

EFFECTIVIDAD DE VARIOS FUNGICIDAS EN LA REPRESION DEL "DAMPING-OFF" Y DE LA PUDRICION DE SEMILLAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) (*)

Por Antonio López Mendibeiño

I. INTRODUCCION

El término "damping-off" se aplica al conjunto de síntomas presentados por un grupo de enfermedades con diversa etiología, los cuales consisten principalmente en una pudrición del tallo a nivel o bajo la superficie del suelo, que ocasiona muchas veces el volcamiento de las plántulas (Sánchez, 21). Sin embargo, generalmente se habla del "damping-off" como de una sola enfermedad, precisamente por la común sintomatología que muestran todas las enfermedades incluídas bajo este término.

En el idioma español no hay un vocablo que indique exactamente el significado del término "damping-off" y su traducción más acertada podría ser "volcamiento de las plántulas". En el presente trabajo se usará el término inglés.

El "damping-off" es una enfermedad de gran importancia económica que se presenta en muchos cultivos, especialmente cuando éstos se encuentran en los semilleros, pero que también puede ocurrir en el campo o invernadero, con caracteres de gran destructividad.

Los organismos causantes de esta enfermedad son variados y numerosos e incluyen hongos y bacterias, aunque la invasión de las semillas por insectos puede ser otra causa de la falla en la germinación de semillas, intrínsecamente aptas para germinar (Cardona, 6; Harter y Zaumeyer, 12; Howe et al. 13).

El patógeno puede atacar las semillas aún antes de que estas al-

(*) 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.

cancen a germinar, ocasionado entonces su total destrucción. A este tipo de ataque se denomina comunmente "pudrición de las semillas". Cuando el ataque del patógeno ocurre inmediatamente después de la germinación, la plántula originada puede ser destruída totalmente antes de emerger de la superficie del suelo, aunque algunas veces el organismo afecta sólo una porción de ella, pudiendo entonces emerger pero considerablemente afectada. A este tipo de ataque se denomina "damping-off" de pre-emergencia. El "damping-off" de post-emergencia se refiere al ataque a la planta después que ésta ya ha emergido, presentándose entonces los síntomas de la enfermedad ya descritos y otros secundarios, como el aspecto clorótico de las plantas, seguido de marchitez y finalmente de desnudez, ya que sólo quedan al final los tallos defoliados y secos. (Cardona, 6; Howe et al., 13). Si se desentierren cuidadosamente las plantas afectadas, se observará que sus raíces se encuentran necrosadas. Algunas veces las raíces solamente sufren la enfermedad, permaneciendo sano el tallo, en cuyo caso las plantas jóvenes pueden permanecer erectas durante cierto tiempo, sin ocurrir volcamiento. (Sánchez, 21).

Muchos de los hongos causantes de esta enfermedad pueden atacar las plantas en estado avanzado de su desarrollo, aún en el período de post-floración, ocasionando pudriciones continuas del tallo y de la raíz principal, a consecuencia de las cuales ocurre el amarillamiento, marchitez y aún la muerte de las plantas (Cardona, 6).

Entre los hongos capaces de ocasionar el "damping-off" y la pudrición de las semillas se encuentran especies de *Marasmius*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Aphanomyces*, *Botrytis*, *Ascochyta*, *Phymatotrichum*, *Thielaviopsis*, *Mucor*, *Pleospora* y *Penicillium* (Baylis, 3; Cardona, 6; Harter y Zau-meyer, 12; Reinking, 20; Sánchez, 22). Muchos de estos hongos son parásitos facultativos o sea habitantes naturales del suelo que pueden vivir sobre materia orgánica en descomposición y tornarse parásitos en el momento que alcanzan un hospedero susceptible, especialmente en el estado de la plántula o de semilla (Howe et al., 13).

La enfermedad ataca gran número de hospederos entre los cuales se encuentran principalmente tabaco, tomate, pepino, remolacha, soya, frijol, tréboles, alfalfa, arvejas, algunos pastos, muchas plantas de jardín y cereales como trigo, arroz, avena, maíz y cebada (Brentzel, 5; Sánchez, 21).

La prevalencia de estas enfermedades está determinada principalmente por la clase de patógeno, su concentración en el suelo, la susceptibilidad de la planta hospedera y la temperatura y humedad del suelo (Howe et al., 13).

Cualquier condición que interrumpa o retarde la germinación de la semilla la hace más susceptible a la enfermedad. En general, los cultivos que requieren temperatura alta para su desarrollo, como el frijol y el algodón, están más sujetos al "Damping-off" pre-

emergente a baja que a alta temperatura, en tanto que los cultivos que requieren baja temperatura como la espinaca y la arveja, a menudo sufren menor infección a baja que a alta temperatura. (Andersen y DeZeeuw, 2; Howe et al., 13; Leach, 16).

La humedad del suelo favorece la prevalencia de estas enfermedades por cuanto estimula el desarrollo de muchos de estos microorganismos, particularmente el *Pythium* que es de hábito acuático y por otra parte establece una condición adversa a la germinación de las semillas, posiblemente por razones fisiológicas (Howe et al., 13).

Se ha demostrado plenamente que la represión del "damping-off" de pre-emergencia y de la pudrición de las semillas se puede lograr con éxito mediante el tratamiento protector de éstas, con substancias tóxicas para los patógenos (Andersen y DeZeeuw, 1; Cohn y DeZeeuw, 7; DeZeeuw y Andersen, 8; Howe et al., 13; Leach y Smith, 17; Sánchez, 21). Esta es una práctica muy común hoy día en otros países pero casi ignorada en nuestro medio por los agricultores.

La presente investigación tiene como objetivos:

- 1) Estudiar la efectividad de catorce fungicidas para la represión del "damping-off" y de la pudrición de semillas de frijol.
- 2) Determinar los hongos más comunmente asociados con el "damping-off" bajo las condiciones del Valle del Cauca.

Los experimentos se llevaron a cabo en la Facultad de Agronomía del Valle, empleando semillas de frijol de la variedad "Estrada Rosado".

II. REVISION DE LITERATURA

El notable aumento que el cultivo del frijol ha tenido en el Valle en los últimos años y las pérdidas económicas que el "damping-off" y la pudrición de semillas ocasionan en dicho cultivo, son razones suficientes para justificar un trabajo que indique al agricultor cuáles fungicidas debe emplear para la represión de dichas enfermedades.

El desarrollo del cultivo del frijol en el Valle es tan notorio que hoy se habla de la "fiebre del frijol", debiéndose este fenómeno, según Izquierdo (14), a los siguientes factores:

- a) Mayor demanda en los mercados.
- b) Precios más remunerativos para el grano.
- c) Mejores métodos de cultivo.

El mismo autor (14), presenta un cuadro comparativo sobre el aumento en la superficie sembrada de frijol en la parte plana del

Valle del Cauca, expresado en plazas (6.400 mts²), durante los últimos años, así: 1952, 7.447 plazas; 1953, 8.660 plazas; 1954, 11.907 plazas (valor aproximado). Dicho autor calcula en 65% el aumento del cultivo en estos tres años.

A pesar de esta gran intensificación del cultivo, el rendimiento por plaza sigue siendo deficiente, pues en tanto que el promedio de producción para los cultivadores del Valle es de 55,6 arrobas, en las Estaciones Agrícolas de Palmira y Medellín hay variedades comerciales con un rendimiento de 90 y 100 arrobas por plaza. Esta deficiencia en la producción obedece a muchos factores como: siembra de variedades de poco rendimiento, mala preparación del terreno, daño causado por plagas y enfermedades, y en parte al hecho de que los pocos agricultores que emplean prácticas técnicas en sus cultivos, lo hacen siguiendo las normas que su propia experiencia e iniciativa les indican (Izquierdo, 14).

En su estudio sobre el cultivo del frijol en la parte plana del Valle del Cauca, Izquierdo (14) encontró que de 128 productores tomados al azar, sólo 40 hacían tratamiento de semillas o sea el 31,25%.

A pesar del poco cuidado prestado por los agricultores a las prácticas fitosanitarias, el siguiente cuadro presentado por el mismo autor (14), muestra claramente las ventajas económicas obtenidas por aquellos que usaron cierta técnica en el cultivo del frijol.

VENTAJAS EN RENDIMIENTOS AL LLEVARSE A CABO

CIERTAS PRACTICAS DE CULTIVO

Práctica técnica	Número de productores que hacen de 95, tomados al azar	Promedio de producción (arrobas)	% de aumento sobre el promedio	Valor en pesos del aumento
Desinfección control de plagas y enfermedades y rotación	9	76	36,8	300,00
Control de plagas y enfermedades y desinfección	7	75	34	285,00
Desinfección y rotación	16	69	24,1	208,00
Desinfección	10	66	18,8	160,00

Nota: Con el término "desinfección" Izquierdo (14) designa el tratamiento de las semillas con fungicidas protectores.

De los datos del cuadro anterior se puede deducir claramente cuáles serían las ventajas económicas obtenidas por el agricultor si dichas prácticas como la del tratamiento de las semillas, se hicieran según la técnica aconseja y con los materiales más adecuados.

Generalmente las semillas obtenidas por el agricultor cuando no vienen infectadas con los patógenos causantes de muchas enfermedades comunes del frijol como el añublo bacterial, la antracnosis y las pudriciones radiculares, traen al menos sobre su superficie dichos patógenos en simple asociación mecánica con la semilla. Por otra parte, aún cuando se siembre semilla sana, ésta se ve expuesta al ataque de los organismos patógenos, habitantes o invasores del suelo, según se anotó anteriormente. Con base en estas observaciones los autores han estudiado los tres objetivos principales del tratamiento de semillas:

1) Desinfección de la semilla, eliminando los patógenos que se encuentran en asociación vital con los tejidos de la misma o bajo la cutícula.

2) Desinfestación de la semilla por destrucción de los patógenos que se encuentran sobre su superficie.

3) Protección de la semilla mediante una capa del fungicida que impida que los patógenos habitantes o invasores del suelo puedan ocasionar su destrucción antes de que germine o el "damping-off" de las plántulas, después de su germinación (Cohn y DeZeeuw, 7; Garcés, 10; Howe et al., 13; Sánchez, 22).

Según Garcés (10), fueron Finell y Clayton los primeros en reconocer claramente que si se trataba las semillas con mercuriales orgánicos para desinfestarlas, se las protegía al mismo tiempo contra el ataque de los organismos del suelo, causantes del volcamiento pre-emergente de las plántulas.

La acción protectora del fungicida consiste en rodear la semilla de una capa del producto químico, la cual impide que los patógenos lleguen a aquella, actuando como una barrera de protección entre los hongos presentes en el suelo y la semilla. Después de su germinación las semillas arrastran en su puyón parte de fungicida que protege la plántula hasta su emergencia y en algunos casos, la plántula puede absorber cierta cantidad del producto como para resistir por algún tiempo, el ataque de los patógenos (Garcés, 10).

De acuerdo con este mismo autor (10), los protectores de semilla pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes:

1) Compuestos mercuriales orgánicos e inorgánicos. Ejemplos: Oxido amarillo de mercurio, Biclórico de mercurio, Semesan, Semesan Jr., Ceresan, Granosan, Agrox, etc.

2) Compuestos inorgánicos a base de cobre y zinc. Ejemplos: Sul-

fato de cobre, Carbonato de cobre, Oxido rojo de cobre, Oxido de zinc, etc.

3) Compuestos orgánicos a base de azufre. Ejemplos: Arasan, Fermate, Orthocide 75, etc.

4) Materiales misceláneos, incluyendo las quinonas. Ejemplos: Spergon, Phylon, Phylon X-L, etc.

La mayoría de estos productos se emplean en cantidades muy pequeñas (2 a 4 onzas por cada 100 libras de semilla) y muchos de ellos se recomiendan para el tratamiento de determinada clase de semillas.

En general, un buen protector de semillas debe reunir las siguientes características: ser fungitóxico en concentraciones no fitotóxicas para el embrión; tener buen poder de adhesión y gran estabilidad; ser barato y de fácil aplicación; inocuo para el hombre y no corrosivo para la maquinaria (Garcés, 10).

No existe ningún protector de semillas que tenga todas estas características juntas puesto que ellas se atribuyen a un protector "ideal", pero es lógico que el mejor para un caso dado será aquel que llene el mayor número de estos requisitos para ese caso.

El éxito en el tratamiento de las semillas depende de varios factores: humedad, reacción y temperatura, así como también de la clase y cantidad de inóculo presente en él. Si hay un conjunto de factores adversos a la germinación de la semilla o que formen un medio muy propicio al desarrollo de los patógenos, no se deberá esperar mucho éxito en el tratamiento protector. Más aún, puede ocurrir que las variedades más tolerantes puedan volverse susceptibles a la enfermedad, si estas condiciones desfavorables persisten. En general, la textura compacta de los suelos desfavorables para el desarrollo radicular, el exceso de humedad por falta de drenaje adecuado o por lluvias excesivas, un pH 6, 25 a 7,45 ideal para el desarrollo de los patógenos, especialmente de las especies *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia* y la temperatura baja del suelo desfavorable a la germinación, son algunos de los factores que influyen notoriamente en la efectividad del tratamiento de las semillas de frijol. (Andersen y DeZeeuw, 2 Baylis, 3; Cohn y DeZeeuw, 7; Gerdeman, 11; Howe et al., 13; Leach, 16; Reinking, 20; Yerker et al., 25).

Mckeen (19) teniendo en cuenta la importancia del factor suelo, hizo un estudio comparativo de la efectividad de varios tratamientos para el suelo y las semillas, separados y en combinación. Trabajando con hortalizas, observó que la aplicación al suelo de Arasan antes de la siembra, fue altamente efectiva para reprimir el "damping-off" y que dicha aplicación era muy superior al simple tratamiento de las semillas con el mismo producto. Sin embargo el tratamiento combinado de semilla y suelo, fue en general más efectivo que el tratamiento solo de cualquiera de los dos.

Se ha encontrado que las diversas variedades difieren en sus retores del suelo, a veces difícilmente controlables, tales como textura, resistencia a la enfermedad y muestran una respuesta distinta al tratamiento de semillas. Cohn y DeZeeuw (7) en su revisión de literatura dicen que la opinión general de los autores es la de que los tipos de frijol con cutícula cerosa son más susceptibles que las variedades de frijol verde. Baylis (3), trabajando con arvejas, llegó a la conclusión de que en general son más resistentes al "damping-off" las variedades de semillas feculosas que las azucaradas. Cardona (6) encontró que para las condiciones del Valle de Medellín, las diversas variedades de frijol estudiadas exhibían el siguiente orden de susceptibilidad al "damping-off" pre-emergente, de mayor a menor: Uribe Rojo, Sangretoro, Estrada Rosado, Panameño y Algarrobo. Higuerrillo y Uribe Catarina mostraron un tipo intermedio de susceptibilidad, Uribe Redondo se mostró como el más resistente. Andersen y DeZeeuw (2) concluyeron que las variedades más susceptibles al "damping-off" se beneficiaban más con el tratamiento que las poco susceptibles. Kerkamp (15) observó que la respuesta al tratamiento era marcadamente favorable con semilla mala, en tanto que con buena semilla no había respuesta significativa. No existen estudios publicados en nuestro país sobre respuestas de las diferentes variedades de frijol al tratamiento de semillas con fungicidas protectores.

La aplicación del fungicida a la semilla se puede hacer en forma de polvo seco o en forma de remojo. El primer método consiste en revolver vigorosamente las semillas con la cantidad adecuada de fungicida, lo cual se puede hacer a mano o a máquina, dependiendo ello de la cantidad de semilla que se vaya a tratar. El método de remojo (slurry) fue puesto en práctica desde 1946 y su principal ventaja es la de eliminar el peligro del polvo volátil que se desprende en el método seco. Consiste en usar el fungicida en forma de una pasta semilíquida, mojando el fungicida con agua pura o adicionada de Methocel (solución al 7%). (Garcés, 10; Sánchez, 22). Este método necesita máquinas especiales.

Hay diversos estudios sobre la efectividad comparada de estos dos métodos y al hacer la revisión de literatura al respecto, se concluyó que el método seco es el mejor por las siguientes razones:

- 1) No citan los autores un solo caso en que el fungicida aplicado en forma de polvo haya mostrado menos efectividad que al aplicarlo en forma de remojo.

- 2) Se han encontrado algunos casos de daño a la semilla al aplicar el fungicida en forma de remojo, lo cual nunca se ha presentado con el método seco.

- 3) El tratamiento de la semilla por el método seco es menos dispendioso y más rápido que por el de remojo.

Andersen y DeZeeuw (2) encontraron que el Ceresan M se mos-

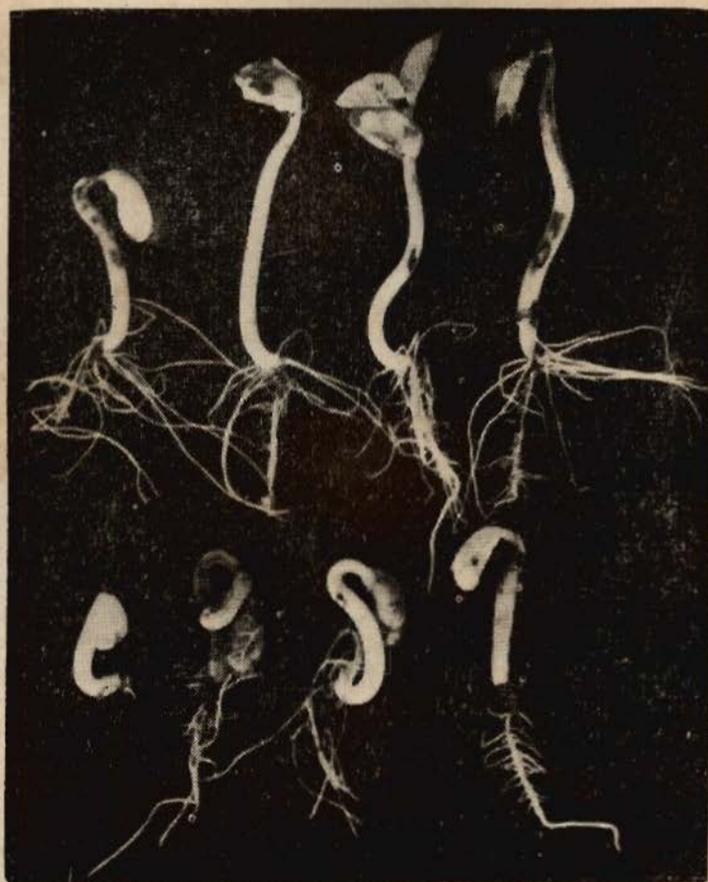


Figura 1.— Diversos tipos de ataque de los patógenos a las semillas en germinación. A veces las plántulas pueden emerger después de dichos ataques pero considerablemente afectadas.

Foto: T. M. Paredes.

tró muy nocivo para las semillas al aplicarlo en forma de remojo, en la proporción de cuatro onzas por cien libras de semilla. En estudios posteriores estos mismos autores encontraron que para otros fungicidas, ambos métodos de aplicación eran igualmente satisfactorios y que no había diferencia alguna al hacer el remojo con agua o con Methocel. DeZeeuw y Andersen (8) vieron efectos nocivos en las semillas de la variedad Alaska, cuando usaron Ceresan M en forma de remojo, en dosis moderadas y altas. Howe et al. (13) dicen que ambos son igualmente satisfactorios pero que el método seco es el más usado. Garcés (10) cita como desventaja del método seco el peligro que en esta forma puede tener el fungicida para el operador al inhalarse el polvo desprendido o producir irritación en la piel.

Cuando se aplica un fungicida a las semillas existe la posibilidad de mezclar dicho fungicida con algunas sustancias como hormonas o insecticidas, con el fin de obtener por la aplicación conjunta de estos productos, además de la protección contra el "damping-off", otros efectos deseables tales como la represión de algunas plagas o un mejor crecimiento de las plantas. Por otra parte se ha estudiado la posibilidad de mezclar varios fungicidas para obtener una mayor efectividad del tratamiento protector.

Para evitar daños a las plantas y disminución de la efectividad de los materiales, es importante saber cuáles combinaciones son seguras y cuáles no; conviene pues, estudiar los fenómenos de sinergismo y antagonismo entre los diversos materiales de la mezcla.

Baylis (3) estudió los efectos de la adición de sustancias reguladoras del crecimiento a los fungicidas protectores y encontró que la presencia de estas sustancias no producía cambio alguno en el comportamiento de los mercuriales, ni producía efectos adicionales benéficos en la emergencia y vigor de las plántulas.

Durante los años de 1950 a 1952, Leach et al. (18) hicieron algunos experimentos para estudiar y comparar la eficacia de varias mezclas de fungicidas con insecticidas, en el tratamiento de semillas de frijol lima. Algunos insecticidas usados solos, en ciertos casos produjeron disminución en la germinación de las semillas tratadas, pero este efecto nocivo fue eliminado o reducido grandemente, al usar cada insecticida mezclado con un fungicida.

Sánchez (22) en su revisión de literatura cita datos no publicados por Andersen, el cual como resultado de varios experimentos de campo con frijol, no encontró diferencia significativa alguna entre el I & D (Thiuran más Lindane) y el Ortho Seed Guard (Captan más Lindane) en cuanto a efectividad como protectores de semilla para la represión de gusanos y microorganismos causantes de pudriciones.

Howe et al. (13) observaron que el gusano de la semilla del maíz (*Hylemya ciliatella*, Rond.) era favorecido por los mismos factores ambientales que los hongos causantes del "damping-off" y comprobaron que el mejor método de represión era el tratamiento de las semillas

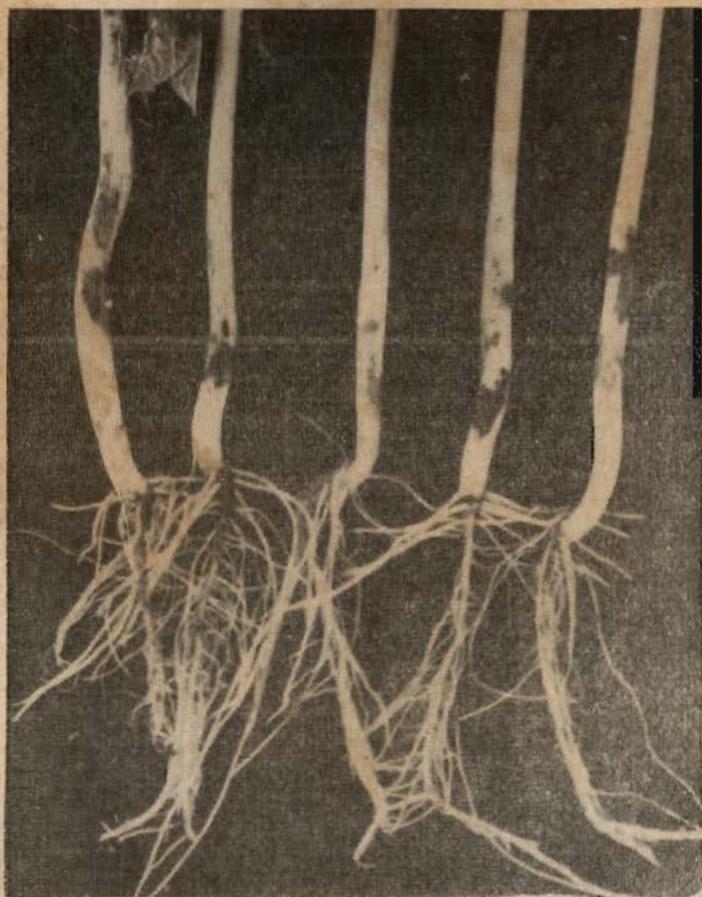


Figura 2.— Plántulas mostrando las lesiones típicas del "damping-off" en la base del Tallo o cuello de la Planta.

Foto: T. M. Paredes.

con una sustancia fungi-insecticida. La mezcla que resultó más efectiva fue la de Arasan SF con Chlordano, Dieldrin, Lindane o Aldrin.

Sánchez (22) no encontró diferencia en la efectividad de los fungicidas usados solos, en comparación con la de sus combinaciones, en ninguno de los experimentos con arvejas y frijol. En general entre mayor fue la eficacia del fungicida usado sólo, mayor fue la eficacia de sus combinaciones.

Se ha demostrado que en general no es recomendable la adición al fungicida de una sustancia adherente (Baylis, 3).

Algunos investigadores han puesto atención al efecto que el fungicida tiene sobre la semilla tratada, durante el período de almacenamiento hasta el momento de la siembra.

Baylis (3) comprobó que el poder germinativo de semillas de hortalizas, tratadas diez meses antes de la siembra, no disminuía a pesar de este largo período de almacenamiento.

DeZeeuw y Andersen (9) encontraron que el Phygon XL causaba ennegrecimiento de los cotiledones de semillas de frijol y estorbaba la ruptura de la cutícula en la germinación, de tal modo que los cotiledones quedaban restringidos anormalmente. Este efecto sólo fue observado en las semillas usadas para ensayos de almacenamiento, cuando germinaron en arena bajo condiciones de invernadero y a 60-65 F.; no vieron en cambio anomalía alguna, en semillas sembradas bajo condiciones de campo y tratadas inmediatamente antes de la siembra.

Brentzel (5) opina que para obtener los mejores beneficios del tratamiento, no debe sembrarse el grano inmediatamente después de tratado, sino almacenarse lo menos por un período de 24 horas antes de la siembra. Este investigador ha observado que las semillas de trigo se benefician, si después de tratadas se almacenan por un período de dos semanas antes de la siembra, y que la práctica tan común en Estados Unidos de tratar las semillas en invierno y almacenarlas hasta la primavera, no causa daño alguno y a menudo es ventajosa para las semillas. Los únicos casos en que según este autor, sería nocivo el almacenamiento de semillas tratadas, son cuando se tiene semilla pregerminada o semilla con alto contenido de humedad; esta semilla siempre deberá evitarse, pero en caso de tener que usarla en un momento dado, es mejor diferir el tratamiento hasta uno o dos días antes de la siembra.

Wallen y Skolko (24) observaron que aumentaba el porcentaje de germinación de las semillas de varias hortalizas, almacenadas durante algunos años, si recibían antes de la siembra un tratamiento protector con fungicidas.

Muchos autores han estudiado el tratamiento de semillas y sus investigaciones muestran gran variación en los resultados obtenidos.



Figura 3.— Efectividad de varios fungicidas en la represión del “damping off” y de la pudrición de semillas de frijol.

No. 2 Semesan; No. 10 Granosan. No. 4 Ethyl B-856; No. 15 Testigo; No. 9 Phygon.

Foto: T. M. Paredes.

A continuación se hará una breve revisión de los trabajos más importantes relacionados con el tratamiento protector de semillas de frijol.

Los experimentos realizados por Andersen y DeZeeuw (2) demostraron que el Spergon era el protector de semillas más seguro y efectivo. Otros fungicidas con los que obtuvieron resultados satisfactorios y que recomiendan para usar como protectores son: Phygon XL, Arasan, C & CL-224, Ceresan M (solamente en polvo, Semesan, Orthocide 406, carbonato básico de cobre, Agrox, Sulfato tribásico de cobre, Copozinc y Vancide 51).

Brentzel (5) recomienda para semillas de frijol, el uso del Spergon SL y del Arasan, en proporción de cuatro onzas por cien libras de semilla.

Cohn y DeZeeuw (7) durante el verano de 1948, en el estado de Michigan, trataron diez variedades de frijol con cinco protectores de semilla, para estudiar el valor de estos productos químicos contra el "damping-off". Estos investigadores sintetizan los resultados de su experimento en la siguiente forma:

1) El Spergon aplicado en proporción de cuatro onzas por cien libras de semilla, ocasionó un aumento significativo en la germinación en un 30,5% de las veces que fue aplicado; siete de las diez variedades usadas fueron beneficiadas por este producto en una o más siembras.

2) El tratamiento con L 224 (cromato zinc-mercurio) en proporción de cuatro onzas por cien libras, siguió en orden descendente de efectividad al Spergon. El Arasan en proporción de dos onzas por cien libras ocupó el tercer lugar en efectividad, mientras que fueron tóxicos para ciertas variedades el Dow F 800 (50% Tricloro-fenil monocloraacetato) y el L-640 (cromato zinc-cobre), ambos en proporción de cuatro onzas por cien libras. El tratamiento con L-640, aplicado en proporción de dos onzas por cien libras, no fue tóxico y causó un aumento en la germinación en 31,3% de los casos en que fue aplicado.

En 1951, DeZeeuw y Andersen (9) obtuvieron un aumento en la germinación significativamente superior al testigo, cuando trataron las semillas con Arasan SF y Ceresan, ambos en forma de remojo, mientras que cuando usaron Panogen, dicho aumento en la germinación fue solo significativamente superior. En 1952 encontraron que el producto experimental L-224 (cromato zinc-mercurio) producía efectos nocivos para la semilla y que el Spergon no aumentaba significativamente la germinación en comparación con el testigo, a pesar de ser éste un material favorito en los Estados Unidos para el tratamiento de semilla. Aunque en este año aplicaron el Vancide 51 en una mayor proporción que en 1951, no notaron un aumento en su efectividad.

Sánchez (22) obtuvo en sus experimentos con frijol, que el Orthocide 75 fue el más efectivo de los fungicidas, tanto usado sólo, como

en sus combinaciones con Agrox, Spergon y Semesan. La efectividad de las combinaciones del Arasan SF-X con Orthocide 75 y con Semesan (las dos únicas que incluyeron Arasan), fue menor que aquella del mismo fungicida usado solo. En ningún caso obtuvo diferencias significativas entre la efectividad del Orthocide 75, Arasan SF-X y Semesan. Los fungicidas menos efectivos como el Vancide 51 y el Spergon, mostraron diferencia significativa con el testigo a temperatura del suelo alta y baja. Observó el menor porcentaje de plantas sanas en suelo con temperatura baja.

Zaumeier (26) recomienda para hacer los tratamientos, el uso del Arasan en proporción de tres a cuatro onzas por cien libras de semilla o del Spergon en proporción de tres onzas por cien libras.

Tisdale et al. (23), trabajando con frijol lima, encontraron que el cuprocide y el óxido de zinc, en ciertos casos, producían endurecimiento de la cutícula de la semilla, impidiendo o retardando su germinación. Finalmente recomiendan como el protector de semillas más efectivo para esta variedad, el Arasan en dosis de 0,125%.

III. MATERIALES Y METODOS

En la presente investigación se usaron semillas de frijol de la variedad Estrada Rosado debido a que es probablemente esta variedad la más susceptible al "damping-off" entre las comunmente cultivadas en el Valle.

Se empleó suelo naturalmente infestado, tomado de cultivos de frijol en los sitios donde se había presentado la enfermedad, mezclado con cultivos de *Sclerotium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, aislados de plantas de frijol con "damping-off" e incrementados en arena-harina de maíz (corn meal-sand).

En la Tabla I se da el nombre comercial, el ingrediente activo y la casa fabricante de los fungicidas y mezclas fungi-insecticidas usados en el presente experimento. Estos productos fueron aplicados a las semillas en forma de polvo, cinco días antes de la siembra, con excepción del Agallol y el Spergon SL, los cuales se aplicaron en forma de remojo (slurry), inmediatamente antes de la siembra.

Las dosis empleadas fueron las que recomiendan las casas fabricantes, calculadas en onzas por cien libras de semilla. La cantidad requerida de fungicida se pesó cuidadosamente y se mezcló con la semilla en frascos de 125 cc. asegurándose una buena distribución del producto mediante la agitación constante de los frascos, hasta obtener la formación de una capa uniforme de fungicida alrededor de la semilla. El humedecimiento de los productos usados en forma de remojo se hizo agregando agua al fungicida en la proporción indicada por las casas fabricantes. Los productos adicionados de agua tomaron una consistencia semilíquida y en esta forma se hizo el tratamiento de la semilla, siguiendo un procedimiento similar al método seco.

— T A B L A I —

Nombre comercial, ingrediente activo y casa fabricante de los fungicidas y mezclas fugi-insecticidas usados en el presente experimento.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Casa fabricante
(Captan) Agron	Urea fenil mercurio (6,7%)	Chipman Chem. Co.
Granosan	Fosfato de mercurio etilico (5%)	Du Pont
Semesan	Hidroximercuricloro- fenol (30%)	Du Pont Du Pont
Sperguson SL	¿.....? Bisulfuro de tetra- metil-thiuram (50%)	Du Pont Du Pont
Ethyl B-856 (75%) Arasan (Thiram)	Thiram más Dieldrin N-Triclorometiltio- tetrahidroftalimida (75%).	Calif. Spray Chem. Corp. Calif. Spray Chem. Corp.
Thiram más Dieldrin Orthocide 75 Agallol	Captan más Dieldrin Captan más Lindane 2,3-dicloro-1,4 naf- toquinona	Calif. Spray Chem. Corp. U. S. Rubber Co.
Orthocida 75 más Dieldrin Otho Seed Guard Phygon Cerenox	Tetracloro-paraben- zoquinona (95%) Producto orgánico sintético libre de todo metal (T B 4452 b) (10%)	U. S. Rubber Co. Bayer
Uspulun	Silicato del dimetil eter mercurio (Mercurial)	Bayer Bayer

En este experimento se empleó el método de bloques randomizados, repartidos en doce cajas de madera de 0,60 x 0,40 x 0,10 m., tamaño suficiente para contener diez surcos de quince semillas cada uno.

En total hubo quince tratamientos incluyendo el testigo no tratado y cada tratamiento fue replicado cuatro veces, comprendiendo cada replicación dos surcos de quince semillas cada uno.

Una vez sembradas las cajas (semilleros), éstas fueron regadas diariamente teniendo cuidado de mantener un nivel de humedad igual en todas ellas y favorable a las semillas en germinación.

Las anotaciones sobre el "damping-off" de pre-emergencia se tomaron diez días después de la siembra, haciendo la cuenta cuidadosa de las plantas emergidas en cada surco. Con base en estos datos



Figura 4.— Efectividad de varios fungicidas en la represión del "damping-off" y de la pudrición de semillas de frijol.

Nº 12 Uspulum; Nº 14 Spergon

Nº 8 Thiram más Dieldrin

Nº 6 Orthocide 75 más Dieldrin

Nº 11 Cerenox.

Foto: T. M. Paredes.

se estudió la efectividad de los diversos tratamientos, haciendo el análisis estadístico de variación con el objeto de buscar diferencias significativas y altamente significativas de los tratamientos con el testigo y de los diversos tratamientos entre sí.

IV. RESULTADOS

Con el fin de determinar los hongos más comunmente asociados con el "damping-off" bajo las condiciones del Valle del Cauca, se hicieron varios aislamientos a partir de plántulas que mostraban los síntomas característicos de la enfermedad.

Los resultados obtenidos en estos aislamientos mostraron que el más abundante de todos los hongos patógenos fue el *Sclerotium* sp., siguiéndole el *Fusarium* sp. y el *Rhizoctonia* sp.

A los diez días de haber sembrado las semillas tratadas con los diferentes fungicidas enumerados en la Tabla I, se hizo la cuenta de las plantas emergidas con el objeto de valorar su relativa eficacia en la prevención del "damping-off". Teniendo en cuenta que dichos fungicidas protegen las semillas durante el tiempo que dura la germinación y en casos excepcionales, hasta unos pocos días después de

— T A B L A I I —

Número total de plantas emergidas a los diez días después de sembradas las semillas.

Tratamientos	Replicaciones (*)			
	1	2	3	4
Arasan	25	23	26	26
Semesan	26	26	27	25
Agrox	27	23	29	23
Ethyl B-356	25	26	27	20
Orthocide 75	29	27	29	25
Orthocide 75 más				
Dieldrin	26	23	22	24
Ortho Seed Guard	27	29	29	27
Thiram más Dieldrin	23	25	21	22
Phygon	25	29	29	25
Granosan	23	24	18	22
Cerenox	20	22	19	27
Uspulun	22	29	19	23
Agallol	19	25	23	20
Spergon-SL	18	25	22	19
Testigo	20	20	19	20

(*) Cada replicación incluyó dos surcos con 15 semillas cada uno.

ella, su efectividad debe valorarse teniendo en cuenta el número de plantas emergidas. No se recomiendan pues contra el "damping-off" de postemergencia, sino para prevenir la pudrición de las semillas y el "damping-off" de preemergencia ocasionados por microorganismos patógenos comunmente asociados con el suelo.

En la Tabla II se muestra el número total de plantas emergidas a los diez días después de sembradas las semillas y para mayor claridad, en la Tabla III se presenta el análisis de variación efectuado, tomando como base los datos anteriores.

— T A B L A I I I —

Análisis de variación del experimento sobre tratamiento de semilla.						
Factor	S. S.	G. L.	Variación	F		
				Calculada	0,05	0,01
Total	694,74	59				
Replicaciones	43,94	3	14,65			
Tratamientos	379,24	14	27,09	4,19	1,94	2,22
Error	271,56	42	6,465			
Diferencia significativa			5% : 4,48			
			1% : 5,89			

En la Tabla IV se incluyen los resultados del experimento determinados mediante el análisis de variación. Como puede observarse en ella, seis de los tratamientos con fungicidas beneficiaron a las semillas en una forma altamente significativa y tres en forma significativa, con respecto al testigo.

El tratamiento que dió los mejores resultados fue el Agrox, siguiendo en orden decreciente de acuerdo con su efectividad: el Ortho Seed Guard, el Orthocide 75, el Phygon, el Arasan y el Semesan. Sin embargo, entre estos tratamientos no se pudo apreciar diferencia significativa, así como tampoco entre los tratamientos significativos y los altamente significativos, con respecto al testigo.

Se notó una disminución en la efectividad del Orthocide de 75 y del Arasan (thiram) cuando se usaron mezclados con Dieldrin, aunque esta disminución no fue altamente significativa. Cabe anotar

— T A B L A I V —

Emergencia de plantas de frijol de la variedad Estrada Rosado, después del tratamiento de las semillas con varios fungicidas y mezclas fungi-insecticidas.

Tratamiento (onzas por 100 lbs. de semilla)	Emergencia Total (*)
Agrox, 2	28,25
Ortho Seed Guard, 2	28,00
Orthocide 75, 2	27,50
Phygon, 2	27,00
Arasan, 2	26,25
Semesan, 2	26,00
Ethyl B-856	24,50
Orthocide 75 más Dieldrin, 2	24,50
Cerenox, 5,3	24,25
Uspulun, 3,5	24,00
Agallol, 1 gr./ litro (**)	23,00
Granosan, 3,5	21,75
Spergon-SL, 2 (**)	21,00
Testigo	19,75
Diferencia significativa (0,05)	4,48
Diferencia altamente significativa (0,01)	5,89

(*) Promedio de cuatro replicaciones con 30 semillas cada una.

(**) Tratamiento por el método de remojo (slurry).

sin embargo que el Arasan (thiram) usado sólo fue altamente significativo con respecto al testigo, en tanto que cuando se mezcló con Dieldrin, no mostró efecto benéfico en forma significativa con respecto al testigo. Se advierte que las mezclas fungi-insecticidas se analizan aquí con un solo producto, debido a que éstas son mezclas ya preparadas y lanzadas al mercado por las casas fabricantes como productos individuales, en los que las sustancias componentes están en proporciones fijas e invariables.

Granosan, Spergon-SL y Agallol no mostraron diferencia significativa alguna con respecto al testigo y en cambio fueron significativamente inferiores a los mejores tratamientos: Agrox, Ortho Seed Guard y Orthocide 75.

El tratamiento con Uspulum, aunque no dió diferencia significativa con el testigo, únicamente se mostró inferior en forma significativa, el tratamiento con Agrox.

No hubo ningún tratamiento inferior al testigo.

V. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Uno de los objetivos de la presente investigación fue el de determinar los hongos más comunmente asociados al "damping-off" bajo las condiciones del Valle. *Sclerotium* sp. fue el organismo más prevalente aislado de plántulas de frijol enfermas, siguiendo en orden de importancia a éste el *Fusarium* sp. y el *Rhizoctonia* sp. Estos resultados están de acuerdo con las observaciones particulares, hechas por los fitopatólogos de la Estación Agrícola Experimental de Palmira y la Facultad de Agronomía del Valle. Es posible que dichos patógenos pierdan gran parte de su virulencia en los medios de cultivo, pues se encontró alguna dificultad en producir experimentalmente el "damping-off" en suelo infestado artificialmente con hongos propagados en dichos medios. *Pythium* sp. un organismo que casi siempre se ha encontrado asociado al "damping-off" bajo una gran variedad de condiciones, no se encontró en los aislamientos efectuados. La poca ocurrencia de este organismo se debe posiblemente a la temperatura predominante en el Valle, demasiado alta para este patógeno que requiere temperatura baja para su normal desarrollo.

Los resultados del presente experimento, expresados en la Tabla IV, muestran sin lugar a dudas las ventajas obtenidas del tratamiento de semillas, pues en seis de los tratamientos se obtuvo un aumento en la emergencia de las plantas en forma altamente significativa y en otros tres tratamientos, dicho aumento fue significativo con respecto al testigo. Por otra parte como las cantidades usadas de fungicida son tan pequeñas y su forma de aplicación es por demás sencilla, se pueden deducir fácilmente las ventajas obtenidas de esta operación.

Como entre los primeros nueve tratamientos (Tabla IV) no se observa diferencia significativa, el criterio a seguir para el empleo de uno u otro de estos productos debe basarse no tanto en su efectividad, cuanto en las otras cualidades que debe exhibir un fungicida ideal, las cuales ya fueron expuestas en capítulo anterior. Se le debe prestar sin embargo atención a los resultados excelentes que se obtuvieron en los tratamientos con Agrox, Ortho Seed Guard y Orthocide 75, los cuales fueron significativamente superiores no sólo al testigo sino también a los tratamientos con Agallol, Granosan y Sperrgon SL.

Las combinaciones fungi-insecticidas fueron menos efectivas que los fungicidas usados solos. Se sugiere que estas combinaciones pueden ser altamente efectivas en aquellos casos en que intervienen en el daño de plántulas y semillas no sólo especies de hongos, sino algunas especies de insectos como el caso estudiado por Howe et al. (12) sobre el problema del gusano de la semilla del maíz en el estado de Nueva York.

VI. RESUMEN

El autor presenta una revisión de las más recientes publicacio-

nes sobre el tratamiento de la semilla como medio efectivo para reprimir el "damping-off", con especial referencia a semillas de frijol.

Incluye los resultados sobre sus experimentos tendientes a identificar los patógenos más comunmente asociados con la enfermedad, bajo las condiciones del Valle del Cauca, investigando a continuación la eficacia de varios fungicidas y mezclas fungi-insecticidas, recomendados para el tratamiento de semillas de frijol.

Encontró que las especies de *Sclerotium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* son las que más prevalecen asociadas con el "damping-off" y que el Agrox, el Ortho Seed Guard y el Orthocide 75 fueron significativamente superiores no sólo con respecto al testigo, sino también en contraste con el Agallol, el Granosan y el Spergon SL, los cuales no mostraron diferencia alguna con respecto al testigo. En orden decreciente en cuanto a efectividad en la represión del "damping-off", después de los cuatro mejores fungicidas mencionados, estuvieron el Phygon, el Arasan y el Semesan.

THE EFFECTIVENESS OF SEVERAL FUNGICIDES FOR CONTROLLING DAMPING-OFF AND SEED DECAY IN BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.)

VII. SUMMARY

The author presents a revision of the more recent publications dealing with seed treatment as an effective method for controlling damping-off, with special reference to bean seeds.

He presents the results on his experiments directed to identify the more common pathogens associated with the disease, under the Cauca Valley conditions and investigations concerning the efficacy of several fungicides and fungi-insecticide preparations, recommended for the treatment of bean seeds.

He found that species of *Sclerotium*, *Fusarium* and *Rhizoctonia* were the more prevalent fungi associated with the damping-off disease and that Agrox, Ortho Seed Guard and Orthocide 75 were significantly superior not only with reference to the check but also in relation to Agallol, Granosan and Spergon SL, which does not present any difference as compared with the check. Ranking next to the four more effective chemicals mentioned, according its effectiveness for controlling damping-off were Phygon, Arasan and Semesan.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Andersen, A. L., and D. J. DeZeeuw.— Pea seed treatment investigations (Report of Progress). Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bul. 34: 25-33. 1952.
2. —————.— Seed treatment studies for damping-off control in garden and canning beans (Report of Progress). Mich. Agr. Expt. Sta. Quart. Bul. 34: 357-364. 1952.

3. **Baylis, G. T. S.**— Fungi which cause pre-emergence injury to garden peas. *Ann. Appl. Biol.* **28**: 210-218. 1941.
4. **Bossalis, M. G.**— Studies on the parasitism of *Rhizoctonia solani* Kuehn on soybeans. (Abstr.). *Phytopathology* **40**: 820-831. 1950.
5. **Brentzel, W. E.**— Seed treatments. North Dakota. *Agr. Exp. Sta. Bul.* 376. 1952.
6. **Cardona, C.**— Pudriciones fungosas radiculares del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en el Valle de Medellín. Colombia. *Rev. de la Fac. Nal. de Agronomía (Medellín)* **15**: 137-209. 1954.
7. **Cohn, A. E. and D. J. DeZeeuw.**— Response of certain varieties of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) to seed treatment. *Mich. Agr. Exp. S.a. Quart. Bul.* **32**: 286-401. 1950.
8. **DeZeeuw, D. J. and A. L. Andersen.**— Response of pea varieties to dry and slurry methods of seed treatment. *Phytopathology* **42**: 52-56. 1952.
9. **DeZeeuw, D. J. and A. L. Andersen.**— Lima bean seed treatment trials in Michigan, 1951-52. *U. S. Dept. of Agr. Rptr.* **37**: 69-70. 1953.
10. **Garcés, O.**— Control de las enfermedades de las plantas. Medellín. Ed. Bedout. p. 204-213. 1954.
11. **Gerdeman, J. W.**— The effect of temperature on the results of seed treatment of small seeded legumes. *U. S. Dept. of Agr. Pl. Dis. Rptr.* **36**: 419-1952.
12. **Harter, L. and W. J. Zaumeyer.**— A monographic study of beans diseases and methods for their control. Washington. U. S. Dept. of Agr. Tech. Bull. 868. 1944.
13. **Howe, W. L., W. T. Schoroeder, and K. G. Swenson.**— Seed treatment for control of seed-corn maggot and seed decay organisms. New York. *Agr. Exp. Sta. Bul.* 752. 1952.
14. **Izquierdo, V.**— Estudio del frijol en la parte plana del Valle. *Rev. Agr. y Ganadera* **184**: 4-22; **185**: 4-25. 1955.
15. **Kernkamp, M. F.**— Seed treatment of alfalfa, red clover, and sweet clover. (Abstr.) *Phytopathology* **41**: 21. 1950.
16. **Leach, L. D.**— Growth rates of host and pathogen as factors determining the severity of preemergence damping-off. *Jour. Agr. Res.* **75**: 161-179. 1947.

17. **Leach, L. D. and P. G. Smith.**— Effect of seed treatment on protection, rate of emergence, and growth of garden peas. *Phytopathology* 35: 191-205. 1945.
18. **Leach, L. S., et al.**— Lima beans seed treatment trials in California, 1950-1952. U. S. Dept. of Agr. Pl. Dis. Rptr. 38: 193-199. 1954.
19. **McKeen, C. D.**— Arasan as seed and soil treatment for the control of damping-off in certain vegetables. (Abstr.). *Biol. abstr.* 24: 34387. 1950.
20. **Reinking, O. A.**— Distribution and relative importance of various fungi associated with pea in commercial pea growing areas in New York. New York, Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 264. 1942.
21. **Sánchez, A.**— Curso de fitopatología. (Manuscrito). Facultad de Agronomía del Valle, Palmira. (sin fecha).
22. ———— — Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinación para el control del damping-off y la pudrición de semillas en arvejas y frijoles. *Acta Agronómica (Columbia)* 6: 1-35. 1956.
23. **Tisdale, W. B., A. N. Brooks, and G. R. Townsend.**— Dust treatment for vegetable seed. Cainesville, Florida. Agr. Expt. Sta. Bul. 413. 1945.
24. **Wallen, V. R. and A. J. Skolke.**— Treatment vegetable seed of low germination. U. S. Dept. of Agr. Pl. Dis. Rptr. 37: 66-68. 1953.
25. **Yerkes, W. D. et al.**— Enfermedades del frijol en México. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto de divulgación 15: 17-20. 1954.
26. **Zaumeyer, W. J. and H. R. Thomas.**— Bean diseases and their control. Washington, U. S. Dept. of Agr. Farmers Bul. 1632: 1949.

