

EFFECTIVIDAD DE VARIOS FUNGICIDAS USADOS SOLOS Y EN COMBINACION PARA EL CONTROL DEL DAMPING-OFF Y LA PUDRICION DE SEMILLAS EN ARVEJAS Y FRIJOLES

Por Alberto Sánchez P., I. A., M. S. (*)

INTRODUCCION

Existen varios factores que pueden ser responsables de la falla de las semillas para germinar o de las plántulas para emerger del suelo. Algunas de las causas más comunes en la disminución del número de las plantas en un cultivo pueden atribuírse a la pudrición de las semillas y de las raíces de las plántulas debida a microorganismos patógenos habitantes naturales del suelo, incluyendo hongos y bacterias, así como también a la invasión de las semillas en germinación por insectos (Andersen et al., 3; Hagedorn, 14; McKeen, 29).

Entre los hongos más comunes, capaces de causar pudriciones de semillas y damping-off (pudrición de las plántulas), se encuentran especies de *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Aphanomyces* y *Botrytis* (Bossali, 7; Cohn y DeZeeuw, 8; Leach, 21, 22). Generalmente estos organismos viven como saprófitos sobre la materia orgánica en descomposición en el suelo, convirtiéndose en parásitos al atacar la semilla o la plántula tan pronto como aquella inicia su germinación y ésta comienza a emerger del suelo (Howe et al., 15). Estos hongos difieren en su patogenicidad, distribución y su concentración en el suelo, así como también en sus requerimientos para su establecimiento y desarrollo. Algunas especies son más patógenas que otras y algunas plantas son más susceptibles que otras.

El medio ambiente del suelo en el cual se siembra la semilla, influye en el tipo y población de los microorganismos capaces de causar pudriciones de las semillas y de las plántulas. Entre los factores ambientales están la temperatura y la humedad del suelo (Howe et al., 15). Siendo otros factores constantes, la severidad de la infección a diferentes temperaturas es determinada, en grado considerable, por la rata de crecimiento del hospedero y del patógeno (Leach, 22). Como consecuencia de ello, cuando se siembran cultivos que requieren temperaturas altas para su normal desarrollo, tal co-

(*) Profesor de Tiempo Completo encargado de las cátedras de Micología y Fitopatología. Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Master of Science, en Michigan, State University. Recibido para publicación en Diciembre 20/55.

mo frijol, bajo condiciones de temperaturas bajas del suelo, cualquier retardamiento en la germinación generalmente trae como consecuencia un aumento en la pudrición de semillas y plántulas debido a que, bajo estas condiciones especiales, los organismos patógenos se desarrollan más rápido que las semillas en germinación. Con el mismo patógeno, un cultivo de temperatura baja, tal como la arveja, experimentará menor infección a temperatura baja del suelo que a una temperatura moderada o alta (Andersen et al., 3; Howe et al., 15; Leach, 22).

Un exceso de humedad del suelo es también un factor importante por cuanto favorece el desarrollo de muchos microorganismos patógenos, particularmente especies de *Pythium*, que son acuáticos en su hábito (Andersen et al., 3; Hagedorn, 14).

Existen dos tipos de damping-off y los cuales pueden diferenciarse por los síntomas exhibidos por el susceptible al tiempo del ataque del patógeno. El tipo de damping-off de preemergencia se caracteriza por una destrucción total o parcial de la semilla en germinación dando como resultado, en el último caso, la emergencia de una plántula débil que casi siempre muere. En el damping-off de post-emergencia se presenta un ataque similar en o bajo la superficie del suelo, después de que la plántula ha emergido. (Howe et al., 15; Leach, 22).

La pudrición de la semilla y el tipo de damping-off de preemergencia pueden controlarse con éxito mediante el tratamiento de la semilla con fungicidas. El valor de tal práctica ha sido demostrada por varios investigadores (Andersen y DeZeeuw, 1; Cohnand DeZeeuw, 8; DeZeeuw y Andersen, 11; Jacks, 16; Jones, 19; Leach, 21), quienes han obtenido, mediante el tratamiento de semilla, plantas más vigorosas, cultivos más densos y generalmente, un gran aumento en las cosechas. En nuestros días, el tratamiento de las semillas con sustancias químicas que previenen el ataque de microorganismos patógenos, constituye una práctica corriente en agricultura y debido a que cada año se fabrican nuevos productos para tal fin, se hacen necesarios experimentos tendientes a demostrar su efectividad (Andersen y DeZeeuw, 2).

La presente investigación tiene como objetivos los siguientes:

1. Determinar si el uso de fungicidas en combinación aumenta su efectividad en comparación con los mismos fungicidas empleados solos, en el control de las pudriciones de semillas y plántulas. Se dió especial atención a la combinación de compuestos mercuriales con compuestos nó mercuriales.

2. Establecer si estos fungicidas son más efectivos contra organismos patógenos cuando sometidos a condiciones de temperaturas del suelo baja y alta y viceversa.

3. Determinar los varios tipos de microorganismos patógenos ac-

tivos bajo condiciones de temperaturas del suelo baja y alta.

4. Estudiar la efectividad de los fungicidas usados solos, para controlar pudriciones de la semilla y damping-off.

5. Observar la toxicidad relativa, si existe, de los fungicidas usados solos y en combinación.

Las investigaciones incluyen varios experimentos sobre tratamiento de semillas de arvejas Aldermann y frijoles Round Pod Kidney Wax, llevados a cabo bajo condiciones de invernadero, en Michigan State University, durante el otoño de 1953 y el invierno de 1954.

REVISION DE LA LITERATURA

El tratamiento de semilla con compuestos químicos para prevenir el damping-off comenzó en el siglo XVII (Walker, 38), pero fue solo en 1913, con el desarrollo de los compuestos orgánicos a base de mercurio, cuando se inició el uso moderno de los protectores químicos. Aunque dichos compuestos se usaron al principio con el solo objeto de prevenir la infección de las semillas, se obtuvieron además plantas más vigorosas y mayores cosechas. Estas observaciones fueron la base para el estudio de los tres objetivos principales en el tratamiento de semilla: 1) La desinfestación de la semilla o destrucción de las esporas u otras formas de organismos patógenos que contaminan la superficie de las semillas. 2) La desinfección de la semilla o eliminación de patógenos que se encuentran dentro de los tejidos de ella o debajo de la cutícula. 3) La protección de la semilla contra los organismos patógenos habitantes del suelo y los cuales, de otra manera, podrían ocasionar la pudrición de las semillas antes de su germinación o el damping-off de las plántulas. (Cohn y DeZeeuw, 8; McNew y McCallan, 30; Walker, 38).

En los casos de la desinfestación y desinfección de la semilla, el medio ambiente al tiempo del tratamiento puede ser controlado, pero en el caso de la protección de la semilla, tales factores del suelo como tipo, reacción, humedad, temperatura y flora, están fuera del control. Debido a ello, el tratamiento de la semilla con protectores químicos puede resultar en ciertos casos altamente efectivo pero en otros menos exitoso. (Walker, 38).

Las substancias químicas empleadas hoy en el tratamiento de las semillas pueden agruparse en la siguiente forma: 1) Mercuriales inorgánicos (bicloruro de mercurio) y mercuriales orgánicos (Ceresan, Semesan, etc.); 2) Compuestos inorgánicos de cobre y zinc, tales como Cuprocide, óxido de zinc, etc. 3) Compuestos orgánicos no mercuriales y los cuales pueden ser metálicos, como por ejemplo los azufres orgánicos y las quinonas (Leukel, 25).

Leukel (25), en su revisión de la literatura sobre los avances recientes en el tratamiento de semillas, detalla estudios en relación con los fenómenos de sinergismo y antagonismo entre mezclas de

fungicidas con hormonas, insecticidas, diluyentes y otros fungicidas.

La probabilidad de añadir sustancias reguladoras del crecimiento a los compuestos usados en el tratamiento de las semillas fue estudiada por Baylis (6), quien encontró que la presencia de dichas sustancias en compuestos mercuriales no dieron efectos benéficos adicionales en la emergencia y vigor de las plántulas, ni redujeron la viabilidad por efectos fitotóxicos.

En el tratamiento de semillas, los fenómenos de sinergismo y antagonismo entre diferentes fungicidas e insecticidas ha recibido muy poca atención (Leukel, 25). Sin embargo, estudios recientes sobre el efecto de la mezcla de insecticidas con fungicidas han dado, resultados promisorios. Leukel (25) en 1946, encontró que el Seresan y Semesan Jr. redujeron la acción insecticida del DDT, mientras que otros fungicidas no tuvieron efecto aparente sobre éste. La acción insecticida del óxido de magnesio no se afectó aparentemente por ninguno de los fungicidas. Howe et al. (15), en 1952, obtuvieron un control efectivo del gusano de la semilla del maíz y de los organismos que causaban pudriciones en aquellas, mediante una combinación insecticida-fungicida. Encontraron que en combinación con insecticidas (Aldrin, Chlordane, Dieldrin y Lindane), el Arasan fue más efectivo que el Spergon y Phygon en el tratamiento de semillas de frijoles. Con el objeto de prevenir cualquier daño del insecticida a la semilla, fue necesario reducir la dosis de éste a un mínimo. La naturaleza exacta del daño del insecticida no fue dilucidada por dichos autores.

Andersen et al. (*), como resultado de experimentos de campo con frijol, no encontraron diferencia significativa entre el I&D (Thiuram más Lindane) y Seed Guard (Captan más Lindane), como protectores de semillas para el control de gusanos y microorganismos causantes de pudriciones. Dichos autores estudiaron la efectividad del Lindane, Dieldrin, Heptachlor y Chlordane, usados solos y en combinación con varios fungicidas incluyendo Captan, Thiram y Phygon.

Leach et al. (24), efectuaron experimentos de 1950 a 1952 con el objeto de comparar la eficacia de varias mezclas fungi-insecticidas en el tratamiento de semillas de frijol lima. Encontraron que en algunos casos el insecticida usado sólo produjo una disminución en la germinación de las semillas tratadas, pero cuando se usaron en combinación con un fungicida, este efecto adverso fue eliminado o grandemente reducido.

Baylis (6), comparando la eficacia del óxido rojo cuproso y un compuesto mercurial orgánico en el tratamiento de semillas de arveja, encontró que la adición de un adherente no era recomendable en ningún caso.

DeZeeuw y Andersen (10), estudiando los métodos seco (dry) y de remojo (slurry) para la aplicación de protectores en semillas de

(*) Datos no publicados.

arveja, encontraron que en Ceresan N aplicado en forma seca en la dosis de 4 oz./100 lbs. de semilla, produjo un aumento significativo en la población de plantas, mientras que aplicado en forma de remojo, en la misma dosis, produjo una reducción significativa en la población de plantas de varias variedades de arveja. Los mismos investigadores (1,2), en estudios similares, encontraron que con otros fungicidas ambos métodos de aplicación eran satisfactorios y que el remojo con agua y con Methocel (solución de Methocel al 7%), fue igualmente efectivo.

Corcos (9), estudió el efecto de protectores mercuriales orgánicos sobre tres variedades de arveja, bajo condiciones de laboratorio y en el campo. Encontró que el Ceresan N aplicado en forma de remojo en la dosis de 4 oz./100 lbs. de semilla afectó a algunas variedades de arveja más severamente que a otras. El autor incluye además estudios sobre daños en arveja causados por otros compuestos orgánicos mercuriales.

Aun cuando algunos investigadores han estudiado el efecto de algunos fungicidas usados en combinación sobre la semilla, no se han obtenido resultados positivos que muestren evidencia de sinergismo o antagonismo (Leukel, 25). Arndt et al. (4), en 1946 encontraron que el 1452S (Du Pont) y el Dow-98 en la dosis de 3 gm./Kg. de semilla, fueron igualmente efectivos en el control de damping-off de varias variedades de algodón. En un segundo experimento dichos autores obtuvieron los mismos resultados, pero la efectividad de estos dos compuestos no se aumentó con la adición de Fermate y Zerlate. La combinación de Dow-9B y Chloranil (Spergon) no fue superior al Dow-9B usado solo, excepto en los ensayos de laboratorio. Wilbie, citado por Leukel (25), trabajando con semillas de cañamo, observó que el Spergon más New Improved Ceresan fue mejor que el Spergon usado solo, probablemente debido a la acción del último, el cual desafortunadamente no se usó solo para comparaciones.

El efecto de sustancias químicas sobre semillas tratadas y mantenidas en almacenamiento durante períodos considerables, también ha sido investigado. Leukel (25), encontró que en algunos casos no se presentó ningún efecto deletéreo sobre la germinación después del almacenamiento, pero que en otros ésta fue reducida. La cantidad del daño dependió del contenido de humedad de la semilla, dosis del fungicida, duración y condiciones de almacenamiento, clase de semilla, etc.

McCallan (27), encontró que semillas de varias hortalizas incluyendo arvejas y frijoles, no perdieron su viabilidad al ser tratadas con compuestos orgánicos y luego almacenadas y que no hubo reducción en la efectividad de los productos ensayados. Baylis (5), afirma que la germinación de semillas de hortalizas tratadas y almacenadas durante diez meses no se disminuyó. Wallen y Skolko (39), observaron un incremento en la germinación cuando semillas

de varias hortalizas, mantenidas en almacenamiento durante varios años, fueron tratadas con varios protectores.

Mucho se ha escrito en relación con el valor de tratamiento de las semillas y sobre el mérito relativo de cada uno de los fungicidas usados como protectores. Una revisión de la literatura a este respecto muestra que como regla general, puede esperarse una variación considerable en la respuesta de determinado cultivo, así como también en la efectividad de los compuestos ensayados (Machacek y Brown, 28). Cohn y DeZeeuw (8), como resultado de sus experimentos con frijol observaron diferencias en la reacción de las variedades usadas a los protectores de semilla, así como también una interacción de variedades, compuestos químicos y condiciones ambientales. Walker (37) y Andersen y DeZeeuw (3), estudiando la efectividad de varios protectores de semillas para el control del damping-off en arvejas, observaron que los beneficios del tratamiento de semilla varían con la estación y la región. Kerkamp (20), observó que con semilla mala o condiciones ambientales desfavorables, la respuesta al tratamiento de la semilla fue marcada; pero con buena semilla y condiciones ambientales favorables no hubo respuesta significativa. Gerdeman (12), encontró que algunos tratamientos inocuos en suelos húmedos, reducían la emergencia o causaban daño a la semilla en suelos secos. Este autor observó también (13) que el tratamiento de semillas de leguminosas fue efectivo cuando la semilla tratada se sembró en suelos húmedos. Jacks (16), demostró que el tratamiento de semillas de hortalizas sembradas en el campo fué generalmente más efectivo cuando dichas semillas se sembraron en suelos fríos y húmedos. Observó un aumento en la emergencia en todos los suelos, menos en los más secos. Porter (31), trabajando en el Brasil, encontró que diferentes variedades de arveja, representantes de tipos de semillas lisas y rugosas, fueron beneficiadas con el tratamiento de semilla, aunque hubo evidencia de que algunas variedades respondían mejor que otras.

Machacek y Brown (28), en experimentos de campo con varios desinfectantes de semilla, demostró que la desinfección algunas veces aumentaba la germinación y la cosecha en arvejas "radium" y en otras nó; en algunos casos el aumento en la germinación no fue seguido por una mayor cosecha. Cohn y DeZeeuw (8) encontraron que las variedades de frijol "duro" fueron las más beneficiadas por el tratamiento de semilla. Wallen (40), demostró que en general, la mayoría de las crucíferas responden al tratamiento de semilla.

Los resultados obtenidos por varios investigadores en el tratamiento de semillas de hortalizas son numerosos y variados. A continuación se hará una revisión de la literatura al respecto, teniendo en cuenta sólo los trabajos más importantes en relación con la efectividad de los protectores de semilla usados en arveja y frijoles para el control de pudriciones de semillas y del damping-off.

En 1931 Johns (19), observó dos fases distintas del tratamiento de semilla: 1) El valor del tratamiento de semillas en el control de

las enfermedades causadas por patógenos llevados por éstas; 2) La protección de la semilla contra pudriciones causadas por organismos habitantes del suelo, antes de su germinación y del desarrollo de la plántula. Trabajando con arvejas, este autor encontró que los polvos mercuriales orgánicos que contenían por lo menos 12% de fenolato de mercurio, fueron más efectivos en el aumento de la población de plantas. Un aumento en la germinación se obtuvo al tratar la semilla con Semesan, bajo varias condiciones de humedad y temperatura del suelo.

Leach y Smith (23), trabajando con arvejas de jardín en 1945, hortalizas causado por *Pythium ultimum* fue controlado satisfactoriamente por el tratamiento de la semilla con óxido rojo de cobre, pero que los compuestos mercuriales orgánicos fueron más efectivos cuando la infección era debida a *Rhizoctonia solani*.

Leach y Smith (23), trabajando con arvejas de jardín en 1945, demostraron que el Semesan y el Yellow Cuprocidé daban una mejor protección contra la infección causada por el *Pythium ultimum* en suelo artificialmente infestado, que el Arasan, el New Improved Seresan o el Spergon, aunque las diferencias no fueron grandes. En experimentos de campo en donde la infección era de moderada intensidad, todos los productos dieron protección adecuada, pero el Spergon y el Semesan produjeron los mejores resultados en algunos ensayos.

En ensayos verificados en Estados Unidos y patrocinados por The Seed Treatment Committee of The American Phytopathological Society en 1948 (34), el estado de Idaho afirmó que los fungicidas Phygon, Arasan y Spergon eran los mejores protectores de semillas para el control de pudriciones y damping-off, en arvejas Thomas Laxton.

Cohn y DeZeeuw (8) en 1949, ensayaron diez variedades de frijol "duro" con cinco diferentes protectores de semillas. Encontraron que el Spergon en la dosis de 4 oz./100 lbs. de semilla produjo un aumento significativo en la germinación de la mayoría de las variedades en un 30% de los ensayos, apareciendo como menos efectivos el L-224 y el Arasan. El Dow F800 y el L-640, ambos aplicados en la dosis de 4 oz./100 lbs. de semilla, fueron tóxicos para ciertas variedades, pero el L-640 cuando aplicado en la dosis de 2 oz./100 lbs. de semilla, produjo un aumento en la germinación.

En un estudio comparativo de la efectividad de varios tratamientos para semillas y suelo, separados y en combinación, McKeen (29) observó que el Arasan aplicado al suelo antes de la siembra, fue altamente efectivo en el control del damping-off de preemergencia, en ciertas hortalizas. El tratamiento del suelo con Arasan fue marcadamente superior al tratamiento de las semillas con dicho producto. Un tratamiento combinado de semilla y suelo, fue generalmente más efectivo que cualquiera de los dos solos.

En 1949, el Arasan y el Spergon se anunciaron en Maryland como los mejores para arvejas Pride y en un experimento cooperativo entre cuatro estados, el C & C L-640 fue el mejor, estando en segundo lugar el C & C L-224. El estado de Wisconsin anunció un nuevo protector (KF467) como el mejor. (35).

Boosalis (7) demostró que el damping-off en soya causado por el *Rhizoctonia solani*, fue reducido considerablemente mediante el tratamiento de la semilla con Spergon y Ceresan M. McCallan (27) ensayó varios compuestos orgánicos y de cromo como posibles protectores para semillas, en el invernadero, en varias hortalizas incluyendo arvejas y frijoles. Encontró que el copper-zinc-chromate fue el mejor para arvejas pero de regular efectividad para el resto de las hortalizas ensayadas, exceptuando frijol lima al cual fue algo tóxico

McNew y McCallan (30) observaron que el Chloranil (Spergon), uno de los compuestos orgánicos de quinona, era efectivo como protector para muchas clases de semillas, incluyendo arvejas, frijol, lima, maíz y otras. Encontraron algunas limitaciones en su uso, especialmente la textura del suelo y la alcalinidad, las cuales parecían influenciar la efectividad del Spergon como buen protector de semillas. Los autores (30) en su discusión sobre experimentos de tratamiento de semillas, observaron que de los quince estados que habían anunciado experimentos en arvejas hasta 1950, doce recomendaban el Spergon como el mejor y más efectivo protector de semillas contra pudriciones causadas por *Pythium* sp. y que catorce de ellos lo recomendaban como aceptable. El Arasan estaba en segundo lugar, en nueve de los quince estados. Para el tratamiento de semillas de frijol lima, seis estados recomendaron el Spergon como un protector de semillas aceptables y doce lo recomendaron para frijoles "duros".

Jacks (16), ensayó siete productos en experimentos de invernadero y de campo, en varias clases de hortalizas, incluyendo arvejas y frijoles. Encontró que el Thiram, Chloranil y el 36L (1-p-sulfamyl-phenyl-3-5-dimethyl-4-nitrosopyrazole), fueron los protectores de semillas más efectivos.

Hagdeorn (14), en sus experimentos con arvejas, encontró que el Arasan, KF467, Phygon y Spergon, fueron significativamente más efectivos que el Arasan SF-X, Dow 9B y Phygon XL.

Experimentos en Colorado revelaron que el Dithane Z-78, Orthocide 406, Crag N° 531, Ceresan M, Phygon XL, Arasan y Dow 9B, fueron los protectores de semillas más efectivos (36).

Andersen y DeZeeuw (2) mencionaron varios fungicidas como protectores de semillas de arvejas. De éstos el Phygon XL, Phygon y Semesan fueron los mejores. Otros como Ceresan M, Arasan, Arasan SF-X, C & C L-224 y Panogen, fueron buenos en algunas estaciones, pero no en otras.

Los mismos investigadores (1) presentaron resultados basados en experimentos efectuados durante tres años sobre tratamiento de semillas de frijoles, y los cuales mostraron que el Arasan, C & C L-224, Phygon XL, Semesan, Orthocide 406, Carbonato básico de cobre, Agrox y otros productos, fueron efectivos como protectores de semillas.

Andersen y DeZeeuw (*), dieron recientemente los resultados de experimentos de campo efectuados en 1953, sobre tratamiento de semillas de arvejas Alderman con varios compuestos químicos. El Orthocide 75 fue el mejor para la prevención del damping-off y pudriciones de semillas. El Semesan, Ortho Seed Guard, Phygon S.P., C & C L-640 y Arasan siguieron al Orthocide 75 en efectividad. El Spergon fue el menos efectivo de los productos ensayados. Los resultados sobre experimentos de campo en 1953 efectuados por estos mismos investigadores, en frijol Round Pod Kidney Wax mostraron que el Arasan más Dieldrin (Du Pont), Mercurine, Ortho Seed Guard, Fermuline, Semesan y I & (Du Pont) eran los más efectivos en la prevención del damping-off y pudrición de las semillas. El Spergon se mostró como el menos efectivo de los productos.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron semillas de arveja (*Pisum sativum* L.) de la variedad Alderman y semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Round Pod Kidney Wax, para las investigaciones sobre tratamientos combinados, debido a su gran susceptibilidad al damping-off y su fácil manejo.

En la Tabla I se dan los nombres, ingredientes activos y casas fabricantes de los fungicidas mercuriales y nó mercuriales usados en los experimentos sobre tratamientos de semillas. Los fungicidas se aplicaron a la semilla dos o tres días antes de la siembra, en dosis calculadas en onzas por cien libras de semilla. La cantidad requerida de polvo o líquido se pesó cuidadosamente y se mezcló con la semilla en frascos de 125 cc. Se aseguró una distribución uniforme de la substancia mediante agitación continua de los frascos hasta conseguir una cobertura uniforme de las semillas. Los materiales en forma de polvo se aplicaron como tratamiento seco. Cuando se añadieron unas pocas gotas de Methocel en solución del 7%.

Se usó suelo naturalmente infestado con organismos causantes del damping-off y sobre el cual habían crecido arvejas y frijoles. Se mezcló éste con suelo no infestado y arena en la proporción de una parte del primero, una del segundo y una de arena; así se obtuvo un suelo franco-arenoso que no se compactaba al regarlo.

(*) Datos no publicados.

— T A B L A I —

Nombre comercial, ingrediente activo y casa fabricante de los fungicidas usados en los experimentos sobre tratamiento de semillas de frijol y arveja

Nombre comercial	Ingrediente activo	Casa fabricante
Fungicidas Mercuriales		
Agrox	Phenyl mercury urea (6.7%)	Chipman Chem. Co.
C & C L-224	Mercury-zinc-chromate	Carbide & Carbon Chem. Co.
Puratized C-15 1212	Organic mercury-cadmium compounds	Gallowhur Chem. Corp.
Semenan	Hydroxymercuri chlorophenol (30%)	E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)
Fungicidas no mercuriales.		
Arasan SF-X(Thiram)	Tetramethylthiuram disulphide (75%)	E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)
Orthocide 75 (Captan)	N-trichloromethylthio tetrahydrophthalimide (75%)	Calif. Spray Chem. Corp.
Spergon (Wettable)	Tetrachloro-p-benzoquinone (48%)	U. S. Rubber Co.
Vancide 51	Sodium salts of dimethyl dithio-carbamic acid and 2 mercaptobenzothiazole (30%)	R. T. Vanderbilt Corp.

Se usaron en todos los experimentos cajas de madera de 35 x 55 x 10 cms. Las cajas eran del tamaño suficiente como para sembrar diez surcos, cada uno con 15 semillas, siendo éstas luego cubiertas uniformemente con una pulgada de suelo.

Cada tratamiento se replicó cuatro veces, incluyendo cada replicación un surco doble en todos los experimentos excepto en el último experimento con frijoles, el cual se replicó cinco veces. En los experimentos preliminares no hubo repeticiones.

Se incluyeron testigos no tratados y cada experimento tuvo un diseño randomizado. En general, los experimentos se adelantaron siguiendo los métodos adoptados para tratamiento de semillas en el invernadero, tal como lo aconsejan McCallan (26), y Jacks (16).

Después de sembradas las cajas (semilleros) se regaron periódicamente con el objeto de mantener una humedad conveniente para las semillas en germinación, teniendo el cuidado de mantener ésta a un nivel similar a través de todos los experimentos, de acuerdo con las recomendaciones de Jones (19).

Las cajas sembradas se colocaron en dos invernaderos diferentes con dos temperaturas distintas, las cuales proveían dos temperaturas en el suelo. El límite de la temperatura baja en el suelo estuvo entre 15° y 18° C. y el de la temperatura alta del suelo, entre 20° y 24°C. La temperatura baja del aire en uno de los invernaderos estuvo entre 16° y 20°C. siendo la temperatura alta en el otro de 22° a 26°C.

Tal como lo afirma McCallan (26), el damping-off de postemergencia generalmente es independiente del tratamiento de semilla y la efectividad de los compuestos químicos puede estimarse sobre la base del porcentaje de plantas emergidas después de catorce días. Sin embargo, los datos sobre damping-off de postemergencia, junto con los del damping-off de preemergencia se tomaron especialmente para la comparación de la severidad del damping-off en las dos temperaturas del suelo empleadas. Estos datos se dan en tablas separadas para los dos primeros experimentos con arvejas y frijoles respectivamente.

Las anotaciones sobre el damping-off de preemergencia se tomaron dos semanas después de la siembra, sobre la base del número total de plantas emergidas. Las anotaciones sobre el damping-off de postemergencia se tomaron tres semanas después de la siembra, arrancando las plantas y anotando las sanas.

Los resultados de todos los experimentos replicados se analizaron estadísticamente mediante el análisis de variancia (Snedecor, 33). Las diferencias para la significancia a los niveles del 5-por ciento y del 1-por ciento aparecen al final de cada tabla. Las variaciones dentro de los experimentos individuales se presentan a medida que cada uno de ellos se discute.

RESULTADOS

Investigaciones Preliminares

Se efectuaron dos experimentos preliminares idénticos con arvejas Alderman y frijól Round Pod Kidney Wax con el objeto de hacer una selección tentativa de los fungicidas más promisorios que se usarían en experimentos subsecuentes, bien solos o en combinación. En la Tabla I aparecen los cuatro fungicidas orgánicos mercuriales y no mercuriales seleccionados para estos experimentos. Los fungicidas fueron aplicados en la dosis de 2 oz./100 lbs. de semilla, cuando usados solos, y en la de 1 oz./100 lbs. de semilla, cuando usados en combinación, excepto en el caso de Vancide 51, el cual se aplicó en la proporción de 4 y 2 oz./100 lbs. de semillas.

Los fungicidas fueron ensayados en todas las combinaciones posibles, bajo condiciones de temperatura del suelo baja (16° a 20°C.) y alta (20° a 24°). A cada cajón se sembraron diez tratamientos, incluyendo el testigo.

Se tomaron datos sobre damping-off de preemergencia y de postemergencia, pero debido a que no se incluyeron replicaciones, no fue posible analizar el experimento estadísticamente.

Tal como se ha expresado antes, estos experimentos preliminares sirvieron como base para seleccionar los fungicidas que parecían ser efectivos en el tratamiento de semillas, cuando usados solos y en combinación, para el control del damping-off bajo dos temperaturas del suelo. Además, se obtuvo una estimación del efecto de la temperatura sobre la germinación de las semillas, junto con una indicación preliminar de su toxicidad.

Experimentos con Arvejas

Con base en los resultados obtenidos en los experimentos preliminares, los siguientes fungicidas se seleccionaron para estudios posteriores sobre su efectividad cuando usados solos y en combinación, bajo dos temperaturas del suelo: Agrox, Orthocide 75, Sperguson, Semesan, C & C L-224 y Arasan SF-X.

Los resultados presentados en la Tabla II, muestran que la mayoría de los fungicidas fueron efectivos en el control del damping-off de arvejas, cuando usados solos, pero que de todos ellos, Orthocide 75 fue el mejor. Aún más, todas las combinaciones que contenían Orthocide 75 fueron tan efectivas como el mismo fungicida usado sólo y a la vez superiores a todos los demás tratamientos.

Después de Orthocide 75 en orden decreciente en cuanto a su efectividad, estuvieron Agrox, C & C L-224, Arasan SF-X, Semesan y Sperguson. Aunque algunas de las combinaciones parecieron ser superiores a los respectivos fungicidas usados solos, las diferencias no

— T A B L A II —

Porcentaje de emergencia de arvejas Alderman después del tratamiento de la semilla con fungicidas solos y en combinación, a temperaturas del suelo baja (16° - 20°C.) y alta (20° - 24°C.)

Tratamiento(**)	Emergencia Total(*)	
	Temperatura del suelo	
	16° - 20°C.	20° - 24°C.
	Por ciento	Por ciento
Agrox	75	73
Agrox más Orthocide	87	81
Orthocide	83	83
Arox más Spergon	56	53
Spergon	15	10
Spergon más Orthocide	84	87
Semesan	56	56
Semesan más Orthocide	83	91
Semesan más Spergon	67	63
C & C L-224	63	70
C & C L-224 más Arasan	68	61
Arasan	61	61
Arasan más Orthocide	88	75
Arasan más Spergon	48	62
Testigo	6	6
Diferencia	5%	13
Significativa	1%	15

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

(**) Fungicidas usados solos en las dosis de 2 oz./100 lbs. de semilla; fungicidas usados en combinación en la dosis de 1 oz./100 lbs. de semilla.

fueron estadísticamente significativas. Parece ser que la efectividad de las combinaciones está directamente relacionada con aquella de los mismos fungicidas usados solos. Esto se hace más evidente en el caso de los fungicidas menos efectivos.

No hubo diferencias significativas entre los fungicidas usados solos y en combinación, ni tampoco en relación con la efectividad de éstos y sus combinaciones para el control del damping-off de pre-emergencia bajo condiciones de baja y alta temperatura del suelo. El mayor porcentaje de damping-off de postemergencia se observó en plantas que crecían a temperatura alta del suelo, tal como se observa en la Tabla III.

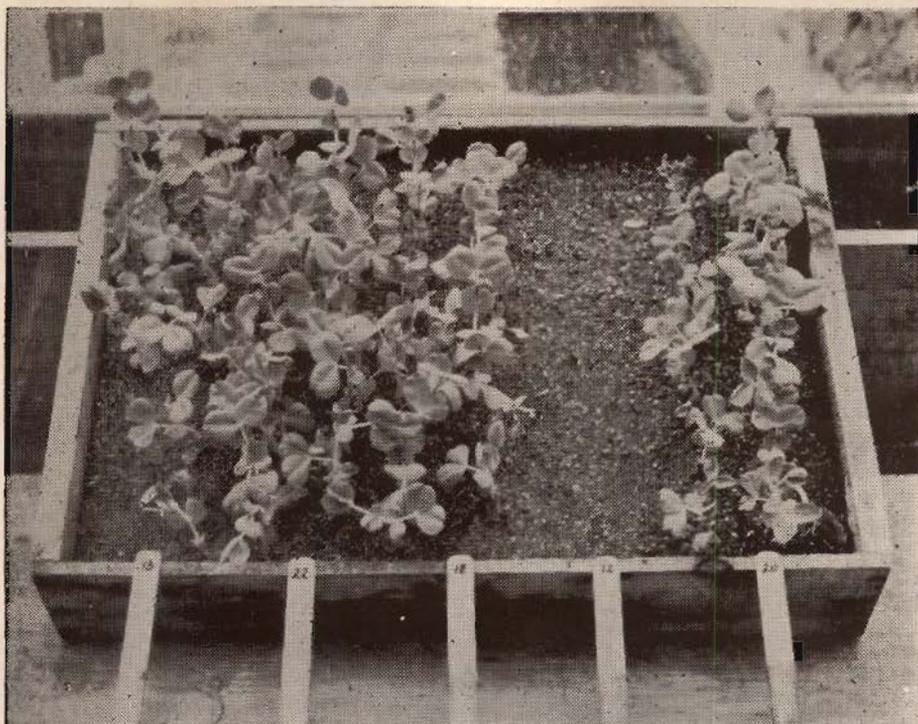


Figura 1.— Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinación, en el control del damping-off de pre-emergencia y pudrición de las semillas de arveja, a temperatura alta del suelo (20° - 24°C.). Dosis expresadas en onzas/100 lbs. de semilla.

Nº 13 Semesan, 2

Nº 22 Arasan SF-X, 1 más Spergon, 1

Nº 18 C & C L-224, 1 más Arasan SF-X, 1

Nº 12 Testigo

Nº 20 Arasan SF-X, 1 más Orthocide 75, 1

Con el fin de determinar los organismos responsables del damping-off, se hicieron varios aislamientos a partir de plántulas que mostraban los síntomas características de la enfermedad. Estas se tomaron al azar de suelo mantenido bajo temperaturas alta y baja. Los organismos obtenidos en estos aislamientos fueron similares a aquellos encontrados por otros investigadores (Baylis, 5; Jacks, 16; Leach, 22; Leach y Smith, 23).

El más abundante de todos los organismos aislados a partir de plántulas que habían crecido en suelo a temperatura baja (16°-20°C.), fue *Pythium* sp. En segundo lugar estuvo *Fusarium* sp., siendo *Rhizoctonia* sp. el menos abundante. Cuando los aislamientos se hicieron a partir de plántulas que habían crecido en suelo bajo tempera-

Porcentaje de damping-off de postemergencia en plántulas de arveja Alderman a temperaturas del suelo baja (16° - 20°C.) y alta (20° - 24°C.), después del tratamiento con varios fungicidas usados solos y en combinación

Tratamiento(**)	Damping-off de postemergencia(*)	
	Temperatura del suelo	
	16° - 20°C.	20° - 24°C.
	Por ciento	Por ciento
Agrox	2	17
Agrox más Orthocide	3	27
Orthocide	11	36
Agrox más Spergon	0	14
Spergon	8	3
Spergon más Orthocide	0	30
Semesan	3	23
Semesan más Orthocide	6	30
Semesan más Spergon	5	21
C & C L-224	9	33
C & C L-224 más Arasan	11	26
Arasan	14	29
Arasan más Orthocide	9	36
Arasan más Spergon	6	25
Testigo	3	3

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

(**) Fungicidas usados solos en la dosis de 2 oz./100 lbs. de semilla; fungicidas usados en combinación en la dosis de 1 oz./100 lbs. de semilla.

tura alta (20° - 24°C.), *Fusarium* sp. fue el más predominante, siguiéndole *Rhizoctonia* sp. y *Pythium* sp.

Teniendo en cuenta los resultados de Baylis (5), Leach (22), Gerdeman (13) y otros, quienes demostraron que el damping-off de preemergencia era más severo a temperaturas menos favorables para el desarrollo normal del susceptible que del patógeno, y considerando también que no se observó variación en la efectividad de los fungicidas solos y en combinación bajo condiciones de temperaturas alta y baja del suelo, se planeó un segundo experimento con arvejas Alderman. En este experimento se usaron los mismos fungicidas que en el anterior pero los ensayos se hicieron solamente bajo temperatura alta del suelo (20° - 24°C.). Se varió la cantidad del fungicida a usar, algunas veces por debajo y en otras sobre la recomen-

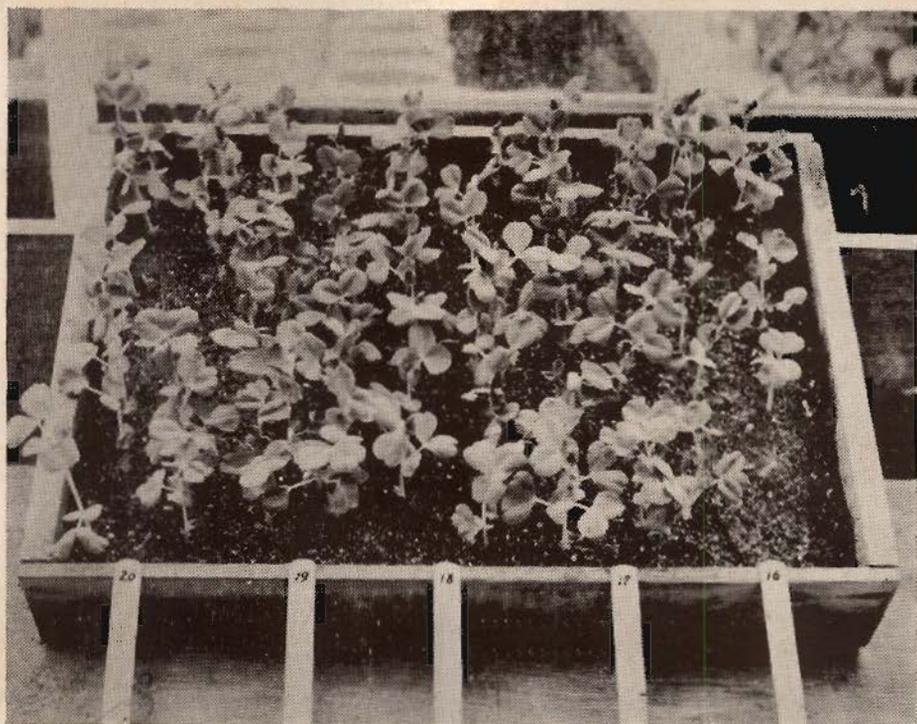


Figura 2.— Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinación, en el control del damping-off de premergencia y pudrición de las semillas de arveja, a temperatura alta del suelo (20° - 24°C.). Dosis expresadas en onzas/100 lbs. de semilla.

- Nº 20 Arasan SF-X, 1 más Orthocide 75, 1
Nº 19 Arasan SF-X, 1 más Orthocide 75, 0.5
Nº 18 C & C L-224, 1 más Arasan SF-X, 1
Nº 17 Arasan SF-X, 2
Nº 16 C & C L-224, 2

dada por las casas fabricantes. Los resultados se presentan en la Tabla IV.

Como puede observarse, Orthocide 75 proporcionó nuevamente el mejor control del damping-off de premergencia, aún cuando aplicado en la dosis de 1 onza. Siguiéndole, en orden decreciente de efectividad, estuvieron Arasan SF-X, Agrox, Semesan, C & C L-224 y Spergon.

Spergon, a pesar de haberse usado en una dosis alta (4 oz./100 lbs. de semilla), fue comparativamente inefectivo como protector de semillas. No se encontró diferencia significativa entre el Orthocide

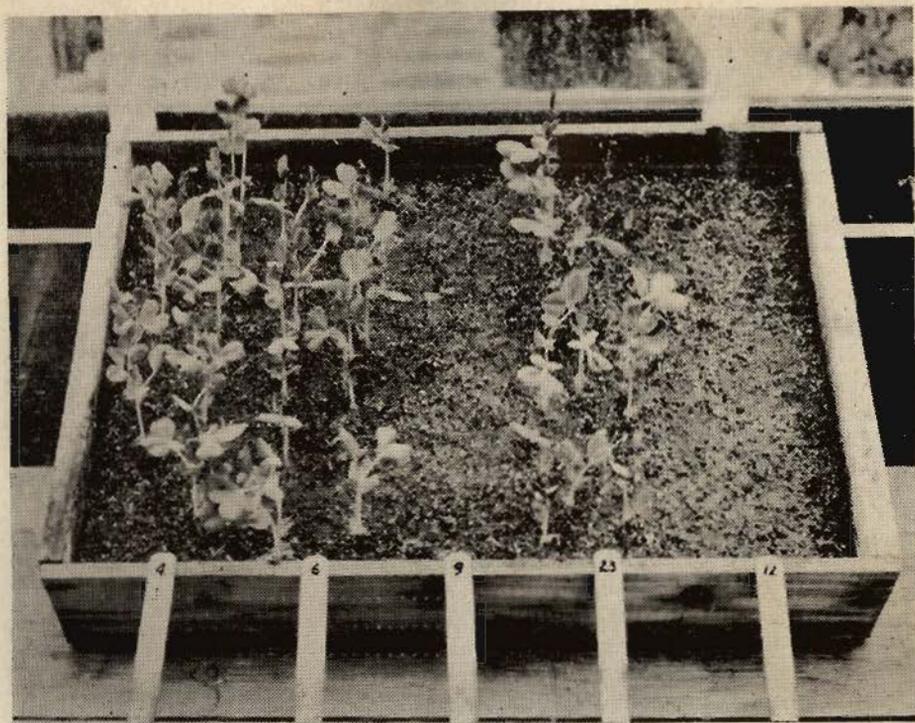


Figura 3.— Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinación, en el control del damping-off de pre-emergencia y pudrición de las semillas de arveja, a temperatura alta del suelo (20° - 24°C.). Dosis expresadas en onzas/100 lbs. de semilla.

- Nº 4 Orthocide 75,2
 Nº 6 Agrox, 1 más Spergon, 2
 Nº 9 Spergon, 2
 Nº 23 Spergon, 2 más Orthocide 75, 0,5.
 Nº 12 Testigo

75 cuando aplicado en las dosis de 2 onzas y 1 onza. En cambio, la eficacia del Spergon fue significativamente mejor cuando aplicado a 4 onzas, que a 2 onzas.

Al igual que en los experimentos preliminares, no se observó un aumento en la eficacia de los fungicidas, cuando estos se emplearon en combinación. Parece existir una correlación entre la efectividad de las combinaciones y la eficacia de sus componentes, es decir, que entre mayor es la efectividad de los fungicidas usados solos, mayor será la eficacia de sus combinaciones.

.En un tercer experimento se ensayaron cinco fungicidas selec-

— T A B L A IV —

Porcentaje de emergencia de arvejas Alderman después del tratamiento con fungicidas, usando diferentes dosis y combinaciones, bajo temperatura alta del suelo (20° - 24°C.)

Tratamiento		Emergencia total(*)
(onzas por 100 lbs. de semilla)		
		Por ciento
Agrox, 2	.....	78
Agrox, 1 más Orthocide, 1	.....	84
Agrox, 1 más Orthocide, 0.5	.....	80
Orthocide, 2	.....	91
Orthocide, 1	.....	83
Agrox, 1 más Spergon, 2	.....	64
Agrox, 1 más Spergon, 1	.....	66
Spergon, 4	.....	49
Spergon, 2	.....	22
Spergon, 2 más Orthocide, 0.5	.....	87
Spergon, 1 más Orthocide, 1	.....	82
Testigo	.....	6
Semesan, 1 más Orthocide, 1	.....	87
Semesan, 1 más Orthocide, 0.5	.....	81
Semesan, 2	.....	67
Semesan, 1 más Spergon, 2	.....	68
Semesan, 1 más Spergon, 1	.....	67
C & C L-224, 2	.....	58
C & C L-224, 1 más Arasan, 1	.....	81
Arasan, 2	.....	81
Arasan, 1 más Orthocide, 1	.....	95
Arasan, 1 más Orthocide, 0.5	.....	88
Arasan, 1 más Spergon, 2	.....	66
Arasan, 1 más Spergon, 1	.....	82
Testigo	.....	5
Diferencia	5%	11
Significativa	1%	12

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

cionados de los experimentos anteriores, en relación con su efectividad bajo condiciones de temperatura alta (20° - 24°C.) del suelo. Estos se aplicaron en dosis más bajas con el fin de eliminar el posible efecto de un fungicida sobre el terreno, al combinarlos en dosis más altas.

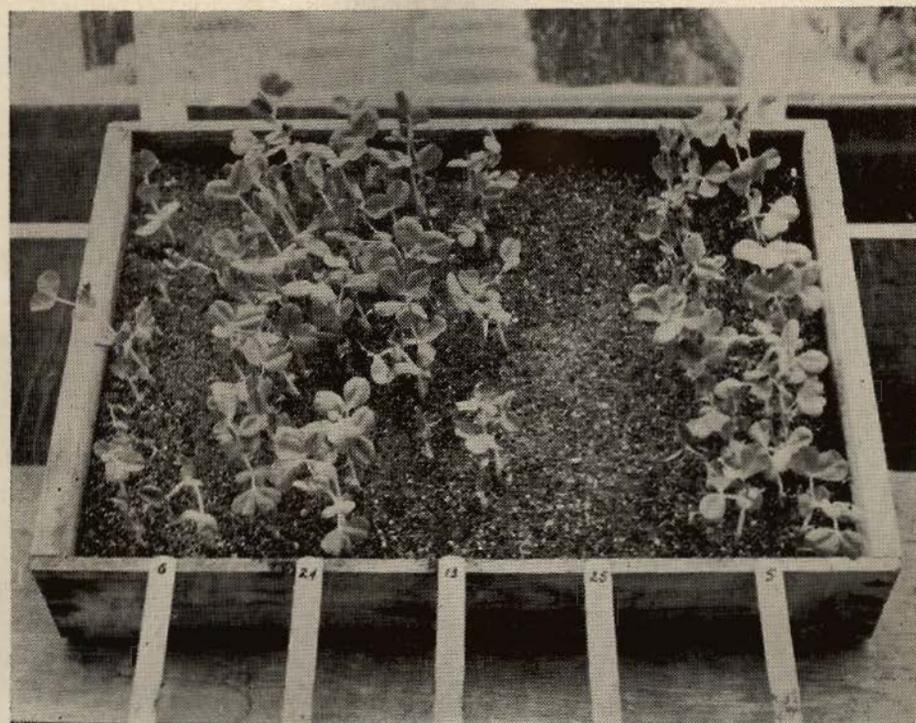


Figura 4.— Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinación, en el control del damping-off de preemergencia y pudrición de las semillas de arveja, a temperatura alta del suelo (20° - 24°C.). Dosis expresadas en onzas/100 lbs. de semilla.

- Nº 6 Agrox, 1 más Spergon, 2
- Nº 24 Spergon, 1 más Orthocide 75, 1
- Nº 13 Semesan, 2
- Nº 25 Testigo
- Nº 5 Orthocide 75, 1

Los resultados se presentan en la Tabla V. En las dosis usadas, todos los tratamientos, con excepción del Spergon usado solo proporcionaron un buen control del damping-off de preemergencia, tanto cuando se usaron solos, como cuando se aplicaron en combinación, aunque en este experimento el control obtenido no fue tan efectivo como en los anteriores. Orthocide 75 resultó ser un protector de semillas efectivo aún en las dosis de 0.5 oz./100 lbs. de semilla. Aunque la dosis para el Spergon se aumentó a 6 oz./100 lbs. de semilla, se obtuvo muy poco aumento en su efectividad. Al igual que en los experimentos anteriores, no se encontraron diferencias significativas entre los fungicidas usados solos y en combinación.

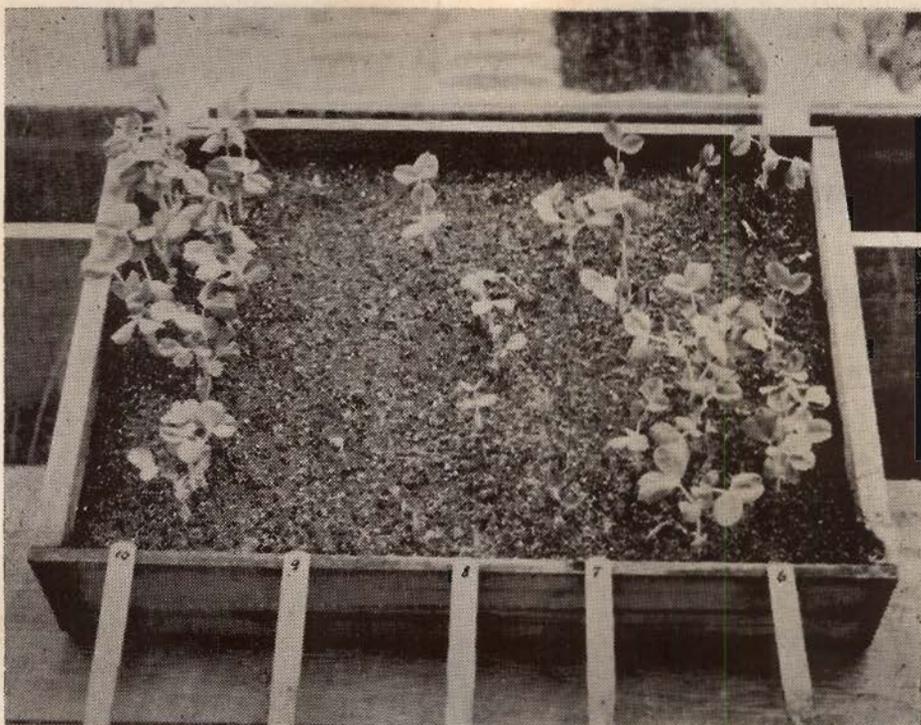


Figura 5.— Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinación, en el control del damping-off de preemergencia y pudrición de las semillas de arveja, a temperatura alta del suelo (20° - 24°C.). Dosis expresadas en onzas/100 lbs. de semilla.

Nº 10 Semesan, 1 más Orthocide 75, 0.5

Nº 9 Spergon, 2

Nº 8 Spergon, 4

Nº 7 Agrox, 1 más Spergon, 1

Nº 6 Agrox, 1 más Spergon, 2

En el experimento final con arvejas, se hizo una comparación entre Arasan SF-X y Orthocide 75, usados solos y en combinación, en diferentes dosis, tal como se muestra en la Tabla VI. En este caso, las fluctuaciones de la temperatura fueron mayores que en los experimentos anteriores. Como resultado de estas condiciones desfavorables, el damping-off fué más severo. Todos los fungicidas y sus combinaciones, aunque usados en dosis bajas, fueron efectivos en el aumento de la emergencia. No hubo diferencia significativa, entre Orthocide 75 usado a 1 oz./100 lbs. de semilla, y a 5 oz./100 lbs. Además no se obtuvo un aumento significativo en la emergencia cuando Arasan SF-X se aplicó en la dosis de 2 en lugar de 1 oz./100 lbs. de

Porcentaje de emergencia de arvejas Alderman después del tratamiento con fungicidas, usando diferentes dosis y combinaciones, bajo temperatura alta del suelo (20° - 24°C.)

Tratamiento (onzas por 100 lbs. de semilla)		Emergencia total(*)
		Por ciento
Agrox, 1		64
Agrox, 0.5 más Orthocide, 0.25		50
Orthocide, 0.5		48
Orthocide, 0.25 más Spergon, 3		50
Spergon, 6		17
Agrox, 0.5 más Spergon, 3		24
Semesan, 2		67
Semesan, 1 más Orthocide, 0.25		51
Semesan, 1 más Spergon, 3		43
Semesan, 1 más Agrox, 0.5		54
Arasan, 1		37
Arasan, 0.5 más Orthocide, 0.25		52
Arasan, 0.5 más Spergon, 3		42
Arasan, 0.5 más Agrox, 0.5		52
Testigo		4
Diferencia 5%		17
Significativa 1%		21

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

semilla. La misma condición se observó cuando este fungicida se aplicó a 1 onza y a 0.5 onzas por 100 lbs. de semilla, respectivamente. A medida que las dosis de los fungicidas se disminuyeron, su eficacia como protectores de semilla también disminuyó. No se encontró un aumento significativo en su efectividad, al combinar los fungicidas. Aunque Orthocide 75 y Arasan SF-X aparecen igualmente efectivos en el control del damping-off de preemergencia, la efectividad del Orthocide 75 fue mayor cuando las dosis para ambos eran iguales. Una evidencia mayor que ayuda a corroborar esta observación puede obtenerse al examinar los resultados de la Tabla VI, en la cual aparecen las combinaciones, en dosis diferentes, de los dos fungicidas, comparados con las dosis equivalentes de los mismos fungicidas usados solos.

Porcentaje de emergencia de arvejas Alderman después del tratamiento con fungicidas, usando diferentes dosis y combinaciones, bajo temperatura alta del suelo (20° - 24°C.)

Tratamiento (onzas por 100 lbs. de semilla)		Emergencia total(*)
		Por ciento
Arasan, 2		57
Arasan, 1		43
Arasan, 0.5		37
Orthocide, 1		52
Orthocide, 05		49
Arasan, 1 más Orthocide, 1		56
Arasan, 0.5 más Orthocide, 0.5		35
Arasan, 0.5 más Orthocide, 0.25		18
Arasan, 0.25 más Orthocide, 0.5		46
Testigo		1
Diferencia	5%	14
Significativa	1%	19

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

Experimentos con frijol

Los fungicidas Agrox, Vancide 51, Orthocide 75, Spergon, Semesan y Arasan SF-X, se coleccionaron para ser usados posteriormente, solos y en combinación bajo dos temperaturas del suelo: 16° a 20C. y 20° a 24°C., teniendo en cuenta los resultados de los experimentos preliminares sobre frijol.

Los resultados se presentan en la Tabla VII, los cuales muestran que el Orthocide 75 fue el más efectivo de los fungicidas en el control del damping-off de premergencia. Lo mismo ocurrió con todas sus combinaciones, excepto cuando el Orthocide 75 se mezcló con Arasan SF-X. En este caso, lo mismo que cuando el Arasan SF-X se combinó con Semesan (las dos únicas combinaciones que incluyen Arasan), la efectividad de las combinaciones fue menor que aquella del mismo fungicida usado solo.

No hubo diferencias significativas entre la efectividad del Orthocide 75, Arasan SF-X y Semesan a temperaturas del suelo baja (16°-20°C.) ni alta (20°-24°C). Sin embargo, el testigo y los fungicidas menos efectivos como Vancide 51 y Spergon, mostraron diferencias sig-

— T A B L A VII —

Porcentaje de emergencia de frijol Round Pod Kidney Wax después del tratamiento de la semilla con fungicidas usados solos y en combinación, a temperaturas del suelo baja (16° - 20°C.) y alta (20° - 24°C.)

Tratamiento(**)	Emergencia Total(*)	
	Temperatura del suelo	
	16° - 20°C.	20° - 24°C.
	Por ciento	Por ciento
Agrox	62	76
Agrox más Vancide	79	92
Vancide	57	75
Agrox más Orthocide	89	84
Orthocide	86	81
Agrox más Spergon	73	69
Spergon	39	61
Spergon más Orthocide	85	78
Semesan	81	77
Semesan más Orthocide	87	82
Semesan más Spergon	72	83
Arasan	84	85
Arasan más Orthocide	79	78
Arasan más Semesan	72	79
Testigo	17	61
Diferencia 5%	11	11
Significativa 1%	14	14

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

(**) Fungicidas usados solos en la dosis de 2 oz./100 lbs. de semilla; fungicidas usados en la combinación en la dosis de 1 oz./100 lbs. de semilla, excepto para Vancide, el cual se aplicó a 4 oz. y a 2 oz./100 lbs. de semilla, respectivamente.

nificativas bajo estos dos niveles de temperaturas, observándose el menor porcentaje de plantas sanas en el suelo con temperatura baja. Se observó mayor porcentaje de damping-off de postemergencia en plantas que crecían bajo temperatura alta del suelo (véase Tabla VIII). En este respecto, los resultados fueron similares a aquellos obtenidos con arvejas bajo condiciones similares (véase Tabla III).

Con el objeto de proporcionar las condiciones más favorables para el ataque del damping-off de preemergencia y obtener así una mejor evaluación de los fungicidas que se iban a ensayar, se planeó un segundo experimento con frijol a temperatura baja del suelo, usando Agrox, Orthocide 75, Spergon, Semesan y Arasan SF-X. Los

— T A B L A VIII —

Porcentaje de damping-off de post-emergencia en plántulas de frijol Round Pod Kidney Wax a temperaturas del suelo baja (16° - 20°C.) y alta (20° - 24°C.), después del tratamiento con varios fungicidas usados solos y en combinación.

Tratamiento(**)	Damping-off de post-emergencia(*) Temperatura del suelo	
	16° - 20°C.	20° - 24°C.
	Por ciento	Por ciento
Agrox	5	18
Agrox más Vancide	4	13
Vancide	7	23
Agrox más Orthocide	4	22
Orthocide	7	24
Agrox más Spergon	10	17
Spergon	3	18
Spergon más Orthocide	3	18
Semesan	2	7
Semesan más Orthocide	4	11
Semesan más Spergon	3	18
Arasan	4	19
Arasan más Orthocide	2	19
Arasan más Semesan	1	19
Testigo	3	27

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

(**) Fungicidas usados solos en la dosis de 2 oz./100 lbs. de semilla; fungicidas usados en la combinación en la dosis de 1 oz./100 lbs. de semilla, excepto para Vancide, el cual se aplicó a 4 oz. y a 2 oz./100 lbs. de semilla, respectivamente.

fungicidas se aplicaron en diferentes dosis, solos y en combinación, tal como se muestra en la Tabla IX.

De todos los fungicidas usados solos, Orthocide 75 fue nuevamente el más efectivo para el control del damping-off de preemergencia. Siguiendo a éste y en orden de efectividad decreciente, estuvieron Arasan SF-X, Agrox, Semesan y Spergon. No se obtuvo un aumento en la eficacia de las combinaciones en aquellos casos en que los respectivos fungicidas fueron efectivos al usarlos solos. No hubo diferencias significativas entre Orthocide 75, Arasan SF-X y Semesan y sus combinaciones, cuando aplicados en las dosis de 2 onzas y 1 oz./100 lbs. de semilla, ni tampoco entre las dosis usadas para el Spergon (2 onzas, 4 onzas y 6 oz./100 lbs. de semilla). La efi-

— T A B L A IX —

Porcentaje de emergencia en plántulas de frijol Round Pod Kidney Wax, después del tratamiento con fungicidas, usando diferentes dosis y combinaciones, a temperatura baja del suelo (16° - 20° C.)

Tratamiento (onzas por 100 lbs. de semilla)		Emergencia Total(*)
		Por ciento
Agrox, 2	.....	69
Agrox, 1 más Orthocide, 1	.....	88
Agrox, 1 más Orthocide, 0.5	.....	86
Orthocide, 2	.....	87
Orthocide, 1	.....	90
Spergon, 2	.....	47
Spergon, 4	.....	51
Spergon, 6	.....	56
Orthocide, 1 más Spergon, 1	.....	88
Orthocide, 0.5 más Spergon, 2	.....	87
Orthocide, 0.5 más Spergon, 3	.....	85
Testigo	.....	38
Semesan, 2	.....	68
Semesan, 1	.....	78
Semesan, 1 más Orthocide, 1	.....	87
Semesan, 0.5 más Orthocide, 0.5	.....	91
Semesan, 1 más Spergon, 1	.....	82
Semesan, 0.5 más Spergon, 2	.....	71
Arasan, 2	.....	77
Arasan, 1	.....	81
Arasan, 1 más Orthocide, 1	.....	83
Arasan, 0.5 más Orthocide, 0.5	.....	84
Arasan, 1 más Semesan, 1	.....	67
Arasan, 0.5 más Semesan, 0.5	.....	52
Testigo	.....	36
Diferencia	5%	10
Significativa	1%	12

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

cacia de la combinación Arasan-Semesan fue nuevamente idéntica a la de los dos fungicidas usados solos. No se observó una disminución en la efectividad de la combinación Arasan-Orthocide 75, como en los experimentos anteriores con arvejas.

En un tercer experimento (véase Tabla X), se compararon solos

— T A B L A X —

Porcentaje de emergencia en plántulas de frijol Round Pod Kidney Wax, después del tratamiento con fungicidas, usando diferentes dosis y combinaciones, a temperatura baja del suelo (18.5° - 23.0°C.)

Tratamiento (onzas por 100 lbs. de semilla)	Emergencia total (*)
	Por ciento
Agrox, 2	67
Agrox, 1 más Orthocide, 1	87
Orthocide, 2	84
Orthocide, 1 más Sperguson, 1	83
Semesan, 2	86
Semesan, 1 más Orthocide, 1	85
Arasan, 2	87
Arasan, 1 más Orthocide, 1	91
Arasan, 1 más Semesan, 1	79
Testigo	43
Diferencia 5%	15
Significativa 1%	19

(*) Basado en el promedio de 4 replicaciones con 30 semillas cada una.

y en combinación, los fungicidas que habían resultado más efectivos en los anteriores ensayos: (Orthocide 75, Arasan SF-X, Agrox y Semesan), variándose la dosis recomendadas por las casas fabricantes. Se usó además la combinación Sperguson más Orthocide, la más efectiva entre las que incluían Sperguson. Todos los fungicidas y sus combinaciones resultaron significativamente efectivos en el control del damping-off de preemergencia, comparados con el testigo. Sin embargo, al igual que en los experimentos con arvejas, la efectividad de la combinación Arasan-Semesan fue más baja que aquella de los mismos fungicidas usados solos. Se observó además que el porcentaje de plantas sanas en los testigos fue mayor en este caso que en los experimentos anteriores. Esto probablemente se debió a que la temperatura fue más alta (18.5° - 23°C.) y consecuentemente las condiciones fueron más favorables para la germinación de las semillas de frijol.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El objeto de la presente investigación fue el de estudiar la efectividad de varios fungicidas protectores de semillas mercuriales y nó mercuriales en el control de la pudrición de semillas y damping-off de preemergencia en arvejas y frijol, cuando usados solos y en combinación, en dosis diferentes y bajo dos temperaturas del suelo.

Los experimentos preliminares efectuados con el objeto de seleccionar los fungicidas más promisorios, fueron seguidos por otros más intensivos. En ellos se observó que la pudrición de las semillas y el damping-off de preemergencia fueron más severos bajo condiciones de temperatura del suelo desfavorables para la germinación de las semillas y el crecimiento normal de las plántulas y en cambio favorables para el desarrollo de los organismos patógenos del suelo. Esta observación está de acuerdo con los resultados de Leach (22), el cual encontró que la "infección de preemergencia fue más severa a temperaturas relativamente menos favorables para el susceptible que para el patógeno, tal como lo mostraba la relación entre sus respectivas ratas de crecimiento". La arveja, como cultivo de clima frío que es, sufrió un ataque más severo de damping-off bajo temperatura alta del suelo (20° - $24^{\circ}\text{C}.$), que a temperatura baja (16° - $20^{\circ}\text{C}.$). Lo contrario ocurrió en el caso de frijol, cultivo de clima cálido. Esto puede explicarse sobre la base de un retardamiento en la germinación de la semilla debido a condiciones desfavorables de temperatura del suelo, el cual dió a los organismos patógenos un mayor tiempo para atacarlos.

Los organismos aislados de plántulas que habían crecido a temperaturas del suelo baja (16° - $20^{\circ}\text{C}.$) y alta (20° - $24^{\circ}\text{C}.$), fueron similares a aquellos obtenidos por otros investigadores (Baylis, 5; Jacks, 16; Leach, 22, 23; Reinking, 32).

Fusarium sp. fue el organismo más prevalente aislado de plántulas de arvejas crecidas a temperatura alta del suelo, lo cual concuerda con los resultados de Jones (18).

Se observó un mayor porcentaje de damping-off de postemergencia, tanto en arvejas como en frijol (Tablas III y VIII), en plantas que habían crecido en suelo a temperatura alta, en comparación con aquellas desarrolladas a temperatura baja.

Mediante el uso de hospederos altamente susceptibles, tal como las variedades de arveja y frijol empleadas en estos experimentos; disponiendo de suelo completamente infestado con organismos patógenos, tal como lo demuestran los resultados de los aislamientos efectuados; y con condiciones ambientales (temperatura y humedad del suelo) favorables para éstos organismos, se aseguraron condiciones óptimas para el desarrollo del damping-off. Bajo estas circunstancias fue posible efectuar una mejor evaluación de la efectividad de los fungicidas ensayados.

Varios autores han encontrado efectos tóxicos de fungicidas sobre las semillas tratadas con ellos (Andersen y DeZeeuw, 1; Andersen et al., 3; Cohn y DeZeeuw, 8; Leukel, 25). También se ha encontrado que varios factores ambientales tales como humedad y temperatura del suelo, causan variaciones amplias en la efectividad de los fungicidas empleados como protectores de semilla (Gerdeman, 13; Hagedorn, 14; Jacks, 16; Jones, 18). Se pensó que una comparación entre la eficacia de los fungicidas usados solos y en combinación, bajo temperaturas diferentes del suelo, revelaría diferencias en cuanto a su efectividad. Los primeros experimentos replicados, en los cuales los fungicidas fueron ensayados al mismo tiempo bajo dos temperaturas del suelo, mostraron que, tanto en arvejas como en frijol, no hubo diferencias significativas entre la efectividad de los fungicidas cuando usados solos a temperaturas del suelo baja y alta. No hubo tampoco diferencias entre las semillas no tratadas (testigos) y aquellas tratadas con los fungicidas menos efectivos, en los experimentos con frijol, habiéndose observado el menor porcentaje de plantas sanas en el suelo a temperatura baja. Bajo estas condiciones de temperatura, la germinación se retardó, resultando un aumento en la cantidad de semilla podrida y en damping-off de preemergencia, en los casos en los cuales el fungicida aplicado no fue un protector efectivo, como ocurrió con Vancide 51 y Spergon. Este hecho puede explicar, tal como se muestra en la Tabla VIII, las diferencias entre la efectividad de los fungicidas como protectores de semilla a las temperaturas baja y alta del suelo. Aunque estas diferencias no fueron tan significativas en los experimentos con arvejas (véase Tabla II), se observaron variaciones similares, esto es, el más alto porcentaje de damping-off de postemergencia se presentó bajo condiciones de temperatura alta del suelo (véase Tabla III).

No se encontraron diferencias 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, los fungicidas en combinación fueron tan efectivos, como lo fue el mejor de los dos cuando usado solo. Por ejemplo, en la Tabla VII se observa que el porcentaje de emergencia de semillas de frijol tratadas con Semesan más Orthocide 75 fue 87 mientras que para Semesan sólo fue de 81 y para Orthocide 75 fue de 86. La misma tabla muestra que el porcentaje de emergencia de semillas tratadas con Spergon sólo fue 39; aquellas tratadas con Orthocide 75 dieron un 87% de emergencia y la combinación de ambos fungicidas, un 85%. En esta forma, parece que la efectividad de las combinaciones está directamente relacionada con aquella de los mismos fungicidas usados solos: entre mayor la efectividad de los fungicidas usados solos, mayor la eficacia de sus combinaciones.

Hubo algunos casos en los cuales la efectividad de las combinaciones fue menor que aquella de cualquiera de los fungicidas usados solos. Así, en las Tablas IX y X se observa que la combinación de Arasan SF-X, fungicida no mercurial y Semesan, fungicida mercurial, fue menos efectiva en el control del damping-off, que cualquier

ra de los mismos fungicidas usados solos. El mismo efecto se observó cuando estos protectores se ensayaron al mismo tiempo bajo dos temperaturas del suelo. (véase Tabla VII). Aunque en uno de los experimentos con frijol (Tabla VII), la combinación Arasan más Orthocide fue menos efectiva que los mismos fungicidas usados solos, esta condición no se observó en el resto de los experimentos.

Varios fungicidas fueron efectivos en el control del damping-off en arvejas y frijoles, pero el Orthocide 75 se mostró como el más efectivo a través de todos los experimentos. Lo mismo ocurrió con todas las combinaciones que incluían a este fungicida. Estos resultados están de acuerdo con aquellos obtenidos por Andersen y DeZeeuw, (*) quienes encontraron que el Orthocide 75 fue el protector más efectivo contra la pudrición de semillas y el damping-off en arvejas Alderman y frijol Round Pod Kidney Wax, comparado con Semesan, Ortho Seed Guard, C & C L-224, Vancide 51, Agrox, Arasan SF-X, Spergon y otros.

Spergon, recomendado por varios investigadores (Cohn y DeZeeuw, 8; DeZeeuw y Andersen, 10; Hagedorn, 14; Leach y Smith, 23; Machacek y Brown, 28) como un protector de semillas efectivo, resultó muy poco eficaz en estos experimentos, comprado con los otros fungicidas ensayados. En algunos casos, aunque aplicado en dobles cantidades de las recomendadas por sus fabricantes (Tabla V), no fué efectivo contra el damping-off.

Recientemente Andersen y DeZeeuw (1,2) y Wallen (40), encontraron resultados similares en relación con la baja efectividad del Spergon. McNew y McCallan (30) explican este hecho considerando que la textura del suelo y alcalinidad pueden ser un factor limitante que influencia la efectividad del Spergon como un buen protector de semillas.

En general, el Arasan SF-X, Agrox, Semesan y C & L-224, fueron igualmente efectivos en el control del damping-off de preemergencia en arvejas, bien usados sólo o en combinación. En frijol, sin embargo, no hubo diferencias significativas en la efectividad del Orthocide 75, Arasan SF-X y Semesan, cuando aplicados en dosis diferentes a aquellas recomendadas por sus fabricantes. El Agrox, aunque significativamente menos efectivo, mostró ser satisfactorio para el control del damping-off de preemergencia en frijol.

En arvejas, no hubo diferencia significativa entre el Orthocide 75, cuando aplicado a 2 onzas y a 1 oz./100 lbs. de semilla (véase Tabla IV). Aún a 0.5 oz./100 lbs. este fungicida fue un protector de semillas efectivo (véase Tabla V). El mismo hecho se observó en el caso del Arasan SF-X (véase Tabla VI). Con los fungicidas menos efectivos se observó el fenómeno contrario. Así, tal como se muestra en la Tabla IV, la eficacia del Sperfon fue aumentada significativamente cuando aplicado a 4 onzas, que a 2 oz./100 lbs. de semilla.

(*) Datos no publicados.

En general no se observó un aumento significativo en la población de plántulas al variar la dosis de aplicación, con los fungicidas más efectivos como el Orthocide 75.

Parece que no puede obtenerse un beneficio adicional con la aplicación de los fungicidas en combinación, usados en la presente investigación. Este hecho no excluye la posibilidad de que otros fungicidas no incluidos en estos experimentos, puedan aumentar su efectividad al combinarse. Pero teniendo en cuenta que para estos estudios se seleccionaron los fungicidas más efectivos y que por los menos eficaces que se incluyeron no controlaron eficientemente el damping-off, ni solos ni en combinación, las oportunidades de obtener una combinación ideal, mejores que cualquiera de los fungicidas usados solos, parece ser muy relativa.

RESUMEN

En experimentos preliminares, usando arvejas Alderman y frijol Round Pod Kidney Wax, se seleccionaron y ensayaron varios protectores de semillas, bajo condiciones de invernadero a dos temperaturas del suelo.

De estos fungicidas, los más promisorios se ensayaron nuevamente en una serie de experimentos subsecuentes, tanto en arvejas como en frijol, a temperaturas del suelo baja (16° - 20°C.) y alta (20° - 24°). Se hicieron variaciones en las combinaciones y en las dosis, bajo y sobre aquellas recomendadas por las casas fabricantes.

Varios de los fungicidas fueron efectivos en el control del damping-off de preemergencia de arvejas y frijol pero el Orthocide 75 (Captan), fue el más efectivo de todos. Siguiendo a éste en cuanto a efectividad, estuvieron Arasan SF-X, Agrox, Semesan y C & C L-224. Spargon, generalmente recomendado para el tratamiento de semillas de arveja y frijol, fue relativamente inefectivo en estos ensayos.

No se observó un aumento en la efectividad de los fungicidas ensayados, al combinarlos, sí al usarlos solos proporcionaban un buen control del damping-off. En general, entre mayor fue la efectividad del fungicida usado solo, mayor fue la eficacia de sus combinaciones. Además, los fungicidas y sus combinaciones fueron igualmente efectivos al usarlos bajo condiciones de temperatura del suelo baja y alta.

En todos los experimentos sobre tratamiento de semillas de arvejas, la efectividad de la combinación Arasan SF-X y Semesan, fue menor que aquella de los mismos fungicidas usados solos. La misma condición se observó solo en uno de los experimentos con frijol, cuando el Arasan SF-X se combinó con Orthocide 75.

El damping-off de preemergencia fue más severo cuando la temperatura del suelo fue menos favorable para la germinación de

la semilla y crecimiento normal de las plántulas. Bajo tales condiciones, la germinación de las semillas, y la emergencia de las plántulas se demoró, teniendo los organismos patógenos del suelo un mayor tiempo para atacarlas. El damping-off de postemergencia fue mayor, tanto en arvejas como en frijol, a temperatura alta del suelo (20° - 24°C .), que a temperatura baja (16° - 20°C .).

Cuando se hicieron aislamientos a partir de plántulas de arveja que habían crecido en las dos temperaturas del suelo, se encontró que los organismos más abundantes en el suelo a temperatura baja estaban constituidos por especies de *Pythium*. Especies de *Fusarium* y *Rhizoctonia* fueron los organismos menos numerosos. Los más predominantes en el suelo a temperatura alta fueron especies de *Fusarium*, seguidos por especies de *Rhizoctonia* y *Pythium*.

El damping-off de preemergencia y la pudrición de semillas de arveja y frijol puede controlarse con éxito mediante el tratamiento de éstas.

S U M M A R Y

Several seed protectants were selected and tested alone and in combination, in preliminary experiment on Alderman peas and Round Pod Kidney Wax beans under greenhouse conditions at two soil temperatures.

The most promising fungicides were retested in a series of subsequent experiments, both on peas and beans, at low (16° - 20°C .) and at high (20° - 24°C .) soil temperatures. Variations in combinations and application rates, below or above those recommended by the manufacturers, were made throughout all the experiments.

Several chemicals were effective in controlling preemergence damping-off in peas and beans, but Orthocide 75 (Captan) was by far the most effective. Ranking next to Orthocide 75 were Arasan SF-X, Agrox, Semesan, and C & C L-224. Spergon, generally recommended for pea and bean seed treatment, was relatively ineffective in these tests.

No increase in the effectiveness of the chemical tested was observed by combining them, if when used alone they gave good pre-emergence damping-off control. In general, the greater the effectiveness of the chemicals when used alone, the greater the effectiveness of the chemicals when used alone, the greater the efficacy of their combinations. Furthermore, the fungicides and their combinations were equally effective when used under low and high soil temperature conditions.

In all the pea seed treatment experiment, the effectiveness of the combination Arasan SF-X and Semesan was lower than when these chemicals were applied separately. The same reaction was noted in only one of the bean experiments when Arasan SF-X was

Preemergence damping-off was more severe when the soil temperature conditions were less favorable for seed germination and normal growth of the seedlings. Under such conditions, seed germination and seedling emergence was delayed, giving the soil pathogenic organisms a longer time to attack the seeds. Postemergence damping-off was more common, both in peas and beans, at high soil temperatures (20° - 24°C.) than at low soil temperatures (16° - 20°C.)

When isolations were made from diseased pea seedlings grown at the two soil temperatures, *Pythium* spp. were the most abundant organisms at the low soil temperature and *Fusarium* spp. and *Rhizoctonia* spp. were the least numerous. At the high soil temperatures, *Fusarium* spp. were most predominant, followed by *Rhizoctonia* spp. and *Pythium* spp.

Preemergence damping-off and seed decay of peas and beans can be successfully controlled by seed treatment.

BIBLIOGRAFIA

1. Andersen, A. L., and D. J. DeZeeuw.— Seed treatment studies for damping-off control in garden and canning beans (Report of Progress). Mich. Agr. Exp. Sta., Quart. Bul. 34: 357-364. 1952.
2. —————.— Pea seed treatment investigations (Report of Progress). Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bul. 34: 25-33. 1952.
3. Andersen, A. L., D. J. DeZeeuw, and L. Merrill.— Seed treatment investigations. Michigan State College. (Unpublished manuscript). 1954.
4. Arndt, C. H., et al.— Summary of cooperative test of cotton seed treatments 1946. U. S. Dept. Agr., Pl. Dis. Rptr. 31: 204-210. 1947.
5. Baylis, G. T. S.— Fungi which cause pre-emergence injury to garden peas. Ann. Appl. Biol. 28: 210-218. 1941.
6. Baylis, G. T. S., R. S. Deshpande, and I. F. Storey.— Effect of seed treatment on emergence of peas. Ann. Appl. Biol. 30: 19-32. 1943.
7. Bossalis, M. G.— Studies on the parasitism of *Rhizoctonia solani* Kuehn on soybeans. (Abstr.). Phytopath. 40: 831. 1950.
8. Cohn, A. F., and D. J. DeZeeuw.— Response of certain varieties of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) to seed treatment. Mich. Agr. Exp. Sta., Quart. Bul. 32: 386-401. 1950.

11. **DeZeeuw, D. J. and A. L. Andersen.**— Lima bean seed treatment to dry and slurry methods of seed treatment. *Phytopath.* **42**: 52-56. 1952.
11. **DeZeeuw, D. J. and A. L. Andersen.**— Lima bean seed treatment trials in Michigan, 1951-52. U. S. Dept. of Agr., Pl. Dis. Rptr. **37**: 69-70. 1953.
12. **Gerdeman, J. W.**— Effect of seed treatment on forage legumes in wet and dry Soil (Abstr.) *Phytopath.* **41**: 13. 1950.
13. —————. — 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.
14. **Hagedorn, D. J.**— Experiments with pea seeds protectants in Wisconsin. (Abstr.) *Pythopth.* **42**: 10. 1952.
15. **Howe, W. L., W. T. Schroeder, and K. G. Swenson.**— Seed treatment for control of seed-corn maggot and seed decay organisms. *New York Agr. Exp. Sta. Bul.* 752. 1952. ;
16. **Jacks, H.**— The efficiency of chemical treatments of vegetable seeds against seed-borne and soil-borne organisms. *Ann. App. Biol.* **38**: 135-168. 1951.
17. **Johnson, H. W.**— Soybean seed treatment tests 1947-1950. (Abstr.), *Pythopth.* **41**: 19. 1951.
18. **Jones, F. R.**— Stem and rot of peas in the United States caused by species of *Fusarium*. *Jour. Agr. Res.* **26**: 459-476. 1923.
19. **Jones, L. K.**— Factors influencing the effectiveness of organic mercury dusts in pea-seed treatment. *Jour. Agr. Res.* **42**: 25-33. 1931.
20. **Kernkamp, M. F.**— Seed treatment of alfalfa, red clover, and sweet clover, (Abstr.). *Phytopath.* **41**: 21. 1950.
21. **Leach, L. D.**— Influence of the pathogen, environment, and host response on the efficacy of seed treatment with sugar beets and some vegetable crops. (Abstr.) *Phytopath.* **30**: 788. 1940.
22. **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.
23. **Leach, L. D., and P. G. Smith.**— Effect of seed treatment on protection, rate of emergence, and growth of garden peas. *Phytopath.* **35**: 191-205. 1945.

24. **Leach, L. S., et al.**— Lima bean seed treatment trials in California, 1950-1952. U. S. Dept. of Agr. Pl. Dis. Rptr. **38**: 193-199. 1954.
25. **Leukel, R. W.**— Recent developments in seed treatment. Bot. Rev. **14**: 235-269. 1948.
26. **McCallan, S. E. A.**— Evaluation of chemicals as seed protectants by greenhouse tests with peas and onther seeds. Contrib. Boyce Thompson Inst. **15**: 91-117. 1948.
27. —————. — Some chromate complexes and organic compounds as seed protectants. Contrib. Thompson Inst. **16**: 5-20. 1950.
28. **Machacek, J. E., and A. M. Brown.**— Experiments on vegetable seed disinfection and observation on varietal resistance of peas, beans, and sweet corn to some diseases in Manitoba. Scient. Agr. **28**: 145-153. 1948.
29. **McKeen, C. D.**— Arasan as seed and soil treatment for the control of damping-off in certain vegetables. (Abstr.). Biol. Abstr. **24**: 34387. 1950.
30. **McNew, G. L. and S. E. A. McCallan.**— The control of fruit and vegetable diseases. Reprint 649. Boyce Thompson Inst. 1951.
31. **Porter, R. H.**— Treatment of crop seeds in Brazil and Paraguay. (Abstr.) | Phytopath. **41**: 347. 1955.
32. **Reinking, O. A.**— Distribution and relative importance of various fungi associated with pea root-rot in commercial pea-growing areas in New York. New York Agr. Expt. Sta., Tech. Bul. 264. 1942.
33. **Enedecor, G. W.**— Statistical methods. 4th ed. Iowa College Press. Ames, Iowa. 485 pp. 1946.
34. **The Fungicide Comittee of the American Phytopathological Society.**— Nation-wide results with Fungicides in 1948. U. S. Dept. of Agr., Pl. Dis. Rptr. Suppl. 181. 1949.
35. —————. — Nation-ide results with fungicides in 1949. U. S. Dept. of Agr., Pl. Dis Rptr. Suppl. 1922. 1950.
36. —————. — Nation-wide results with fungicides in 1950. U. S. Dept. of Agr., Pl. Dis. Rptr. Suppl. 210. 1952.

37. Walker, J. C., E. J. Delwiche, and P. G. Smith.— Pea seed treatment with chemical dusts. Jour. Agr. Res. 61: 143-148. 1940.
 38. Walker, J. C.— Vegetable seed treatment. Bot. Rev: 14: 588-601. 1948.
 39. Wallen, V. R., and A. J. Skolko.— Treatment of vegetable seed of low germination. U. S. Sept. of Agr., Pl. Dis. Rptr. 37: 66-68. -953.
 40. Wallen V. R.— Treatment of vegetable seed for improved emergence. U. S. Dept. of Agr., Pl. Dis. Rptr. 37: 620-622. 1953.
- 