

**ESTUDIO DE LA AFINIDAD DE ESPECIES DE  
CARICACEAE COMO PATRONES DE BABACO  
(*Carica heilbornii* nothovar *pentagona*) Y SU REACCIÓN A  
*Fusarium oxysporum*.**

**VERÓNICA PATRICIA GALARZA OCAÑA**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

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

**QUITO-ECUADOR**

**2002**

## VII. RESUMEN

El babaco (*Carica x heilborni* var *pentagona*) es un híbrido estéril resultado del cruce natural entre chamburo (*Carica pubescens*) y el toronche (*Carica stipulata*). Esta especie es originaria del callejón interandino; sur de Ecuador, probablemente de la provincia de Loja. El cultivo del babaco tiene mucho potencial por las posibilidades de industrialización y exportación.

La Marchitez Vascular del Babaco (MBV) o “Fusariosis” causada por *Fusarium oxysporum*, es una de las principales limitante del cultivo del babaco en Ecuador (4). El manejo de esta enfermedad debe iniciarse con el uso de material libre de la enfermedad. Si la enfermedad esta presente debe intentarse la erradicación del patógeno, mediante la eliminación de plantas enfermas y esterilización del suelo y/o mediante el control químico-terapéutico del patógeno. Una alternativa más estable de control es la resistencia genética, la misma que babaco aparentemente no esta disponible, puesto que se trata de un híbrido estéril con una estrecha base genética, sin embargo la resistencia presente en las especies *Carica monoica*, *Carica papaya*, *Carica weberbaueri* y la especie *Carica sp.* podría ser explotada si se utiliza como patrón.

En la presente investigación se evaluó el comportamiento agronómico de métodos de injertación en babaco sobre especies de la familia caricaceae con diferente grado de resistencia a *Fusarium oxysporum*, tuvo lugar en los laboratorios e invernaderos del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), localizada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha; con una altitud de 3 050 msnm, longitud 78°33' Oeste, latitud 0°22' Sur.

La temperatura promedio anual obtenida dentro del invernadero fue de 23.1° C, temperatura máxima 35.8° C, temperatura mínima 10.3° C y una humedad relativa de 30 a 90% .

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- ❖ Determinar los patrones que tienen mayor grado de compatibilidad con el babaco.

- ❖ Definir la técnica más adecuada de injertación.
- ❖ Establecer el diámetro de ramilla adecuado para la injertación.
- ❖ Definir los niveles de colonización vascular de *Fusarium oxysporum* en algunas especies de la familia Caricaceae, cuando se ha injertado con babaco.
- ❖ Definir si la resistencia presente en las especies de caricaceae es eficiente al utilizarlas como patrones.

En la primera etapa de este ensayo los factores en estudio fueron : cinco patrones (p1= *C. monoica*, p2 = *C. papaya* variedad puna, p3 = *C. papaya* variedad criolla, p4 = *C. weberbaueri*, p5 =*Carica sp.*); dos diámetros (d1 =diámetro menor, d2 =diámetro mayor), dos técnicas (t1 =púa lateral, t2 =púa terminal), los tratamientos estuvieron constituidos por la interacción de los factores en estudio y sus niveles, las plantas de los patrones se obtuvieron a través de semillas las cuales se colocaron en hidróxido de sodio al 1% durante cinco minutos que ayudó a retirar el mucílago y mejoró la germinación luego de lavarlas se puso en ácido giberélico a 1 250 ppm durante 24 horas, para luego escarificarlas manualmente y se realizó una incisión con un bisturí estéril a un costado de cada semilla. Las semillas se las colocó en cajas petri y luego se las llevó en una cámara de incubación a 24°C en donde permanecieron hasta que apareció la radícula entonces se las trasplantó en fundas con sustrato estéril hasta realizar los injertos.

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial 5x2x2, con 27 observaciones por tratamiento, , la unidad experimental estaba constituida por una planta sembrada en una funda plástica con 3.5 kg de sustrato.

Las variables en estudio fueron incremento en altura del injerto a los 60, 75, 90 días; incremento en diámetro del injerto a los 60, 75, 90 días y porcentaje de prendimiento.

Se determinó que para la variable incremento en altura de los injertos los mejores tratamientos fueron *C. monoica* púa terminal diámetro menor, *Carica sp.* púa terminal diámetro menor, *Carica sp.* púa lateral diámetro mayor y menor con un incremento promedio de altura de 6.72 , 6.20, 5.49, 5.36 cm/planta.

En la variable incremento en diámetro de los injertos que las mejores interacciones fueron *C. papaya* variedad criolla púa terminal diámetro menor, *C. papaya* variedad criolla púa lateral diámetro mayor, *Carica sp.* púa terminal diámetro menor, cuyo incremento de diámetro fue 2.91, 2.62 cm/planta.

Para la variable porcentaje de prendimiento los mejores tratamientos resultaron ser *Carica sp.* con las técnicas púa lateral y terminal diámetro menor, con un porcentaje de 96.3 y 85.2% de prendimiento.

En la segunda etapa para la evaluación de la eficiencia de la resistencia presente en las especies de caricaceae al ser injertas con babaco, los factores fueron los mismos patrones de la primera etapa a los que se sumó *C. pubescens*, y el otro factor fue injerto. Los tratamientos estuvieron constituidos por la interacción de las seis especies con el injerto.

El diseño empleado fue Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial 6 x 2 con tres observaciones. La unidad experimental estuvo constituida por una planta sembrada en una maceta con dos kilogramos de sustrato. Las plantas fueron inoculadas con *Fusarium oxysporum* 5 000 000 de esporas /planta suspendidas en 20 ml de agua a los 60 días de trasplantadas, el inóculo se obtuvo de plantas enfermas de babaco de las cuales se tomó pedazos de aproximadamente 4 mm, se los desinfectó con hipoclorito de sodio durante tres minutos, luego se sembró en Papa Dextrosa Agar (PDA), una vez sembradas se colocó las cajas en la incubadora donde permanecieron hasta que el patógeno creció, con estas colonias se realizó la solución de esporas usada en el ensayo. Las variables

evaluadas fueron: Período de establecimiento de la enfermedad la cual se tomó el tiempo en días desde la inoculación hasta el apareamiento del 1º, 3º y 5º nivel de la enfermedad de acuerdo a la escala esquemática del progreso de la sintomatología foliar de la Marchitez Vascular del Babaco (MVB) en donde :

N0 = planta sana; N1= clorosis en la primera hoja bajera de la planta; N3 = clorosis del 50% del follaje, defoliación moderada de la planta; N5 = clorosis total del follaje, defoliación severa; N7 = planta completamente defoliada, necrosis inicial del ápice del tallo; N9 = necrosis de más del 50% del tallo.

Otra variable fue la descripción del sistema vascular, la misma que se analizó cuando las plantas alcanzaron el nivel 5 para lo cual se realizó cortes transversales y longitudinales en la raíz, cuello y tallo de la planta, en la evaluación se utilizó la escala de colonización de *F. oxysporum* donde:

0 = raíces sanas, ausencia de lesiones. Sistema vascular sano sin decoloración; 1 = lesiones leves corteza, raíz y /o raicillas; 1ª = lesiones pronunciadas en la corteza, de la raíz/ raicillas y cuello de la planta; 2 = colonización vascular limitada a la raíz; 3 = colonización vascular significativa de la raíz que progresa hasta el cuello; 4 = colonización vascular de raíz , cuello y parte del tallo; 5 = colonización vascular abundante de toda la planta.

Se determinó que para la variable días a la aparición de síntomas foliares de los diferentes niveles en las especies sin injertar *C. papaya* variedad puna, *C. papaya* variedad criolla y *C. monoica* no presentaron síntomas en ningún nivel, *C pubescens* presentan síntomas de nivel 5 más rápido a los 88.0 días, *Carica sp.* y *C weberbaueri* son las especies que más

tarde presentan los síntomas del nivel 5 con un promedio de 130.67 y 120.0 días respectivamente.

En las especies injertas con babaco para el nivel 5 *C. papaya* variedad puna, *C. papaya* variedad criolla, *C. pubescens* y *C. weberbaueri* no presentaron síntomas, pero *C. pubescens* si presenta síntomas de nivel 1 y 3; *C. weberbaueri* presentó síntomas de nivel 1, *C. monoica* y *Carica sp.* presentaron los síntomas a los 88.0 y 137 días respectivamente.

En la variable descripción del sistema vascular *C. papaya* variedad puna, *C. papaya* variedad criolla la colonización vascular se dió a nivel de cuello y esta, se restringió a unos pocos haces vasculares, y en el injerto no se observa colonización; en *C. monoica* no se observó colonización pero en el injerto la colonización fue total, en *C. pubescens* la colonización fue completa y en el injerto dicha colonización no llegó al ápice, para *Carica sp.* y *C. weberbaueri* la colonización fue total incluyendo el injerto.

Se recomienda:

- ❖ Cuando se realicen injertos de babaco con *C. monoica*, *C. papaya* var. puna, *C. papaya* var. Criolla, *C. weberbaueri* y *Carica sp* utilizar la técnica de púa terminal y diámetro menor.
- ❖ Estudiar otros métodos de germinación de las semillas para acelerar el momento de la injertación.
- ❖ Evaluar en condiciones comerciales injertos de babaco en los patrones *Carica sp.*, *C. monoica*, *C. papaya* var. puna y *C. papaya* var. criolla.
- ❖ Evaluar la combinación de diferentes métodos de control para el manejo de la Marchitez Vascular del Babaco (MVB)

## SUMMARY

The babaco (*Carica x heilborni* var *pentagona*) is a naturally sterile hybrid resulting from natural crossing of chamburo (*Carica pubescens*) and toronche (*Carica stipulata*). This species is native to the southern interandean alley of Ecuador and probably originated in the province of Loja. The cultivation of the babaco has great potential for industrialization and export.

Babaco Vascular Wilt (BVW) or " Fusariosis " caused by *Fusarium oxysporum* is one of the main obstacle to cultivation of the babaco in Ecuador (4). The management of this disease should begin with the use of material free of the disease. If the disease presents itself, eradication of the pathogen should be attempted, by means of elimination of diseased plants, sterilization of the floor and chemical-therapeutic control of the pathogen. A more stable alternative for control is genetic resistance. Genetic resistance to *Fusarium oxysporum* in babaco does not appear to be available, since it is a sterile hybrid with a narrow genetic base. However the resistance present in the species *Carica monoica*, *Carica papaya*, *Carica weberbaueri* or in other accessions of *Carica sp.* it could be used, if it is used as base plant.

This investigation evaluated the agronomic behavior of grafting methods for babaco on to species of the family *caricaceae* with different degrees of resistance to *Fusarium oxysporum*. It took place in the laboratories and greenhouses of the National Department of Vegetable Protection (NDVP) of the Santa Catalina Experimental Station (SCES) of the Autonomous National Institute of Agricultural Investigations (ANIAI), located in the cantón Mejía, province of Pichincha; at an altitude of 3 050 msnm, longitude 78°33 ' West, latitude 0°22 ' South.

The yearly temperature average obtained inside the greenhouse was 23.1° C, maximum temperature 35.8° C, minimum temperature 10.3° C and a relative humidity of 30 to 90%.

The objectives of the present investigation were:

- To determine the rootstocks that have the greatest degree of compatibility with the babaco.

- To define the most appropriate technique in grafting.
- To establish the appropriate branch diameter for grafting.
- To define the levels of vascular colonization of *Fusarium oxysporum* in some species of the family Caricaceae, when babaco has been grafted onto it.
- To define if the present resistance in the caricaceae species is efficient when using them as base plants.

The factors under study in the first stage of this research were: five rootstocks (p1 = *C. monoica*, p2 = *C. papaya* Puna variety, p3 = *C. papaya* Creole variety, p4 = *C. weberbaueri*, p5 = *Carica sp.*); two diameters (d1= smaller diameter, d2 = larger diameter), two techniques (t1= lateral spike, t2 = terminal spike). The treatments were constituted by the interaction of the factors in study and their levels. The base plants were obtained through seeds which were placed in 1% sodium hydroxide for five minutes to help remove the mucilage and improve the germination, after washing them, seeds were placed in gibberelic acid (1 250 ppm) for 24 hours, then they were rasped manually and an incision was made with a sterile scalpel on the side of each seed. The seeds were placed in petri plates and then placed in an incubation camera at 24°C until the radícula appeared. Then they were transplanted to flates with sterile substrate until the grafting was carried out.

The experimental design was a complete randomize block with a 5x2x2 factorial arrangement, with 27 observations for treatment. The experimental unit was constituted by one plant sown in a plastic pot with 3.5 kg of substrate.

The variables in study were incremental increase in height from implantation to day 60, 75 and 90; Incremental increase in diameter from implantation to day the 60, 75 and 90 and percentage of viability after grafting.

It was determined that for incremental increase in height of the implant, the best treatments were *C. monoica* with a terminal spike and smaller diameter, *Carica sp.* with a terminal spike and smaller diameter, *Carica sp.* With a later spike and bigger or smaller diameter. These had incremental height averages of 6.72, 6.20, 5.49, 5.36 cm/plant.



In the variable incremental increase in diameter of the graft it was determined that the best interactions were *C. papaya* variety Creole with terminal spike smaller diameter, *C. papaya* variety Creole with lateral and spike bigger diameter, *Carica sp.* With a terminal spike smaller diameter. Incremental diameters increase was 2.91, 2.62 cm/plant, respectively.

For the variable percentage of survival the best rootstocks were *Carica sp.* with the technique lateral spike and terminal smaller diameter with, which had 96.3 and 85.2 % of survival.

In the second stage, for the evaluation of the efficiency of the resistance present in the caricaceae species grafted with babaco, the factors were the same patterns as in the first stage with the addition of *C. pubescens*, as well as the grafting factor. The treatments were constituted by the interaction of the six species with the implant.

Completely Randomized Design in a 6 x 2 factorial arrangement with three observations was used. The experimental unit was constituted by a plant sown in a plot with two kilograms of substrate. The plants were inoculated with a spore solution  $5 \times 10^6$  of spores /plant in 20 ml water of *Fusarium oxysporum* then 60 days of transplant. Inoculum was obtained from infected babaco plants. Samples of approximately 4 mm were disinfected with sodium hypochlorite for three minutes, then placed on Potato Dextrose Agar (PDA), the petri plates were incubated until spores were observed. These spores were used to make the spore solution. One variable evaluated was: Period of establishment of the disease measured in days from the inoculation until the appearance of the level 1°, 3° and 5° of the disease according to the schematic scale for foliar symptoms Babaco Vascular Wilt. In this scale the following levels are recognized where:

N0 = healthy plants; N1 = chlorosis in the first bottom leaf of the plant; N3 = chlorosis of 50% of the foliage, moderate defoliation of the plant; N5 = total chlorosis of the foliage, severe defoliation; N7 = plants completely defoliated, initial necrosis of the shaft; N9 = necrosis of more than 50% of the shaft.

Another variable evaluated was the state of the vascular system it was analyzed when the plants reached level 5° symptoms. transverse and longitudinal cuts in the root, neck

and shaft of the plant, were made evaluation of colonization by *F. oxysporum* used the scale:

0 = healthy roots, absence of lesions. Healthy vascular system without decoloration; 1 = light injury in the bark, root and /or roots hairs ; 1a = pronounced injury to the bark, root / roots hairs and neck of the plant; 2 = limited vascular colonization to the root; 3 = significant vascular colonization of the root that progresses to the neck; 4 = vascular colonization of root, neck and part of the shaft; 5 = abundant vascular colonization of the entire plant.

It was determined that for the variable days to the appearance of foliate symptoms, in the control no grafting, the species *C. papaya* variety puna, *C. papaya* Creole variety and *C. monoica* didn't present symptoms, *C. pubescens* presents level 5 symptoms at 88.0 days, and *Carica sp.* and *C. weberbaueri* presented level 5 symptoms at 130.67 and 120.0 days.

In the species implanted with babaco (for the level 5) *C. papaya* variety puna, *C. papaya* Creole variety, *C. pubescens* and *C. weberbaueri* didn't present symptoms, but *C. pubescens* presented symptoms of level 1 and 3; *C. weberbaueri* presents symptoms of level 1, *C. monoica* and *Carica sp.* presented symptoms at 88 and 137 days respectively.

In the variable state of the vascular system, *C. papaya* puna variety and *C. papaya* creole variety showed vascular colonization at the neck level. This was restricted to few vascular faces. The implant didn't have colonization, *C. monoica* didn't have colonization but in the implant the colonization was total. In *C. pubescens* the colonization was complete but in the implant the colonization didn't arrive to the apex. for *Carica sp.* and *C. weberbaueri* the colonization was complete including the implant.

The recommendations are:

- When to use terminal spike and smaller diameters banch grafting babaco on to *C. monoica*, *C. papaya* var. puna, *C. papaya* var. Creole, *C. weberbaueri* and *Carica sp.*
- To examine additional methods of germinate seeds to help accelerate the moment of the grafting.

- To evaluate under commercial conditions babaco implants in the patron Carica sp., *C. monoica*, *C. papaya* var. puna and *C. papaya* var. Creole.
- To evaluate the combination of different control methods for the handling of Babaco Vascular Wilt (BVW).