

# MARCHITEZ BACTERIAL DE LA YUCA (*Manihot utilissima* Pohl.)

Por: J. J. CASTAÑO A.\*

## R E S U M E N

Varios cultivos de yuca de la Costa Atlántica acusaron la existencia de una bacteriosis con manifestaciones de una exudación mucilaginosa en los tallos, un marchitamiento de las hojas aún verdes, o un amarillamiento y secamiento de las mismas antes de desprenderse de la rama.

La causa se debía a una bacteria Gram-negativa, con características similares, a nivel de género, con las de un grupo de las *Xanthomonas* vasculares. Concretamente, la bacteria coincidía con las señaladas por Duarte Silveira para *Xanthomonas manihotis* (Arthaud - Berthet) Breed *et al.*, causante de marchitez bacterial de la yuca en Brasil, y con *Bacillus manihotus* Arthaud - Berthet, *Phytomonas manihotis* (Arthaud - Berthet et Bondar) Viegas, y con *Bacterium manihotis* n. sp., las cuales parecen corresponder a sinónimos del mismo organismo.

Para el agente causal de la marchitez bacterial de la yuca en Colombia se podría sugerir el nombre de *Xanthomonas manihotis* (Arthaud-Berthet) Breed *et al.* f. *specialis*.

Esta bacteriosis es diferente a la denominada "quemazón" o "fuego" de la hoja, causada por *Phytomonas solanacearum* (E. F. S.) Bergey *et al.*, la cual puede corresponder a la que Bouriquet denominó *Bacterium solanacearum* E. F. S.

## INTRODUCCION

En varios cultivos de yuca de la Costa Atlántica, a partir de 1969, ha sido frecuente un pardeamiento en el interior de los tallos de las matas, a veces con exudación de látex mucoso hacia el exterior y un marchitamiento y caída de algunas hojas aún verdes, o acompañado únicamente de un amarillamiento y secamiento progresivo de las hojas hasta desprenderse de las ramas.

\* Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas.  
Universidad Nacional. Medellín.

Actualmente, el cultivo de la yuca es muy importante en Colombia, como fuente de alimentación y como complemento industrial, presentando además perspectivas para exportación. En 1966 la producción nacional fue estimada en 1.400.000 toneladas, por un valor aproximado de \$ 700 millones. A los precios actuales, las pérdidas por enfermedades, principalmente de naturaleza bacteriana, podrían equivaler a unos 70 millones de pesos.

Son varias las enfermedades bacterianas que vienen afectando notoriamente la yuca en Colombia, y entre ellas se destaca la bacteriosis promotora de marchitez, de la cual nos ocupamos en el presente estudio.

### REVISION HISTORICA

La primera descripción de una enfermedad bacteriana en yuca, caracterizada por una pudrición interna de los tallos, y un marchitamiento del follaje, corresponde a Bondar (4) quien la describió sobre *Manihot palmata*, en 1912, en Brasil. La bacteria causante, denominada inicialmente *Bacillus manihoti* Berthet et Bondar (4), y reidentificada por Burkholder (5) como *Phytomonas manihoti* (Arth. Berth et Bondar) Viegas, corresponde a la que Duarte-Silveira (8), en 1949 distinguió también en Brasil como *Xanthomonas manihoti* (Arthaud-Berthet) Breed et al. En opinión de este autor, la marchitez bacteriana también denominada en Brasil "Bacteriose", "Leiteira", "Rajamento", "Requeima", "Azeite e goma", entre otros nombres, fue considerada como la principal enfermedad de dicha planta en Brasil, hacia 1949.

En 1926, Schwarz, citado por Burkholder (5), registró que la yuca era atacada por *Phytomonas solanacearum* (E. F. S.) Bergey et al., causándole una enfermedad mucóide (slime disease). En 1929 Bouriquet (7) también refirió que *Bacterium solanacearum* E. F. S., fue señalado como un invasor de los vasos y causante de un desecamiento drástico del follaje de la yuca.

En 1929, Bouriquet (7), estudió en Madagascar la denominada enfermedad bacteriana o "fuego" de la hoja de yuca, otra bacteriosis diferente a las conocidas hasta la fecha, la cual también observó, en 1938, en Reunión y en Java. El agente causal fue determinado como *Bacterium robici* Bouriquet. El mismo autor en 1929 también mencionó *Bacterium tumefaciens* Smith Townsend, como causante de intumescencias en la yuca.

Hansford, citado por Burkholder (5), describió, en 1938, una mancha foliar y un trastorno en los tallos de yuca, en Uganda, pero no mencionó marchitamiento. Además anotó que el patógeno considerado como *Bacterium cassavae* sp. n. pertenecía al género *Erwinia*.

En diferentes regiones de Colombia, desde 1969, los cultivos de yuca están siendo considerablemente afectados por algunos agentes bacterianos aparentemente distintos.



## SINTOMAS

En una mata afectada, varias de las hojas de una rama aparecen marchitas y dobladas estando aún verdes. Posteriormente la rama sufre defoliación y secamiento. Además, ocurren a veces exudaciones de látex mucilaginoso inicialmente de color pardo amarillento o crema oscuro, en los tallos, cogollos, axilas, pecíolos, y hasta en las ner-



Fig. 1. Proliferación de folíolos anormales en los cogollos de la yuca causados por la marchitez bacterial. (Foto del autor).

vaduras del limbo; estas exudaciones generalmente se inician en una pequeña intumescencia subcortical perforada. Los cogollos presentan luego una apariencia de escobajo, debido a una proliferación anormal de folíolos (Fig. 1). Las hojas marchitas sufren secamiento progresivo, y caen fácilmente de la rama (Fig. 2).

Algunas veces el marchitamiento en hojas esporádicas de una rama se extiende a casi todas las de una planta en desarrollo. La



**Fig. 2.** Marchitamiento y secamiento progresivo de las hojas de yuca infectadas por el agente causal de la marchitez bacterial. (Foto del autor).



exudación, inicialmente blanda y de color crema, al solidificarse, adquiere la apariencia de una costra amaranzada oscura; finalmente, se torna pardo rojiza o café oscura, posiblemente al sufrir oxidaciones y por la presencia de algunos contaminantes fungosos (Fig. 3).

Al abrir longitudinalmente los tallos que empiezan a secarse, se aprecian listas longitudinales pardo rojizas, a veces intermitentes, las cuales corresponden a los haces vasculares infectados por la bacteria. Esta enfermedad es de carácter vascular. El parénquima medular también aparece de un color pardo.

La superficie externa de las raíces tuberosas de yuca de una mata enferma, generalmente es normal; pero en su interior a veces aparecen manchas irregulares y de color amarillo, muy destacadas en cortes frescos de las variedades blancas.



**Fig. 3.** Concreción de exudado bacterial ocurrida en el tallo apical de yuca, junto a la base de un pedúnculo foliar. (Foto del autor).

La exudación y marchitez en los cogollos se puede confundir con daños causados por las larvas de un díptero (*Lonchaea* sp.). En este último caso se destaca una necrosis del cogollo y uno o varios folíolos marchitos, pero se diferencia de la marchitez bacterial, por la presencia de galerías y excrementos de las larvas (Fig. 4); en ocasiones pueden ocurrir al mismo tiempo los dos trastornos en el cogollo (Fig. 5). Wolcott (10) mencionó un daño en cultivos de yuca de la isla de Cuba, hacia 1933, causada por un díptero (*Lonchaea chalybea* Widemann). Según él, la mosca cumple su ciclo en dos meses, de los cuales uno corresponde al estado de pupa en el suelo; ésto, muchas veces, da oportunidad a que las plantas se recuperen del daño.



Fig. 4. Galerías en el interior de tallos de yuca causados por la larva del díptero *Lonchaea* sp. (Foto del autor).

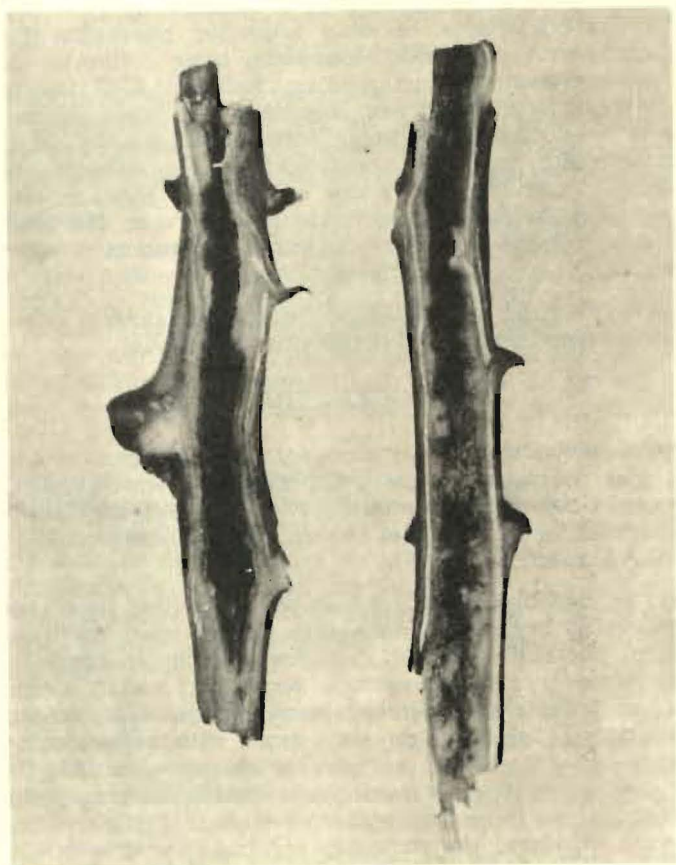


Fig. 5. Trastorno en el cogollo de la yuca provocado por la larva del díptero *Lonchaea* sp. y por la marchitez bacterial. (Foto del autor).



## AGENTE CAUSAL

De las exudaciones de los tallos enfermos se aisló una bacteria Gram negativa, con características morfológicas y fisiológicas parecidas a *Xanthomonas*, excepto que el color de la colonia en nutrientes sólido artificial era blanco amarillento en lugar del típico amarillo limón.

Las colonias bacteriales, en agar nutriente, parecidas a gotas de miel de abejas, eran circulares, convexas, lisas, brillantes de bordes enteros y de consistencia mucilaginosa. Pero en APD, con un crecimiento exuberante, eran cremosas, densas y mucoides. Al microscopio la bacteria apareció como un bacilo corto, alrededor de 1.5 a 0.6 micras, Gram negativo, móvil, monoflagelado, y con extremos redondeados. La bacteria produjo ácido y gas en manitol, rhamanosa, galactosa, y maltosa; en levulosa formó ácido pero no gas. No produjo H<sub>2</sub>S, pero alcalinizó la leche y licuó la gelatina. Su reacción fue negativa en caldo nitrato y en caldo triptona.

Bien pudiera existir la posibilidad de que la bacteria correspondiera a una forma especial de *Xanthomonas manihotis*.

## PATOGENICIDAD

Las investigaciones sobre la patogenia de la bacteria, y la posible reacción a ella por parte de los distintos materiales de yuca, se adelantaron en una colección obtenida en la Facultad de Ciencias Agrícolas de Medellín, y en otra del Programa de Tuberosas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Con ello se buscaba determinar la patogenicidad de la bacteria, y a la vez concretar bases de orientación para posteriores investigaciones de control por resistencia en algunas variedades comerciales. Los cangres destinados para propagación vegetativa fueron inoculados al vacío, un poco antes de la siembra, usando para ello una suspensión acuosa bacterial. El material de yuca para esta investigación estuvo integrado por cangres de 122 variedades comerciales de yuca. Como inóculo se usó un cultivo joven de la bacteria, incrementada en nutriente Wilbrink, líquido, enriquecido con caseinato de calcio. El material de cada variedad de yuca fue sembrado aparte en el campo, inmediatamente después de la inoculación, en sitios distanciados 1 metro entre surcos y entre matas.

Para valorar la capacidad infectiva de la bacteria, se efectuaron varias revisiones periódicas en las plantas provenientes de los cangres inoculados, a fin de apreciar la severidad de los síntomas durante su ciclo vegetativo.

El grado de infectividad de la bacteria se valoró de acuerdo con una escala entre cero y cuatro, así:

- 0: Mata aparentemente libre de infección.
- 1: Muy tolerante. Poca infección; cogollos prácticamente normales. Muy pocas hojas afectadas.

- 2: Tolerante. Leve infección en plantas jóvenes y escasa alteración de los cogollos, pero con recuperación notoria en plantas adultas.
- 3: Susceptible. Infección destacada, acompañada de alteración de los cogollos durante todo el ciclo vegetativo de las plantas.
- 4: Muy susceptible. Plantas con fuertes exudaciones y presencia de cogollos deformados, a manera de escobajos, durante el ciclo vegetativo; marchitamiento y secamiento drástico de las hojas.

## RESULTADOS

Cabe advertir que por la misma época de la investigación del trastorno, frecuentemente también se recibían, para consulta fitosanitaria, muestras de yuca de la Costa Atlántica y del departamento de Caldas, con una quemazón peculiar en una porción del limbo foliar.

Los trabajos de aislamiento de los posibles patógenos implicados en los respectivos trastornos, permitieron constatar la presencia de dos bacterias aparentemente diferentes: la una, proveniente de los tejidos foliares, asociada con la mancha de quemazón en una porción del limbo de la hoja, correspondía a una bacteria de colonia mucóide brillante, de color púrpura en agar nutritivo más cloruro de tetrazolium; la otra relacionada con la obstrucción vascular de los tallos y fuertes exudaciones superficiales de látex contaminado de bacterias, formaba colonias cremosas.

El autor llevó a cabo pruebas de patogenicidad, tanto en condiciones de invernadero como de campo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tulio Ospina", Medellín. Se inocularon individualmente las dos bacterias en la misma planta, y por separado en plantas diferentes, la una en los tallos y la otra en las hojas. Los resultados permitieron concluir claramente que se trataba de dos patógenos diferentes, los cuales también pueden ocurrir simultáneamente en la misma planta.

Se observó que las dos bacterias inoculadas en la misma planta, la una en los tallos y la otra en las hojas, cada una reprodujo independientemente los síntomas respectivos, pero con la particularidad de que a veces en una misma hoja ocurrió la quemazón de una porción del limbo y el marchitamiento y doblamiento de la misma estando aun verde.

Estas investigaciones se relacionaron más concretamente con la determinación de la causa de marchitez en la yuca. La bacteria aislada al estado puro fue inoculada en cangres de yuca sanos, al momento de la siembra, y reprodujo exactamente los síntomas que en forma natural suelen presentar las matas enfermas en el campo.

Bajo las condiciones ambientales del campo, en CNIA "Tulio Ospina", las plantas de yuca susceptibles, provenientes de cangres inoculados, empezaron a mostrar los síntomas de exudación y de marchitez de algunas hojas dos meses después de la siembra. También se presentaba un síntoma aparentemente exclusivo en el follaje, caracterizado unas veces por el marchitamiento y doblamiento de las hojas aun verdes, y otras por un amarillamiento o abanderamiento de las hojas seguido del secamiento y caída de las mismas.



La reacción a la bacteria fue muy variable en los distintos materiales de yuca de la colección procedente del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Palmira". Así, en algunos casos, variedades con susceptibilidad manifiesta al iniciar su crecimiento, aparecieron tolerantes al final del período vegetativo, o viceversa.

En las variedades con tallo y hojas de color verde glauco, y en las de tallo y hojas de color púrpura, aparecieron matas muy tolerantes a la infección. Entre las variedades diferenciadas con una numeración ordinal, sobresalieron por su tolerancia a la infección bacteriana las siguientes: N<sup>o</sup> 6, 8, 14, 17, 18, 36, 37, 38, 41A 42 49 (casi libre una variedad enana) 51, 57, 64 (casi libre), 70, 76, 90 y 94.

Estas variedades fueron consideradas como materiales básicos para adelantar las siguientes etapas de investigación, tendientes a determinar algún posible factor genético envuelto en una persistente reacción de tolerancia a la bacteria patógena.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

Ante todo, para tener un concepto claro del alcance de la presente investigación, conviene aclarar que las principales enfermedades bacteriales hasta ahora reconocidas en la yuca, se pueden delimitar así

1. Una enfermedad mucoide ("slime disease") fue observada en yuca por Schwarz, según refiere Burkholder (5), causada por *Phytomonas solanacearum* (E. F. S.) Bergey *at al.* Esta bacteria parece corresponder a la misma que Bouriquet (7) denominó *Bacterium solanacearum* E. F. S., invasora del sistema vasoconductor y promotora de un secamiento drástico del follaje. Igualmente parece coincidir con la bacteria que en Colombia está provocando, en los cultivos de yuca de algunas regiones una "quemazón" destructiva en las hojas y tallos tiernos, con exudación de góticulas brillantes cargadas de bacteria. En otra publicación aparte se presenta el estudio relativo a esta enfermedad.
2. Hansford, citado por Burkholder (5), describió, en 1938, una enfermedad bacteriana en los tallos de yuca y manchas en las hojas, pero sin marchitamiento, en los cultivos de Uganda. La causa fue atribuida a *Bacterium cassavae* sp. n., la cual según Hansford, encajaba en las características del género *Erwinia*.
3. En Colombia fue determinada por el autor, en 1968, la ocurrencia de una bacteria del género *Erwinia* afectando drásticamente varios cultivos de yuca en la región de Porce, en el Departamento de Antioquia. El patógeno causó una pudrición blanda, olorosa y destructiva de las raíces tuberosas.
4. Bouriquet (7) describió en Madagascar, en 1929, una enfermedad foliar bacteriana provocando una quemazón o "fuego" en las hojas, pero sin marchitamiento. También la registró, en 1938, en Reunión y en Java. En las lesiones foliares produce exudaciones, a manera de pequeñas góticulas transparentes. El agente causal fue determinado como *Bacterium robici* Bouriquet.



Esta enfermedad parece coincidir con la denominada enfermedad mucoide estudiada por Schwarz según Burkholder (5), causada por *Phytomonas solanacearum* (E. F. S.) Bergey et al. y con la otra bacteriosis que también mencionó Bouriquet (7), causada por *Bacterium solanacearum* E. F. S. invasora del sistema vasoconductor y productora de un secamiento en el follaje, a pesar de que las trató como causantes de dos trastornos diferentes. Además, parece estar en concordancia con la que de manera destructiva viene atacando las hojas y los tallos tiernos de la yuca en diferentes regiones de Colombia.

5. Bouriquet (7), en 1929, también mencionó *Bacterium tumefaciens* Smith Townsend, como causante de intumescencia en la yuca, aún no descrita en Colombia.
6. La marchitez bacterial fue descrita por primera vez por Bondar (4) en Brasil, en 1912, sobre yuca *Manihot palmata*, provocando una obstrucción vascular y un exudado en los tallos, como también un marchitamiento de las hojas. Además del nombre mencionado, Duarte Silveira (8) destacó los de "Bacteriose", "Leiteira", "Rajamiento", "Azeite e goma", entre otros, y fue considerada como la principal enfermedad de la yuca y una de las más temibles de los cultivos en Brasil. También anotó como síntomas destacados la marchitez y doblamiento de hojas aun verdes, la exudación de látex en los tallos, las listas internas pardas, correspondientes a la infección de los haces vasculares y las manchas amarillentas en la parte interna de los tubérculos, más notorias en las variedades blancas. Duarte Silveira (8), al atribuir la causa a *Xanthomonas manihotis* (Arthaud Berthet) Breed et al., anotó que se trataba de la misma bacteria inicialmente descrita como *Bacillus manihotus* Arthaud y Berthet, también como *Phytomonas manihotis* (Arthaud - Berthet et Bondar) Viegas, y además como *Bacterium manihotis* n. sp., mencionada por otros investigadores (1, 2, 3, 4, y 5).

En conclusión: a pesar de que se han reconocido distintas bacteriosis en la yuca, ocurre que hay muchos sinónimos para la bacteria causante de la misma enfermedad. Además, como en una sola planta pueden ocurrir simultáneamente dos bacterias patógenas distintas afectando diferentes órganos, es muy factible confundir las enfermedades respectivas.

En concepto de Burkholder (5), es difícil identificar aquellas bacterias con caracteres intermedios entre el grupo de *Pseudomonas* y el de las vasculares Gram-negativas por el estilo de *Xanthomonas stewartii* y *X. albilineans*. Además, se sabe que la ausencia de pigmento carotenoide típico es específico de algunas razas de *Xanthomonas manihotis* y *X. ricini*, según Starr y Stephens (9), lo cual ocurre para la enfermedad de la yuca en el Brasil (1, 4, 5, 8), coincidente también para la marchitez bacterial de la yuca en Colombia.

La bacteria aislada por Bondar (4) coincidió en sus características con la aislada por otros investigadores (1, 2, 3, 8), excepto que la de Bondar fue Gram-positiva. Pero al respecto Burkholder (5) estableció

que para algunas bacterias es difícil manejar la tinción de Gram, ya que bacterias que antes se consideraron Gram-positivas, posteriormente se comportaron como Gram-negativas.

De acuerdo con Amaral (1), en la yuca enferma hay exudación en distintos puntos de la planta, marchitez de los folíolos, defoliación y secamiento del tallo. La marchitez bacterial también provoca oscurecimiento de la parte parenquimatosa del tallo.

Según Amaral y Vasconcellos (2), los estudios serológicos, morfológicos y fisiológicos, comparativamente efectuados para *Phytomonas manihotis* (Arthaud - Berthet e Bondar) Viegas, y *Bacterium manihotis* Drumond e Hipólito, como también para *Phytomonas* aislada por Amaral, permitieron concluir que se trataba de sinónimos del mismo organismo. Además, los caracteres fisiológicos y bioquímicos coinciden con los descritos para *Phytomonas* causantes de enfermedades vasculares.

En síntesis: aunque las descripciones foráneas para la marchitez bacterial de la yuca coinciden con las que distinguen una de las bacteriosis observadas en Colombia, los resultados apenas constituyen observaciones útiles y puntos de vista científicos aprovechables para orientar posteriores investigaciones conducentes al control del problema, cuya importancia en el país ha surgido simultáneamente con el rápido desenvolvimiento de este destacado renglón agrícola.

Ciertamente, en el país ha habido conceptos técnicos encontrados, con respecto a las bacterias causantes de bacteriosis en la yuca, pero sin duda de gran valor para inclinar los conceptos en favor de un mayor interés hacia estas investigaciones. Además, ello es lógico si se tiene en cuenta que Burkholder y Starr (6), opinaron que muchas de las descripciones de bacterias fitiopatógenas, y especialmente de aquellas de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, pueden hacerlas aparecer como idénticas, excepto en patogenicidad, a más de que las características bioquímicas y fisiológicas a nivel de especie, por sí solas, tampoco les aseguran una diferenciación absoluta.

En razón de lo anterior es posible también que en ciertos casos muchas bacterias, aun pertenecientes a distintos géneros, hayan figurado como sinónimos, y tampoco se descarta la posibilidad de ocurrencia de numerosas formas *specialis* dentro de las especies, lo cual igualmente puede promover confusiones.

Por consiguiente, para el agente causal de la marchitez bacterial de la yuca en Colombia, se podría sugerir el nombre de *Xanthomonas manihotis* (Arthaud - Berthet) Breed et al. f. *specialis*.

#### SUMMARY

A bacterial disease affecting yuca (*Manihot utilissima* Pohl.), was found in plant material submitted from several areas of the Atlantic Coast of Colombia. The disease appeared as a mucilaginous exudation on the stems, a wilting or yellowing of the leaves and a subsequent drying.

The causal agent was found to be a gram-negative bacterium which showed some characteristics quite similar to those of the vascu-



lar *Xanthomonas* group. This bacterium coincides with the one reported by Duarte Silveira as *Xanthomonas manihotis* (Arthaut-Berthet) Breed *et al.*, that causes a wilting of yuca in Brazil. Also, with *Bacillus manihotis* Arthaut-Berthet *Phytomonas manihotis* (Arthaut - Berthet *et Bondar*) Viegas, and with *Bacterium manihotis* n. sp., all of which seem to be synonymous of the same organism. The name *Xanthomonas manihotis* (Arthaut - Berthet). Breed *et al. f. specialis*, is suggested for the causal agent of the bacterial wilt described. This disease is different from the one described as "fire" or "blight" of the yuca leaves caused by *Phytomonas solanacearum* (E. F. S.) Bergey *et al.*

#### LITERATURA CITADA

1. Amaral, J. F. 1942. Estudos do organismo causador de bacteriose da mandioca. S. Paulo, Arq. Int. Biológico, 13: 119 - 126.
2. Amaral, J. F. e L. G. Vasconcellos. 1945. Novos estudos do agente etiológico da bacteriose da mandioca. S. Paulo, Arq. Inst. Biológico, 16: 361 - 368.
3. Bitancourt, A. A. 1941. O agente da bacteriose da mandioca. S. Paulo. O Biológico, 7: 37.
4. Bondar, G. G. 1912. Una nova molestia bacteriana das hastes da mandioca. Chacaras a Quintais, 5 (4): 15 - 18.
5. Burkholder, W. H. 1942. Three bacterial plant pathogens: *Phytomonas caryophylli* sp. n., *Phytomonas allicola* sp. n., and *Phytomonas manihotis* (Arthaud - Berthet) Viegas. *Phytopathology*, 32: 141 - 149.
6. Burkholder, W. H., and M. P. Starr. 1948. The generic and specific characters of phytopathogenic species of *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. *Phytopathology*, 38: 494 - 502.
7. Bouriquet, G. 1946. Les maladies des plantes cultivees a Madagascar. *Encyclopedie Mycologique*. Paris, Paul Lechevalier. 545 p.
8. Duarte Silveria, V. 1949. Murcha bacteriana da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.). *En Elementos de Fitopatologia*. Fascículo 2: 110 - 114.
9. Starr, M. P., and W. L. Stephens. 1964. Pigmentation and taxonomy of the genus *Xanthomonas*. *J. Bact.* 87: 293.
10. Wolcott, G. N. 1933. *An Economic Entomology of the West Indies*. The Entomological Society of Puerto Rico. 688. p.