

POSIBLE INDUCCION DE RESISTENCIA DEL TOMATE AL
PHYTOPHTHORA INFESTANS (MONT.) DE BARY
MEDIANTE AUXONAS (*)

Por **Leonel Serrano S.**

I. INTRODUCCION

El cultivo del tomate constituye en Colombia y específicamente en el Valle del Cauca, una de las explotaciones agrícolas intensivas más importantes debido principalmente al gran número de pequeños agricultores que se dedican a este cultivo, a la demanda permanente del producto en los mercados locales y nacionales y a su consumo amplio en la dieta diaria de nuestro pueblo.

Entre las limitaciones del cultivo del tomate en nuestro medio cabe hacer notar las siguientes: 1º La dificultad en la consecución de tierras técnica y comercialmente aptas para el cultivo; 2º Las pequeñas áreas cultivadas debido especialmente a las dificultades administrativas, económicas y técnicas con que tropiezan nuestros agricultores; 3º Las plagas y enfermedades que, en forma permanente y destructiva, afectan el cultivo.

Pero de todos los anteriores factores limitantes son quizás las enfermedades, y específicamente la "chamusquina" o "mancha" causada por el *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, la que más pérdidas ocasiona debido a la virulencia del patógeno, su rápida disseminación en la plantación y su presencia permanente en las áreas del cultivo. La destrucción total de una plantación puede ocurrir en pocos días si las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del patógeno, especialmente humedad y temperatura, están presentes y si las medidas de protección mediante el uso de fungicidas, son deficientes o tardías.

Las medidas de lucha usuales para el caso de la "chamusquina" incluyen la aplicación permanente de fungicidas protectores generalmente a base de cobre, cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la epifitotia. Se hace necesario emplear máquinas de aspersión, comunmente de espalda, y disponer de personal idóneo para la aplicación racional de los fungicidas.

Todos los factores anteriormente anotados aumentan notablemente el costo de producción y muchas veces, a pesar de las pre-

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del Dr. Alberto Sánchez P., a quien el autor expresa su gratitud. Recibida para publicación en marzo 7 de 1955.

cauciones y preparación previa de nuestros agricultores, se presentan frecuentemente pérdidas que limitan el número de adeptos al cultivo.

Recientemente, el control de las enfermedades de las plantas mediante el uso de sustancias químicas que actúan en el interior de los tejidos, inmunizándolos contra el ataque de agentes patógenos, ha interesado en forma especial a los fitopatólogos habiéndose logrado en muchos casos resultados positivos. Este método se ha ensayado con éxito especialmente en enfermedades de carácter interno y sistémico, casos en los cuales se muestra bastante promisorio.

El control de las enfermedades de las plantas mediante el uso de compuestos químicos que, actuando en el interior de los tejidos del hospedero, reducen o nulifican el efecto del patógeno después de que éste ha entrado a la planta, y mediante la acción de dichos compuestos sobre el hospedero o el patógeno, se conoce con el nombre de Quimioterapia Vegetal (Garcés, 13 y Dimond et al., 11).

El presente trabajo, y en el cual se experimentan por vez primera algunas sustancias quimioterapéuticas en el control de la "chamusquina" del tomate, puede tener alguna importancia por cuanto amplía la aplicación de estas medidas inmunizantes y brinda bases para estudios posteriores y complementarios.

II. OBJETIVOS

La presente investigación incluye los siguientes objetivos:

A). Buscar una posible represión de la "chamusquina" del tomate mediante el uso de sustancias quimioterapéuticas.

B). Estudiar el efecto que tienen tres épocas diferentes de inoculación, después de los tratamientos, sobre la eficacia de las sustancias quimioterapéuticas.

C). Determinar cuáles de estas sustancias muestran mayor efectividad como quimioterapéuticos.

D). Observar los efectos que, sobre el normal crecimiento de las plantas, pueden tener las sustancias empleadas.

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía del Valle, bajo condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno.

III. REVISION DE LITERATURA

Los principios quimioterapéuticos han sido empleados por varios investigadores desde épocas antiguas. Se sabe que ya en el siglo XII se usaron sustancias que introducidas en el interior de los tejidos de las plantas, producían cambios en el color de las flores y

en el perfume de los frutos. Durante el siglo XV, Leonardo da Vinci estudió las posibilidades de introducir sustancias arsenicales en el interior de troncos de árboles con el objeto de envenenar los frutos. En general, y debido a los escasos conocimientos que existían en ese entonces sobre la fisiología de la planta, las prácticas quimioterapéuticas tuvieron en un principio más bien efectos espectaculares que prácticos. (Stoddard y Dimond, 22).

Hasta mediados del siglo XVIII los trabajos que se hicieron sobre Quimioterapia no tuvieron mayor importancia económica. Por este tiempo Sachs inyectó soluciones de sales de hierro en el tronco de árboles para corregir deficiencias de este elemento. La lucha de las enfermedades por medios quimioterapéuticos empezó con los trabajos de Shevyrev a fines del siglo XIX. Influidos por sus contribuciones y su estímulo, Mokrzecki y Perosino trataron de inducir resistencia al ataque de insectos en perales, manzanos y vides mediante la inyección de varias sustancias en el tronco de las plantas (Stoddard y Dimond, 22).

Los experimentos quimioterapéuticos estuvieron eclipsados, al menos en los Estados Unidos, durante la primera guerra mundial. Por este tiempo, Sarface y Flint recomendaban ciertos productos químicos que, introducidos en el tronco de los árboles en forma de pastillas, actuaban como curas milagrosos. Los resultados de estos experimentos fueron desechados por investigadores posteriores como Muller, quien adelantó investigaciones intensivas en el campo encaminadas a controlar tanto plagas como enfermedades (Stoddard y Dimond, 22).

Hasta el presente se han efectuado innumerables experimentos tendientes a demostrar el valor de diversas sustancias como quimioterapéuticos. A pesar de haberse logrado grandes adelantos en la represión de las enfermedades de las plantas mediante este método, aún existen discrepancias en cuanto a la aplicación práctica de dichos principios, especialmente por cuanto se carece todavía de suficientes pruebas experimentales.

Los síntomas de las enfermedades parasitarias, de acuerdo con el concepto actual de infección, son debidos a la acción de las toxinas producidas por el patógeno o por el susceptible, o por la interacción de ambos. Dichas toxinas pueden causar cambios morfológicos, fisiológicos o alterar el metabolismo del susceptible, todo lo cual se traduce al final en necrosis, marchitamientos, crecimientos anormales, etc. (Garcés, 13).

Basada en estos principios, se ha orientado la investigación quimioterapéutica con el objeto de obtener el control de las enfermedades: inactivando el patógeno o previniendo su reproducción, inactivando o "antidotizando" las toxinas producidas por él, previniendo la formación de dichas toxinas y aumentando la resistencia del susceptible (Stoddard y Dimond, 21).

En general, y teniendo en cuenta la forma como obran en el interior de las plantas, se han reconocido tres tipos de quimioterapéuticos: 1) compuestos que "anditotizan" las toxinas producidas por el patógeno, pero que no actúan primariamente sobre el patógeno en sí; 2) compuestos que produciendo cambios en el metabolismo de la planta, aumentan su resistencia a las enfermedades; y 3) fungicidas sistémicos, los cuales una vez dentro de la planta, son trasladados al campo de la infección, actuando entonces directamente sobre el patógeno debido a su efecto fungitóxico (Dimond et al., 11).

De acuerdo con Garcés (13), las sustancias que actualmente se usan como quimioterapéuticos pueden agruparse en: hormonas, antibióticos y varios.

Se cree que las auxonas inducen resistencia a determinadas enfermedades por la alteración que causan el metabolismo y en la morfología de la planta (Garcés, 13). Dimond y Davis (10), encontraron que, aunque el 2-carboximethylmercapto-benzotiazol no tenía poder fungitóxico sobre las esporas de *Fusarium*, *Alternaria* y *Verticillium*, redujo sin embargo en forma notable las enfermedades causadas por estos hongos en tomate y en berenjena. En igual forma mediante el uso de esta sustancia, los mismos autores lograron reducir la "enfermedad holandesa" de los olmos, mediante aspersiones en el follaje.

Davies (7) observó cambios en el metabolismo del tomate, al usar varias hormonas para controlar el *Fusarium lycopersici*, probando que no existe una estrecha relación entre dichos compuestos y su poder fungitóxico.

Davis y Dimond (6) encontraron que el *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* crecía igualmente en tejidos macerados de plantas de tomate tratadas y no tratadas con 4-cloro-3.5-dimetil fenoxietanol y 2-benzotiazolil-tioglicolato sódico, demostrando con ello que la presión del "marchitamiento" no se basa en la fungitoxicidad de los compuestos sino en los cambios producidos por dichas sustancias en el metabolismo de la planta.

Davis y Dimond (8), en su trabajo sobre inducción de resistencia en tomate al "marchitamiento", mediante el uso de hormonas, demostraron que "in vitro" dichas sustancias tenían poco efecto como fungitóxicas. Cuando fueron aplicadas a plantas previamente inoculadas con el hongo, las hormonas usadas redujeron la enfermedad. Demostraron también que estas sustancias inducían cambios en el metabolismo del organismo susceptible, ocasionando malformaciones, reducción en el peso de las plantas y disminución en el contenido de azúcar de ellas. La actividad quimioterapéutica de los ácidos 2,4-D, alfa-naftaleniacético, 2,3,5-Triodobenzoico, alfa-naftoxiacético e indol-3-acético estuvo en relación directa con el intervalo entre la inoculación y el tratamiento, siendo mayor la actividad quimioterapéutica, cuanto más largo fue el tiempo transcurrido entre el tratamiento y la inoculación. Richards (20), encon-

tró que el 2,4-D y el 2,4,5-T inhibían el desarrollo "in vitro" del *Phycomyces blakesleeanus* y del *Aspergillus candidus*. Igual éxito logró al usar los ácidos alfa-naftaleniacético y el indol-3-acético.

De acuerdo con Sharvalle (21), Crowdy estudió el efecto de varias sustancias reguladoras del crecimiento, sobre el crecimiento del *Nectria galligena* Bres., encontrando que ninguno de los compuestos usados tuvieron efecto fungitóxico, aunque sí ocasionaron una reducción en el crecimiento del hongo. En general, los ácidos ariloxialifáticos fueron de mayor efecto tóxico que los ácidos "naf-toxi" y éstos que los ácidos "fenoxi".

Crowdy y Wain (5), lograron reducir la "mancha chocolate" del haba causada por el *Botrytis cinerea* y el *B. fabae* mediante el uso de ácidos ariloxialifáticos, los cuales se aplicaron en tres formas diferentes: a las raíces, a los tallos y al suelo.

El uso de sustancias antibióticas para el control de las enfermedades de las plantas ha recibido bastante atención durante los últimos años por parte de los investigadores de varios países. De acuerdo con su uso y su acción sobre los patógenos, los antibióticos pueden emplearse en el tratamiento de semillas o usarse como compuestos sistémicos o no sistémicos. En su mayoría se han aplicado a las raíces con el objeto de curar enfermedades del follaje, tales como el "tizón temprano" y el "marchitamiento" del tomate, el *Botrytis cinerea* de la lechuga y otras. Entre los antibióticos experimentados como quimioterapéuticos están: la aureomicina, la tiolutina, cefalofecina, streptomicina, terramicina, penicilina y otros (Leben y Keitt, 15).

Además de las hormonas y de los antibióticos, existen otras sustancias que se han usado con igual éxito como quimioterapéuticos. Se mencionó ya, en la historia de la quimioterapia el empleo de sustancias arsenicales; otros compuestos como ácido pícrico, borax y sulfanilamidas han sido también empleadas (Garcés, 13). Crowdy y Davis (3), obtuvieron éxito en el control de varias enfermedades mediante el uso del colorante "azo" y de hidroxiquinolina. Stoddard (23), obtuvo un control perfecto del *Rhizotoxia* en el invernadero con el sulfato 8-quinolinol en concentración de 1:4000. Caroselli y Feldman (1), usaron "carolate" combinado con colorante "azo" para reducir la "enfermedad holandesa" de los olmos, obteniendo un control del 70%. Probaron además que el "carolate" no tenía por sí mismo poder fungicida, en cambio el colorante "azo" en concentraciones de 1:1000 era fungitóxico, inhibiendo la formación de toxinas en concentraciones de 1:50.000.

Davies (7), encontró que el 2-carboximetil-mercaptobenzotiazol y el N-octadecyltrimetilamonio no obraban como sustancias fungitóxicas en esporas en germinación de *Fusarium lycopersici* y de *Alternaria solani* y que en cambio sí reducían marcadamente estos hongos en plantas de tomate.

Horsfall y Zentmeyer (14), encontraron que las toxinas producidas por el *Ceratostomella* del olmo y el *Verticillium* de la berenjena eran debilitadas o eliminadas mediante tratamientos con úrea, benzeno, verde de malaquita y otras sustancias.

IV. MATERIALES Y METODOS

Con el objeto de obtener inóculo en cantidad suficiente para efectuar las inoculaciones en los experimentos con auxonas, se colectaron en plantaciones cercanas a Palmira, ramas y hojas de tomate que presentaban los síntomas característicos de la "chamusquina". Este material se colocó en cámara húmeda para estimular la rápida formación de esporangios, lo cual ocurrió al cabo de 12 horas. Una suspensión de micelio y esporangios en agua bidestilada con 5% de sacarosa, se asperjó luego sobre rebanadas de papa procedentes de tubérculos previamente lavados y sumergidos en una solución de bicloruro de mercurio al 1 por mil, durante 5 minutos, y en alcohol de 70°, pasándolos luego por la llama. Las rebanadas se colocaron sobre dos tubos de vidrio en cajas de petri esterilizadas que servían a manera de cámaras húmedas, poniendo en el fondo de ellas una capa de algodón y una hoja de papel filtro con una solución de estreptomicina (30 mmg.) y vitamina B1 (30 mmg.) en agua destilada. Esta solución evitaba contaminaciones bacteriales y a la vez estimulada el desarrollo del hongo. La técnica empleada fue la misma descrita por Crosier (4).

El experimento incluyó tres épocas de inoculación, 5 tratamientos y 3 replicaciones cada una de las cuales incluía 6 plantas, siendo solamente 5 las que recibían el tratamiento y sirviendo la otra como testigo para cada replicación.

Se usó la variedad "Marglobe" por ser ésta una de las más comunes en plantaciones de tomate en el Valle y mostrarse bastante susceptible a la "chamusquina". Cuando las plantas tenían 15 días en el semillero, se transplantaron a materas con arena previamente esterilizada en el autoclave, teniendo la precaución de lavar cuidadosamente las raíces.

Las plantas se regaron diariamente con solución nutritiva "Croné" (Mueller, 17).

Se emplearon cinco sustancias reguladoras de crecimiento cuya composición química, nombre comercial y concentración usada, se da en la Tabla I.

Las sustancias se aplicaron a la planta, sumergiendo el follaje en ellas durante 15 segundos. Con el objeto de evitar que dichas sustancias mojaran la arena en donde iban sembradas las plantas, se usaron tapas de cartón que sellaban en forma hermética las materas. El método empleado es el mismo descrito por Davis y Dimond (8), con ligeras modificaciones. La forma como se hicieron estos tratamientos se ilustra en la Figura 1.

— T A B L A I —

Compuesto químico, nombre comercial y concentración de las sustancias usadas en los experimentos sobre inducción de resistencia al *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.

Compuesto químico	Nombre Comercial	Concentración p.p.m.
Acido Indol-3-acético	1-3-A	500
Sal Indol-3-butírico	1-3-B	200
Acido 2,4-Diclorofenoxiacético	2-4-D	5
Acido 2,4,5-Triclorofenoxiacético	2,4,5-T	5
Acido alfa-Naftaleniácético	N-A-A	50

Para las inoculaciones se hicieron suspensiones de micelio y esporangios en agua bidestilada con 5% de sacarosa, provenientes de los cultivos en papa. Se usó un atomizador plástico, aplicando el inóculo tanto a las hojas como a los tallos. Después de efectuada la

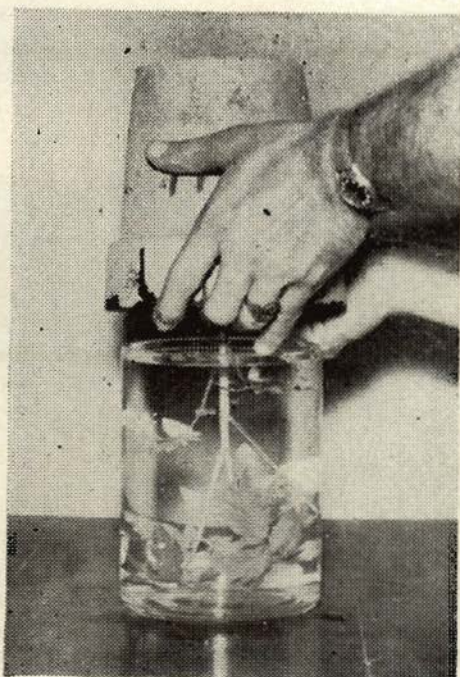


Figura 1.— Forma en que se hicieron los tratamientos con las sustancias reguladoras del crecimiento para inducir resistencia al *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en plantas de tomate.

inoculación, las plantas se colocaron dentro de una cámara húmeda como se ilustra en la Figura 2, con la cual se obtuvo un 100% de humedad relativa y una temperatura entre 19° y 20°C que, de acuerdo con Muller y Griesinger (19), es la óptima para el desarrollo de la enfermedad.

En las cámaras, las plantas permanecieron durante tres días, después de los cuales se sacaron a la temperatura ambiente y a la luz indirecta. Al día siguiente se hizo la lectura de la intensidad de ataque de la enfermedad para lo cual se usó la siguiente escala arbitraria de calificación:

- 0 = ningún ataque
- 1 = ataque leve
- 2 = ataque moderado
- 3 = ataque intenso
- 4 = muerte total de la planta

Las calificaciones entre 1 y 3 se juzgaron en la siguiente forma:

1 = Plantas que sólo presentaban lesiones pequeñas y en muy pocos folíolos del total de las hojas.

2 = Plantas que presentaban lesiones relativamente grandes no sólo en los folíolos, sino también en el pecíolo de la hoja y en mayor número que la anterior.

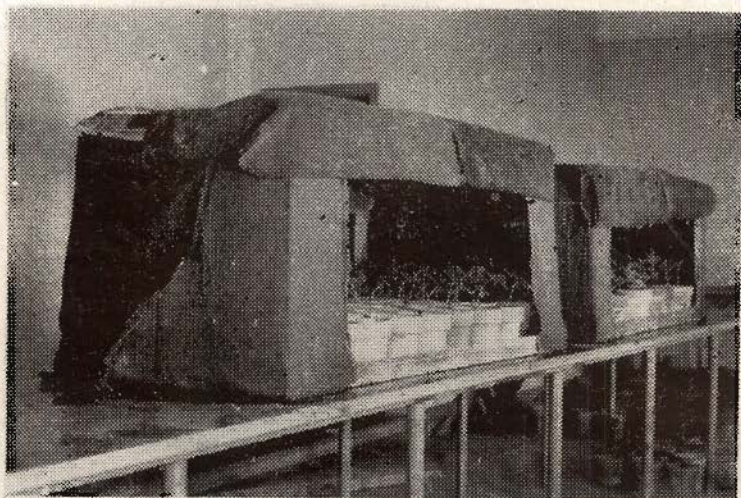


Figura 2.— Cámara húmeda utilizada en las inoculaciones con *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, la cual proporcionaba las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad.

Foto: A. Figueroa P.

3 = Plantas que presentaban lesiones en casi todas las hojas, ocupando gran parte de su superficie y además alguna lesión en el tallo.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Se obtuvieron resultados positivos, de acuerdo con el método descrito por Crosier (4) para el cultivo del hongo "in vitro".

Como se observa en la Figura 3, el crecimiento del hongo en las rebanadas de papa fué muy abundante, notándose en un examen microscópico del micelio formado a los tres días de sembrado, que no solamente hubo formación de estructuras vegetativas de resistencia sino también un crecido número de esporangios los cuales no logró obtener Rojas, citado por Estrada (12). Rojas observó que el desarrollo del hongo en condiciones similares era muy lento y no formaba esporangios.

En ensayos sobre germinación de los esporangios obtenidos de los cultivos en papa, se consiguió un alto porcentaje de ella en agua bidestilada con 5% de sacarosa. Estas pruebas se efectuaron con el objeto de averiguar el medio más adecuado para hacer la suspensión de esporos con que se inocularían las plantas.

Se observó en las plantas tratadas, que ciertos compuestos ocasionaban cambios morfológicos como retorcimiento de los tallos y encrespamiento de las hojas, notándose que este efecto se hacía más notorio en plantas tratadas con los ácidos Indol-3-acético (I-3-A) el

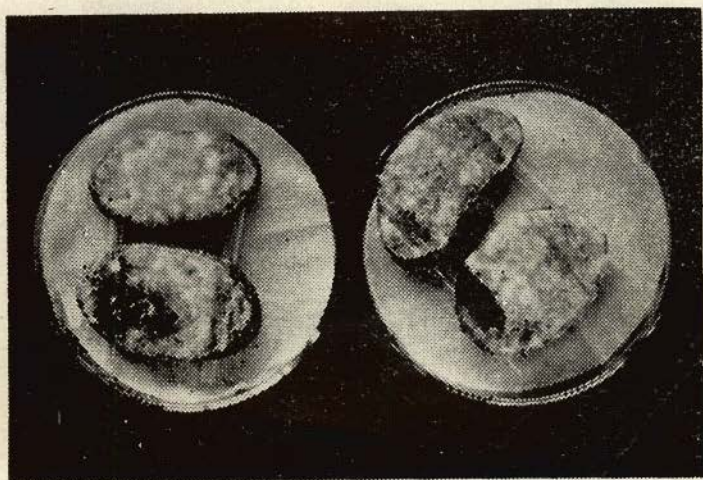


Figura 3.— Crecimiento abundante del *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en rebanadas de papa, después de tres días.

alfa-naftaleniácético (N-A-A) y la sal potásica del Indol-3-butírico (I-3-B). Con los ácidos el efecto fitotóxico se hizo presente a los 20 minutos después del tratamiento, siendo el del Indol-3-acético, el más característico y el cual puede observarse en la Figura 4.

En la Tabla II se dan los resultados de los experimentos, incluyendo tres épocas de inoculación después de los tratamientos con 5 sustancias reguladoras del crecimiento. Dichos resultados corresponden al promedio de la calificación dada a cada una de las cinco plantas incluidas en cada replicación.

Como puede observarse, todas las sustancias indujeron, en mayor o menor grado, resistencia al *Phytophthora infestans*, si se compara la calificación promedio de cada replicación con aquella de los testigos.

En relación con las épocas de inoculación después de los tratamientos se nota que, en el caso del Indol-3-acético y el Indol-3-butírico, la inducción de resistencia al patógeno fué mayor cuando dichas sustancias se aplicaron con 4 días de anterioridad a la inoculación. En cambio, con el 2,4,5-Triclorofenoxiacético y el alfa-naftaleniácético, la resistencia inducida fue mayor a los 12 días.

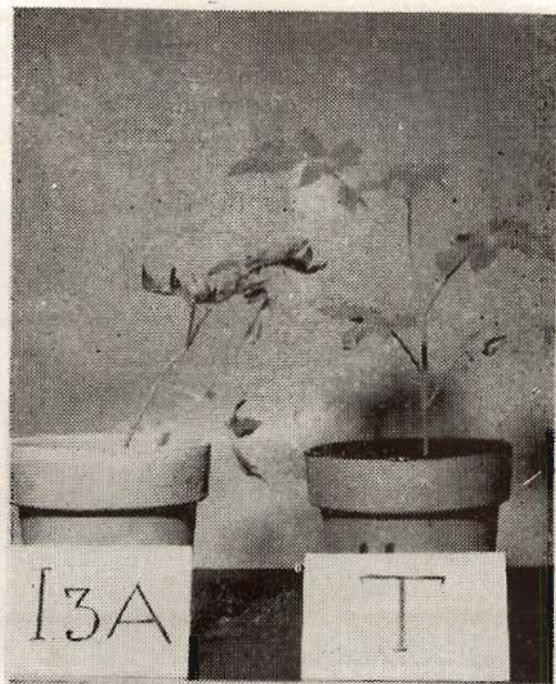


Figura 4.— Cambios morfológicos ocasionados por el ácido Indol-3-acético (I-3-A), en comparación con una planta no tratada (T).

Calificación de la intensidad de ataque del *PHYTOPHTHORA INFESTAS* (Mont.) de Bary en Plantas de tomate tratadas con cinco auxonas e inoculadas en tres épocas diferentes

T R A T A M I E N T O S	TIEMPO DEL TRATAMIENTO DESPUES DE LA INOCULACION								
	4 días			8 días			12 días		
	1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Acido Indol -3- acético	2,6**	0,6	1,2	3,4	3,2	2,8	2,4	2,8	0,8
Sal Potásica Indol -3- butirico	2,6	1,4	2,2	3,4	3,4	2,4	2,6	2,0	2,6
Acido 2,4-Diclorofenoxiacético	3,0	2,6	2,0	1,6	2,4	1,6	1,6	3,2	2,8
Acido 2,4,5-Triclorofenoxiacético	3,0	3,2	2,4	2,2	2,4	2,6	2,6	1,9	2,1
Acido alfa Naftaleniácético	3,5	3,8	3,7	3,6	3,6	3,6	2,4	2,4	2,4
Testigo	4,0	4,0	4,0	3,8	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0

* El experimento incluyó tres replicaciones por época para cada substancia

** Basado en el promedio de cinco plantas tratadas.

El 2,4-Diclorofenoxiacético resultó ser más efectivo cuando la inoculación se hizo 8 días después del tratamiento.

Teniendo en cuenta que las sustancias indujeron mayor resistencia en determinadas épocas que en otras, se hace difícil juzgar cuál o cuáles de ellas pueden considerarse más efectivas como quimioterapéuticos. Su eficacia debe estimarse de acuerdo con la época específica en la cual inducen mayor resistencia.

No se descarta la posibilidad de que alguna de las sustancias empleadas, tales como el 2,4,5-Triclorofenoxiacético y el alfa-naftaleniácético, que indujeron mayor resistencia a los 12 días después de la inoculación, aumentan su poder fungitóxico en épocas posteriores.

VI. CONCLUSIONES

a). Mediante el método descrito por Crosier (4), fué factible aislar y obtener "in vitro" crecimiento micelial y profusa formación de esporangios de **Phytophthora infestans**.

b). Se observó que en las concentraciones empleadas, algunas de las sustancias reguladoras del crecimiento usadas para inducir resistencia a la "chamusquina" del tomate, causaban cambios morfológicos en las plantas, los cuales se manifestaban por retorcimiento del tallo y encrespamiento de las hojas.

c). Todas las sustancias usadas en los experimentos indujeron resistencia al **Phytophthora infestans** en mayor o menor grado.

d). Con respecto a las épocas de inoculación después de los tratamientos, se observó que existe variación en cuanto a la resistencia inducida por las diferentes sustancias empleadas. Así por ejemplo, el Indol-3-acético y el Indol-3-butírico fueron más efectivos cuando se aplicaron con 4 días de anterioridad a la inoculación. En cambio con el 2,4,5-Triclorofenoxiacético y el alfa-naftaleniácético, la resistencia inducida fue mayor a los 12 días. En el caso del 2,4-Diclorofenoxiacético, fue a los 8 días cuando su efectividad alcanzó el mayor valor.

e). De acuerdo con los resultados obtenidos, se hace difícil juzgar cuál o cuáles de los compuestos empleados indujeron mayor resistencia ya que ésta fue variable de acuerdo con las épocas de inoculación.

f). Existe la posibilidad de que algunas de las sustancias empleadas aumenten su facultad de inducir resistencia en épocas posteriores a las usadas en estos experimentos. Así, en el caso del ácido alfa-naftaleniácético se observó que, a medida que el tiempo transcurrido entre su aplicación y la inoculación se hacía mayor, su facultad para inducir resistencia aumentaba.

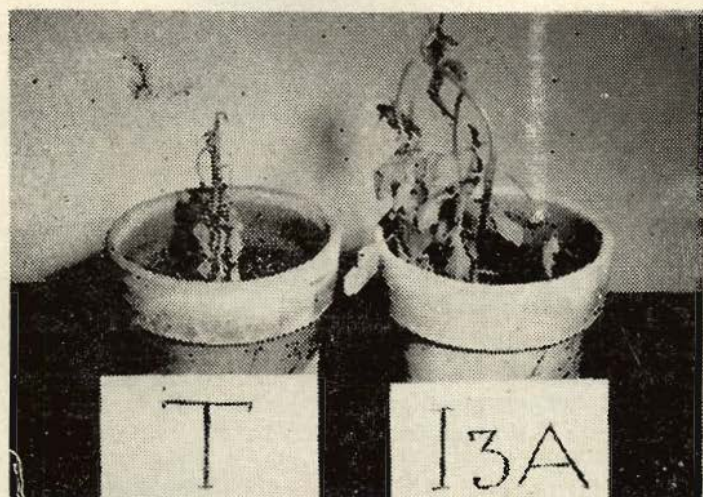


Figura 5.— Efecto del Indol-3-acético (500 p.p.m.) en la inducción de resistencia al *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Izquierda: Testigo. Derecha: Planta tratada.

Foto: A. Figueroa P.



Figura 6.— Efecto del Indol-3-butírico (200 p.p.m.) en la inducción de resistencia al *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Izquierda: Testigo. Derecha: Planta tratada.

Foto: A. Figueroa P.

VII. RESUMEN

El autor presenta información sobre la historia de la Quimioterapia, haciendo énfasis sobre los progresos logrados en esta fase del control de las enfermedades. Se incluyó información sobre los resultados obtenidos por varios investigadores con algunos quimioterapéuticos en diversas enfermedades, especialmente con las sustancias reguladoras del crecimiento. Así mismo se definen términos y se explican conceptos relacionados con la Quimioterapia.

Cultivos "in vitro" del agente causal de la "chamuschina" del tomate (*Phytophthora infestans*, (Mont.) de Bary), dieron resultados positivos, obteniéndose profusa formación de esporangios, los cuales se utilizaron en suspensión en agua bidestilada con 5% de sacarosa, para efectuar inoculaciones en plantas de tomate.

Cinco sustancias reguladoras del crecimiento se usaron en los experimentos tendientes a demostrar su capacidad para inducir resistencia al *Phytophthora infestans*, sumergiendo en sus soluciones el follaje de plantas de tomate.

Se observó que algunos de los compuestos, especialmente los ácidos Indol-3-acético (500 p.p.m.) y alfa-Naftaleniácético (50 p.p.m.), junto con la sal potásica del Indol-3-butírico (200 p.p.m.), producían notorios cambios morfológicos en las plantas, tales como retorcimientos del tallo y encrespamientos de las hojas, los cuales no se observaron con el 2,4-Diclorofenoxiacético (5 p.p.m.) y el 2,4,5-Triclorofenoxiacético (5 p.p.m.).

Después de 4, 8 y 12 días, las plantas tratadas se inocularon con el hongo, estableciéndose que, en general, todas las sustancias empleadas indujeron resistencia en mayor o menor grado.

Se observó que existe variación en cuanto a la resistencia inducida por las sustancias con respecto a las épocas de inoculación. Así, el Indol-3-acético y el Indol-3-butírico fueron más efectivos cuando aplicados con 4 días de anterioridad a la inoculación. En cambio, la resistencia inducida por el 2,4,5-Triclorofenoxiacético y el alfa-Naftaleniácético fue mayor a los 12 días.

Teniendo en consideración los resultados obtenidos, se hizo difícil juzgar cuál o cuáles de los compuestos empleados indujeron mayor resistencia, pues ésta fue variable de acuerdo con la época de inoculación.

Existe la posibilidad de que algunas de las sustancias empleadas aumentan su facultad de inducir resistencia en épocas posteriores a las usadas en estos experimentos.



Figura 7.— Efecto del 2,4-Diclorofenoxiacético (5 p.p.m.) en la inducción de resistencia al *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Izquierda: Testigo. Derecha: Planta tratada.

Foto: A. Figueroa P.



Figura 8.— Efecto del 2,4,5-Triclorofenoxiacético (5 p.p.m.) en la inducción de resistencia al *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Izquierda: Testigo. Derecha: Planta tratada.

Foto: A. Figueroa P.

POSSIBLE RESISTANCE INDUCTION ON TOMATO TO **PHYTOPHTHORA INFESTANS** (MONT.) DE BARY BY USING PLANT GROWTH-REGULATORS.

SUMMARY

The author presents information concerning the history of Chemotherapy emphasizing achievements in this phase of disease control. He includes information concerning the results obtained by various investigators with some chemotherapeutants in various diseases, especially with growth-regulating substances. Likewise he defines terms and explains concepts concerning chemotherapy.

Cultures "in vitro" of the causal agent of the late blight (*chamusquina*) of the tomato (***Phytophthora infestans***, (Mont.) de Bary), gave positive results, producing profuse formation of sporangia, which were used in a double-distilled water suspension with 5% of sucrose, in order to perform the inoculations of tomato plants.

Five growth-regulating substances were used in the experiments in an attempt to demonstrate their capacities to induce resistance to the ***Phytophthora infestans***, submerging the foliage of the tomatoes in the solutions.

It was observed that some of the compounds used, especially the acids Indol-3-acetic (500 p.p.m.), and -Naphthaleneacetic acid (50 p.p.m.), together with the salt Indole-3-butiric (200 p.p.m.), produced notable morphologic changes in the plants, such as twisting of the stolks and curling of the leaves, which effects were not observed with the 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (5 p.p.m.), and the 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid (5 p.p.m.).

After 4, 8 y 12 days the plants treated were inoculated with the fungus. It was observed that, in general, all the substances employed induced some degree of resistance.

It was observed that the resistance induced varied with the time of inoculation. The Indole-3-acetic and the Indole-3-butiric salt were more effective when applied 4 days previous to the inoculation. On the other hand, the resistance induced by the 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid and the alfa-Naphthaleneacetic acid was greatest when applied 12 days in advance of the inoculation.

From the results it seems difficult to judge which of the chemicals used induced the greatest resistance, because this changed in accord with the inoculation time.

The possibility exists that some of the substances employed will increase their ability to induce resistance at some later date.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Caroselli, N. E. and Ferlam, A. W.— Dutch elm disease chemotherapy with carolate and related formulations. *Phytopath.* 41:6. 1951.
2. Chapman, R. A.— Relation of specific chemotherapeutants to the infection court. *Phytopath.* 41:6-7. 1951
3. Crawdy, S. H. and Davies, M. E.— Studies on sistemic fungicides. II. Behavior of groups of reported chemotherapeutants. *Phytopath.* 32:127-130. 1952.
4. Crosier, W.— Culture of *Phytophthora infestans*. *Phytopath.* 23:713-720. 1933.
5. Crowdy, S. H. and Wain, R. L.— Sudies on sistemic fungicides. I. Funicidal properties of the aryloxyalkylcarboxilic acid. *Ann. Appl. Biol.* 38: 318-33. 1951. (Res. en Rev. App. Myc. 31:249-250. 1952).
6. Davies, D.— Chemoterapeutic activity may be independet of fungitoxicity. *Phytopath.* 42:6. 1952.
7. Davis, D. and Dimond, A. E.— Altering resistance to disease with synthetic organic chemicals. *Phytopath.* 42:563-567. 1952.
8. Davis, D. and Dimond, A. E.— Inducing disease resistance with Plant growth-regulators. *Phytopath.* 43:137-140. 1953.
9. Dimond, A. E., Stoddard, E. M. and Chapman, R. A.— Chemo-therapeutic investigations on the common bacterial blight of beans. *Phytopath.* 42:72-76. 1952.
10. Dimond, A. E. and Davis, D.— 2-carboximethylmercaptobenzo-tyazole salts as Chemotherapeutants for plant disease. *Phttopath.* 42:7. 1952.
11. Dimond, A. E. et al.— Plant Chemotherapy as evaluated by the Fusarium Wilt Assay on Tomatoes. *Connecticut Agr. Exp. Sta. Bol.* 557. 1952.
12. Estrada, R. N.— Mejoramiento genético de la papa en Colombia, para resistencia a la "gota" causada por el *Phytophthora infestans*, (Mont.) de Bary. *Rev. Fac. Nal. de Agronomía.* (Medellín). 15:80-82. 1954.
13. Garcés, O. C.— Control de las enfermedades de las plantas pp. 344-360. *Facultad de Agronomía.* Medellín. 1954.
14. Horsfall, J. G. and Zentmyer, G. A.— Antidoting the toxina of

Plant Disease. *Phytopath.* **32**:22-23. 1942.

15. **Leben, C. and Keitt, G. W.**— Antibiotics and Plant Disease. Effects of antibiotics in control of Plant Diseases. *Agric. and Food Chem.* **2**:234-238. 1954.
16. **Livingston, J. E.**— The control of leaf and stem rust of wheat with chemotherapeutants. *Phytopath.* **43**:496-499. 1953.
17. **Martin, J. P.**— Use of acid, rose bengal and Streptomycin in the plate method for estimating wilt fungi. *Soil Sci.* **69**:215-232. 1950.
18. **Miller, C. P.**— *Plant Physiology*. 2^d ed. 2^d Imp. p. 242 Mc Graw Hill Book Company Inc. New York and London. 1938.
19. **Muller, K. O. and Criwsinger, R.**— Der Einfluss der temperatur auf die reaktion von anfalligen und resistenten Kartoffelsorten gegenuter *Phytophthora infestans*. *Angew. Bot.* **24**:130-149. 1942.
20. **Richards, R. R.**— Responses of representative fungi to certain growth regulating substances. *Bot. Gaz.* **110**:523-550. 1949.
21. **Sharvelle, E. G.**— Systemic Fungicides in 1951: British Investigations. *The Plant Dis. Rep.* **36**:35-43. 1952.
22. **Stoddard, E. M. and Dimond, A. E.**— The Chemotherapy of Plant Disease. *Bot. Rev.* **15**:345-376. 1949.
23. —————. — Chemotherapeutic control of *Rhizotocnia* on green-house stock. *Phytopath.* **42**:476. 1952.