5 minutes and then exposed to 1250 ppm gibberelic acid for 24 hours. Seed germination took place in sterilized soil (121 °C and 15 pounds for an hour).

Inoculation was done by adding to the soil 50000 propagulos (chlamidospores) per gram of soil. Then, the chamburo plants were transplanted to pots containing 600 gr of the inoculated soil. Days to appearance of symptoms level N3 and N5 of BVW and discoloration of the vascular system were evaluated. Plant high and stem diameter at soil level were also evaluated at 30, 60 and 90 days after transplanting.

Symptoms of BVW were only observed when chamburo plants were inoculated with the *F. oxysporum* isolate coming from babaco plants with symptoms of BVW. All isolates caused slight discoloration of the vascular system; only the isolate causing BVW caused abundant discoloration of the vascular system. This means that isolates from water and compost, and isolates coming from peas, chocho, bean, palmito, strawberry, rose, carnation, tomato, naranjilla and babaco were not pathogenic on chamburo. Therefore water for irrigation, compost and any other isolate causing wilts in other plants are not important inoculum sources of *F. oxysporum* causing BVW. Four out of 10 nurseries of babaco presented plants infected with BVW. Plant material appears the main mean of *F. oxysporum* transmission in babaco in Ecuador.

Plant high and plant diameter were higher in none sterile suppressive soil. Similarly the plant high and plant diameter values were higher when plants were inoculated with *F. oxysporum* isolates from palmito, pea, chocho, frutilla, rosa and naranjilla, and four isolates coming from compost. Therefore some isolates non pathogenic on chamburo can produce increase in plant growth, therefore these isolates are probably secreting growth regulators.

The second experiment (the fungicide evaluation) was conducted in a babaco planting with high inoculum potential. BVW in this plantation was very severe. Disease incidence reached 100% after experiment concluded. The plants did not even reached first harvest. This is due to a continuous pathogen reinfections. Under these epidemiological conditions chemical

control of BVW does not appear promising. In this condition efficient control would require high frequent number of fungicide application which would not be profitable. However, chemical control could be a good approach to manage BVW as a preventive and therapeutic approach in epidemics with low potential inoculum when the disease is detected very early.

Chemical control appears an alternative approach only in areas where the diseases is not yet endemic. At present a general recommendation consist in carefully monitor the disease. As soon as the first plant shows disease level N1, the application in rotation of carbendazim 1000 ppm and propiconazole 1000 ppm every 15 days is recommended. Neighboring plants should also be treated in a similar approach. Similar treatment is recommended if new plants show symptom level N1. If plants do not respond to this treatment (plants reach level 3) eradication of plants is recommended followed by soil sterilization. In areas where the disease is endemic chemical control appears not efficient. In these areas, babaco grafted on resistance root stock as papaya appears an alternative to grown babaco, although yield is not as high as in babaco along.

The main way of pathogen transmission according to this study is plant material. Disease free material is therefore the first recommendation procedure to manage BVW. Development of a certification system for plant material is important especially for areas where the disease is not endemic.