

## EFFECTO DE DIFERENTES CULTIVOS EN LA PROLIFERACION DE *Pyrenochaeta terrestris* (Hans) Gorenz, Walker y Larson

ADOLFREDO DELGADO\*

### RESUMEN

La raíz roja de la cebolla (*Allium cepa* L.) es una enfermedad ampliamente distribuida en el valle de Quibor, estado Lara. El hongo causante, *Pyrenochaeta terrestris* (Hans) Gorenz, Walker y Larson, permanece en el suelo en forma infectiva por varios años. Con la finalidad de determinar, si el hongo puede ser controlado mediante el uso de rotación de cultivos, se estudió el efecto de diferentes cultivos en su proliferación en suelos infectados y su posible asociación con raíces de varias especies de plantas indígenas. Se realizaron dos experimentos usando el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El primer experimento consistió en sembrar en potes de plástico de 15 cm de diámetro, que contenían muestras de suelo de dos campos altamente infectados con el hongo, semillas de cebolla, tomate, sorgo, algodón, maíz y pimentón. A los cuatro meses se cortaron las plantas, dejando las raíces en el suelo y se sembró el cultivar de cebolla "Texas Grano 502", susceptible al ataque del hongo, como un indicador y se evaluó cuantitativamente el porcentaje de raíces con síntomas de raíz roja. Para el segundo experimento, se tomaron muestras de suelo de la zona radicular de plantas indígenas, y en ellas se sembró el cultivar de cebolla susceptible. El porcentaje de raíces rojas para cada cultivo en los diferentes suelos se determinó mediante observación visual, seguido por el aislamiento del hongo en el medio de cultivo de Watson. Se observó poca proliferación del hongo con los cultivos de sorgo, algodón y dejando el suelo en barbecho, aumentando con el tomate, pimentón, maíz y cebolla. El hongo no fue detectado en suelos de la zona radicular de plantas indígenas.

### ABSTRACT

The pink root of onion (*Allium cepa*) is a widely distributed disease in the Quibor valley, Lara state. The causal fungus, *Pyrenochaeta terrestris* (Hans) Gorenz, Walker y Larson, remains infective in the soil for many years. To determine if the fungus might be controlled using crop rotation, the effect of different crops in its proliferation and its association with roots of indigenous plants was studied. Two experiments were carried out using a randomized blocks design with four replications. The first experiment consisted in sowing in plastic pots of 15 cm in diameter that contained soils samples from two fields highly infected with the fungus, seeds of onion, tomato, sorghum, cotton, maize, and pepper. After four months, the plants were cut off leaving the roots in the soil, sowing the onion cultivar "Texas Grain 502" susceptible to the fungus as an indicator plant and the percentage of roots with pink root symptoms was quantitatively evaluated. For the second experiment, soil samples were taken from the root zone of indigenous plants, sowing in them the susceptible onion cultivar. The pink root percentage for each crop in the different soils was determined by visual observation followed by the fungus isolation in the Watson's medium. Low fungus proliferation was observed with sorghum, cotton, and soil in fallow increasing with tomato, pepper, maize, and onion. The fungus was not detected in soil from the root zone of indigenous plants.

\* Ing. Agr. M.Sc., Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apdo. 15205, Maracaibo, Venezuela.

## INTRODUCCION

La cebolla (*Allium cepa* L.) es un cultivo muy importante desde el punto de vista económico en el Valle de Quibor, Edo. Lara. En superficie y valor de la producción, la cebolla es el segundo en el rango de importancia de las hortalizas en el Edo. Lara. En 1980, algo más de 900 Has se sembraron en el Valle de Quibor, con un valor total de 85 millones de bolívares. En 1982, el valor fue de 120 millones de bolívares (M.A.C. Anuario Estadístico Agropecuario. 1981-1983). El valor del cultivo para 1985 estuvo estimado en 280 millones de bolívares.

Los principales cultivares sembrados en el Valle de Quibor son "Yellow Grano", "White Grano" y "Texas Grano 502". Estos cultivares son de días cortos (4) y se siembran en la época que va desde el 1º de Septiembre hasta el 1º de Octubre, siendo cosechados desde el 15 de Diciembre al 30 de Enero. "Utah Yellow Sweet Spanish" y "Utah White Sweet Spanish" son cultivares de días largos (5) pero, se siembran en la zona en la misma fecha que los de días cortos.

Durante los últimos doce años una enfermedad conocida como raíz roja, causada por el hongo *Pyrenochaeta terrestris* (Hans) Gorenz, Walker y Larson, ha ocasionado considerables pérdidas al cultivo de la cebolla en los terrenos infectados. El patógeno de la raíz roja está ampliamente distribuido en el Valle de Quibor (2). El patógeno está presente en muchos suelos, incrementa rápidamente en terrenos cultivados continuamente con cebolla y se mantiene infectivo por varios años, aún sin sembrar cebolla en el suelo (8). Si la cebolla es sembrada en el mismo campo durante cuatro veces seguidas, la enfermedad aumenta rápidamente hasta que la producción de cebolla es antieconómica; aún con la rotación de cultivos, algunos campos permanecen tan infectados que los cultivares susceptibles no llegan a crecer.

En general, haciendo una estimación conservadora, podemos estimar las pérdidas debido a raíz roja en los suelos con alta infestación, del 25 al 40 por ciento. Asumiendo que el precio normal promedio para los agricultores es de Bs. 2,25 en 1980 y de Bs. 4,50 en 1982, uno puede realmente ver que las pérdidas del 25 al 40 por ciento/hectárea, representa una pérdida de Bs. 12.500 a Bs. 20.000 por hectárea para 1980 y de Bs. 25.000 a 40.000 para 1982.

El control de la raíz roja es difícil y hasta el momento, ninguno de los fungicidas probados da un control efectivo. Una de las mejores alternativas de control sería el uso de la rotación de cultivos, por lo que se realizó el presente trabajo con el objetivo de: 1) Determinar el efecto de diferentes cultivos en la proliferación de *P. terrestris* y 2) Determinar la asociación de *P. terrestris* con las raíces de varias especies de plantas indígenas del Valle de Quibor.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del Area.

El Valle de Quibor está localizado al Sur del Estado Lara, al Noroeste de Venezuela. La temperatura media anual es de 25,1°C con una media máxima de 26°C. El mes más caliente es Septiembre con una media máxima de 26,1°C y el mes más frío es Enero con una media mínima de 23,6°C.

La precipitación media anual para 27 años es de 502 mm, de la cual 175 mm ocurren en los meses de Mayo, Junio y Julio (3). La topografía es caracterizada por valles abiertos, terrenos con grandes pendientes y mesetas. La altura media del área es de 460 metros sobre el nivel del mar.

La vegetación es herbácea, gramíneas típicas de las zonas áridas, incluyendo entre otras a la familia cactaceae (cactus, opuntia, cereus) y algunas especies arborecentes de la familia leguminosa (cujf).

## **Selección del Suelo.**

Se seleccionaron inicialmente cinco campos, de los cuales, en tres se sabía de la existencia de la raíz roja, y fueron seleccionados en Febrero de 1980. Los campos 1 y 4 fueron considerados como ligeramente infectados por *P. terrestris* y el campo 2 era conocido como altamente infectado. La presencia o severidad de raíz roja en los campos 3 y 5 era desconocida. Para confirmar el grado de infección de estos suelos a nivel de laboratorio, se recolectaron muestras de los cinco campos. Cada muestra estaba compuesta de varias submuestras tomadas al azar. Las muestras de suelos fueron pasadas a través de un tamiz de 2 mm y mezcladas con arena de río en una relación de 1:1 para que hubiera suficiente aireación; las diferentes muestras de suelo se colocaron en potes plásticos que tenían 15 cm de diámetro, en su parte superior. La técnica para determinar la raíz roja fue sembrar un cultivar susceptible de cebolla como indicador y evaluar cuantitativamente sus raíces con los síntomas de raíz roja.

Las semillas de cebolla del cultivar 'Texas Grano 502' se sembraron a una profundidad de 0,65 cm en cada pote y a todos los potes se les aplicó una solución de fertilizante completo (7). Los potes se cubrieron con papel marrón durante cuatro días para mantener la humedad y promover la germinación. Los riegos siguientes se hicieron de acuerdo a sus requerimientos con dos días de por medio, y la solución con fertilizantes se aplicó semanalmente. La temperatura del ambiente fue de 28°C a 36°C.

## **Evaluación.**

El diseño experimental usado para todos los experimentos fue el de un bloque completo al azar con cuatro repeticiones. Para todos los experimentos las evaluaciones se efectuaron diez semanas después de la siembra del cultivar de cebolla. Se contó el total de raíces por planta y se determinó el porcentaje de raíces rojas. Si una planta tenía una o más raíces rojas se clasificaba como infectada, y el porcentaje de raíces rojas se usó para comparar los grados de infección de los cinco suelos.

## **Determinación y Análisis.**

La identificación del patógeno fue hecha por observación visual del color rojo de las raíces, seguida de su aislamiento en el medio de cultivo de Watson (14). Las raíces se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5 por ciento durante dos minutos. El medio de cultivo estuvo compuesto de 20 gr de bacto-agar, 3 gr de nitrato de sodio, y 1 gr de sulfato de magnesio en 1000 ml de agua, esterilizado en una autoclave a 15 lb/pulg<sup>2</sup> de presión durante 20 minutos y una temperatura de 121°C. El agar esterilizado se dispensó en platos de petri esterilizados y tres trocitos esterilizados de tallo de trigo se colocaron en forma de triángulo sobre la superficie del medio de cultivo, antes de que éste se solidificara. Los trocitos de paja de trigo se esterilizaron con gas de óxido de propileno. Las muestras de raíces se colocaron adyacentes a los trocitos de paja, incubados por una semana a temperatura de laboratorio (24-28°C) y examinadas después para la presencia de *P. terrestris*. La identificación del agente causal fue basado en el cambio de color, a rosado o rojo, de los trocitos de paja, y la presencia del micelio del hongo sobre los trocitos de paja.

## **Efectos de los Cultivos Comerciales.**

Con la finalidad de investigar el efecto de diferentes cultivos sobre la proliferación de *P. terrestris*, se decidió trabajar con seis cultivos diferentes y un testigo, con dos de los suelos antes mencionados y que se determinó que eran los más infectados. Los cultivos seleccionados fueron cebolla (*Allium cepa* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), sorgo (*Sorghum vulgare* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), maíz (*Zea mays*) y pimentón (*Capsicum annum*). El 15 de abril de 1980, se recolectaron muestras de los suelos, clasificados como altamente infectados con el hongo y previamente identificados como campo 2 y campo 4. Cada muestra estaba compuesta de varias sub-muestras tomados

al azar en sus respectivos campos. El procedimiento de la preparación de los suelos fue el mismo descrito anteriormente en el análisis de raíz roja. El testigo se dejó sin sembrar ningún cultivo comercial, dejándole en barbecho por 4 meses. Después de 4 meses, los cultivos se cosecharon y cortaron en la base del cuello, dejando sus raíces en las muestras de suelo; posteriormente se procedió a sembrar semillas de cebolla "Texas grano 502" como el cultivo indicador. Después de diez semanas las plántulas se sacaron y se examinaron sus raíces para los síntomas de raíz roja.

### **Asociación de Raíz Roja con Algunas Plantas Indígenas.**

Con el objetivo de investigar la probabilidad de que otras plantas indígenas estén siendo atacados por *P. terrestris* se diseñó un experimento, para determinar una posible asociación entre varias plantas indígenas y el hongo. Se seleccionaron diez suelos diferentes de la zona radicular de varias plantas indígenas. El 15 de marzo de 1980, se recolectaron suelos de las plantas: cují (*Prosopis Juliflora L.*), cardón (*Phyllanthus micrandrus*), pira (*Amaranthus retroflexus*), cadillo (*Cenchrus equinatus*), orégano (*Lippia alba*), tuna de vaca (*Opuntia elatior*), cadillo bobo (*Cenchrus pilosus*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guamo (*Inga acuminata*) y arañagato (*Solanum asperrimum*). Cada muestra estaba compuesta de varios lotes tomados al azar de campos cercanos del Valle de Quibor. Las muestras fueron tomadas de suelos sin cultivar, de áreas remotas a las de producción de cebolla. Las muestras de suelo fueron preparadas como se describió anteriormente y se sembró cebolla como el cultivo indicador de la raíz roja. Las semillas se sembraron el 15 de marzo; las plántulas se sacaron el 30 de mayo de 1980. Este experimento fue diseñado como un bloque completo al azar con tres repeticiones (1).

## **RESULTADOS**

En la primera prueba para la selección de suelos, las plantas de cebolla cultivar "Texas Grano 502" (Tabla 3), se desarrollaron débiles e irregulares en el suelo con alta infección (Campo 2). En los dos suelos con infección desconocida, las plantitas tuvieron un desarrollo óptimo y en los suelos con baja infección el desarrollo fué normal. Los datos se expresaron en dos formas (Tabla 1): 1) como porcentaje de raíces mostrando síntomas, y 2) como porcentaje de plantas con raíz roja. Para estos experimentos se utilizaron dos técnicas diferentes para evaluar la presencia del hongo: 1) inspección visual, y 2) la técnica del medio de cultivo de Watson. Todas las raíces rosadas más las raíces muertas fueron sembradas en el medio de Watson, y de esas, las que dieron una coloración rosada fueron consideradas como enfermas. La técnica de infección visual de las plántulas (Tabla 1) no fue siempre adecuada para determinar la infección ya que, no todas las raíces infectadas mostraron una coloración rosada. Algunas raíces muertas no fueron contadas como infectadas mediante el método visual, pero fueron contadas como enfermas mediante la prueba del medio de Watson. La coloración rosada de los trocitos de paja de trigo colocados en el medio de cultivo fue aceptado como una prueba positiva para el *P. terrestris* (Fig. 1). Los datos para los cultivos se expresaron solamente como porcentaje de raíces infectadas (Tabla 1). El color en los trocitos de paja no se desarrolló antes de seis días y algunas raíces requirieron 7, 8 y hasta 12 días a temperatura de laboratorio (28°C). Algunos de los aislamientos de *P. terrestris* produjeron realmente cuerpos de fructificación, el cual fue necesario para la identificación positiva del hongo. El método del medio de Watson fue posiblemente, más preciso que la inspección visual, porque cuando se comparan los dos métodos, el porcentaje de plantas fue siempre más alto con el método del medio de Watson, aunque la inspección visual puede ser considerado como un método suficientemente exacto para el resto del experimento. Se contó el total de raíces por planta y se calculó su porcentaje (Tablas 1 y 2). Los datos se expresaron también, como el porcentaje de plantitas de cebolla con síntomas de raíz roja. Para el 15 de abril de 1980, los tres suelos examinados, produjeron plantas con síntomas de raíz roja (Tabla 1). El nivel de la enfermedad indica que en el campo 2, ésta fué dos veces más alto que en el campo 1 y 4 (Tabla 5). El campo 2 conocido como altamente infectado, dió los valores más altos (Tabla 4). Los campos 1 y 4 considerados como ligeramente infectados, dieron valores más bajos, mientras que en los campos 3 y 5, *P. terrestris* no fue detectado (Tabla 1). En base a estos resultados, los campos 2 y 4 fueron selecciona-

dos para realizar los trabajos para determinar el efecto de diferentes cultivos sobre la proliferación de *P. terrestris*.

#### **Efecto de diferentes cultivos sobre la proliferación de *P. terrestris*.**

El desarrollo de los diferentes cultivos para el momento de la cosecha fue el siguiente: El sorgo tenía la espiga con las semillas inmaduras, el algodón con los botones verdes, el tomate tenía algunos frutos formados, el pimentón formó frutos pequeños, el maíz formó la espiga pero no así la mazorca y la cebolla formó pequeños bulbos. El crecimiento de todos los cultivos fue moderadamente rápido. Todas las raíces estaban infectadas en el campo 2, aunque se encontraron algunas raíces sanas (Tabla 2). Los datos se presentan separadamente para los dos suelos (Tabla 2). En ambos suelos, hubo menos proliferación en el testigo, sorgo y algodón que en el tomate, cebolla, pimentón y maíz. La densidad de *P. terrestris* en pimentón fue más alta en un suelo que en el otro. En ambos suelos los valores más altos fueron obtenidos con el cultivo de la cebolla. Los valores para el testigo fueron de cero (0), comparándolos con el 6 ó 9 por ciento obtenido en el análisis anterior hecho al mismo suelo.

#### **Presencia de *P. terrestris* en la zona radicular de plantas indígenas.**

En marzo de 1980, se recolectaron suelos de la zona radicular de diez plantas indígenas que fueron las siguientes: cují, cardón, tuna de vaca, orégano, pira, cadillo, cadillo bobo, guácimo, guamo y arañagato. El hongo no fue detectado en los suelos recolectados de la zona radicular de ninguna de las plantas indígenas seleccionadas.

TABLA 1. Comparación de la inspección visual con el método del medio de Watson para la determinación cuantitativa del hongo productor de raíz roja en el suelo\*.

| Campo | % de Plantas con Raíz Roja | % Raíces con Síntomas (Inspección Visual) | % de Raíces Infestadas (Medio de Watson) |
|-------|----------------------------|---|--|
| 1     | 36,3                       | 4,2 c <sup>z</sup>                        | 8,9 b                                    |
| 2     | 62,5                       | 18,8 a                                    | 22,5 a                                   |
| 3     | 0                          | 0 c                                       | 0 c                                      |
| 4     | 42,5                       | 8,6 b                                     | 9,5 b                                    |
| 5     | 0                          | 0 c                                       | 0 c                                      |

\*: Basado en 4 repeticiones de 10 plantas cada una, la evaluación fué hecha 10 semanas después de la siembra.

z: Comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan, al nivel del 5%. Tratamientos con la misma letra indican diferencias no significativas.

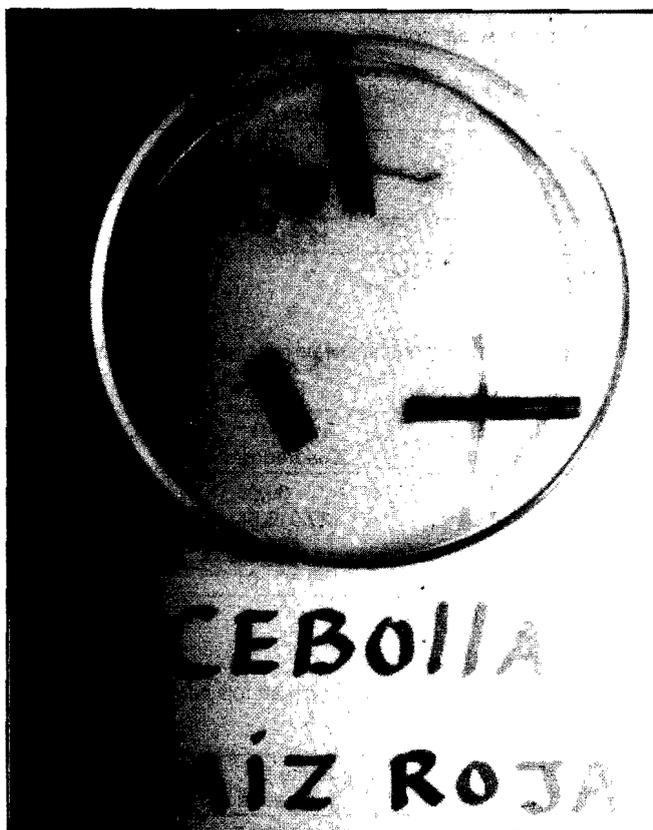


FIGURA 1. Trozos de tallo de Trigo en el medio de Watson, mostrando la coloración rosada como resultado de la colonización de *P. terrestris*.

TABLA 2. Efecto de diferentes cultivos en la proliferación de *Pyrenochaeta terrestris*.

| Cultivos | Porcentaje de Raíces con Síntomas |                  | Porcentaje de Plantas con Raíz Roja |                  |
|----------|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|
|          | Campo 2**                         | Campo 4          | Campo 2                             | Campo 4          |
| Testigo  | 0 a <sup>z</sup>                  | 0 a <sup>z</sup> | 0 a <sup>z</sup>                    | 0 a <sup>z</sup> |
| Sorgo    | 3,0 a                             | 1,0 a            | 20 a                                | 5 a              |
| Algodón  | 1,0 a                             | 0 a              | 12 a                                | 0 a              |
| Maíz     | 6,2 b                             | 5,2 b            | 52,0 b                              | 10,4 a           |
| Tomate   | 20,2 c                            | 10,1 b           | 69,5 b                              | 35,5 b           |
| Cebolla  | 40,4 d                            | 21,2 d           | 98,5 c                              | 80,5 c           |
| Pimentón | 32,2 c                            | 15,5 c           | 50,2 b                              | 36,2 b           |

Basado en 4 repeticiones de 10 plantas cada una.

\*\* Evaluación hecha 10 semanas después de sembradas.

z: Comparación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%. Tratamientos con la misma letra indican diferencias no significativas.

TABLA 3. Análisis de varianzas del porcentaje de raíz roja en cinco suelos diferentes.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F        |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|
| Repeticiones        | 3                  | 36,26             | 12,08          | 0,76     |
| Tratamientos        | 4                  | 12.093,55         | 3.023,38       | 191,71** |
| Error               | 12                 | 189,30            | 15,77          |          |
| TOTAL               | 19                 | 12.319,11         | C.V:           | 14,07%   |

\*\* Significancia al nivel del 1% ( $P < .01$ )

TABLA 4. Análisis de varianza para el porcentaje de raíz roja para diferentes cultivos en suelos del campo 2.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F        |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|
| Repeticiones        | 3                  | 80,65             | 26,88          | 0,97     |
| Tratamientos        | 6                  | 29.016,54         | 4.836,09       | 176,30** |
| Error               | 18                 | 493,82            | 27,43          |          |
| TOTAL               | 27                 | 29.591,04         | C.V:           | 12,11%   |

\*\* Significancia al nivel del 1% ( $P < .01$ )

TABLA 5. Análisis de varianza para el porcentaje de raíz roja para cultivos diferentes en suelos del campo 4.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F        |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|
| Repeticiones        | 3                  | 176,57            | 58,85          | 5,12*    |
| Tratamientos        | 6                  | 20.685,11         | 3.447,51       | 300,30** |
| Error               | 18                 | 206,73            | 11,48          |          |
| TOTAL               | 27                 | 21.068,41         |                |          |

\*\* Significancia al nivel del 1% ( $P < .01$ )

## DISCUSION

Los experimentos preliminares se establecieron en febrero, en cinco suelos diferentes y no se detectaron niveles de infección en dos de ellos. La enfermedad raíz roja se presentó en los otros tres suelos. Los resultados obtenidos en estas pruebas preliminares fueron más bajos que los anticipados por el Ing. Guerrero y el agricultor de la finca (comunicación personal). La falta de pruebas positivas no indica que el hongo está enteramente ausente. Esto puede indicar que el hongo no estuvo presente en suficiente cantidad para ser detectado por el análisis o que debido a las altas temperaturas el hongo estuvo inactivo. La técnica y el procedimiento de identificación usados en estos experimentos fueron diferentes a los usados por otros investigadores. En el método de análisis desarrollado por Siemer y Vaughan (11), las muestras de suelo del campo fueron secadas al aire y pasadas a través de un tamiz de 2 mm, mezcladas con arena de río y se sembró un cultivar de cebolla susceptible a la raíz roja el 'Southport White Globe'. Después de seis semanas, se cosecharon las plantitas y se determinó el porcentaje de infección.

En estos experimentos, las muestras de suelo empleadas no se secaron al aire libre, pero si se pasaron a través de un tamiz de 2 mm se mezclaron con arena de río en una relación de 1:1 y después se plantó el cultivar 'Texas Grano 502'. Después de diez semanas las plantitas se sacaron y se determinó el porcentaje de infección. Se usó el período de diez semanas ya que, la enfermedad raíz roja puede ser identificada con mayor precisión que a las seis semanas, criterio usado por otros autores (9, 11). En 1971, Pflieger (9) determinó el porcentaje de plantas enfermas después de seis semanas de inoculación. En estos experimentos se determinaron el porcentaje total de raíces infectadas y el porcentaje de plantas infectadas. El porcentaje de raíces de cebolla con raíz roja fue mayor que el porcentaje de plantas de cebollas infectadas. Con el porcentaje de raíces es posible determinar el grado de infección. Una planta de cebolla puede tener un grado pequeño de infección aún sin estar severamente afectada en su desarrollo. El método donde se usa el porcentaje o el grado de infección en las raíces, es considerado como más exacto para cuantificar la enfermedad. En este trabajo se usaron dos métodos de determinación: la inspección visual y el medio de cultivo de Watson. Otros autores usaron solamente un método para la identificación de raíz roja (9, 11, 14). El método de inspección visual dió una incidencia de infección más baja que la que estaba verdaderamente presente. A pesar de los valores más bajos dados por la inspección visual, ésta se puede usar ya que, es sencilla y da una exactitud aceptable.

El método del medio de Watson fue más preciso que la inspección visual, porque las raíces muertas o secas pierden la coloración rosada y no pueden ser detectadas por la observación visual. Para identificar positivamente el patógeno las raíces seleccionaron por inspección visual seguido de su aislamiento en el medio de Watson (14). El procedimiento de estos métodos usados es tan sencillo y preciso, que pudieran ser usados como una herramienta de investigación.

Los cultivos del tomate, pimentón, maíz, sorgo, cebolla y algodón fueron seleccionados porque éstos se siembran, o se pueden sembrar en esa zona del Valle de Quibor. Estos cultivos pueden ser seleccionados lógicamente para una rotación de cultivos con cebolla.

La raíz roja no se mostró tan severa en el campo 4 como en el campo 2. En algunas plantas probadas no se presentó la infección, esto puede tener como causas muchos factores, tales como: altas temperaturas y poca cantidad de inóculo inicial del patógeno. La temperatura del suelo en los potes fue más alta que la óptima para el organismo y probablemente limitó su infección. La cebolla sembrada en los potes donde se cortó el sorgo, algodón y el testigo, tuvo una incidencia más baja de raíz roja en ambos suelos. El pimentón, maíz, tomate y la cebolla causaron un aumento en la proliferación del patógeno de raíz roja. El algodón presentó una pequeña incidencia de la enfermedad en el campo 2, pero en el campo 4 no se detectó el organismo.

La variación de resultados en el algodón fue probablemente debido a la cantidad de inóculo presente en el suelo original. Siempre los procesos biológicos son afectados por muchos factores, los cuales no pueden ser controlados, y es difícil de explicar algunas de las variaciones, donde se encontró diferencia en los niveles de infección de raíz roja. Estos estudios parecen indicar que el control del patógeno puede realizarse usando algodón, sorgo, o dejando el campo en barbecho (sin cultivar), para mantener bajo el índice de raíz roja y más baja aún, la densidad del patógeno. La cebolla y el tomate fueron los cultivos más pobres, desde el punto de vista de control de la enfermedad. El algodón y el sorgo fueron los mejores cultivos, de los probados en este experimento.

Los resultados fueron similares a los obtenidos por otros autores (7). Estos factores pudieran ser considerados en el futuro cuando se hagan recomendaciones de rotación de cultivos, para incluir sorgo y algodón. Los resultados contradicen a los recomendados por Shannon (10), donde incluyen cebada y maíz en la rotación de cultivos para el control de raíz roja, ya que estos indican al maíz como un posible huésped de *P. terrestris*.

Aunque el sorgo y el algodón en la rotación de cultivo no eliminaron la incidencia de la enfermedad, el tratamiento sin cultivar (testigo) fue el más efectivo en el control de raíz roja. Pero esto no es una ventaja en el momento de decidir, si tomamos en cuenta el punto de vista económico. En todos los casos, el terreno sin cultivar (barbecho) fue más significativo que el cultivo de tomate, pimentón y maíz, al tener la incidencia más baja de raíz roja. De acuerdo a los resultados, la rotación de cultivos con sorgo, algodón y dejando en barbecho el terreno tienen la tendencia a disminuir la incidencia de raíz roja; y la rotación con los cultivos de tomate, maíz, pimentón y cebolla ayudan a aumentar la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, de acuerdo a Vaughan y Siemer (13), aún con la rotación de cultivo, algunos campos llegan a tener un grado de infección tan alto que el cultivo de la cebolla no prospera. Esto puede ser posible, debido a que los cultivos seleccionados al comienzo de la rotación, no fueron los más adecuados. De acuerdo a lo encontrado en este trabajo, una rotación de cultivo usando algodón o sorgo pudiera disminuir, o al menos, no aumentar la proliferación de *P. terrestris*. Aunque Taubenhaus (12), encontró que rotaciones por períodos cortos son de poco valor, la rotación de cultivo con algodón y sorgo parece ser efectivo para justificar su uso para futuras pruebas con otras plantas, y éstas, pudieran ser hechas bajo las condiciones en que se hizo este experimento y bajo condiciones de campo.

En el otro experimento usando suelos de la zona radicular de diez plantas indígenas diferentes, el cultivar 'Texas Grano 502' se mantuvo libre de infección de raíz roja. La diferencia entre los resultados obtenidos en Oregon y éstos, pudiera ser explicada por la diferencia de la humedad del suelo. Como una recomendación práctica, los suelos libres pueden ser manejados para evitar la infección y comienzo de la enfermedad. Los agricultores pueden hacer algunos para asegurar los terrenos vírgenes y los suelos donde nunca se ha sembrado cebolla. De acuerdo a estos experimentos, el hongo no fue hallado en las áreas cercanas a los sitios de producción de cebolla, pero es necesario seguir investigando con otras especies nativas, bajo las mismas condiciones existentes en este experimento y bajo condiciones de campo.

## LITERATURA CITADA

1. COCHRAN, W.C. and Gertrude M. COX. *Experimental Designs*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1957.
2. FUSAGRI. *La Cebolla y el Ajo. Serie A. N° 39. Estación Experimental de Cagua - Venezuela*. 1975.
3. GASPERI, Ricardo. *Evaluación del proceso erosivo en las áreas planas de la depresión de Quibor. Barquisimeto, Venezuela, 1973. 39 p.*
4. GOMEZ, R.E. and J.N. CORGAN. *Fall-planted onions in Southern New Mexico. Plant Science Guide 400 H-209. Coop. Ext. Serv. New Mexico State Univ. 1973.*
5. GOMEZ, R.E. and J.N. CORGAN. *Spring-planted onions in Southern New Mexico. Plant Science Guide 400 H-210. Coop. Ext. Serv. New Mexico State Univ. 1973.*
6. LATHAM, A.J. and R.D. WATSON. *Effect of specific crop residues on soil fungi, onion infection, and bulb rotting. Plant Dis. Repr. 50(7): 469-472. 1966.*
7. PETERS, Robert Co., Inc. (ed.). *Salesman's Manual for Peters Fertilizer Co. Allentown, Pa. 110p. 1974.*
8. PEW, W.D. *Growing onions in Arizona. Ariz. Agr. Expt. Sta. Bul. 380. 1956.*

9. PFLEGER, F.L. and E.K. VAUGHAN. Bioassay for *Pyrenochaeta terrestris* in soil. *Phytopath.* 61(10): 1299-1300. 1971.
10. SHANNON, E.L. 1968. Onion pink root. *Plant diseases in New Mexico. Coop. Ext. Serv. N.M.S.U. and U.S.D.A. Vol. III. N° 7. 2p. 1968.*
11. SIEMER, S.R. and E.K. VAUGHAN. Bioassay of *Pyrenochaeta terrestris* inoculum in soil. *Phytopath.* 61:146-148. 1971.
12. TAUBENHAUS, J.J. and F.W. MALLY. Pink root disease of onions and its control in Texas. *Texas Agr. Exp. Sta. Bul.* 273. 1921.
13. VAUGHAN, E.K. and S.R. SIEMER. Onion pink root control (*Pyrenochaeta terrestris*). *Down to Earth* 26(4): 1-4. 1971.
14. WATSON, R.D. Rapid identification of the onion pink root fungus. *Plant Dis. Reprtr.* 45:289. 1961.