

Situación Patológica

De las plantaciones de caña de azúcar en las zonas del valle de Cúcuta, Villa del Rosario y regiones aledañas.

Por J. E. Orjuela Navarrete, I. A.

La situación actual de los cultivos de caña de azúcar en los valles de Cúcuta y Villa del Rosario, geográficamente uno mismo, así como la de las regiones aledañas de topografía inclinada, no es ciertamente alentadora. La crisis porque atraviesan hogaño las plantaciones, y el aparente decaimiento repentino del vigor de las plantaciones, veníanse incubando desde tiempo atrás —más o menos lejano— cuyas causas como lo veremos adelante, radican en una serie de factores complejos de índole diversa.

A los daños combinados de varias enfermedades debe sumarse indudablemente la ausencia completa de técnica en los cultivos, técnica que los sembradores tienen prácticamente proscrita, hasta el momento, de sus plantaciones.

Los cultivadores de aquella región no se habían dado cuenta realmente de la decadencia de la industria cañadulcera, hasta hace algún tiempo. La orfandad de datos estadísticos de la producción agrícola, fenómeno harto común en la economía rural de la nación, ha mantenido vendados los ojos de los agricultores y de ahí que las fallas económicas de los cultivos han permanecido a oscuras u ocultadas y de consiguiente, la indagación de las causas que las provocan. Este aspecto tiene un especial significado en lo que respecta a los fac-

tores de orden patológico, especialmente cuando ellos están localizados en el suelo, en el sistema radicular. El problema surgido inesperadamente, en apariencia, sólo merece alguna atención cuando ya han avanzado los síntomas de la enfermedad, que frecuentemente se manifiestan con cruda virulencia y se extienden con aparente rapidez a lugares vecinos que, al parecer, se encontraban fuera del área de influencia.

A principios del pasado año de 1942 (abril) llamó la atención una posible enfermedad de la caña de azúcar, la cual se manifestaba con síntomas iniciales de alguna gravedad. Se iniciaron, por esta fecha los estudios en el laboratorio de Fitopatología de las muestras del material afectado, cuyos resultados fueron en sus comienzos negativos, pues no fue posible, por entonces, observar ni aislar ningún organismo vegetal (hongos o bacterias) parasitando los tejidos de las plantas remitidas (6). Posteriormente, por medio de la técnica de cultivos puros, fue aislado de las raíces de la caña de azúcar un hongo perteneciente al género **Rhizoctonia**, al cual se le atribuyeron inicialmente los efectos de la enfermedad (5); especies de tal género han sido denunciadas, en la mayoría de los países cultivadores de caña de azúcar, asociadas a otros patógenos, produciendo lo que se denomina más comúnmente con el nombre de "pudrición de las raíces".

Las investigaciones continuaron y a medida que ellas progresaban, se fueron observando nuevos organismos cuya comprobación micológica, en algunos casos, era por demás difícil de verificar (8). La inspección de las plantaciones por el patólogo llevó a la tesis de que se estaba en presencia de un problema de carácter agronómico agudizado por los ataques combinados de parásitos vegetales y animales (5). No obstante las escasas investigaciones que precedieron a tales conclusiones, considero hoy, a la luz de los estudios realizados, que ellas han sido exactas y justamente, en tal concepto, puede resumirse el problema patológico de las plantaciones de caña de azúcar en las zonas de los valles de

Cúcuta y Rosario y, posiblemente, de las regiones circunvecinas.

Exámenes microscópicos posteriores pusieron de manifiesto la presencia del hongo **Thielaviopsis paradoxa** (De Seynes) v. Hohn., agente patógeno de la enfermedad denominada "Mal de piña", presente en algunas zonas vecinas de topografía inclinada ("Moros") (8) y que por otra parte he encontrado, como veremos adelante, combinada con otras de mucha mayor gravedad en las localidades planas.

Hasta el momento, los resultados de investigación y las apreciaciones del problema en el campo aparecen como contradictorios y oscuros. Pero ello se debe a dos hechos salientes: a lo limitado de los estudios realizados hasta la fecha y a los resultados aislados, adelantados en laboratorios distintos de patología vegetal. Mas ahora que se han adelantado estudios generales de reconocimiento de la región y se ha tratado de estudiar el problema en su conjunto, se ha visto que, en realidad, distintos resultados de laboratorio y las aparentes apreciaciones (sic.) contradictorias para los no entendidos en la materia, no son otra cosa sino aspectos diferentes de un mismo problema, en el cual juegan un complejo número de factores ecológicos, de daños combinados de enfermedades diferentes y de parásitos animales.

MANIFESTACIONES DE LA ENFERMEDAD

Hasta donde nos fue posible observar los síntomas de la enfermedad en el campo, ésta se manifiesta por el decaimiento general del vigor de las plantaciones. El crecimiento de la caña de azúcar se detiene, los entrenudos se acortan y su diámetro se reduce. El número de tallos en cada mata es generalmente escaso. En follaje se desarrolla anormalmente: se torna flácido y corrugado, aun cuando las corrugaciones no siempre se manifiestan con intensidad y constancia. Con frecuencia se observan plantas o manchas dentro de la plantación con signos uniformes de marchitamiento. Los síntomas en el follaje se manifiestan inicialmente por las hojas externas, siendo las interiores las últimas en acusarlos,

a tiempo que las periféricas tienden a marchitarse. La afección se muestra en veces localizada en áreas definidas dentro de la plantación, cuando ésta ha adquirido, posiblemente, grados de una mayor intensidad.

Los casos más severos se traducen en una completa anulación de las plantaciones de soca, aún después del primer corte de la caña, lo cual trae como resultado inmediato la pérdida de las plantaciones derivadas de los rizomas, es decir la anulación de los cultivos de soca. Hecho de tal naturaleza representa para los cultivadores de caña de azúcar cuantiosas sumas de dinero y la inversión de nuevo capital para el restablecimiento de una nueva plantación, que posiblemente, sufrirá las mismas contingencias de la primera. Todo esto, viene a ocasionar, indudablemente, la bancarrota de la industria.

El sistema radicular de las plantas se reduce grandemente, no sólo en número sino también en longitud, faltando frecuentemente los pelos radiculares que —como sabemos— son los órganos por donde realmente la planta extrae los nutrientes del suelo. La mayoría de las raíces, toma inicialmente una coloración rojiza que se va oscureciendo hasta ennegrecerse. Es frecuente el número de raíces que señalan pudriciones; otras se dilatan hasta mostrar un aspecto esponjoso, que al microscopio se manifiesta claramente. El examen microscópico revela la desintegración, casi completa, en algunos casos, de los tejidos radiculares en extensas áreas formando grandes lagunas de células destruidas. La obstrucción de la mayoría de los vasos de conducción por filamentos hongosos y esporas de reposo o de resistencia, así como coloración rojiza de las paredes vasculares. Con frecuencia se observa una lisis del cilindro central.

Los vasos vasculares del tallo presentan las mismas manifestaciones que las ya descritas para las de las raíces.

Dispersión.—Puede afirmarse que la afección está prácticamente presente en todo el valle de Cúcuta, Villa del Rosario y posiblemente en las zonas vecinas de topografía inclinada.

CAUSAS PATOGENICAS DE LA ENFERMEDAD

Los resultados de las investigaciones que han precedido al presente estudio, habían señalado la presencia de **Rhizoctonia** spp. en las plantaciones de Cúcuta y Rosario (5) y permitían sospechar la de **Plasmiodiophora vascularum**. Matz, cuya verificación micológica fue por entonces imposible de realizar sobre el material enviado (8). No obstante que ni uno ni otro parásito hongoso fue observado ni aislado por el suscrito, la presencia del primero en las plantaciones de la caña de azúcar de Cúcuta, no tiene discusión (5); la del segundo, sigue siendo incierta. En la región de "Moros" se había observado por exámenes directos de microscopio, **Thielaviopsis paradoxa** (De Seynes) v. Hohn., antes del reconocimiento actual.

En las investigaciones adelantadas ahora sobre las causas patogénicas de la enfermedad, se efectuaron no solamente observaciones microscópicas directas y se hicieron las determinaciones correspondientes de los parásitos presentes en los tejidos afectados, sino que se empleó también la técnica de cultivos puros —uno de los sistemas de importancia en trabajos de esta índole— para aislar o separar los posibles organismos presentes en los tejidos de la caña de azúcar.

Resultados de investigación.—Me permito dar a continuación el resultado escueto de las varias investigaciones, ya de los organismos observados por exámenes directos de microscopio, ya de aquellos que han sido aislados en diferentes medios puros de cultivo. Más adelante se hará un somero análisis de la responsabilidad de cada uno de ellos como agentes patógenos, de acuerdo con su biología y sirviéndome de los estudios, investigaciones y experimentaciones que sobre este tópico se han adelantado en otros países productores de caña de azúcar.

La técnica empleada y las clases de medios puros empleados, no los incluyo en las presentes páginas por considerar que no caben dentro de la índole de esta información. Pero ellos están a la disposición de la per-

sona interesada en conocerlos, pues de tales trabajos queda constancia en los libros de registro que para el efecto lleva el Laboratorio.

Por lo que hace a la determinación de la capacidad de algunos de los organismos aislados para infectar los tejidos vivos de las plantas sanas, en nuestras condiciones ambientales, es materia por resolver en las Estaciones de Experimentación Agrícola.

Resultados de los exámenes microscópicos directos:

A) del material de caña de azúcar recolectado en diferentes lugares de los valles de Cúcuta y Rosario:

1 - Desintegración de los tejidos corticales de las raíces;

2 - Red micélica y esporos de reposo o de resistencia en los vasos de conducción de las raíces y de los tallos (parte basal);

3 - **Diplodia theobromae** Nowell;

4 - **Melanconium sacchari** Masee.

B) del material de caña de azúcar var. P. O. J. 2714 y 2878 recolectado en "Moros":

1 - **Melanconium sacchari** Masee;

2 - **Thielaviopsis paradoxa** (De Sey.) v. Hohn.

Resultados de los diversos organismos aislados en diferentes medios puros de cultivo:

A) Microflora presente en el suelo vecino y adherido a las raíces.

1 - **Pythium** spp.

2 - **Fucarium** spp.

3 - **Acrostalagmus** sp.

B) Microflora aislada de los tejidos de las raíces:

1 - **Pythium** spp.

2 - **Fucarium** spp.

3 - **Acrostalagmus** sp.

4 - **Melanconium sacchari** Mas.

5 - **Schizomyces**

C) Microflora y microfauna aisladas de los tejidos internos de los tallos, hacia su parte basal:

- 1 - *Fusarium* spp.
- 2 - *Acrostalagmus* sp.
- 3 - *Thielaviopsis paradoxa* (De Sey.) v. Hohn.
- 4 - *Melanconium sacohari* Mas.
- 5 - *Tylenchus* sp.

DISCUSION DE LOS ANTERIORES RESULTADOS

Son relativamente numerosos los organismos observados y aislados ya del suelo, ya de los tejidos radiculares, ya de los del tallo. Pero no todos tienen un carácter parasitario y no pueden estimarse como patógenos primarios de la enfermedad. Seguidamente vamos a considerarlos desde el punto de vista de su responsabilidad como organismos biógenos.

Melanconium sacohari Masee.—Este hongo ha sido observado y aislado de las muestras estudiadas. Se presenta con bastante frecuencia sobre cañas debilitadas y seguramente está presente en todas las plantaciones del país. Al menos, hemos tenido oportunidad de observarlo en numerosas de ellas.

Farís y Allison, en Cuba, han demostrado mediante experimentos de inoculación de cultivos puros del hongo que tanto **M. sacohari** Mas. como **M. iliaui** Lyon son organismos fungosos que tienen un carácter semiparasitario y que solamente son capaces de infectar la caña de azúcar cuando ésta se halla debilitada por alguna otra causa, especialmente cuando las condiciones ecológicas y de cultivo son desfavorables al buen crecimiento de las plantas.

Los experimentos realizados por ellos en el campo han señalado como causas predisponentes la falta de aireación de los suelos mal drenados, el alto contenido de soluciones salinas tóxicas del suelo, los sistemas de corte alto de la caña, los ataques de las raíces por agentes insectiles, la infertilidad de los suelos, etc. (3).

Diplodia theobromae Nowell.—Se observó en algunas cepas de la caña de azúcar, en relativa escasa proporción, lo mismo que, externamente, sobre sus raíces. Es un hongo bastante común en las zonas tropicales so-

bre la caña de azúcar y sobre otras especies de huéspedes pertenecientes a géneros y a especies diferentes.

Es un parásito débil y algunos lo asemejan a **M. sacchari** Mas. en cuanto a su capacidad para infectar los tejidos vegetales (4). Así, pues, ataca las cañas debilitadas o que hayan sido heridas por agentes mecánicos o por insectos.

Acrostalagmus sp.—Este género de organismos fungosos no había sido denunciado hasta el presente, en el país, sobre la caña de azúcar ni sobre ningún otro huésped.

Siguiendo la biología de algunas de sus especies (11), posiblemente los filamentos hongosos observados en los vasos conductores de las raíces y de los tallos pertenecen en parte a **Acrostalagmus** sp.

Ninguna de las especies citadas por Stevenson y Rands (12) corresponden a las aisladas de la caña de azúcar recolectada en Cúcuta y Rosario. Se asemeja bastante a **A. glaucus** Fawc. o a **A. Sacohari** Fawcett, pero difiere notablemente de ellas por el tamaño de sus conidios.

Fawcett cita a **A. glaucus** Fawc. como una de las causas principales de la pudrición de la "semilla" de la caña de azúcar en la Argentina, siendo entre los hongos y bacterias aisladas por él, como el agente más energético de pudrición; a **A. sacchari** Fawc. lo considera como responsables de algunos daños (14). Sin embargo, Stevenson y Rands anotan que **A. glaucus** Fawc, por lo común está presente en la caña de azúcar que ha quedado en el campo después de su recolección. Solamente citan a la Argentina como el único país en donde han sido denunciadas las especies de **Acrostalagmus** citadas (12).

Como acabamos de ver, es, pues, incierta la responsabilidad biógena de las especies que hemos citado, dentro de cuyo género hongoso han sido denunciadas otras especies sobre otros huéspedes, como notablemente parasitarias (11). En los estudios adelantados por el Laboratorio sobre la caña de azúcar de Cúcuta, **Acrostalagmus** sp., ha sido aislado de los tejidos vivos de las

raíces y de los de los tallos, como del suelo vecino y adherido a las raíces, presentándose asociado a **Pythium** spp., **Fusarium** spp., **Tylenchus** sp. y a otros organismos (of. "Libro de registro de cultivos puros").

Ha sido el hongo que con mayor intensidad y frecuencia se ha presentado en los medios artificiales de cultivo. Su presencia constante en la gran mayoría de las siembras, dificultó y prolongó notablemente la investigación de los demás organismos. Fue necesario practicar numerosos reaislamientos para separarlo de otros hongos considerados como de mayor importancia biológica, a los cuales constantemente aparecía mezclado.

La literatura disponible de consulta, infortunadamente no arroja mayor cantidad de luz sobre su responsabilidad parasitaria, es decir, sobre su capacidad para invadir los tejidos vivos de la caña de azúcar. Antes, por el contrario, los escasos conceptos son contradictorios sobre el particular.

Creo indispensable dilucidar claramente aspecto de tanta importancia por medio de experimentos de inoculación de cultivos puros del organismo, trabajo que debe adelantar la Estación Experimental Agrícola de Palmira, ya que el Servicio de Fitopatología (Sección de Biología Vegetal) no tiene manera de realizar esta experimentación dados los aspectos climáticos de Bogotá y la falta de un invernadero apropiado para cultivar plantas de caña de azúcar.

Thielaviopsis paradoxa (De Seynes) v. Hohn—. Es el agente causal de la enfermedad denominada "Mal de piña". Ataca no solamente la caña de azúcar sino también a **Cocos nucifera** L., **Musa** spp.,

Fue aislado de los tejidos internos de la caña de azúcar (tallos) de la var. "Morada criolla", recolectada en los valles de Cúcuta y Rosario y observado directamente sobre los tejidos de las var. P. O. J. 2714 y 2878 recolectada en "Moros".

Es un hongo parásito típico de heridas. Es incapaz de atacar los tejidos sanos, pero cuando sus onidios e hifas micélicas se encuentran en presencia de superfi-

cies heridas, penetran rápidamente a los tejidos dentro de los cuales fácilmente forma cadenas de esporos en las células del huésped. Los cortes terminales de las "semillas" o de las cepas de la caña de azúcar son, igualmente fácil puerta de penetración del organismo.

La propagación del hongo está favorecida singularmente por las condiciones secas ambientales.

Algunos anotan como causa altamente predisponente el retraso en la germinación de las yemas de la "semilla", en cuyo caso las pérdidas son de consideración.

De manera que el peligro de infección depende:

a) de las heridas causadas a las plantas por los implementos agrícolas durante las labores de cultivo;

b) de las perforaciones ocasionadas por insectos taladradores o perforadores;

c) de la presencia o como consecuencia del ataque previo de otros organismos altamente parasitarios;

d) de la abundancia de esporos de **T. paradoxa** v. Hohn. en el ambiente.

Fusarium spp.—Este género de hongos, sin ninguna denominación específica, generalmente, ha sido denunciado en otros países productores de caña de azúcar, asociado a diferentes enfermedades serias de la caña: "Pudrición de las raíces", "Marohitamientos" (secamiento de las plantas); "Muerte y secamiento de los tallos"; "Enrojecimiento interno de los tallos"; posible "Reducción en la germinización de las 'semillas'"; casos de "Pudrición de los cogollos", cuya denominación específica (del hongo), quizás, sea la única conocida (12).

Fawcett encontró en la Argentina varias especies de *Fusaria* que, asociadas a **A. glaucus** Fawc. de que hablamos atrás, ocasionaban importantes pudriciones a las "semillas" de la caña de azúcar (14).

Como vemos, es un agente altamente responsable de varias enfermedades, ya solo, ya asociado a parásitos vegetales y ha sido considerado responsable en mayor o menor grado como agente patógeno de la caña de azúcar, ya solo o en concomitancia de **Pythium** spp., siendo uno de los organismos responsables de la "Pudrición de las raíces".

A la luz de las investigaciones realizadas en este Laboratorio, estimo de notable importancia la presencia de **Fusarium** spp. como agente asociado a la enfermedad de la caña de azúcar de Cúcuta, que estamos estudiando.

Fue aislado del suelo, de las raíces y de los tejidos de los tallos. Por otra parte las observaciones histológicas de las raíces y de los tallos mostraron al microscopio la obstrucción de sus vasos de conducción por hongos que en parte he deducido pertenezcan a **Acrostagmus** sp., pero que principalmente considero como pertenecientes a **Fusarium** spp., según parece haberlo puesto en claro los estudios de aislamiento sobre medios artificiales de cultivo.

Siguiendo la biología de este género fungoso, son organismos que comúnmente se encuentran en el suelo y cuando una planta ha sido debilitada o ha sido herida por una causa cualquiera, penetran fácilmente a los tejidos sanos del huésped, caracterizándose entonces por parasitismos notables, o bien, obrando como agentes mecánicos en los vasos de conducción.

El agua es un factor de importancia particular en el desarrollo y propagación de estos hongos, especialmente cuando la plantación crece bajo condiciones no controladas de humedad. El abuso de los riegos o la falta de técnica en su aplicación, la ausencia de drenajes, la aireación inadecuada de los suelos, su constitución arcillosa y su excesiva acidez, son factores altamente predisponentes de las enfermedades causadas por especies de Fusaria, así como los daños mecánicos a que pueden estar sujetas las cepas y las raíces de la caña de azúcar.

Si analizamos con alguna detención los resultados obtenidos en el Laboratorio y si tenemos en cuenta las investigaciones y experimentaciones adelantadas en otros países sobre la "Putridión de las raíces (9), vemos que su importancia está manifiestamente puesta de relieve, bien sea como agente concomitante o como organismo parasitario. De aquí que considere a **Fusarium** spp. como que juega un papel de particular importan-

cia y que, posiblemente, por sí solo sería responsable de serios casos de marchitamiento de la caña de azúcar en la región de Cúcuta, dados los sistemas actuales de cultivo, el abuso de la irrigación, la constitución física de los suelos, su impermeabilidad, la cantidad de esporos presentes en los suelos, etc.

Su importancia aumenta tanto más cuanto que ha sido reconocido mediante los estudios adelantados, como asociado a otros patógenos altamente biógenos. Recuérdese, igualmente, que *Fusaria* no solamente obra como causa parasitaria, sino también como agente mecánico en los vasos conductores. Considero, por consiguiente, que los ataques combinados de *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., (5), no podían menos que ocasionar una situación como la que confronta actualmente la industria cañamelera de aquella región nortesantandereana.

Pythium spp.—Los numerosos reconocimientos de hongos asociados a la “Putridión de las Raíces”, de la caña de azúcar, adelantados por Rands (R. D.) y Dopp (E.) en Louisiana durante los períodos de 1927-31 y 1935-36, han puesto de manifiesto las especies citadas a continuación (9):

Pythium aphanidermatum (Eds.) Pitzp.

P. arrhenomanes Drechsler

P. complectens Braun

P. debaryanum Hesse.

P. dissotocum Drechsler

P. graminicolum Subramaniam

P. irregulare Duisman

P. mamillatum Meurs

P. piriilum Drechsler

P. ultimum Trow.

en concomitancia, con:

Rhizoctonia solani Kuhn.

Fusarium spp. (varias especies),

fuera de la microflora del suelo bastante bien conocida como saprógena (9), pero que infortunadamente no citan.

Dands y Dopp traen un cuadro micrométrico del

diámetro de los oogonios de las especies de **Pythium** nombradas, con las cuales comparé, hasta donde me fue posible y la premura del tiempo lo permitía, la especie o especies aisladas del material recolectado en Cúcuta. Infortunadamente no concuerdan con ninguna de las especies aludidas atrás ni con las demás citadas por Stevenson y Rands (12).

Digo, infortunadamente, pues como lo vamos a ver, el conocimiento específico es de grande trascendencia al tratarse de las diversas especies de **Pythium** asociadas a la "Putridión de las raíces" de la caña de azúcar. Sin embargo, estimo de la mayor conveniencia la continuación de los estudios micológicos a fin de lograr la determinación de la especie o especies presentes en las plantaciones de Cúcuta y Villa del Rosario.

Pythium spp. fue aislado del suelo y de los tejidos de las raíces del material recolectado en Norte de Santander. Indudablemente con **Fusarium** spp., es el mayor agente parasitario responsable de la actual situación patológica de las plantaciones que hemos venido considerando.

Los síntomas de la afección, anotados al comienzo de este estudio, corresponden en parte a los manifestados en otros países productores de caña de azúcar para la enfermedad denominada "Pythium root rot" (9) y, en parte, a los que produce la presencia de Fusaria en los vasos de conducción.

En el reconocimiento de los hongos patógenos asociados a la "Putridión de las raíces" en otros países, han sido aisladas constantemente especies de **Pythium**, **Fusarium** y **Rhizoctonia**, organismos que justamente son los mismos aislados de las plantaciones de los valles de Cúcuta y el Rosario. Los dos primeros separados por el suscrito y el tercero, previamente por el ing. agr. Dr. Obregón Botero (5). Es decir que, patológicamente, nos encontramos en presencia de los tres parásitos vegetales primarios más importantes de la "Putridión radicular" de la caña de azúcar que, como sabemos, ha creado en otros países serios problemas, los cuales, al parecer, no han sido resueltos satisfactoriamente todavía.

Si bien es cierto que en todos los reconocimientos de los hongos responsables de la "Putridión de las raíces", que se han adelantado en otros países, han sido aisladas siempre especies varias de **Pythium**, **Rhizoctonia** y **Fusarium**, los estudios posteriores de investigación y experimentación sobre la patogeneidad de esos diferentes hongos en comparación con **Pythium arrhenomanes** Drech., han dado los siguientes resultados (9) :

1º No todas las especies de **Pythium** aisladas de raíces afectadas pueden considerarse como la causa primaria de la "Putridión radicular", bajo condiciones normales de suelo. Muchas de la mayoría de las especies, no señalaron tendencia alguna a obrar, siquiera como invasores secundarios;

2º **Pythium arrhenomanes** Drech, se puede considerar como la causa primaria o inmediata de la "Putridión de las raíces";

3º Sin embargo, bajo condiciones ecológicas **anormales**, especialmente en presencia de concentraciones salinas tóxicas se provocaron graves pudriciones radiculares de la caña de azúcar y reducción apreciable de los rendimientos, por otras varias especies de **Pythium**, particularmente **P. graminicolum** Subr. y **P. dissotocum** Drech.;

4º En consecuencia, ciertas concentraciones salinas obran como agentes predisponentes a la invasión de la caña de azúcar por especies parasitarias débiles, o bien actúan como estimulantes de los mismos organismos;

5º **Rhizoctonia** spp. posiblemente invade los tejidos después de **P. arrhenomanes** Drech., causando serias lesiones a las raíces más desarrolladas.

6º Existen diferencias extremas en cuanto a la virulencia de **P. arrhenomanes** Drech. sobre unas mismas variedades o sobre variedades diferentes de caña de azúcar así como se han observado diferencias, aunque de menor importancia, en relación con la temperatura y con el Ph. Los resultados obtenidos por los investigadores arriba citados han indicado una adaptabilidad potencial del hongo a los cambios de huésped y de medio ambiente;

7º La enfermedad adquiere una mayor severidad en suelos arcillosos pesados, impermeables y saturados de humedad;

8º La "Putridión de las raíces" ha estado grandemente acentuada por la presencia de sales tóxicas en el suelo, las cuales han sido posiblemente acumuladas bajo condiciones deficientes de aireación de los suelos o también por el contenido de tales sales en las aguas de irrigación. Lo primero ha sido comprobado por medio de experimentos de invernadero;

9º Parece que los fertilizantes nitrogenados aumentarían la intensidad de la afección;

10º Los resultados obtenidos, ponen de manifiesto que bajo condiciones anormales de suelo, cualquiera de los hongos constantemente aislados —**Pythium** spp., **Rhizoctonia** spp., **Fusarium** spp.— de raíces afectadas pueden contribuir altamente a la destrucción del sistema radicular de la caña de azúcar o bien provocar la enfermedad (10).

FACTORES NO PATOGENICOS DE LA ENFERMEDAD EN CUCUTA

Acabamos de ver cuáles son las causas determinantes de la enfermedad de la caña en Cúcuta, referidas a organismos vegetales definidos, a la vez que hemos discutido someramente la responsabilidad de cada uno de ellos como posibles patógenos primarios de la enfermedad. Tan importante como su investigación y conocimiento es, igualmente, el estudio y análisis de los factores de orden no patógeno, es decir, de las causas predisponentes de las mismas enfermedades, las cuales —como lo indica su nombre— preparan el camino a los organismos responsables.

Suelos, riegos y drenajes.—Los suelos de los valles de Cúcuta y Rosario, en los cuales se cultiva la caña de azúcar son arcillosos, pesados y compactos, impermeables y sujetos a agrietamientos relativamente intensos. El subsuelo es especialmente impermeable. Adolecen,

por consiguiente, de aireación y de drenajes naturales; los artificiales faltan en absoluto.

La impermeabilidad del suelo y del subsuelo, la ausencia de drenajes artificiales y las relativas frecuentes aplicaciones de agua-riego durante períodos más o menos continuos, quizás semanalmente, provocan una saturación excesiva de las diversas capas del suelo, hasta el extremo de que a pocos centímetros de su superficie se mantiene un manto, posiblemente constante, de agua.

Condiciones tales acarrearán naturalmente el desarrollo raquítrico y pobre del sistema radicular de la caña de azúcar; el crecimiento vertical y horizontal de las raíces está detenido e impedido por estos factores. Los agrietamientos, por otra parte, de las capas superficiales del terreno destruyen las raicillas y rompen los tejidos corticales de las raíces, abriendo una puerta de fácil penetración a las enfermedades fungosas y provocando ulteriores pudriciones bacterianas.

Por otra parte, condiciones tales son el mejor medio para el crecimiento y propagación de los agentes patógenos, pues justamente estos son los factores ecológicos más propicios a la multiplicación y longevidad de los parásitos vegetales estudiados.

Parece, además, que los suelos son deficientes en magnesio y pecan, por el contrario de un alto contenido de sales de aluminio y posiblemente de hierro, en forma y concentraciones tóxicas para las raíces de las plantas (5). Este aspecto ha llamado la atención de numerosos investigadores y sobre el particular se han realizado pacientes investigaciones. Mc George dice que las sales de aluminio no solamente retardan el crecimiento de las raíces y de la planta en general sino que pueden ejercer una acción tóxica directa (14).

Faris y Allison han observado que la presencia de sales en concentraciones tóxicas en los suelos, no sólo influyen directamente sobre las raíces como factores notablemente predisponentes de las enfermedades, sino que las cosechas obtenidas de suelos salinos no dan rendimientos anuales en los trapiches. Más adelante agrega: "Cuando las sales están en concentraciones sub-tó-

xicas en el suelo, permiten el desarrollo aparentemente normal de las plantaciones, pero su acumulación en los jugos dificulta la cristalización de los azúcares" (3).

Sobre el particular, son notables los experimentos adelantados por Rands y Doop (9) sobre la influencia predisponente de concentraciones salinas tóxicas en relación con especies de **Pythium** de parasitismo débil. Como ya hemos visto, han demostrado que solamente **P. arrhenomanes** Drech., en las condiciones de Louisiana, es la **causa primaria** de la pudrición de las raíces y que muchas especies "no señalaron ninguna tendencia a obrar como invasores secundarios", bajo condiciones normales de suelo. Sin embargo, y lo transcribo textualmente, "Serias reducciones del peso de la caña de azúcar fueron ocasionadas por **P. graminicolum** Subr. y disminuciones significantes por la acción de **P. Dissotocum** Drech., parásitos cuyo comportamiento está en marcado contraste en ausencia de adiciones salinas tóxicas". "En general, las especies que ocasionan los mayores daños, experimentalmente, en presencia de toxinas (aldehído salicílico) y produciendo numerosas infecciones, son aquellas que señalan parasitismos débiles en ausencia de las mismas concentraciones tóxicas" (9).

Sistemas de cultivo.—Es necesario recalcar, aún cuando se sepa hasta la saciedad, que los sistemas deficientes de cultivo de la caña de azúcar bajo condiciones ecológicas normales, traen como consecuencia la degeneración de las plantaciones, degeneración que con frecuencia ha sido atribuída a la pudrición de las raíces. Faris y Allison han observado en Cuba signos aparentes de pudrición radicular provocados únicamente por los métodos inadecuados o deficientes de cultivo. Desde el punto de vista patológico no se puede desconocer que tal deficiencia prepara a las plantas para ser invadidas por agentes hongosos.

No hay duda que las prácticas actuales de cultivo de la caña de azúcar en las regiones de Cúcuta y Rosario, realmente primitivas y rudimentales, sumadas a los hábitos absurdos de irrigación, han contribuído decidi-

damente como factores predisponentes y agravantes de la enfermedad.

Recordemos cuál es la constitución física de los suelos de la región y veamos ahora cómo son las prácticas, que no sistemas, de irrigación: las líneas, más o menos irregulares de caña que **aparecen** plantadas en el fondo de surcos o de zanjas y las calles forman, entonces, caballones aparentes más o menos bien contruídos. Pues bien: el agua-riego es distribuída por los surcos o zanjas, en cuyo fondo están sembradas las plantas de caña y las calles obran a manera de paredes de contención para evitar, posiblemente, que el agua se “pierda” humedeciendo “inútilmente” las calles.

Qué resulta entonces de esta práctica? En parte ya lo hemos considerado:

1º - Que el suelo se supersatura de humedad;

2º - Que el desarrollo del sistema radicular se reduce al mínimum, ya vertical ya radialmente, eliminándose prácticamente el suelo como fuente de nutrientes alimenticios. De consiguiente, los rendimientos en tonelaje se reducen intensamente;

3º - Que los tejidos corticales de las raíces, se debilitan y ablandan haciéndolos fácil presa de hongos y bacterias del suelo;

4º Que la capa de agua estancada provoca la pudrición completa de las yemas destinadas a la reproducción de las plantas por la acción de la microflora del suelo, resultando en consecuencia la destrucción efectiva de los cultivos de soca;

5º - Que se provoca, igualmente, una pudrición “anaeróbica” del sistema radicular;

6º - Que el suelo se adapta a manera de medio de cultivo de los organismos parásitos vegetales y de algunos animales, así como se favorece intensamente la acción de los saprofitos; etc.

Otra de las prácticas inconvenientes del cultivo de la caña de azúcar en Cúcuta es el método de recolección, pues es costumbre harto común de la región el uso del sistema de “desguíe”, que, como lo ha probado Farris y Allison en Cuba, es altamente perjudicial para el

vigor y longevidad de las plantaciones así como para la sanidad de los cultivos y, en general para la economía de producción.

Otros factores.—Entre los factores predisponentes juega también marcada importancia la presencia de parásitos animales en las plantaciones.

Tuvimos oportunidad de observar la presencia de algunos insectos en las raíces y los efectos de otros en los tallos de las plantas (perforaciones).

Incidentalmente, al examinar uno de los cultivos puros en el Laboratorio (cf. T. 921) donde crecían hongos aislados de tejidos vivos de la caña de azúcar, fuimos sorprendidos por la presencia de un pequeño Nemátodo. El tubo correspondiente fue trasladado entonces al entomólogo auxiliar —ing. agr. Dr. Francisco J. Otoyá A.—, quien hizo la determinación correspondiente y estableció su responsabilidad como parásito para las plantaciones de caña de Cúcuta. Por considerarlo de importancia doy, pues, traslado seguidamente del estudio rendido sobre la materia:

“LOS NEMATODOS QUE AFECTAN LAS RAICES DE LA CAÑA DE AZUCAR, EN LA REGION DE CUCUTA.

Los pequeños animales, de forma vermiforme, que infestan las raíces de las plantas, pertenecen, casi en su totalidad, a 4 géneros distintos de Nemátodos distinguibles casi exclusivamente por la forma de los estiletes de la cavidad bucal y los bulbos esofágicos. Entre éstos se encuentra el género **Tylenchus** que causa serios trastornos en las plantaciones de trigo, caña, banano y otras plantas de cultivo industrial. En las muestras pasadas a esta Sección, por el Fitopatólogo Auxiliar, se comprobó la presencia de un Nemátodo perteneciente al género citado anteriormente; pero, por falta de literatura, no ha sido posible obtener una determinación específica.

Descripción.—Este Nemátodo, que tiene el aspecto de una lombriz microscópica, es totalmente hialino; pudiéndose observar con facilidad a través de la epidermis

todos los órganos internos como el esófago, estiletes, aparato digestivo y reproductor. Su longitud puede variar de acuerdo con los diferentes estados, encontrándose ejemplares de un tamaño hasta de 3 mm. casi visibles a simple vista. A través del cuerpo de este Nemátodo, que es completamente cilíndrico, se pueden observar los estiletes o aguijones de la cavidad bucal que se presentan en forma de lancetas agudas; los bulbos esofágicos tienen dos formas distintas, el posterior globoso y con aparato dentario y el anterior es fusiforme.

Daños.—Este Nemátodo vive en las raíces de las plantas ocasionando serios trastornos a causa de la destrucción de las células parenquimatosas de las raíces y raicillas, impidiendo, por consiguiente, las funciones de absorción por lo cual la planta pierde, poco a poco su vitalidad. Este Nemátodo, a pesar de vivir en los tejidos de las plantas, no causa como otros la hipertrofia de éstos (agallas), sino que produce una coloración rojiza que puede fácilmente confundirse con las características de afecciones fungosas, como las producidas por algunos hongos pertenecientes al género **Pythium**. Cuando el ataque de estos Nemátodos adquiere un grado de intensidad considerable, emigran hacia los tejidos del tallo produciendo síntomas muy similares a los encontrados en las raíces. El ataque de estos Nemátodos tiene varios aspectos, ya que no solamente destruye los tejidos de las raíces sino, que abre la entrada a innumerables organismos que se encuentran en el suelo y que, en circunstancias especiales, están capacitados para destruir los tejidos vegetales. Así pues las plantas de caña atacadas por el **Tylenchus** mueren rápidamente a causa del ataque de hongos y bacterias, pues cuando las partes atacadas entran en un estado de descomposición avanzado, los Nemátodos mueren por encontrar el medio inadecuado para su desarrollo.

Influencia de los factores ambientales.—Por su constitución y hábitos estos animales están muy influenciados por los factores del medio, presión, lluvias y temperatura, especialmente por los dos últimos que son decisivos en el aumento o disminución de la plaga. Así, pues, mientras

más cálido sea un lugar, es mayor la abundancia del **Tylenchus** por lo cual éste se encuentra en mayor número en las regiones de poca altura. La distribución vertical de este Nemátodo varía entre los 1.000 m. y el nivel del mar; siendo muy fuertes las infestaciones en las partes bajas y casi nulas en los límites superiores. Sin embargo, el solo dato de la altitud de un lugar no es suficiente como indicador de las condiciones óptimas de desarrollo de estos Nemátodos, ya que el factor lluvia y humedad relativa tienen mayor importancia en el desarrollo de la plaga. Está comprobado que mientras mayor es la humedad del suelo, la plaga adquiere mayor desarrollo y una distribución muy grande. Este fenómeno es de fácil comprensión si consideramos que el paso de las hembras entre las mismas raíces de la misma planta, o de otras, se hace casi exclusivamente por intermedio de las películas de agua que se encuentran ocupando los espacios porosos que existen entre las distintas partículas del suelo. Además, el exceso de humedad o de agua disponible por la planta, ocasiona un desarrollo más intenso de los tejidos radiculares, formando células más esponjosas que puedan aprovechar más eficientemente las sustancias nutritivas del suelo, y que se encuentran en concentraciones más bajas. Estos tejidos esponjosos tienen menor resistencia y son los preferidos por el **Tylenchus** para hacer sus devastaciones. Las condiciones del terreno son también de una importancia primordial en el mayor o menor desarrollo de esta plaga, como veremos a continuación. La capacidad de retención del agua varía en los suelos de acuerdo con su constitución física; ya que los suelos ricos en materias coloidales, minerales (suelos arcillosos) u orgánicos (suelos húmíferos) tienen una gran capacidad de retención y, por consiguiente, favorecen la distribución y reproducción de este Nemátodo. Por el contrario, los suelos arenosos, de espacios porosos más grandes, absorben más rápidamente el agua y en mayor proporción, pero la pierden muy rápidamente ya sea por evaporación o por percolación; por ésto, el desecamiento es rápido y dificulta la

vida de estos Nemátodos y en muchos casos causa su muerte.

Represión.—La represión de estos animales debe orientarse en forma tal que tienda a modificar las características ambientales que tienen una gran influencia en el desarrollo y aumento de la plaga. Así, pues, tenemos en primer lugar el cambio de las propiedades físicas del suelo; cambio éste que se efectúa por medio de las aplicaciones de cal, que obra en la forma siguiente: en los terrenos arcillosos, ricos de por sí, en materias coloidales, la cal obra como floculante de los mismos, encontrándose por consiguiente un mayor número de sales en solución, y causa una mayor concentración de substancias salinas, que por las funciones osmóticas a través de la epidermis del Nemátodo ocasionan serios trastornos en la alimentación y desarrollo de esta plaga. Además, al encontrar la planta un mayor número de sustancias nutritivas crece más vigorosamente y modifica las células de la raíz, desarrollando tejidos más fuertes y compactos que resisten mejor los ataques de las plagas y enfermedades. Si consideramos, además, que la adición de cal a los suelos produce una mayor porosidad, vemos claramente que el agua de lluvia o de regadío tiene un drenaje natural más fácil, por lo cual no se presentan encharcamientos en las capas superiores del suelo, lugar éste en donde viven los Nemátodos. La aplicación de cal al terreno debe hacerse de acuerdo con las exigencias de éste (Ph), y las características del cultivo, por lo cual no se aconseja la adición de una cantidad fija y lo dejamos al criterio del Ingeniero Agrónomo encargado de la zona en donde se presente la plaga.

Drenajes.—Los drenajes del suelo tienen gran importancia en la represión de esta plaga ya que facilitan la percolación del exceso de agua, siempre y cuando se hagan de acuerdo con las condiciones ambientales y del terreno. Estas estructuras mantienen la superficie en un estado de humedad más bien seco y obligan a la planta a profundizar sus raíces. Además, a causa de la desecación y quebrantamiento de la capa superior del suelo, la aireación es más fuerte y la absorción de agua-lluvia

es mayor. Estas características tienen por consecuencia una meteorización más rápida y por consiguiente, el cambio de las condiciones físicas del suelo. El cambio de las características del ambiente natural y de las modalidades de cultivo (profundización de las raíces) desadapta profundamente el medio para la vida de estos Nemátodos que se encuentran en las capas y raíces superiores, en donde encuentran una humedad suficiente y una aireación apropiada. Además, el aumento del grado de salinidad de los suelos es más notable, por lo cual los Nemátodos, en estas circunstancias, no están capacitados para su desarrollo, disminuyendo, por consiguiente, la infestación y la intensidad de la plaga.

Riego.—En las plantaciones atacadas por estos Nemátodos el uso del riego debe restringirse, ya que cuando éste se hace con intervalos muy cortos, el suelo conserva un grado de humedad más alto y favorece el desarrollo de la plaga. De lo anterior se desprende que en el caso de aplicar riego, se debe hacer a intervalos largos y, evitar, toda aplicación que no sea indispensable para un mejor desarrollo del cultivo industrial.

Labores de cultivo.—Algunos autores aconsejan como medida preventiva la arada y rastrillada entre las calles (cuando es posible), para desecar la capa superficial en donde viven estos parásitos y así evitar su propagación.

Tratamientos.—El tratamiento generalmente aconsejado para luchar contra esta plaga es la aplicación de melazas en proporciones altas con el fin de provocar una reacción fuerte en la planta (aumento de raíces), y así pueda resistir el ataque de la plaga sin perjuicios para el cultivador. Esta aplicación en el presente caso no la creo aconsejable ya que al incorporar al suelo esta sustancia (carbohidrato) se favorece el desarrollo de las bacterias y, en general, del microplanton y puede presentarse la infestación rápida por enfermedades bacterianas y fungosas de importancia. Por otra parte el desarrollo bacteriano trae la pérdida de nutrientes fosfatados y nitrogenados, causando un desequilibrio en el suelo, por lo cual la aplicación de abonos es indispensa-

ble si se quiere obtener resultados satisfactorios. En vista de los factores enumerados y la abundancia de bacterias y hongos perjudiciales en las plantaciones de caña de la región, la aplicación de esta medida sería inconveniente. — (Fdo.) **Francisco J. Otoyá, I. A.** Entomólogo Auxiliar”.

MEDIDAS INMEDIATAS DE REPRESION

De todo lo que hemos expuesto anteriormente se deduce que la enfermedad tiene una serie de causas complejas de índole variada. Hemos investigado, hasta donde ha sido posible, las causas determinantes de la afeción, a la vez que hemos analizado algunos de los factores que obran como causas predisponentes.

Como hemos visto, el problema está influenciado por un conjunto de factores físicos, biológicos y posiblemente químicos de los suelos, muchos de los cuales no son de nuestro dominio y otros apenas han sido tratados superficialmente, por las mismas razones. Mientras éstos no sean reconocidos y estudiados por los especialistas, mal se podrían trazar planes definitivos de control.

Así, pues, las presentes recomendaciones para reprimir o minimizar, cuando menos, los daños causados por la pudrición de las raíces pecan, hasta cierto punto, de unilaterales.

Hay que tener presente, como regla general, que “el control o represión de la enfermedad se basa en suprimir todas las causas que debiliten las plantas” o las predispongan a adquirir la enfermedad.

El problema creado por la pudrición de las raíces en la zona de Cúcuta, no se puede desconocer que sea realmente delicado. Sin embargo, la situación actual de la industria puede modificarse siempre y cuando que se tomen enérgicamente las medidas que vamos a contemplar seguidamente:

1º - Modificación de los sistemas actuales de cultivo.—Sobre este particular deben seguirse estricta y cuidadosamente las normas en los sistemas de cultivo de la caña de azúcar recomendados por la Primera Conven-

ción de Ingenieros Agrónomos, reunida en Palmira, (7) poniendo especial énfasis en los siguientes puntos:

a) Preparación profunda de los suelos por medio de tractores, pulverizando intensamente, hasta donde sea posible, las capas aradas;

b) Meteorización prolongada de los suelos. Es decir, después de aradas las tierras profundamente deben dejarse por el mayor tiempo posible a la exposición y a la acción de los agentes meteóricos;

c) La siembra debe hacerse de tal manera que las líneas de caña de azúcar aparezcan plantadas, posteriormente, sobre caballones y las calles formen a manera de zanjas por donde se aplicarían —si el ing. agr. estimare conveniente tal sistema de irrigación— las aguas de riego;

d) Sustitución de las variedades criollas de bajos rendimientos por aquellas variedades recomendadas por la Primera Convención de Ingenieros Agrónomos (7) (2), las cuales son las únicas que deben permitirse que sean propagadas. Las “semillas” correspondientes deben proceder de un semillero oficial, en la forma que propondremos más adelante;

e) Las labores de cultivo para la extirpación de las malezas deben ponerse en práctica en la región, si es que no se usaren; tienen especial influencia en la sanidad de las plantaciones, pues no solamente contribuyen a desadaptar el medio para la microflora patógena, sino también para hacer impropicio el ambiente a la propagación y multiplicación de **Tylenchus** sp. y demás fauna del suelo;

f) Eliminación de las prácticas de corte apellidadas de “desgué” (2), pues el método ha sido probado atentativo contra la sanidad de las plantaciones, la longevidad de las mismas, la economía de producción, etc. (3);

g) Encalle de la hojarazca resultante de la recolección y deshoje natural de las variedades, en la forma acordada por la Primera Convención de Ingenieros Agrónomos (7); y

Poner en práctica, en fin, todos los demás puntos

recomendados sobre el particular por la citada Convención, pues los sistemas acordados son de capital importancia en la represión de la enfermedad. Me permito, por consiguiente, llamar particularmente la atención sobre tal tópico.

2º - **Incorporación de materia orgánica a los suelos.**

Aun cuando todos los investigadores están de acuerdo al recomendar este método como auxiliar del control de la pudrición radicular, conceptúo que tal práctica debe acogerse con reservas. Por lo cual la Subestación de Caña haría algunos ensayos previos sobre la materia ojalá en aquellas zonas donde más severamente se ha presentado la afección.

3º - **Modificación de las actuales prácticas de irrigación.**—Los actuales métodos de irrigación deben ser modificados de una manera completa y absoluta implantando sistemas técnicos de riego. La elección de aquél o aquéllos que más se adapten a las condiciones de la región, así como la cantidad de agua a suministrar, lo dejamos al criterio del ing. agr. de la Campaña de Caña de Azúcar. Estimo, sin embargo, que deben hacerse a intervalos largos que no cortos.

4º - **Drenajes.**—Creo indispensable dotar a las plantaciones de una red completa de zanjas de avenamientos, cuya planificación y escogencia de sistema debe ser ejecutado, igualmente, por el ing. agr. de la Campaña.

Por lo que hace a los sistemas de represión propiamente dichos, deben tenerse presentes los cuatro métodos clásicos hasta donde fuere posible de lucha contra las enfermedades, así:

1º - **Exclusión.**—Sobre este particular estimo se deben tomar medidas, ojalá drásticas, de policía sanitaria interlocal, tendientes a evitar el transporte de los diversos "vehículos" de la enfermedad. Creo, aún más, que el Gobierno Nacional y el Departamental deban invertir al ing. agr. de la Campaña de Caña de Azúcar, en defecto de un Inspector de Sanidad Vegetal, de los instrumentos legales, facultándolo expresamente para dictar disposiciones sanitarias en las zonas cañamelares de Cúcuta y regiones vecinas. Y conseguir por este medio,

igualmente, que sólo la "semilla" certificada sea la única que deba permitirse, sea sembrada y propagada.

Tales consideraciones las hago, en vista de la situación sanitaria porque atraviesan las plantaciones de la región.

Para la mejor realización de esta campaña me permito sugerir los siguientes considerandos generales:

A) Restablecimiento de la Subestación de Caña de Azúcar en Cúcuta con las miras siguientes:

a) como campo de **replicación agronómica** de las variedades de caña de azúcar recomendadas por la Convención de Ingenieros Agrónomos (sic), con especial referencia al comportamiento radicular de las distintas variedades en las condiciones de Cúcuta; así como para la replicación de las variedades creadas por la Estación Agrícola Experimental de Palmira, etc.;

b) para el establecimiento de un gran semillero, el único autorizado para repartir "semillas certificadas" de caña de azúcar para su propagación en los campos industriales de Cúcuta y de las demás zonas acordadas por el ing. agr. Jefe de Cultivos Tropicales, Dr. Cruz Riascos (2). Si el volumen del semillero lo permitiere, la repartición de "semilla" podría ampliarse a un mayor número de zonas de los departamentos vecinos.

Sin embargo, esto puede modificarse en el sentido de establecer semilleros satélites, para obviar el inconveniente de transporte a lugares lejanos. Este aspecto está naturalmente supeditado al criterio del ing. agr. de la Campaña.

La "semilla" deberá recibir un tratamiento previo de inmersión en lechada de cal al 2% por un período de 24-36 horas (7) y un baño posterior más o menos prolongado en Caldo Bordelés 4-4-50 (neutro), procurando que quede adherida una película espesa y homogénea en los cortes de las "semillas" (extremidades). Esto último para cerrar e impedir la penetración de hongos semiparásitos de heridas, entre los cuales hemos aislado **T. paradoxa** v. Hohn. de los suelos de Cúcuta y Rosario, así como para impedir la acción de los saprógenos y evitar la pudrición de las "semillas";

B) Establecer una estricta vigilancia para que solamente las plantas en perfecto estado sanitario sean transportadas de un lugar a otro;

C) Establecimiento de cuarentena bajo la vigilancia cuidadosa y responsable de un ing. agr., especialista en Fitopatología, para garantizar que las plantas estén libres de plagas y enfermedades.

En consecuencia, el Servicio de Sanidad Vegetal debe ser reglamentado y fortalecido (2), poniendo al frente un especialista en la materia, no sólo para que coopere con los ingenieros agrónomos de las campañas agrícolas en trabajos de esta índole sino también para vigilar la sanidad de los productos agrícolas y vegetales que entran por la frontera de Venezuela, ya que Cúcuta es puerto terrestre fronterizo con el hermano país; y

D) Establecer Sanidad Vegetal en las plantaciones, al menos en el momento de la recolección, para que sean separadas y quemadas las cañas que presenten perforaciones de insectos taladradores. No deben amontonarse, pues, como lo observamos en nuestra reciente jira de estudio y reconocimiento, ellas constituyen una fuente constante de infestación y amenaza para los cultivos.

2º - **Eradicación.**—Las plantas que acusan los síntomas del “mal de piña”, como muchas de la zona de “Moros, deben ser destruídas, inclusive la cepa, y quemarse en el mismo lugar.

Las áreas que presenten los síntomas más marcados de la pudrición de las raíces, como varias de las localidades de Cúcuta y el Rosario, deben ser eliminadas y sujetarse los terrenos a una rotación de cultivos, excluyendo las gramíneas, por un término no menor de tres años, pues se considera que algunos de los hongos del género **Pythium**, especialmente **P. arrhenomanes** Drech., pueden persistir en el suelo por un período no menor de tres años, en ausencia de la caña de azúcar, según los experimentos de laboratorio hechos en suelos bien aireados (9).

Las leguminosas pueden emplearse en la rotación de los cultivos.

3° - **Protección.**—Aun cuando se han encontrado sustancias químicas que han dado buenos resultados en la desinfección de los suelos sujetos a la pudrición de las raíces, sin embargo, el costo prohibitivo de ellas las ha hecho inaceptables.

Estamos seguros que el mejoramiento de los sistemas de cultivo de la caña de azúcar en Cúcuta, en todos los aspectos de su técnica, asociados a las prácticas rigurosas de sanidad vegetal, contribuirán decididamente en el restablecimiento de la industria en aquellas zonas del Departamento que hemos venido considerando.

RECOMENDACIONES

Hemos visto y recalcado repetidas veces que el problema patológico de la caña de azúcar en Cúcuta, está influenciado y agravado por una serie de factores físicos, biológicos y posiblemente químicos de los suelos, algunos de los cuales, recordamos, no son de nuestro dominio.

Hemos anotado apenas someramente la constitución física que prevalece en los suelos de las regiones de Cúcuta y Rosario donde actualmente se cultiva la caña de azúcar, y hemos visto cómo dichas condiciones físicas influyen sobre las causas determinantes de la enfermedad, agravando la situación de las plantaciones.

Por lo que hace a los factores de orden biológico especialmente a los de origen animal, tuvimos oportunidad de observar algunos insectos presentes en las raíces de las plantas enfermas. Además, incidentalmente, fuimos sorprendidos por la presencia de un pequeño Nematodo en los tubos de ensayo donde cultivábamos hongos de los tejidos vivos de los tallos de la caña de azúcar.

Por otra parte hemos deducido, a la luz de los conocimientos adquiridos por investigadores pertinentes, y otros lo han sugerido primero que nosotros, la posibilidad de sales tóxicas presentes en los suelos de Cúcuta, en las zonas cultivadoras de la caña de azúcar.

Sobre ninguno de los tópicos anteriormente citados se han adelantado reconocimientos ni estudios completos. Se justifica ampliamente el que el Gobierno Nacional por medio de los especialistas profesionales del Departamento Nacional de Agricultura, lleve adelante la ejecución de tales investigaciones, si consideramos dos hechos de repercusión económica en el panorama nacional:

1º-Los valles de Cúcuta y Rosario son zonas potenciales aptas para el cultivo extensivo de la caña de azúcar y desde luego para el establecimiento de un gran Ingenio Azucarero, con miras a abastecer los mercados seccionales de la región. La ventaja de ser aquella zona un valle, asegura una producción barata, hecho que en opinión de profesionales más autorizados que nosotros en la materia (2), juzgarían como la zona donde se centralizarían la producción de azúcar y de otros derivados de la caña de azúcar para suplir los mercados de los departamentos santandereanos;

2º - La situación geográfica de la región hace que sus habitantes consuman a un mayor precio los productos transformados de la caña (azúcar, alcohol, etc.), debido a los consiguientes recargos de transportes.

Las anteriores consideraciones sumadas a otras precedentes, me animan a solicitar respetuosamente del Gobierno Nacional todo el apoyo para las investigaciones completas de la caña de azúcar en Cúcuta, sin cuyos estudios previos y detenidos mal se podría asegurar el éxito completo de la industria, y los cuales permitan trazar —como lo dije líneas atrás— planes definitivos del control de la enfermedad, completando en esta forma las recomendaciones dadas por el suscrito para minimizar los daños ocasionados por la afección que hemos estudiado. De lo contrario, repito, mis indicaciones de control pecarían, hasta cierto punto, de unilateralidad.

En consecuencia, me permito sugerir los siguientes puntos, que desde el punto de vista patológico, han dicho relación a este problema:

1º-**Reconocimientos.**—Estos deben ser adelantados, cuando menos, por cuatro profesionales ing. agr. espe-

cialistas, uno en cultivos tropicales y planificación agronómica, otro en entomología, otro en edafología, y un cuarto en fitopatología, quienes adelantarán los siguientes reconocimientos:

a) Reconocimiento fitopatológico, así:

I - Continuar el reconocimiento, o completarlo, de las enfermedades de la caña de azúcar. Si bien es cierto que ya se han adelantado algunos, es necesario que se continúen abarcando la totalidad de la superficie cultivada;

II - De la microflora de los suelos; y

III - De la microflora de las aguas-riego.

b) Reconocimiento entomológico, así:

I - De las plagas dominantes y secundarias de la caña de azúcar;

II - De los insectos asociados a las enfermedades;

III - De la fauna y microfauna de los suelos;

IV - De la microfauna de las aguas-riego (?).

c) Reconocimiento físico-químico de los suelos, para determinar:

I - La constitución física de los suelos y la correspondiente aplicación deducida, para la incorporación de correctivos;

II - Presencia de sales tóxicas a las raíces de la caña de azúcar, en los suelos, con especial referencia a los compuestos de aluminio, de hierro, de aldehído salicílico (9) y de magnesio;

III - Acidez de los suelos;

IV - Carencia de nutrientes en los suelos y consiguiente planificación para las aplicaciones cualitativas y cuantitativas, principalmente, de abonos.

d) Reconocimiento químico de:

I - De las aguas-riego, para indagar las presencia de sales tóxicas, con especial referencia a aluminio, hierro, aldehído salicílico y magnesio;

II - De la acidez de las aguas-riego;

III - De la presencia de sales en concentraciones sub-tóxicas presentes en los jugos de la caña de azúcar,

denunciadas en otros países, afectando la cristalización de los azúcares y disminución de los rendimientos.

2º - **Investigación y experimentación.**—Las investigaciones y futuras experimentaciones, serán una consecuencia lógica de los estudios de reconocimiento.

Por el momento, creo, el Laboratorio de Fitopatología de la Sección de Biología Vegetal deberá continuar las investigaciones, sobre:

a) Determinación específica de **Acrostalagmus** sp.;

b) Determinación específica de **Pythium** spp.;

c) Determinación específica de **Fusarium** spp.;

Por otra parte, la Estación Agrícola Experimental de Palmira debe adelantar los siguientes estudios de experimentación:

a) De la capacidad parasitaria del hongo **Acrostalagmus** sp. para invadir los tejidos sanos de la caña de azúcar, en la siguiente forma:

I - Solo;

II - Asociado a **Pythium** spp.;

III - Asociado a **Fusarium** spp.;

IV - Asociado a **Pythium** spp. junto con **Fusarium** spp..

b) Además, creo que la misma Estación Agrícola deba incorporar dentro de sus programas de experimentación patológica sobre la caña de azúcar, la relativa a enfermedades de las raíces, infectando los seedling con los hongos responsables de la pudrición radicular, a fin de determinar la resistencia de variedades a esta grave infección. Ello en el caso, naturalmente, de que tal aspecto no esté contemplado dentro de los planes generales de experimentación patológica.