

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Epidemiología de la Pata Negra y sus efectos en
la producción del cultivo de Ajonjolí
Sesamun indicum L.

Autor:
Lorenzo José Rojas Cáceres

Asesores:
David Monterroso, Ph.D
Lic. Danilo Padilla Ms.C
Ing. Carolina López Ms.C

León, Nicaragua
Diciembre, 1998.

DEDICATORIA

A Noemí, mi esposa, y
Daisy, mi hija, a mis
padres.

AGRADECIMIENTO

Una tarea como ésta, no habría sido posible sin el apoyo de tantas personas e Instituciones que trabajan alrededor de la búsqueda de alternativas para encontrar respuestas a los problemas de nuestro ámbito.

Haber llegado a alcanzar esta meta, con todos los tropiezos y dificultades no es únicamente un esfuerzo particular de quien ahora trata de reconocer la ayuda brindada en cada momento de su desarrollo.

Por ello, vaya mi sincero agradecimiento a las siguientes personas:

P. Bernardo Navarro Majarín, Director del Instituto Manuel Ignacio Lacayo Terán.

A los miembros de la Cooperativa Julio Buitrago, por facilitar condiciones para el estudio.

A mis asesores, Dr. David Monterroso, Lic. Danilo Padilla por el Proyecto CATIE MAG/MIP - NORAD e Ing. Carolina López por la Universidad Nacional Agraria, de quienes siempre hay que aprender.

INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	5
HIPOTESIS	6
III. MATERIALES Y METODOS	7
3.1 Descripción del manejo tradicional	7
3.2 Caracterización epidemiológica	9
3.3 Seguimiento pluviométrico	14
3.4 Muestreo de malezas	15
3.5 Efecto sobre la producción	16
3.6 Análisis estadístico	17
3.6.1 Identificación de localidades	17
3.6.2. Epidemiología	18
3.6.2.1. Prueba "t"	18
3.6.2.2. Selección de modelo	19
3.6.2.3. Tasa de desarrollo "r"	20
3.6.2.4. Retardo teórico	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1 Descripción del manejo tradicional	21
4.1.1. Encuesta piloto	21
4.2 Caracterización epidemiológica	22
4.2.1 Cooperativa Julio Buitrago	22
4.2.1.1. Malezas	25
4.2.1.2. Rendimiento	26
4.2.2 Finca La Planta	30
4.2.2.1 Epidemiología	30
4.2.2.2 Precipitaciones	41
4.2.2.3 Malezas	43
4.3. Efectos sobre el rendimiento	44
4.3.1. Estimación de pérdidas	47
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFICA CONSULTADA	
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1.	Prueba "t" entre rendimientos/niveles de drenaje.	27
2.	Aplicación de Prueba "t" a x acumuladas y ponderadas de incidencia de pata negra.	35
3.	Valores de "r" calculados para Pata negra en ajonjolí. Finca La Planta. León - Postrera 1997.	41
4.	Estimación porcentual de pérdidas.	48

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1.	Esquema de parcela para la caracterización de la enfermedad.	13
2.	Densidad poblacional vs. rendimiento. Cooperativa Julio Buitrago. León.	28
3.	Densidad poblacional vs. Rendimiento. Finca La Planta. León.	29
4.	Porcentaje de Pata Negra. Nivel: Buen Drenaje. Finca La Planta.	32
5.	Porcentaje de Pata negra/recuento. Nivel: mal drenaje. Finca La Planta.	33
6.	Porcentaje de Pata negra. Incidencia media en mal drenaje. Finca La Planta.	34
7.	Curva de regresión. Datos sin transformar, mal Drenaje. Finca La Planta. León.	36
8.	Curva de regresión. Valores logit, mal drenaje. Finca La Planta. León.	37
9.	Curva de regresión. Valores monolit, mal drenaje. Finca La Planta. León.	38
10.	Rendimiento vs. Enfermedad. Finca La Planta. León.	47

RESUMEN

Con la finalidad de realizar un estudio fitopatológico de la enfermedad Pata negra en el cultivo del ajonjolí, describiendo el manejo tradicional de la misma, su comportamiento epidemiológico y sus efectos sobre la producción, se desarrolló el presente trabajo en dos localidades del municipio de León: en la Cooperativa Julio Buitrago ubicada en Comarca Chacra Seca y en Finca La Planta situada en Comarca Los Mangos.

Se registró la incidencia de la enfermedad en 20 puntos de muestreo, 10 para cada localidad de acuerdo a las condiciones agroecológicas, drenaje (bueno y malo), incidencia registrada y variedad, durante la postrera de 1997.

Además se realizó un muestreo de malezas y se registró el rendimiento obtenido en cada punto, tanto de plantas sanas como enfermas y las precipitaciones durante el ciclo para cada localidad a fin de analizar los factores que condicionaron el desarrollo de la enfermedad. Los recuentos de incidencia se tomaban cada 7 días, contando plantas muertas.

Los datos obtenidos en porcentajes de incidencia, fueron llevados a medias ponderadas y acumuladas, aplicándoseles la pruebas "t" para el análisis de los resultados; se ajustaron los datos para seleccionar el modelo epidemiológico de mejor ajuste y se calculó la tasa de crecimiento en el tiempo y el retardo teórico usando la fórmula sugerida por Van der Planck (1963).

Se encontró que la enfermedad solo se presentó en las condiciones de mal drenaje de Finca La Planta, donde coincidieron otros factores como: mayor diversidad de malezas y mayor cantidad de humedad producto de mayores precipitaciones.

En el resto de puntos no hubo incidencia y aunque se registraba en años anteriores la presencia del inóculo, se atribuye su ausencia a la falta de condiciones ecológicas favorables para su desarrollo.

Se estimó que la enfermedad reduce el rendimiento entre el 1 y 63 % de acuerdo a la interacción de humedad, tipo de drenaje, momento de ataque y resistencia varietal. Siendo mayor la reducción cuando ataca entre los 40 y 68 días después de la siembra.

I. INTRODUCCION

La industria del aceite vegetal nicaragüense con base en el auge algodnero de los años 50 ubicada en la región del pacífico ha evolucionado demandando otras fuentes de materia prima en semillas de diferentes especies oleaginosas.

Esta rama de aprovechamiento de productos agrícolas ha debido ajustar su tecnología de procesamiento a los tipos de materiales obtenidos y se ha transformado según el avance de la ciencia en función del mercado y sus exigencias de calidad.

Entre las alternativas de producción nacional, la soya (*Glycine max (L.) Merr.*), el maní (*Arachis hipogaea L.*) y el ajonjolí (*Sesamun indicum L.*), sobresalen como especies de importancia económica ante el decaimiento del algodón como su principal abastecedor para la producción de aceite de origen natural adecuado al consumo humano.

El ajonjolí representó para el ciclo 96/97 un área de 27,650 ha. con un rendimiento global de 18,765 tn. y un rendimiento de 614.6 kilogramos por hectárea, rendimiento que se incrementó en 20.2 % en relación al ciclo anterior y registrándose un área sembrada en el ciclo 97/98 de 38,289.64 ha. No obstante, habiendo sufrido una contracción en las áreas de siembra debido a las fluctuaciones en el precio internacional sigue siendo un cultivo atractivo para los agricultores¹.

De los cultivos señalados, la soya y el maní por sus particularidades son ampliamente manejados por productores con recursos técnicos y financieros que facilitan ejecutar todas las labores que requieren, a diferencia de ellos el ajonjolí se

¹ http://www.bcn.gob.ni/infanu_97

destaca como un rubro principalmente de la pequeña y mediana producción, centrándose su establecimiento principalmente en la época de postrera en la región de Occidente hasta en un 80 %, en dependencia de los limitados medios disponibles (Navarrete, 1997).

Desde este punto de vista, el Ajonjolí, se ha situado como especie promisoría, incorporándose a la agricultura con amplia adaptabilidad e importante aporte a la industria referida, de fuerte aceptación en las economías campesinas a la par de los granos básicos, buen margen de rentabilidad, al igual que facilidad en su manejo (INTA, 1997).

Inicialmente los estudios locales han colocado al ajonjolí como un cultivo con una reducida población de especies de plagas y patógenos entre las que para los años 80 sitúan a *Nezara viridula*, *Spodoptera spp.*, *Trichoplusia ni.*, *Estigmene acrea* y *Diabrotica spp.* como más importantes, además de algunos miembros de las familias grillotalpidae y acrididae no identificados, como plagas ocasionales (Aguilar y Martínez, 1990).

De igual manera colocan a *Macrophomina phaseolina*, *Cercospora sesami* y *Rhizoctonia solani*, como los agentes fungosos más destacados, sin que su incidencia se considere causas de considerables pérdidas económicas (Austin, s.f.). Salvatierra (1993), realizó estudio con variedades y los agentes *Xhantomonas campestris p. sesami* y *Cercospora* para la zona del pacífico, encontrando 2 variedades resistentes de 4 estudiadas con diversos factores de fertilización y densidad.

Este último aspecto se agrega al interés de su explotación dadas sus características mostradas en el campo agroecológico, tanto para plagas y enfermedades, que con pocas afectaciones patológicas incrementa su aceptación, existiendo la Pata negra

Macrophomina phaseolina (Tassi.) Goid., (MAG, 1986) con incidencia considerable según la tolerancia de las variedades tipo y la etapa fenológica de establecimiento de la enfermedad, lo que hace de su estudio una necesidad en vías a identificar métodos de manejo de bajo costo que contribuyan a mejorar los sistemas de producción campesina.

El desarrollo de la enfermedad, sea Pata negra o cualquier otra producida por agentes patógenos, debe tener condiciones específicas que le favorezcan para que sus daños provoquen pérdidas económicas; es así como, una vez que el agente causal ha sobrevivido a través de algún mecanismo, en este caso de forma general para los hongos, sea: semilla, residuos de cosecha, formas de sobrevivencia en estructuras especializadas, plantas hospedantes, u otros; después que se haya diseminado por algún medio determinado como: viento, agua, semillas, material vegetal u otras especies, incluyendo el hombre y logra colonizar un hospedante se enfrenta al problema de capacidad de infectar a éste y ocasionar la enfermedad. Esta capacidad denominada potencial de inóculo, es función de los siguientes factores: 1) Densidad de inóculo, 2) Nutrimientos disponibles, 3) Condiciones ambientales, 4) Virulencia, y 5) Susceptibilidad del hospedante (Castaño - Zapata, 1994).

Se ha encontrado presencia de otros patógenos fungosos asociados a la de Pata Negra, entre los que se señala: *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.*, sin la generalización de los mismos en todos los casos registrados a nivel de las diferentes zonas tradicionalmente productoras (Flores, et al., 1998). Agrios, (1991), ha reportado que conidios del hongo imperfecto, *Macrophomina* corresponden a la especie *Sclerotium bataticola*, lo que hace coincidir uno de los hallazgos señalados.

Algunos investigadores (Stackman y Harrar, 1968) han coincidido en afirmar que principalmente los patógenos habitantes del suelo, como los indicados potenciales causantes de la enfermedad Pata negra, están sujetos a propagarse en un cultivo si determinadas condiciones ambientales le son favorables, como son: la concentración de iones de hidrógeno del suelo (pH), la temperatura del suelo y del ambiente, el contenido de humedad y los nutrientes disponibles.

Por otro lado, el comportamiento de las enfermedades, desde el punto de vista estadístico, se considera responde a un modelo específico según lo observado en el campo, que representado en base a su incidencia mediante curvas de regresión y correlación ajustadas usando valores transformados se han denominado de tipo monocíclicas o policíclicas, en dependencia del lugar de donde se estima procede la fuente de inóculo y el tipo de agente causal; la Pata negra se ha ubicado en la categoría de enfermedades de tipo monocíclica, dado que los hasta ahora identificados agentes causales son principalmente habitantes de suelo (Monterroso, 1998)².

El limitado seguimiento fitopatológico a éste cultivo nos indica que la información para proponer alternativas de manejo en base al conocimiento de su epidemiología, también es reducida a lo que debe sumarse que el criterio de la interacción de todos los aspectos que incluyen el estudio de una enfermedad, ambiente - hospedante - patógeno deben reflejarse en función del tiempo (Castaño - Zapata, 1994) tarea que en nuestras condiciones es difícil de llevar a buen término, motivándonos a realizar el siguiente estudio.

² Conversación personal.

II. OBJETIVOS

- 1.- Realizar un estudio fitopatológico de la " Pata Negra" en el cultivo del ajonjolí.
- 2.- Describir el manejo tradicional de la Pata Negra en diferentes localidades del municipio de León.
- 3.- Caracterizar la epidemiología de la enfermedad.
- 4.- Estimar el efecto de la enfermedad sobre la producción.

HIPOTESIS

1. Ho: La "Pata negra" no se presenta bajo diferentes condiciones agroecológicas en el municipio de León.

H₁: La "Pata negra" está localizada bajo diferentes condiciones agroecológicas en el municipio de León.

2. Ho: El comportamiento de la "Pata negra" es igual en todo el ciclo del cultivo.

H₁: El comportamiento de la "Pata negra" es variable en todo el ciclo del cultivo.

3. Ho: La "Pata negra" no causa efecto sobre la producción.

H₁: La "Pata negra" causa efecto sobre la producción.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCION DEL MANEJO TRADICIONAL

Para la descripción del manejo tradicional de la enfermedad Pata Negra, a partir de la agrotecnia del cultivo del ajonjolí y las características agroecológicas de las localidades donde se siembra, se hizo necesario realizar una encuesta piloto como información base para identificar las posibles áreas de estudio una vez establecido el cultivo en el ciclo agrícola correspondiente, en las zonas definidas como áreas de siembra por las instituciones como: el Ministerio de Agricultura y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Esta encuesta tenía la finalidad de proporcionar los elementos que facilitarían realizar el estudio epidemiológico más amplio, en localidades a definirse posteriormente, encontrándose sujeta su aplicación al comportamiento socioeconómico y productivo del sector para determinar los puntos seleccionados y el alcance del mismo.

Mediante la aplicación de la encuesta piloto, al inicio del ciclo de Postrera de 1997, en las localidades tradicionales de establecimiento del cultivo en los municipios de: Nagarote, La Paz Centro, León, Telica y Quezalgüaque, se identificaron las unidades productivas con diferentes condiciones agroecológicas donde se ha manejado el cultivo en los últimos ciclos agrícolas, ya sea con o sin presencia de la enfermedad. La encuesta (anexo 1) describe las actividades concretas de preparación de suelos: siembra, cultivo, presencia de plagas, enfermedades, su sintomatología y estrategias de manejo, tipo de drenaje y textura, época de siembra, agroquímicos, variedad utilizada y rendimiento. Se tomó como muestra a dos productores por municipio y aplicándose en cinco de ellos, se desarrolló a través de visitas informales entrevistas directas con 10 productores que manejan entre 2 y 40 mz del cultivo seleccionados en forma

aleatoria en un recorrido igualmente aleatorio dentro de cada municipio, con la información básica del establecimiento del cultivo en su finca.

Para tal efecto, se utilizó como información inicial la zonificación diseñada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería hasta el año 1995, en el que define las zonas aptas para el cultivo, caracterizadas a partir de simulaciones realizadas utilizando el modelo de balance hídrico BIP4 de Forest. Los datos que utiliza este modelo son los registros históricos diarios de lluvias, los valores de evapotranspiración potencial, coeficientes de cultivo K_c y la capacidad de almacenamiento hídrico de los suelos. Se utilizan también los registros de estaciones meteorológicas que caracterizan las distintas zonas pluviométricas en el área estudiada (Agricultura & Desarrollo, MAG, 1995).

Según ésta zonificación, la encuesta se aplicó en las zonas 3c y 4c, que incluye los municipios indicados y se visitaron 8 comarcas: Sagrado Corazón de Jesús, Abangasca Central, Chacra Seca, Zanjón de Santo Cristo, El Tránsito, Boquerón, Gracias a Dios y La Paz Vieja.

Posteriormente se analizó la información recopilada, para seleccionar las áreas de caracterización epidemiológica en base a los parámetros definidos para ello, dejando un período entre la aplicación de la encuesta, la siembra y la selección de las áreas para la toma de los datos sobre epidemiología, de acuerdo al criterio de los productores quienes lo hacen a finales del mes de septiembre generalmente.

3.2. CARACTERIZACIÓN EPIDEMIOLOGICA.

En nuestro medio, la investigación acerca de la epidemiología de una enfermedad, como el estudio de los factores que afectan la tasa de incremento de ésta en poblaciones de plantas a través del tiempo, tomando como esencia su ciclo, (Castaño - Zapata, 1994) es una limitante para su manejo, existe un limitado o nulo conocimiento respecto al ciclo de la Pata negra en el Ajonjolí, lo que hace notorio las pocas acciones de manejo para evitar o disminuir las pérdidas causadas por ella, en función de esa necesidad se plantea caracterizar su comportamiento epidemiológico en las condiciones de cultivo que establecen el agroecosistema local y el agricultor.

De esta manera, una vez aplicadas las encuestas, tomando en cuenta las condiciones agroecológicas diferentes dentro de la zona de estudio (INTA, 1997), y el historial de presencia de la enfermedad Pata negra, se eligieron dos localidades en el municipio de León, seleccionando en las fincas respectivas un área de 200 m² para la toma de datos:

- la primera en la Cooperativa Julio Buitrago ubicada en la Comarca Chacraseca (latitud 12º 25' norte y longitud 86º 49' oeste) calificada como microzona seca, con período canicular bien definido, con las siguientes características: suelo arenoso profundo con drenaje regular, apto para el cultivo de yuca, granos básicos, oleaginosas y forestales; precipitaciones escasas, con referencias dadas por los agricultores de la Cooperativa de baja incidencia de la enfermedad Pata negra, menos del 5 % ; por lo que cuando se ha presentado, no se ha realizado ningún manejo. La variedad comúnmente utilizada es Mexicana (anexo 3), sembrándose generalmente entre el 10 y 30 de septiembre; los cultivos anteriores en la parcela han sido: yuca, maíz y sorgo, dejando los rastrojos para pastoreo al final de la cosecha.

- la segunda en Finca La Planta (latitud 12º 23' norte y longitud 86º 57' oeste) con un suelo franco-arcilloso profundo, drenaje deficiente e irregular, microzona húmeda, con período canicular benigno, igualmente apto para los cultivos indicados; con un historial de presencia fuerte de la enfermedad en los últimos cuatro ciclos, según la información proporcionada por el productor; no obstante no se realiza ningún tipo de manejo cuando se ha presentado. A excepción del presente ciclo en el que se usó variedad Maporal (anexo 3), se usa ICTA R - 198, sembrándose entre el 15 y 30 de septiembre.

Así mismo debe señalarse que en el historial de la parcela se incluyen aspectos donde en años anteriores la rotación de cultivos no ha variado considerablemente, predominando como cultivo principal el ajonjolí a la par de otros cultivos como el sorgo, maíz, escoba y algodón; con la salvedad de estar sujeta a un proceso de conservación y mejoramiento de suelo, a través de medidas físicas como: siembra en curvas a nivel, laboreo mínimo alternando, tracción animal con mecánica, rotación de cultivos e incorporación de abono verde (específicamente mungo, *Vigna radiata*) antes de la siembra, ligándose a partir de aquí con las medidas químicas, que incluyen la eliminación progresiva del uso de fertilizantes químicos y su sustitución por orgánicos y la aplicación de medidas de manejo biológico de plagas, usando productos biológicos y botánicos, proceso que se ha venido implementando por espacio de al menos cuatro años, utilizándose igual que en la primera localidad, el área para pastoreo al finalizar la cosecha (Informes internos, Finca La Planta, 1997).

En cada parcela se seleccionaron en el área de 200 m², 10 puntos de muestreo relativos a la caracterización epidemiológica de la enfermedad, partiendo de la información proporcionada, el área se dividió en parcelas o puntos de muestreo con un área de

20 m² cada uno (figura 1, pág. 13), las que fueron ubicadas aleatoriamente de acuerdo a los siguientes criterios:

- nivel de incidencia de Pata negra en ciclos anteriores,
- nivel de drenaje (encharcamiento), definiéndose solamente dos: buen y mal drenaje,
- manejo agronómico,
- variedad.

Para cada nivel de drenaje se utilizaron 5 puntos de muestreo. El patrón para la toma de datos fue definido como se gráfica en la Figura 1, tomando como guía el primer surco del punto de muestreo, a partir de él se hacia el recuento de las plantas muertas por efectos de la enfermedad en el área de 20 m² (4 m de ancho por 5 m de largo), ocupada por seis surcos del cultivo.

Las áreas de muestreo estaban distribuidas equidistantes en el lote, en forma azarizada, tomando en cuenta los siguientes parámetros: se situaron con por lo menos 50 m. entre cada una, a no menos de diez metros de la orilla de la parcela, no se incluían los mismos surcos en dos puntos.

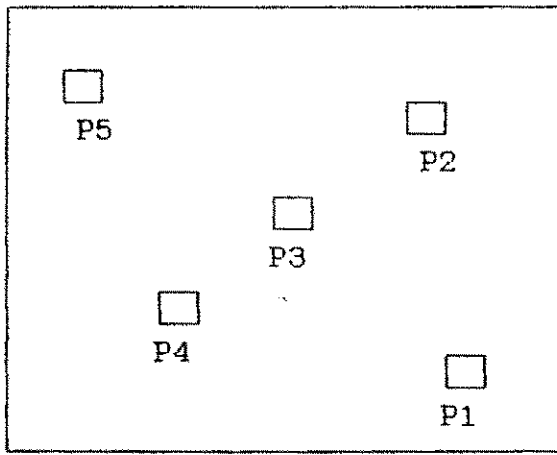
Se llevó un recuento acumulativo considerando el manejo realizado por el productor, **quien no retiraba las plantas afectadas**. Incluyendo información secundaria sobre el manejo agronómico, los diferentes daños producidos por la enfermedad adjuntando exposiciones fotográficas ilustrativas y los cambios fenológicos del cultivo en las observaciones, así mismo se hizo un recuento general de las plantas existentes en el punto de muestreo, después del raleo, conociéndose la población existente en cada uno.

A estas parcelas, diez en total para cada localidad, se les dió seguimiento a través de visitas semanales durante todo el

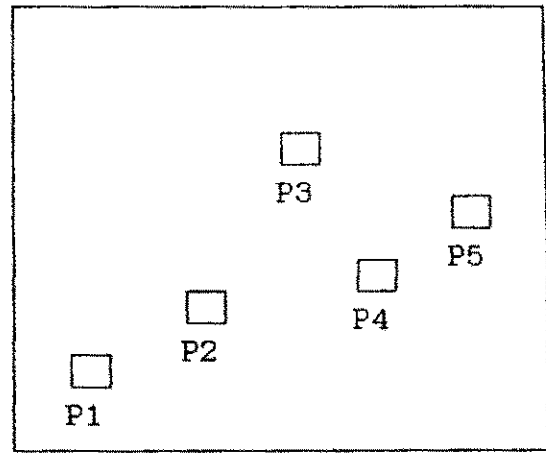
ciclo del cultivo. Se aplicó una hoja de recuento de incidencia de la enfermedad, diseñada para tal fin, para contar únicamente las plantas muertas en cada uno de los seis surcos dentro del punto de muestreo en cada visita (anexo 2). Los recuentos se iniciaron a los 15 días de establecido el cultivo y finalizaron con la estimación de cosecha (Flores, et al., 1998).

El muestreo únicamente estaba definido para los puntos seleccionados, conforme los criterios señalados, considerando que el estudio corresponde a un tipo de investigación con un diseño sobrepuesto, en este caso en las parcelas ya establecidas por el productor, respetando el manejo y las condiciones brindadas por el mismo al cultivo y partiendo de la realidad productiva que existe en nuestro medio con sus escasos recursos y sujeta a cualquier cambio al igual que cualquier actividad agrícola en el sistema de secano de la región occidental del país.

Así mismo se tomó en cuenta que particularmente en la región y la época de aplicación del estudio una gran mayoría de productores de ajonjolí optaron por otros rubros que representan mejores ingresos, lo que limitó la ubicación de otras localidades potencialmente objeto de investigación.

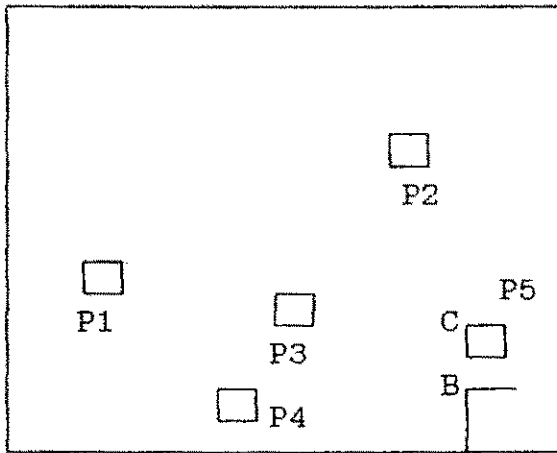


BUEN DRENAJE

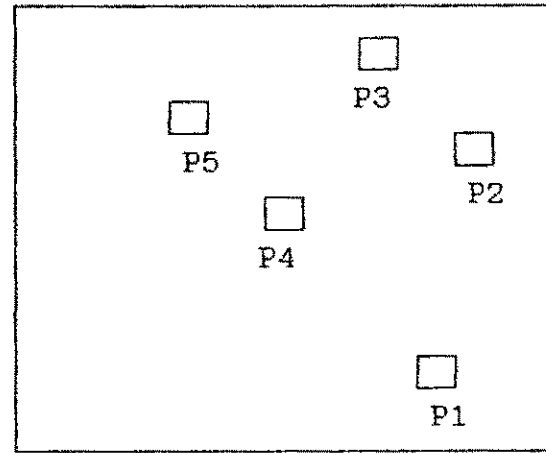


MAL DRENAJE

COOPERATIVA JULIO BUITRAGO



BUEN DRENAJE



MAL DRENAJE

FINCA LA PLANTA

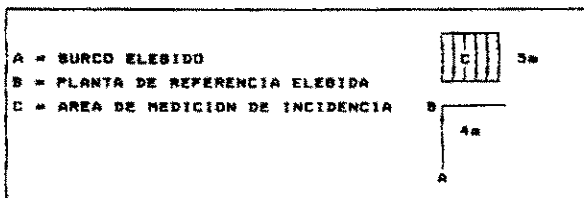


Figura no. 1. Esquema de parcela para la caracterización de la enfermedad. (Adaptado de Castro, O. 1980).

3.3. SEGUIMIENTO PLUVIOMÉTRICO.

Conociéndose que el agua actúa como agente dispersante de fitopatógenos y como medio que favorece su desarrollo, tanto presente como humedad relativa, así como medio de crecimiento en el suelo y los tejidos vegetales; las gotas de lluvia al salpicar pueden distribuir el inóculo a las partes de la planta que luego servirán de medio de vida para el hongo, se hace necesario dar seguimiento a las precipitaciones durante el período de estudio en cada localidad, como un elemento que facilite el análisis del comportamiento epidemiológico, tanto en el tiempo como el espacio donde se presente, relacionándolo directamente con otros factores que interactúan dando las condiciones adecuadas para la infección, como la textura, tipo de drenaje y cobertura vegetal.

Para ello, se recolectaron los datos de precipitaciones diarias registradas en dos estaciones cercanas a cada una de las fincas seleccionadas, durante todo el ciclo del cultivo. La Primera en el punto geográfico identificado como Mojón Sur no. 2. situado a 5 km al este de la Cooperativa Julio Buitrago, supervisada por el INTA y la segunda ubicada a 6 km. al este de Finca La Planta en el Aeropuerto Fanor Urroz, supervisada por el INETER, pero que representan dada su aproximación y semejanzas geográficas y ambientales la información adecuada para el estudio, teniendo un radio de cobertura de 10 km.

En el seguimiento pluviométrico se ha tomado en cuenta la irregularidad e intensidad con que se han presentado los eventos lluviosos en los últimos ciclos y las diferencias para cada zona agroecológica, lo que influye en forma directa en el comportamiento biológico de las especies bajo sus efectos, para nuestro caso, un incremento de humedad significa favorecer el desarrollo tanto del cultivo como del patógeno, siendo otros los factores que determinan las consecuencias de las ventajas o desventajas que de esto puede esperarse.

3.4. MUESTREO DE MALEZAS.

La diversidad de especies de plantas en la parcela según sus características: altura, tipo de hojas, hábito de crecimiento, tipo de raíces; condiciona algunos factores que influyen en el microclima predominante dentro del área, como: retención de humedad, penetración de luz, movilidad del aire; así mismo influyen en el desarrollo del cultivo por efectos directos de la competencia interespecífica por el espacio, luz y agua que viene a reflejarse en la capacidad de la especie vegetal económicamente importante de resistir el ataque de la enfermedad, lo que puede incrementarse si las mismas son hospedantes silvestres del patógeno y funcionan como mecanismo de sobrevivencia constituyendo una reserva de inóculo (Pitty & Muñoz, 1994).

El conocimiento de la existencia de las diferentes especies de malezas dentro de los puntos de muestreo viene a ser un factor de análisis que permite determinar su influencia en la epidemiología de la Pata Negra, por lo que se realizó un muestreo de malezas en cada punto de muestreo, realizándolo en forma aleatoria, usando un marco metálico de 50 cm², el que se lanzaba dentro del punto, y contando el número de plantas por especie identificadas que se encontraban dentro del área delimitada por el marco, para determinar su abundancia relativa, tanto para hoja ancha como fina, por especie, por tratamiento (buen o mal drenaje) y por localidad.

El muestreo se realizó en el momento en el que tanto el cultivo como las especies de malezas ya se habían establecido dentro del área, formando parte del agroecosistema sin sufrir alteraciones de consideración por otros factores, como: falta de lluvia o la eliminación por los controles manuales aplicados por el agricultor al inicio de su establecimiento, por lo que se ejecutó una sola vez después de los 70 días después de la siembra.

3.5. EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN.

Las alteraciones fisiológicas que la enfermedad produce en el cultivo, para nuestro caso al producirse su muerte en cualquiera de las etapas fenológicas y existiendo la posibilidad de que suceda por lo tanto una vez que la planta ha iniciado la formación y llenado de grano, es posible encontrar un mecanismo de cálculo basado en los efectos visibles y medibles de los resultados que se pueden esperar al recolectar la cosecha que facilite determinar las pérdidas producidas al reducirse en cierto grado la capacidad productiva del cultivo en estudio.

Si las alteraciones producidas por el agente afectan la traslocación de sustancias hacia los diferentes órganos vegetativos al momento de finalizar la fase vegetativa, pero durante la fase reproductiva existe capacidad de formar granos con peso y volumen disminuido en comparación a ésta formación si la planta se encontrara sana, es igualmente posible establecer en que proporción el rendimiento ha disminuido y hacer las estimaciones en cuanto al grado de influencia de la enfermedad sobre la fisiología de la planta y su capacidad para producir.

Por lo anterior, al finalizar la toma de datos de incidencia de la enfermedad, dejando el período para las labores tradicionales según el manejo del productor, corte y emparve, en las áreas seleccionadas anteriormente se partió de los puntos de muestreo designadas al azar, para tomar al final del ciclo el rendimiento de plantas enfermas y sanas por separado, al igual que los rendimientos por cada punto de muestreo.

Se compararon los rendimientos obtenidos, tanto entre puntos de muestreo como entre niveles de drenaje, haciendo una relación porcentual media entre el rendimiento de las plantas sanas y las enfermas, estimándose de ésta forma la reducción en la eficiencia productiva por planta.

Este procedimiento corresponde al método de estimación de pérdidas sugerida por French & Hebert. (1982), usando la siguiente fórmula:

$$\%RED = 100 - \frac{RR}{RP} * 100$$

donde:

% RED: Porcentaje de reducción en rendimiento a un dado índice de intensidad de la enfermedad.

100 : 100 % de rendimiento considerado como potencial para el cultivo.

RR : Rendimiento real de plantas enfermas.

RP : Rendimiento de plantas sanas tomado, como potencial para el caso.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

3.6.1. IDENTIFICACION DE LOCALIDADES.

En el análisis de las encuestas se realizó aplicación porcentual simple, para obtener criterios de decisión y determinar el comportamiento de la tendencia hacia las intenciones de siembra, uso de variedad y tipo de manejo en el ciclo subsiguiente, así como para estimar la ubicación de las parcelas seleccionadas aplicando los criterios mencionados para incidencia y manejo de la enfermedad bajo estudio.

3.6.2. EPIDEMIOLOGIA

3.6.2.1. PRUEBA "t".

Los datos obtenidos en los recuentos de plantas muertas por puntos de muestreo fueron llevados a porcentaje de incidencia media para cada uno, aplicándose para el cálculo de medias ponderadas la fórmula descrita por Caballero, (1985) :

$$\bar{X}_p = \frac{N_i}{N}$$

donde:

\bar{X}_p = es la media ponderada de la enfermedad por punto de muestreo,

N_i = número total por punto de muestreo,

N = número total en toda el área seleccionada.

y para las medias acumuladas la fórmula adaptada para datos agrupados propuesta por Caballero (1985),

$$\bar{X}_a = \frac{\sum \left(\frac{X_{1..n} + X_n}{2} \right)}{n}$$

donde:

\bar{X}_a = es la media acumulada de la enfermedad por punto de muestreo,

$\bar{X}_{1..n}$ = son las medias obtenidas de la suma de las medias consecutivas a partir de la primera.

\bar{X}_i = medias obtenidas producto del muestreo en el campo,

n = número total de medias acumuladas.

Ambas se sujetaron a la Prueba t, asumiendo que los puntos de muestreo son parcelas apareadas, como prueba para pequeñas muestras a fin de determinar si la media de las muestras obtenidas se desvían significativamente de los valores propuestos.

3.6.2.2. SELECCION DE MODELO

El comportamiento epidemiológico de la enfermedad reflejado en los datos recogidos en el muestreo de campo mediante porcentajes de incidencia, conduce a analizar y ubicar ese comportamiento dentro de un modelo determinado, sea éste de tipo monocíclico o policíclico que permite caracterizar la enfermedad y proponer acciones de manejo que se ajusten al modelo correspondiente en forma efectiva, por lo que los datos porcentuales sin transformación se utilizaron para realizar un análisis gráfico simple, curva de regresión y correlación, luego fueron transformados a valores logit y monolit graficando los resultados aplicándose el mismo cálculo que facilitó evaluar entre las curvas obtenidas, la de mejor ajuste y correlación (Torres y Siman, 1990), donde:

Transformación logit:

$$X_{trnsf} = \ln\left(\frac{x}{1-x}\right)$$

Transformación monolit:

$$X_{trnsf} = \ln\left(\frac{1}{1-x}\right)$$

3.6.2.3. TASA DE DESARROLLO "r".

Así mismo se calculó la tasa de desarrollo "r" mediante la fórmula propuesta por Van der Planck (1963), siguiendo los modelos epidemiológicos monocíclico y policíclico, para determinar la velocidad de desarrollo de la epidemia, comparándolos entre sí para analizar el comportamiento de la enfermedad en el tiempo, considerando que en ambos modelos el tejido sano de la planta se considera reducido en forma directamente proporcional al tejido enfermo:

$$r = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) \left(\ln \left(\frac{1}{1 - x_1} \right) \right) + \left(\ln \left(\frac{1}{1 - x_0} \right) \right)$$

donde:

r = tasa de desarrollo de la enfermedad,

t₁ = momento o tiempo tomado como inicial,

t₂ = momento o tiempo final,

1 - x₁ = proporción de la enfermedad en el momento final,

1 - x₀ = proporción de la enfermedad en el momento inicial,

ln = logaritmo natural.

3.6.2.4. RETARDO TEORICO.

Finalmente se estimó el retardo teórico a la enfermedad Δ ;

sustituyendo en la fórmula anterior el cálculo de r (tasa de crecimiento) por t (tiempo) como un método para encontrar el tiempo teórico requerido por la enfermedad para producir una nueva infección dentro del cultivo (Van der Planck, 1963), que facilite la propuesta de acciones concretas de manejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DESCRIPCION DEL MANEJO TRADICIONAL.

4.1.1. ENCUESTA PILOTO.

El análisis de la encuesta piloto nos condujo a los resultados siguientes:

- el 90 % de los encuestados no realizarían la siembra de postrera, debido a: la pocas perspectivas para lograr buenos ingresos al final de la cosecha por el bajo precio de compra proyectado en el mercado; el uso de las áreas para la siembra de soya por tener un precio más atractivo; la entrada tardía del invierno, lo que retrazó la siembra de primera, aunque el 100 % siembran en postrera y solo el 20 % lo hacen en ambos ciclos.
- las variedad sembradas son: Mexicana, Precoz Inamara, Nicarao, Icta-R-198, Criollo Mate, Cuyumaqui, Ometepe y Precoz Rama, con mayor frecuencia para Mexicana (30 %).
- la enfermedad **Pata Negra** se considera como de baja incidencia o se desconocen los efectos reales causados, registrándose presencia de ella en las parcelas del 80 % de los encuestados y de estos el 88 % la caracteriza con menos del 5 % de incidencia y al 12 % se le ha presentado hasta en un 95 %, usando para determinar este porcentaje una escala visual arbitraria, con la particularidad de que los daños observados se presentaron a partir de los 30 cm. del suelo, en el tallo de las plantas y en todos los casos la enfermedad se ha presentado y causado daños a partir de los 40 días después de la siembra, sin realizar recuentos de su incidencia en forma sistemática.
- este 88 % de productores que han encontrado presencia de la enfermedad se ubican en tipos de suelo: francos, francos

arenosos y francos limosos: en el 12 % se ubican en suelo arcilloso, observando mayor presencia en suelos francos y franco limosos.

- en su totalidad realizan las labores tradicionales de manejo del cultivo: preparación mecanizada, limpia manual o con chapodadora, pase de arado, uno o dos pases de grada, uso de fertilización química, cultivo manual y ocasionalmente se usa herbicida, y no realizan ningún tipo de manejo a la enfermedad.
- existe poca incidencia de plagas de otros tipos, principalmente *Nezara viridula* y *Estigmene acrea*.
- los agroquímicos se utilizan para el control de insectos plagas, no hay aplicaciones de fungicidas.

El manejo tradicional de la enfermedad, es básicamente nulo. Como se ha señalado, los recuentos no se realizan sistemáticamente para ninguna enfermedad y la determinación de su incidencia responde a la visitas normales a la parcela que no tienen ese objetivo, usándose un cálculo arbitrario de calificación para el porcentaje de incidencia; las plantas afectadas permanecen en el campo por todo el período del cultivo, hay ausencia completa de aplicaciones de fungicidas y cualquier medida preventiva o de manejo. Cada ciclo de forma general se siembra en la misma parcela y usando principalmente la semilla obtenida en el campo carente de tratamientos químicos.

4.2. CARACTERIZACIÓN EPIDEMIOLÓGICA

4.2.1. COOPERATIVA JULIO BUITRAGO

La capacidad epidémica de un fitopatógeno está dada por la interacción de todos los factores del medio que han condicionado

a un potencial hospedero para ser atacado por éste, en tal caso la manifestación de los daños sólo será visible una vez que se haya establecido el agente en el organismo e inicie las alteraciones fisiológicas que nos permitirán definir parámetros de ese daño, lo que denominamos como una variable dependiente de la patogenicidad (Castaño - Zapata, 1994).

En esta localidad no se presentó la enfermedad Pata Negra. Probablemente entre las condiciones que desfavorecieron su desarrollo se encuentran:

- **Condiciones de manejo del cultivo.** En esta finca se uso semilla certificada y la variedad Mexicana, clasificada como tolerante a la enfermedad (anexo 3), la distancia entre plantas después del raleo fue adecuada (6 pulg) aunque no hayan tenido relevancia algunos sitios donde por falta de tiempo no se realizó ésta labor y coincidieron con algunos puntos de muestreo; se realizaron los controles de malezas a los 27 y 56 días después de la siembra, lo que al finalizar solo permitió el desarrollo y predominancia de malezas de tipo rastrero y no permitió condicionar un ambiente favorable al desarrollo de patógenos fungosos; se fertilizó con urea 46%, 1.5 qq/mz al momento de la siembra y fertilizante completo 12-30-10, 1 qq/mz, después del primer control de malezas a los 27 días después de la siembra.

- **Precipitaciones.** Los registros indican que hubo bajos niveles de precipitaciones con frecuencias irregulares, fueron constantes únicamente desde el inicio del período del cultivo hasta los 27 días después de la siembra (DDS), cuando el follaje aún no ha crecido lo suficiente como para disminuir las pérdidas de humedad del suelo por la cobertura, luego se presentó ausencia total de lluvias hasta los 47 DDS, las que continuaron con mucha menor intensidad, prolongándose por menos de 10 días y concluyendo su

presencia en la localidad. Al finalizar el ciclo las precipitaciones sumaron 272 mm, cantidad que para el funcionamiento fisiológico mínimo de la planta de ajonjolí, era suficiente hasta conseguir la formación de cosecha (anexo 4). Ruiz, (1998), reporta un rango de respuesta del cultivo a precipitaciones, entre 300 y 600 mm, distribuidas en su ciclo. Siendo que cada patógeno tiene un ritmo característico de reproducción, en este caso el material con potencial para producir infección estaba considerablemente ausente, aunque se había reportado una baja incidencia en ciclos anteriores, en el presente, las condiciones mínimas óptimas para que las reservas de inóculo, lograran establecerse y diseminarse, no fueron favorables. Castaño-Zapata (1994), reporta que una sub-especie de *Phytophthora*, uno de los probables causantes de Pata negra, hongo que se haya en el suelo, es dispersado por el salpicado durante aguaceros fuertes.

Tipo de suelo y drenaje. El suelo arenoso y drenaje regular encontrados en ésta localidad, con infiltración de agua relativamente mayor, con poca retención y tomando en cuenta que el tipo de patógeno al que nos enfrentamos, un habitante de suelo, requiere un mínimo de agua disponible en el medio para su desarrollo, posiblemente no fue suficiente. Habiéndose definido los dos niveles de drenaje para el seguimiento epidemiológico, se observó únicamente las diferencias en el desarrollo del cultivo y las malezas por la cantidad de agua disponible.

Stakman y Harrar (1968), señalan que determinadas condiciones del suelo se relacionan de manera directa con el desarrollo de muchas enfermedades causadas por hongos fitopatógenos: el pH, la temperatura del suelo y del ambiente y la humedad, principalmente. Probablemente en nuestro caso, el pH

del suelo en la Cooperativa Julio Buitrago haya sido alterado por la incorporación de una capa de al menos 25 cm de material arenoso volcánico en la reciente erupción del volcán Cerro Negro en diciembre de 1995, ya que se encuentra a 15 km de sus faldas dentro del área afectada.

En el nivel mal drenaje el encharcamiento producido antes de los 20 DDS, impidió un crecimiento normal del cultivo, facilitó un crecimiento acelerado de las malezas, condicionando fuerte competencia y el alargamiento del tallo en las plantas de ajonjolí, dificultando la limpieza manual y el raleo; labores que las lluvias impidieron realizar en ese período, pero fue realizada a los 27 DDS al igual que el resto del área.

Por el contrario en el nivel buen drenaje, donde se realizó el raleo entre los 15 y 20 DDS y el cultivo mecanizado el cultivo presentó un mejor desarrollo, no hubo alargamiento anormal del tallo y la competencia con las malezas fue mínima.

4.2.1.1. MALEZAS

Por otro lado, la presencia de pocas malezas con una abundancia de 25 ind/m², calificable como raro, esparcido, (Aleján, 1995) con un 70 % de presencia de malezas de hoja ancha (anexo 6), la mayoría con sistema radical superficial, compuesta principalmente por la especie *Richardia scabra*, con 5.2 ind/m² para el nivel mal drenaje y 8.8 ind/m² en el nivel buen drenaje, con hábito de crecimiento rastrero, característica de formar una cobertura uniforme y poca capacidad de competencia, a diferencia del cultivo que posee un sistema profundo y efusivo, el establecimiento tardío de las malezas producto del manejo cultural, posiblemente permitió mantener la cantidad de agua a

capacidad de campo suficiente para lograr un buen crecimiento y desarrollo para la formación de grano.

El resto de malezas se presentaron en forma aislada y la población en número de especies de hoja ancha superó ampliamente a las de hoja fina en ambos niveles de drenaje, 18.8 ind/m² de hoja ancha y 5.6 ind/m² de hoja fina para mal drenaje y 16.4 ind/m² de hoja ancha y 9.6 ind/m² de hoja fina para buen drenaje, encontrándose a *Cyperus rotundus* y *Rottboelia conchinchinensis* creciendo después de los 70 DDS, momento en el que el cultivo dominaba el agroecosistema.

4.2.1.2. RENDIMIENTO

Las precipitaciones permitieron un buen desarrollo del cultivo dada su distribución, logrando un rendimiento de 1145.98 g para el nivel de buen drenaje y de 759.7 g (figura 2) para el mal drenaje que con una media de 952.84 g equivalentes a 476.42 kg/ha, se ubica dentro de los rendimientos históricos medios en el sector que son de 452.3 kg/ha, a esto debe sumarse el tipo y calidad de semilla, se uso semilla certificada; las características de variedad establecida, Mexicana, la que es de porte alto, de fuerte profusión de ramas, ciclo intermedio; y con un manejo agronómico mínimo adecuado tanto para establecimiento como labores culturales; alcanzándose un densidad poblacional media de 187.6 plantas/20 m² para buen drenaje y 225.2 plantas/20 m² para las parcelas en mal drenaje equivalentes a 103,200 plantas/ha. no muy lejos del requerimiento técnico (aprox. 113,000 plantas/ha en variedades rama), además un adecuado momento de fertilización, manejo temprano y oportuno de malezas y plagas.

La prueba t realizada para las medias de rendimiento entre las parcelas de ambas fincas permitió encontrar que no existían diferencias significativas en relación al resto del ensayo, como puede verse en el cuadro 1 y figura 2 y 3.

CUADRO I. PRUEBA t ENTRE RENDIMIENTOS/NIVELES DE DRENAJE

MEDIAS COMPARADAS	t CALCULADA	t TABULAR, 5%, 6 g.l. = 2.447
BD1 - MD2	-1.31	N.S.
BD1 - BD3	-1.97	"
BD1 - MD4	-0.80	"
MD2 - BD3	-1.08	"
MD2 - MD4	0.94	"
BD3 - MD4	1.77	"

BD1: buen drenaje F. La Planta MD2: mal drenaje F. La Planta
 BD3: buen drenaje Coop. J.E. MD4: mal drenaje Coop. J.E.
 N.S. = diferencia no significativa.

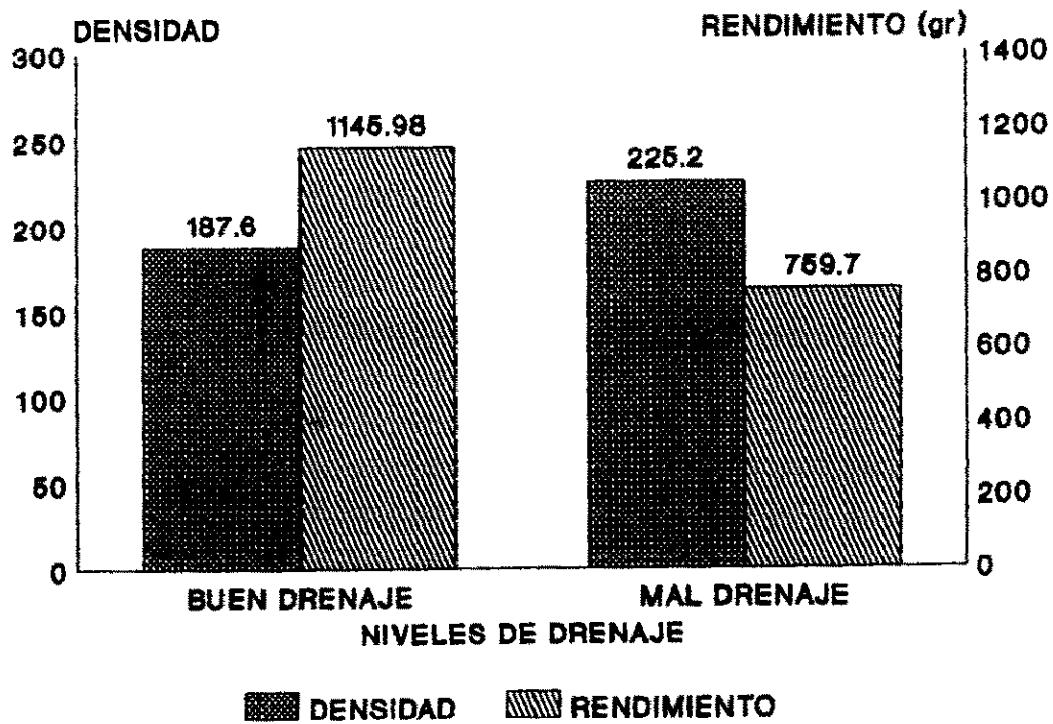


FIGURA 2. DENSIDAD POBLACIONAL VS. RENDIMIENTO.
Coop. Julio Buitrago. León.

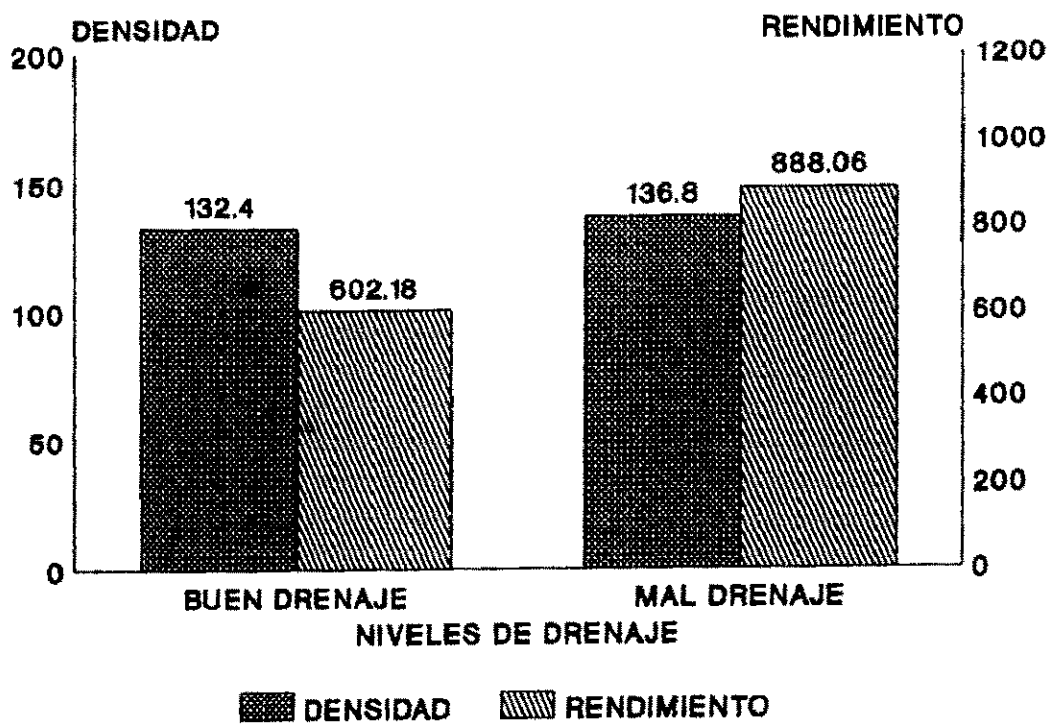


FIGURA 3. DENSIDAD POBLACIONAL VS. RENDIMIENTO.
FINCA LA PLANTA. LEON.

4.2.2. FINCA LA PLANTA

4.2.2.1. EPIDEMIOLOGIA

En esta localidad, Finca La Planta, las condiciones ambientales observadas influyeron en forma diferente para ambos niveles de drenaje, no obstante la enfermedad Pata Negra se presentó en diferentes niveles de incidencia, únicamente en el nivel mal drenaje.

Los daños observados a partir de los 33 DDS en las plantas por efectos de la acción de la enfermedad fueron: inicialmente manchas en la base del tallo de color café, luego rojo oscuro y finalmente negro, cambiando esas tonalidades en un período de 5 a 7 días, coalesciendo, aumentando de tamaño hasta rodear la base y en forma ascendente hasta unos 7 a 10 cm del suelo, momento en el que producían un estrangulamiento del tejido de la base, la presencia de puntos necróticos a lo largo del tallo de hasta 1 mm de diámetro que coalescían de forma similar a las manchas, se iniciaba el marchitamiento y caída de la masa foliar, causando la muerte definitiva de la planta al final de esos 7 días, hasta producirse la esqueletización completa en los siguientes 14 días, en este momento se observaba el crecimiento de esclerocios en el nivel donde se había iniciado la infección y hasta en un radio de 2 cm alrededor del mismo sobre el suelo.

Los esclerocios indicados pueden considerarse como estructuras visibles que delatan la presencia de una especie fungosa en particular, pero no excluyen la asociación con otras ya consideradas potenciales agentes causales de la enfermedad.

El examen posterior de la raíz, permitió observar la pudrición total de las raíces, el ahuecamiento de sus estructuras y la detención total de su crecimiento, probablemente al inicio de la presencia de las manchas. Si la enfermedad se presentaba en el período de floración, se producía la caída de las flores antes

del marchitamiento y luego caída de hojas, constituyéndose para la planta un proceso irreversible. Al presentarse a la fructificación, se aceleraba el proceso de maduración presentándose apariencia de clorosis en la cápsulas de la punta hacia la base y de la parte superior de la planta hacia abajo, produciendo el vaneo del grano por no tener la planta capacidad para el llenado del mismo; de sufrir el ataque al llenado de grano la planta en su conjunto terminaba su ciclo en un período más corto, encontrándose los granos aparentemente en buenas condiciones, lo que permitió cosechar granos de plantas enfermas y medir su rendimiento. Es importante observar que una vez cosechados y puestos en condiciones de germinación, este proceso se desarrolló satisfactoriamente (ver anexos, fotografía 1).

Después de los 60 DDS se observó un ataque diferente al anterior, al presentarse en el tallo una lesión similar iniciada con manchas a una altura entre 20 y 30 cm del suelo sobre el tallo y produciendo un estrangulamiento a ese nivel y un efecto posterior final a lo descrito anteriormente. Este ataque se presentó en forma aislada y reducida únicamente el punto de muestreo 4, que tenía por característica situarse en uno de los puntos donde el mal drenaje era mayor.

El seguimiento epidemiológico en ésta localidad permitió observar que no hubo incidencia de la enfermedad en el nivel definido como buen drenaje (figura 4), presentándose únicamente en el nivel mal drenaje a partir de los 40 DDS en los puntos de muestreo 1, 2 y 4, de los 54 DDS en el punto 5 y de los 68 DDS en el punto 3, (figura 5) con porcentajes de incidencia final de 17.48 %, 23.33 %, 8.57 %, 23.43 %, y 10.57 % respectivamente y con porcentajes de incidencia media por recuento de: 0.86 %, 2.2 %, 3.6%, 6.32 %, 6.94%, 11.04% y 16.68%, respectivamente; que nos permite observar el crecimiento epidemiológico en una curva sigmoide (figura 6) característica del desarrollo de una especie fitopatógena (Castaño - Zapata, 1994).

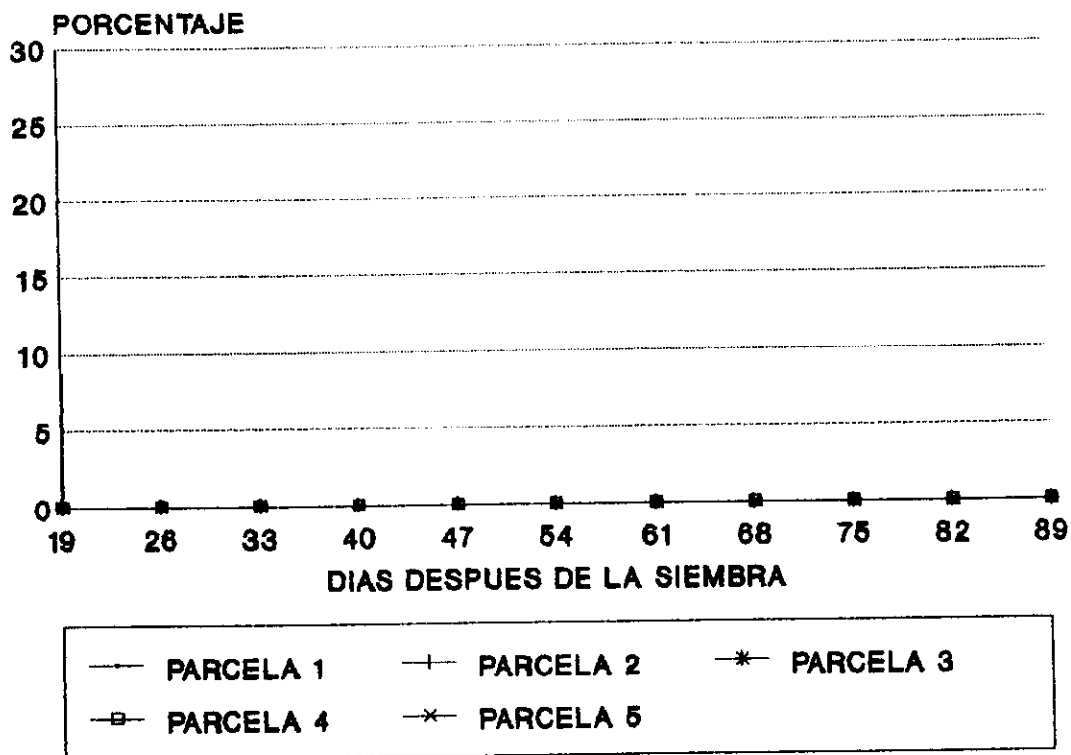


FIGURA 4. PORCENTAJE DE PATA NEGRA. NIVEL: Buen Drenaje.
Finca La Planta. León.

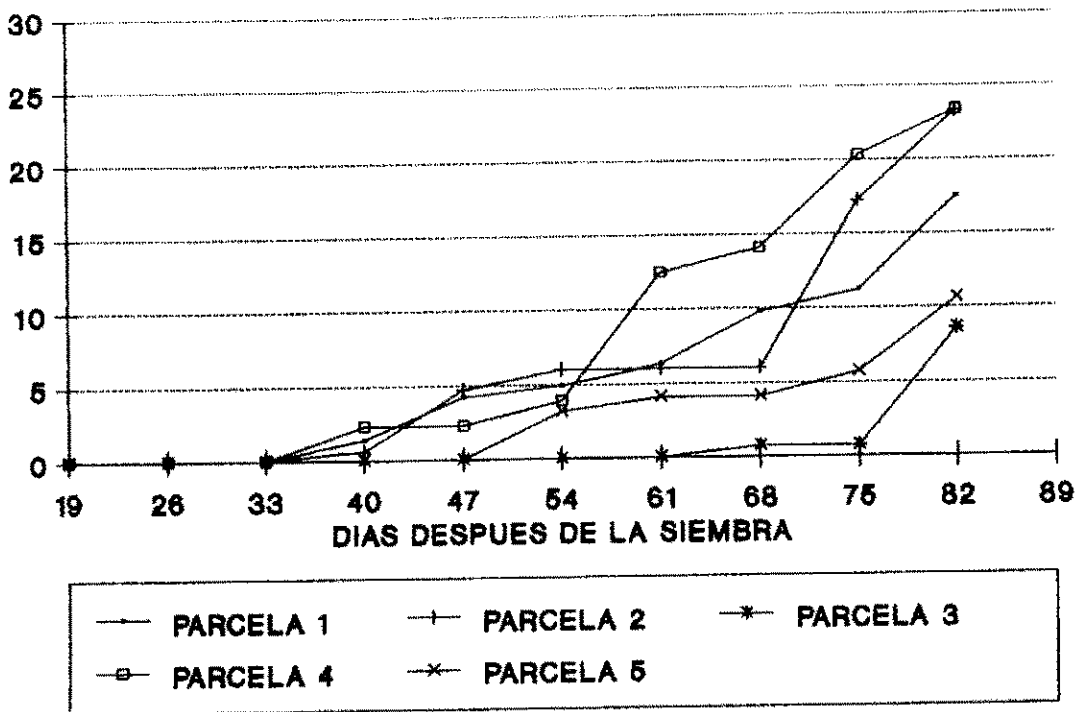


FIGURA 5. PORCENTAJE DE PATA NEGRA/RECUESTO. NIVEL: mal drenaje.
Finca La Planta. León.

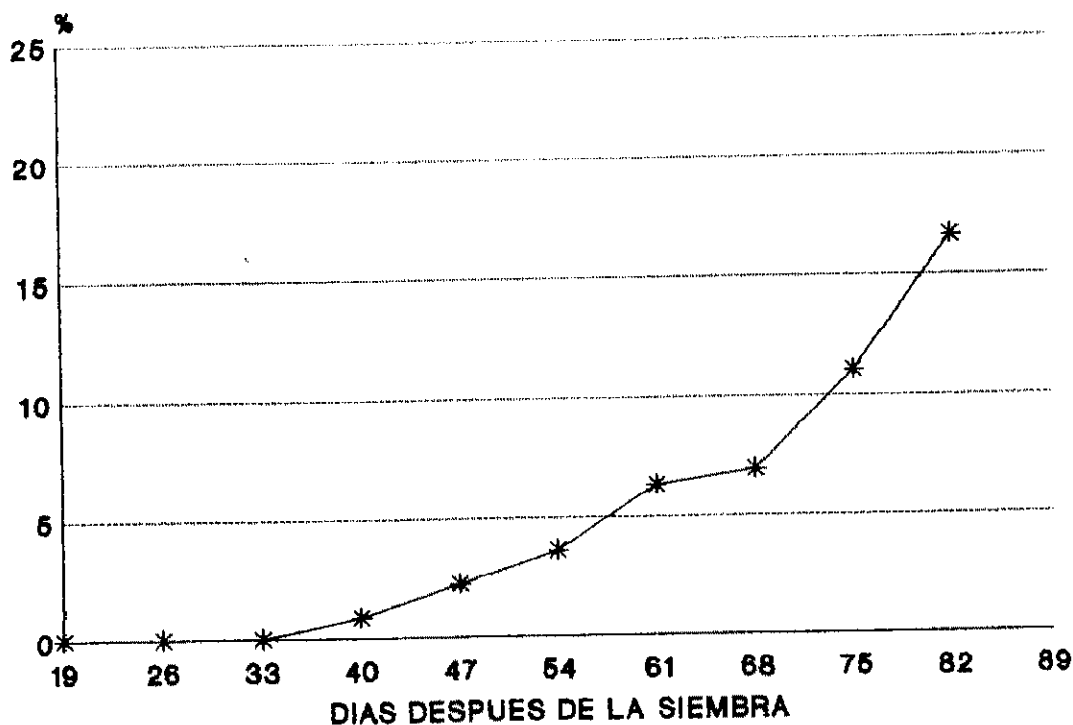


FIGURA 6. PORCENTAJE DE INCIDENCIA MEDIA EN MAL DRENAJE.
FINCA LA PLANTA. LEON.

A las medias de porcentaje de incidencia obtenidas en los recuentos realizados se les aplicó la Prueba *t* para pequeñas muestras como un estimador para determinar la existencia de diferencias entre ellas, transformándolas previamente a medias acumuladas y medias ponderadas, no encontrándose ninguna diferencia significativa, como puede observarse en la cuadro II.

CUADRO II. PRUEBA t A MEDIAS ACUMULADAS Y PONDERADAS. INCIDENCIA DE PATA NEGRA. NIVEL MAL DRENAJE / FINCA LA PLANTA.

x COMPARADAS	x ACUMULADAS t CALCULADA	x PONDERADAS t CALCULADA	t TABULAR, 5 % 8 g.l. = 2.306
P1 - P2	-0.30	-0.55	N.S.
P1 - P3	1.79	1.52	"
P1 - P4	-0.92	-1.05	"
P1 - P5	1.37	1.38	"
P2 - P3	1.97	1.97	"
P2 - P4	-0.66	-0.59	"
P2 - P5	1.6	1.86	"
P3 - P4	-2.29	-2.26	"
P3 - P5	-0.68	-0.21	"
P4 - P5	1.98	2.16	"

P1 a P5 : puntos de muestreo 1 a 5;

N.S. = diferencia no significativa.

Los datos de porcentaje promedio sin transformación y luego corregidos y transformados a valores logit y monolit, comparados y graficados, siguiendo un análisis de regresión lineal y cálculo de coeficiente de correlación (figura 7,8 y 9) permitieron encontrar como el modelo de mejor ajuste el correspondiente al logístico, con un valor de $r^2 = 0.96$, pero presentando un buen ajuste para el mismo valor de correlación en el modelo monolítico y en los datos puros. Estos fueron, para datos sin transformar, $r^2 = 0.91$ y para el modelo monomolecular o monolit, $r^2 = 0.90$.

Lo anterior nos permite inferir que los datos de incidencia de la enfermedad se ajustan estadísticamente a estos modelos y desde el punto de vista epidemiológico la Pata negra tiene un comportamiento complejo: por un lado se considera como una enfermedad de ciclo simple que tiene como fuente principal de

inóculo el suelo; pero en forma casi similar tiene un efecto multiplicativo a partir de lesiones ya producidas para causar otras como fuente de inóculo, que la hace ser una enfermedad de ciclo múltiple, probablemente en ésta localidad inducida por diferentes factores, como: condiciones agroecológicas, alta humedad en el suelo (encharcamiento, escorrentías), salpique, alta humedad relativa, altas temperaturas, viento, alta población de malezas, otros tipos de patógenos, resistencia varietal, forma de reproducción del patógeno.

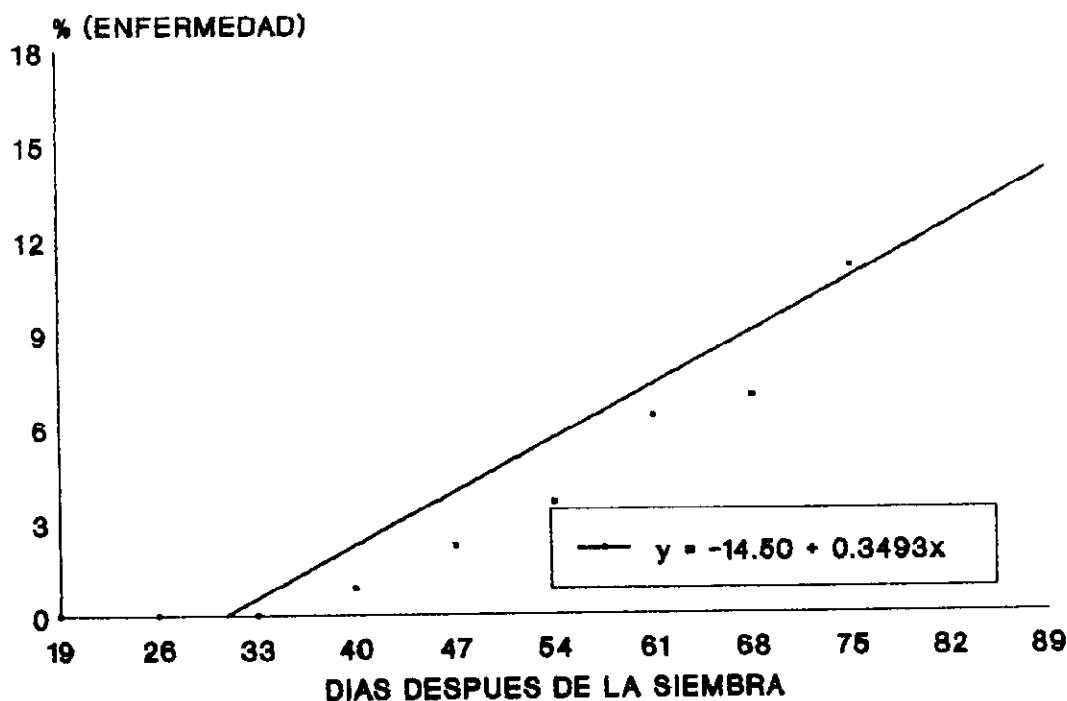


FIGURA 7. CURVA DE REGRESION. DATOS SIN TRANSFORMAR, MAL DRENAJE. FINCA LA PLANTA. LEON.

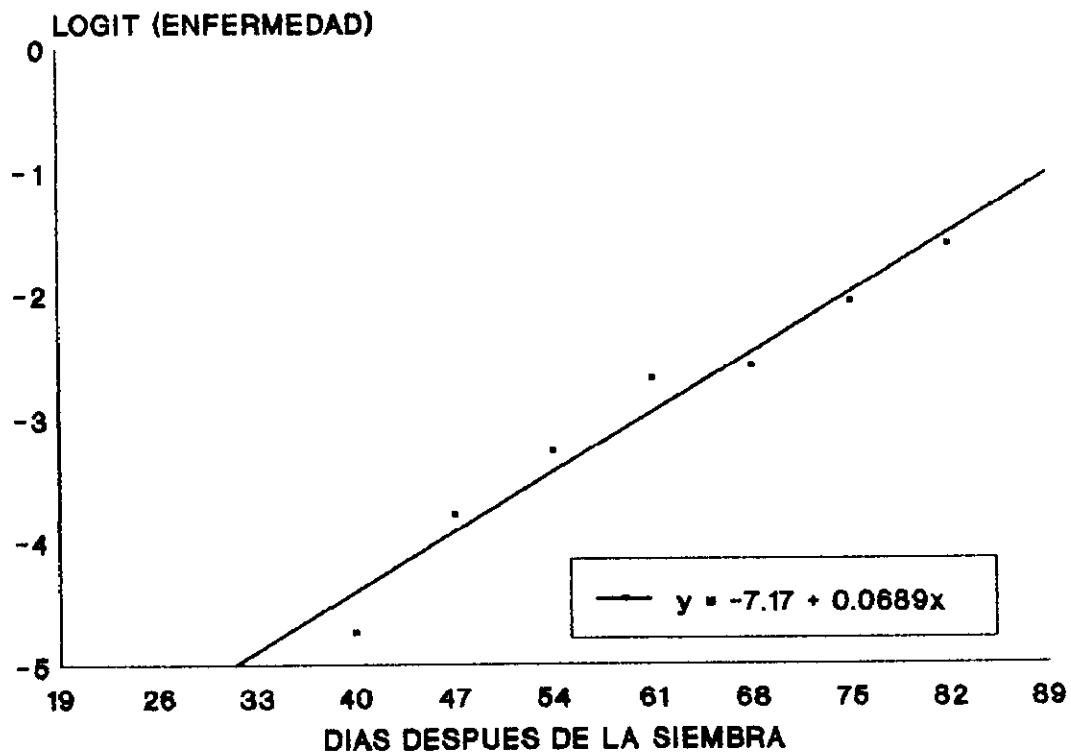


FIGURA 8. CURVA DE REGRESION. VALORES LOGIT, MAL DRENAJE. FINCA LA PLANTA. LEON

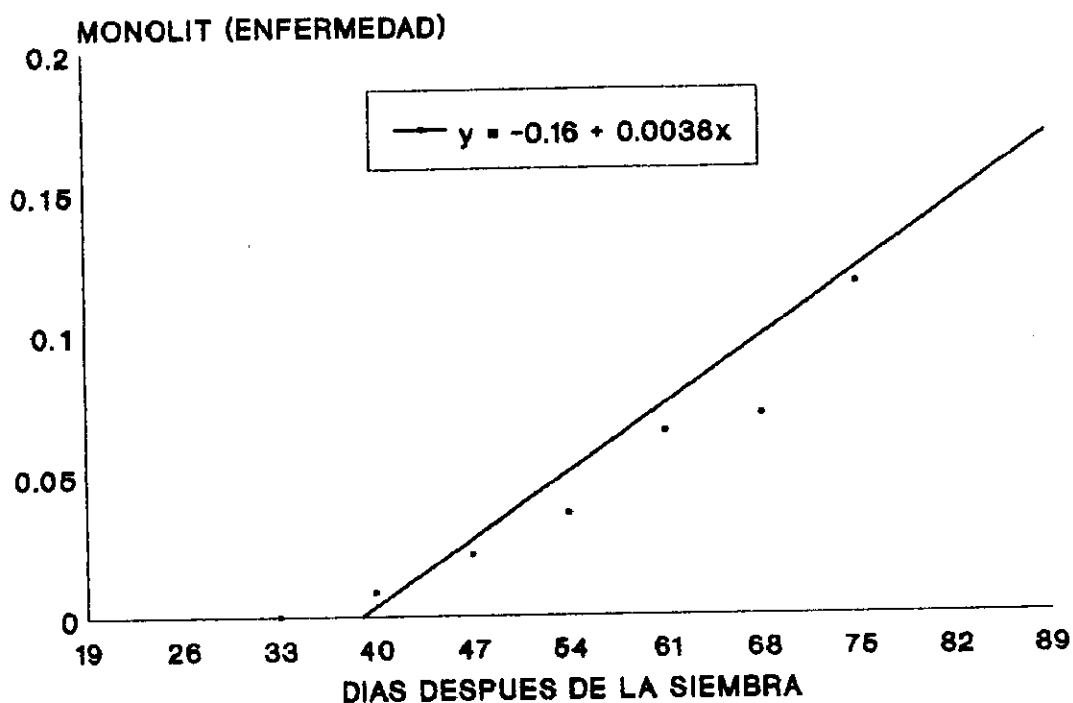


FIGURA 9. CURVA DE REGRESION. VALORES MONOLIT. MAL DRENAJE. FINCA LA PLANTA . LEON

Los valores de r , tasa de desarrollo, calculados con la fórmula ya descrita para el modelo policíclico, pueden verse en el Cuadro III, denotándose una tasa de desarrollo en el tiempo cercana a lo estimado por Van der Planck (1963), y que refiere a la cantidad de enfermedad que se desarrolla en cualquier época como directamente proporcional a la cantidad de inóculo que sobrevive y es disponible al principio de la época de siembra, aquí se ha calculado de tal manera que nos presenta la velocidad de desarrollo de la epidemia a intervalos de 7 días.

En nuestro caso, la Pata negra ha demostrado comportarse como una enfermedad principalmente policíclica, donde el inóculo primario proviene del suelo pero ese comportamiento ha producido

la infección de nuevas plantas en forma repetitiva en el transcurso de aproximadamente 40 días, cuando ésta se ha presentado después de los 40 DDS alcanzando niveles similares en su tasa de desarrollo cuando se ha presentado después de los 68 DDS, siendo al final la infección con sólo 20 días tan rápida como en el término de tiempo mayor, ese es el caso del punto de muestreo 3.

El comportamiento epidemiológico de la enfermedad observado en el campo, donde a pesar de suspenderse las precipitaciones a los 27 DDS, como la principal condición favorable para su establecimiento está se desarrolló, llevó a considerar la posibilidad de un comportamiento policíclico, obteniéndose los resultados anteriormente señalados, ya que probablemente al presentarse como una enfermedad de ciclo simple se estimaría la probable detención de las infecciones y no su incremento.

El cálculo del retardo teórico usando la fórmula de Van der Planck (1963), permitió encontrar que la enfermedad estaba en condiciones de causar una nueva infección dentro del cultivo en un tiempo de al menos 12.47 días, donde en una población estimada de 105,635 plantas/ha, con un 16.68 % de incidencia media final registrado, encontramos alrededor de 17,619.9 plantas afectadas a una velocidad media de desarrollo "r" de 0.316, lo que significa un total de 3 de cada 1,000 plantas afectadas por día.

De lo anterior se desprende que una vez establecida la enfermedad en el campo, puede definirse como un período crítico de incidencia el tiempo estimado de retardo teórico, 12.47 días, por lo que en consecuencia cualquier acción de manejo debe planificarse considerando este período, situándose en que al menos los muestreos de campo y el monitoreo a la presencia de la enfermedad debe estar en este lapso de 12 días. De igual manera la acciones deben responder considerando el comportamiento complejo, monocíclico y policíclico, partiendo de la existencia

de la fuente de inóculo tanto en el suelo como en las lesiones producidas al desarrollarse, dado que la suma de ambos tiende a reducir el período crítico y a aumentar las fuentes de inóculo presentes en el campo.

Las medidas a aplicar deben sujetarse a las condiciones como las consideradas en el estudio: tipo de suelo, presencia de malezas, pH, temperatura, humedad relativa, manejo agronómico y variedad, tipo de ratrojos presentes en el suelo e incluir los elementos de prevención y manejo cuando esta se haya establecido, por lo que pueden señalarse, entre otras: uso de semilla tratada y de variedades tolerantes, manejo de épocas de siembra que limiten el desarrollo del patógeno por el incremento de humedad y desfavorezcan el mal drenaje en suelos susceptibles, establecimiento del cultivo con adecuada densidad y la fertilización requerida, adecuado control de malezas, eliminación de plantas con síntomas y esterilización del suelo en el área afectada y el uso racional de fungicidas.

Por otra parte los muestreos permitieron observar que al llegar a los 33 días después de la siembra no se había presentado el marchitamiento de las plantas, solamente se observaban los síntomas iniciales a través de manchas en la base del tallo, las que vinieron a producir la muerte de las primeras plantas registradas a partir de los 40 DDS, su diseminación continuó incrementando la muerte de otras, hasta dejarse de registrar a los 82 DDS, tomándose este momento como en el que el cultivo ha alcanzado su madurez fisiológica y la decadencia de las plantas sucede independientemente de cualquier patología, esto nos indica que el patógeno ha presentado ciclos de desarrollo más cortos que el cultivo y la sucesión de ellos ha reflejado a través de ese comportamiento epidemiológico su capacidad de producción de inóculo en forma tal que una vez concluidas las etapas fenológicas del cultivo su tasa de desarrollo se estabiliza en

una velocidad final muy similar dentro de un micro hábitat favorable, como ésta plantación de ajonjolí.

CUADRO III. VALORES DE TASA DE DESARROLLO "r" CALCULADOS PARA PATA NEGRA EN AJONJOLI. NIVEL MAL DRENAJE / FINCA LA PLANTA.

PUNTO DE MUESTREO	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRERA							
	40	47	54	61	68	75	82	r
1	0.2819	0.288	0.293	0.296	0.305	0.314	0.331	0.3012
2	0.518	0.525	0.298	0.298	0.298	0.321	0.362	0.374
3	-	-	-	-	0.290	0.301	0.304	0.298
4	0.283	0.286	0.288	0.307	0.326	0.345	0.370	0.315
5	-	-	0.284	0.290	0.292	0.294	0.306	0.293
x	0.2185	0.2198	0.2322	0.2382	0.3022	0.315	0.3348	0.316

4.2.2.2. PRECIPITACIONES.

Los registros de precipitaciones indican una mayor presencia de humedad durante el ciclo en relación a la Cooperativa Julio Buitrago, donde se acumularon 272 mm; incidiendo esto en el comportamiento de todas las especies presentes en el lugar, tanto para el cultivo, las malezas y el patógeno mismo, favoreciendo su crecimiento, y alcanzando un mejor desarrollo al encontrarse en un microambiente favorable.

Se reportaron un total de 344.5 mm de lluvias distribuidos en forma irregular, al inicio intensas y continuas de forma similar a la microzona de la Cooperativa hasta los 27 DDS, luego ausencia total y con un incremento hacia los 45 DDS, sucediéndose diferentes eventos lluviosos hasta los 64 DDS de regular intensidad (anexo 5).

El incremento de las precipitaciones, en esta localidad, en

relación a la microzona agroecológica de la Cooperativa Julio Buitrago, produjo un estímulo al desarrollo del cultivo que claramente estaba definido para cada nivel de drenaje: en el buen drenaje las plantas con notable coloración verde pálido, no propio de su tipo, sufrieron estrés por la falta de agua en el período crítico de su desarrollo y la competencia por adquirirla con las malezas, probablemente ligado a la textura de suelo (franco - arcillo - limoso) y su poca capacidad de retención, se limitó en producción de biomasa, posiblemente causada por la poca disponibilidad de nutrientes en el suelo provocada por su resequedad, encontrándose en un nivel inferior en relación a los puntos ubicados en el nivel mal drenaje, donde las malezas igualmente se desarrollaron, pero a la par crearon un microclima favorable tanto para el cultivo como para las malezas observándose plantas de ajonjolí con un mejor porte, coloración y capacidad productiva.

Debe tomarse en cuenta que en relación a la Cooperativa, la variedad no era la misma, en Finca La Planta se uso variedad Maporal, registrada como tolerante a la enfermedad, de ciclo tardío, con menor potencial genético, se uso semilla seleccionada por el productor sin ningún tratamiento para su conservación, por lo que no es posible establecer comparaciones entre el desarrollo de las variedades en ambas fincas.

El tipo de suelo en el nivel mal drenaje, franco - arcilloso principalmente, ha contribuido a la alta retención de humedad presente en el lugar, favoreciendo probablemente el crecimiento y desarrollo de todas las especies tanto cultivo, malezas como el patógeno.

4.2.2.3 MALEZAS

Dadas las condiciones de manejo agronómico y la dificultad presentada por la textura de suelo, con mayor retención por el drenaje irregular, aquí el manejo de malezas se hizo más difícil y tardío, lo que favoreció la presencia de una mayor abundancia para malezas de hoja fina en ambos niveles, aunque en un estrato mayor las malezas de hoja ancha como *Thitonia tubaeformis* y *Bidens pilosa* para los puntos de muestreo ubicados en el nivel mal drenaje influyeron en la creación de un microambiente favorable para los patógenos fungosos.

La textura y el tipo de drenaje sólo permitieron la aplicación de controles manuales de malezas, lo que al final resultaría en su rápido crecimiento y alta competitividad con el cultivo.

La comparación entre los niveles de drenaje, nos conduce a señalar que los puntos de muestreo ubicados en buen drenaje, sufrieron una mayor pérdida de humedad del suelo, predisponiendo el lugar a la colonización y desarrollo de malezas capaces de resistir déficit de humedad, hoja fina; situándose en mayor desventaja el cultivo por la elevada competencia con el tipo de malezas predominantes, *Cynodon dactylon* y *Digitaria sanguinalis*, las que se presentaron muy abundantes, con una media de 209.6 ind/m² para ambos niveles (anexo 6), con mayor presencia para el nivel buen drenaje 265.6 ind/m² y con 153.6 ind/m² para el mal drenaje, siendo relativamente baja la presencia de hoja ancha, 3.6 y 6.8 ind/m² respectivamente, por lo tanto desfavoreciendo su desarrollo por encontrarse en un grado de fuerte enmalezamiento (Aleján, 1995), el que con una densidad poblacional media similar 132.4 y 136.8 (figura 3) en ambos niveles, equivalentes a 67,300 plantas/ha, calificable como baja densidad y mucho menor que en la Cooperativa, no logró alcanzar un desarrollo eficiente.

En este caso el perfil del suelo estaba brindando hábitat en todos sus estratos, siendo elevada la demanda de agua disponible y la diversidad de malezas tanto de hoja ancha como hoja fina principalmente afectaron en mayor grado al cultivo en el nivel buen drenaje, disminuyendo su capacidad fisiológica y por ende productiva. Sin embargo, estas condiciones para el nivel buen drenaje no contribuyeron a que la enfermedad Pata Negra se presentara.

4.3. EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO

Los rendimientos medios finales, 602.18 g para buen drenaje y 888.06 g para mal drenaje, equivalentes a 301 kg/ha y 444 kg/ha respectivamente, reflejan los efectos de la menor densidad poblacional y la alta competencia con las malezas, en comparación con la Cooperativa, y probablemente la variedad y tipo de semilla utilizada como factores que incrementan en conjunto la reducción del rendimiento pero no atribuibles únicamente a la incidencia de la enfermedad, por lo que se analiza y gráfica los resultados de incidencia de Pata negra y rendimiento.

En el nivel buen drenaje, pueden encontrarse otros factores que influyeron en la disminución del rendimiento, entre ellos el manejo agronómico, que incluye: raleo tardío y no uniforme, este se realizó después de los 30 DDS como consecuencia de las lluvias cubriendo este tiempo todo el período crítico inicial de su desarrollo, provocando un menor crecimiento de las plantas cuando en los primeros días de su desarrollo con una alta población inicial había fuerte competencia entre las mismas; deficiencias nutricionales favorecidas por la falta de elementos disponibles, primero por la fuerte lixiviación de los mismos al ser removidos por las lluvias intensas de los primeros 40 días y segundo, por la fijación de los mismos al usar abono verde incorporado los que por lo tanto estaban menos disponibles cuando las plantas lo

requerían, además no hubo fertilización de otro tipo. El buen drenaje no puede considerarse como un factor de disminución del rendimiento, puesto que la revisión de las demás condiciones presentes en los puntos de muestreo y su interacción no permiten evaluarlas aisladamente y su influencia particular para estas condiciones indican la necesidad de realizar un estudio similar.

Como puede observarse en los gráficos de densidad poblacional vs. rendimiento (figuras 2 y 3) para cada localidad, se obtuvo en la Cooperativa mayor densidad y rendimiento y se encuentran claras diferencias entre los niveles buen drenaje y mal drenaje de la Cooperativa y Finca La Planta, sujetos a factores individuales que incidieron en cada nivel, no obstante, no hay diferencias significativas entre rendimientos y niveles de drenaje según la Prueba *t* aplicada.

Los efectos de la enfermedad para los puntos de muestreo 1, 2 y 4 en el nivel mal drenaje, (figura 10) con 854.1, 1013.5 y 635.9 g cosechados y con 17.5, 23.3 y 23.4 % de incidencia hacen inferir una reducción en el rendimiento en el punto 4 producto de su incidencia, lo que no es efectivamente seguro dado que es el único caso donde se habría reducido en esa magnitud y puede considerarse un caso aislado, transformándose en un dato no útil estadísticamente, por lo que esa suposición se aclara cuando examinamos las otras condiciones propias de cada punto. En este caso aunque todos los puntos indicados se ubicaban en el área con mayor presencia de malezas y contaban con plantas más desarrolladas y por tanto más productivas, dentro de toda la parcela, el punto 4, tuvo menor densidad poblacional, por tanto menor rendimiento, agregándose que la producción obtenida por planta al estimarse las pérdidas mostró que en este punto coincidió el menor rendimiento en relación al resto (Cuadro 4), y aunque la enfermedad haya incidido desde los 40 DDS alcanzando uno de los más altas tasas de desarrollo (Cuadro 3), la reducción

no se atribuye únicamente a la enfermedad, sino a la interacción de ésta con todos los otros factores involucrados y principalmente la baja densidad y presencia de malezas.

Para los puntos 1 y 2, el rendimiento de la población ha contrarrestado la suposición anterior de los efectos de la incidencia de la enfermedad, puesto que hay condiciones similares y tanto para ambiente, densidad como enfermedad.

En cambio, los puntos 3 y 5, con incidencia a partir de los 68 y 54 DDS, con rendimientos de 1003.6 y 933.2 gr. y con 8.6 y 10.6 % mostraron en condiciones ventajosas (el mal drenaje no era uniforme) respecto a los otros puntos, que no existía un hábitat óptimo para el desarrollo del patógeno por lo que no tuvo presencia en el momento fenológico que pudiera causar reducción significativa en el rendimiento, aunque su tasa de crecimiento haya alcanzado niveles similares a los otros puntos. Aquí, debió esperarse la acumulación de condiciones más favorables, humedad del suelo elevada, microclima adecuado cuando el cultivo y las malezas alcanzaron mayor desarrollo para que el inóculo empezará a producir las alteraciones propias de la enfermedad. Las poblaciones y rendimientos de estos puntos fueron similares al resto.

Puede considerarse que en este último caso, la incidencia de la enfermedad a partir de los 54 DDS y con menos del 11 % no disminuye significativamente el rendimiento del cultivo, dado que en la mayoría de los casos el cultivo se encuentra en la etapa de formación y llenado de grano y este alcanzará su peso adecuado para ser cosechado tomando en cuenta que la enfermedad produce la muerte de la planta pero también acelera la maduración de las cápsulas ya formadas.

Pero su presencia a partir de los 40 DDS, en nuestro caso ha permitido una mayor cobertura y afectación a más individuos

dentro de la parcela cuando han existido condiciones óptimas, lo que puede significar disminución considerable en el rendimiento, en vista que el cultivo se encuentra en la fase vegetativa, aún su energía fisiológica esta orientada al crecimiento y formación de tejido, tallos, ramas y hojas y se ha iniciado la floración.

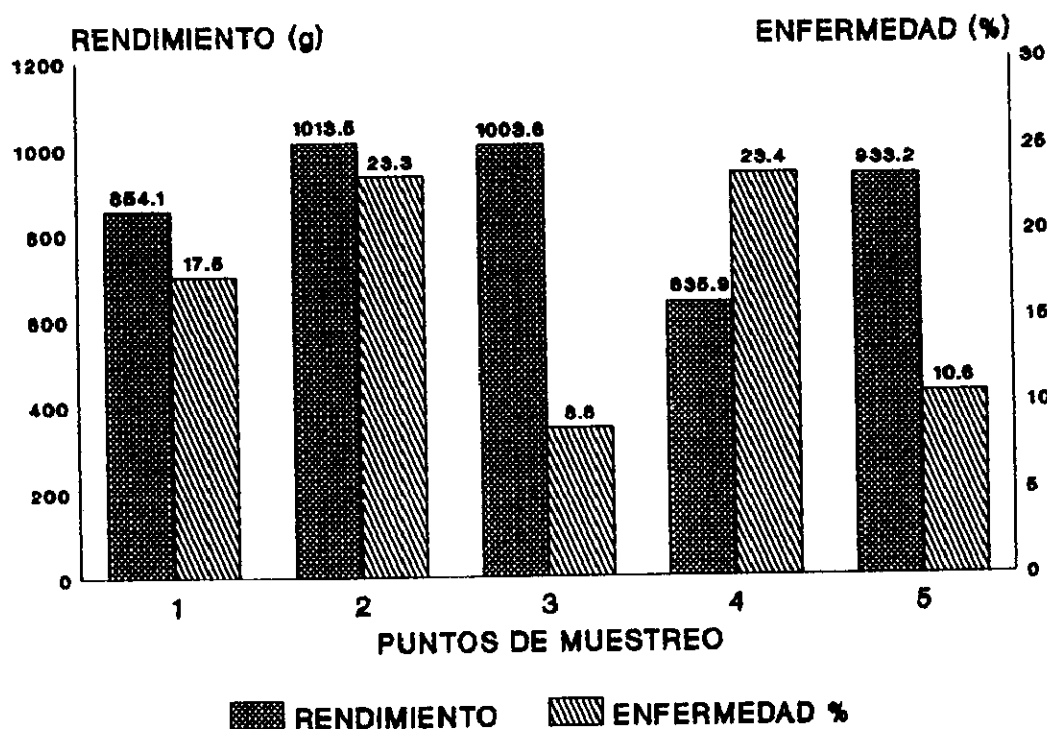


FIGURA 10. RENDIMIENTO VS. ENFERMEDAD. FINCA LA PLANTA. LEON.

4.3.1. ESTIMACION DE PERDIDAS

Con la producción obtenida en los puntos de muestreo del nivel mal drenaje cosechando por separado tanto para las plantas sanas y las enfermas, se calculó la estimación de pérdidas aplicando la ecuación sugerida por French & Hebert (1982), usando

como el rendimiento potencial los rendimientos de las plantas sanas por punto, comparándolo con los rendimientos de plantas enfermas como rendimiento real, se repitió el cálculo para cada punto de muestreo y se obtuvo una reducción porcentual para cada punto, como puede verse en el Cuadro 4.

CUADRO 4. ESTIMACION PORCENTUAL DE PERDIDAS

PUNTO DE MUESTREO	x RENDIMIENTO PLANTAS/SANAS (g)	x RENDIMIENTO PLANTAS/ENFER. (g)	PERDIDAS %	RENDIMIENTO POTENCIAL
1	6.30	4.50	29.00	5.80
2	7.70	3.80	51.00	5.73
3	7.17	7.16	1.00	7.23
4	5.60	3.00	46.43	4.39
5	8.20	3.00	63.42	4.9
x			38.17	

x media rendimiento/Finca:

- Cooperativa Julio Buitrago, 4.61 g/planta.

- Finca La Planta, 5.46 g/planta.

x total/fincas: 5.03 g/planta.

El rango de pérdidas entre puntos de muestreo, tiene correspondencia con las condiciones encontradas en ellos, respecto al ambiente, y no puede ser atribuido solamente a la incidencia de la enfermedad, para tal efecto, su análisis individual hace resaltar que en los puntos 2 y 4 el porcentaje de reducción fue muy similar, 51 y 46.43 % y el porcentaje de incidencia fue también similar, 23.3 y 23.4 %, aquí la enfermedad se presentó desde los 40 DDS; para el punto 1, la

reducción alcanzó el 29 %. la enfermedad también se presentó a los 40 DDS alcanzando únicamente un 17.5 % ; en el caso del punto 5, con incidencia a partir de los 54 DDS y 10.6 % de incidencia llegó hasta el 63.42 % de reducción en el rendimiento y donde se alcanzó el porcentaje menor 1 % de reducción correspondiente al punto 3, el momento de incidencia registrado a partir de los 68 días, y la diferencia de 0.01 en el rendimiento siendo similar lo cosechado tanto en planta enfermas como sanas, indica que un ataque después de ese momento no afecta el rendimiento, el cultivo ha formado cápsulas, se encuentra en la etapa de maduración y por otro lado suspendidas las precipitaciones no había condiciones para el desarrollo del inóculo, pero que es posible tomar un límite de incidencia a partir de los 54 DDS como crítico para causar pérdidas muy significativas.

Para el punto 1, el ataque se inicio a los 40 días, pero la curva de crecimiento (figura 5) refleja un avance estable y reducido hasta los 68 DDS, momento en que aumentó la velocidad de desarrollo. En los puntos restantes la enfermedad tuvo un avance similar (tasa de crecimiento, Cuadro III), se permitió un mejor desarrollo de las plantas sanas y las enfermas alcanzaron un rendimiento similar.

Puede considerarse que el momento crítico para el cultivo donde las plantas son susceptibles a una reducción en el rendimiento esta en el rango de los 40 DDS a los 54 DDS, momento en el que el cultivo se encuentra en plena fructificación y formación de grano.

La media de porcentaje de pérdidas en el rendimiento para el nivel de 38.17 %, se reduce hasta un 14.71 % en relación a la media de rendimiento por plantas de ambas fincas, con lo que es posible estimar en comparación con los diferentes porcentajes de incidencia de la enfermedad, que con un 10.6 % de incidencia es suficiente para alcanzar una reducción de 63.42 %, dependiendo el

momento de inicio de la epidemia, pero que ésta puede reducirse hasta en 1 % si el ataque se presenta después de los 68 días.

Todo lo anterior, conociéndose que la enfermedad solamente tuvo incidencia en el nivel mal drenaje de ésta localidad, indica que la misma contribuye a la disminución del rendimiento en diferentes porcentajes según el momento de inicio de la epidemia y es favorecida por las condiciones del medio donde se presenta, tanto para el cultivo, variedad, tipo de suelo, humedad y manejo agronómico.

V. CONCLUSIONES

1. La interacción entre las condiciones agroecológicas favorables, manejo, diversidad de malezas, precipitaciones, drenaje, y el tipo de suelo franco - arcilloso, contribuyendo a la alta retención de humedad, probablemente permitieron el desarrollo de la enfermedad en el nivel mal drenaje de Finca La Planta, encontrándose que los factores para drenaje y tipo de suelo arenoso incidieron en forma contraria en la Cooperativa Julio Buitrago, por lo que la enfermedad no se presentó.
2. De la aplicación de la encuesta piloto se desprende que, en el manejo tradicional de la enfermedad resalta la ausencia completa de medidas de prevención o manejo, considerándose de baja incidencia y desconociendo los efectos causados.
3. La enfermedad Pata negra tiene un comportamiento complejo, monocíclico y policíclico, con mejor ajuste para el modelo policíclico. Por lo que puede inferirse que la fuente de inóculo proviene tanto del suelo como de lesiones ya desarrolladas que causan otras infecciones, presentando una velocidad $r = 0.316$ que representa aproximadamente 3 de cada 1,000 unidades/día afectadas por la enfermedad, con un retardo teórico de 12.47 días.
4. La enfermedad Pata negra causa pérdidas en el rendimiento hasta en un 38 %. Estableciéndose como el momento crítico de su ataque el período comprendido entre los 40 y 68 días después de la siembra, pudiendo alcanzar hasta un 63 % de pérdidas. Lo anterior es favorecido por la interacción de las condiciones agroecológicas favorables (altas precipitaciones, presencia de malezas, manejo agronómico) para el desarrollo de la enfermedad y la baja densidad poblacional (aprox. 68,000 plantas/ha), siendo los efectos del drenaje estadísticamente no significativos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Estudiar la posible interacción de las condiciones de suelo que pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad: pH, temperatura, contenido de humedad según la textura y contenido de materia orgánica principalmente en relación al tipo de rastros de otros cultivos que pueden ser reservorios de inóculo.
2. Estudiar la epidemiología de la enfermedad realizando prácticas de manejo dirigidas a evitar la presencia de fuentes de inóculo, partiendo de encontrar plantas con síntomas de la enfermedad y considerando como período crítico el tiempo estimado de retardo teórico, 12 días como mínimo para el muestreo; tomando en cuenta los resultados del presente trabajo en cuanto a incidencia de la enfermedad y su comportamiento monocíclico y policíclico. Las prácticas deben incluir tanto los elementos ya considerados así como los elementos de prevención y manejo cuando la enfermedad se haya establecido, como: uso de semilla tratada y de variedades tolerantes, manejo de épocas de siembra considerando el drenaje por efectos de las lluvias, densidad poblacional, fertilización y control de malezas, esterilización del área afectada y el uso racional de fungicidas.
3. Siendo este estudio de carácter epidemiológico, es importante realizar un diagnóstico e identificación del (o los) agente(s) causal(es) de la enfermedad, así como sus medios de sobrevivencia.
4. Se hace necesario establecer la relación entre la incidencia y severidad de la Pata negra para evaluar las pérdidas y efectos en la producción, haciendo énfasis en el período crítico mostrado en este estudio, de los 40 a 68 días después de la siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUSTIN, (s.f). Diseases of tropical and subtropical field, fiber and oil plants. CATIE. Reg. E.315
- AGUILAR, L. Y MARTINEZ, R. 1990, Inventario de la entomofauna del ajonjolí (*Sesamun indicum*) en Nicaragua. ABEN. 4to congreso nacional MIP. Nicaragua. Managua, Nicaragua, Memorias p. 111 - 120
- AGRIOS, G. 1991. Fitopatología. Limusa-Noriega. 5ta. reimpresión. México D.F. México. 530 p.
- ALEMAN, F. 1995. Manejo de Malezas. 2a. edición. FAGRO - FED-DR. UNA. Managua, Nicaragua. 180 p.
- CABALLERO, W. 1985. Introducción a la Estadística. Primera edición. IICA. San José, Costa Rica. 289 p.
- CASTRO, O. 1980. Identificación, Importancia y alternativas de control de la mancha negra de la base del tallo del cultivo de ajonjolí, en Parcelamiento "La Máquina". Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 58 p.
- CASTANO - ZAPATA, J. 1994. Principios Básicos de Fitopatología. DPV - EAP El Zamorano. 2a. edición. Zamorano, Honduras. ??p.
- FLORES, J., MONTERROSO, D., PADILLA, D. y MENDOZA, R., RUIZ, . 1998. Enfermedades del Ajonjolí. Manual de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de Ajonjolí. Zamorano, INTA, MAG, MIP - CATIE, UNAN - León, P. Pikín Guerrero, CARE, COSUDE. Nicaragua. 145 P.
- FRENCH. E., & HEBERT.T.,1982. Métodos de investigación fitopatológica. IICA. Primera edición. San José, Costa Rica. 290 p.
- _____ Diagnóstico agrosocioeconómico. Agencia León. INTA. 1997. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. León. Nicaragua.
- NAVARRETE, A. 1997. Perfil socioeconómico del cultivo del Ajonjolí. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 32.p.
- PITTY, A. & MUÑOZ, R. 1994. Guía práctica para el manejo de malezas. DPV. EAP El Zamorano. El Zamorano, Honduras. 223 p.
- SALVATIERRA I. A. 1993. Efecto de la densidad poblacional y fertilización sobre 2 enfermedades foliares en 4 variedades de ajonjolí (*Sesamun indicum*) Tesis , UNA. Escuela de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua. 54 p.

STAKMAN, E. & HARRAR, J. 1968. Principios de Patología Vegetal. Editorial Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. 603 p.

_____. Guía técnica para el cultivo de ajonjolí en Nicaragua, 1986. Dirección de algodón y oleaginosas. MIDINRA. Editado por División de comunicaciones. Managua, Nicaragua. 12 p.

_____. Agricultura & Desarrollo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín. Dirección general de Información y Apoyo al Productor. No. 15(1995) y No. 18 y 25 (1996). CENACOR. Managua, Nicaragua.

TORRES, E. & SIMAN, J. 1990. Análisis estadísticos en Estudios epidemiológicos. Contribución al Segundo Encuentro sobre metodología de investigación de campo en Fitopatología. Organizado por el Proyecto CATIE - MIP/MAG. Managua, Nicaragua. 11 p.

_____. Informes internos. 1997. Finca La Planta. Instituto Agropecuario Manuel Ignacio Lacayo Terán. León. Nicaragua.

A N E X O S

ANEXO 1

ENCUESTA PARA PRODUCTORES DE AJONJOLI

Datos Generales

Nombre del productor: _____ Area: _____
Ubicación de la U.P.: Municipio _____ Comarca: _____
Años de experiencia: _____

Datos del cultivo

Epoca de siembra: _____ Variedad utilizada: _____ Distancia de Siembra _____

Distancia de siembra: _____ Dosis de semilla: _____ Tipo de Preparación: _____

Plagas más comunes: _____ Prácticas de control o manejo _____ Producto químico usado: _____

Enfermedades más comunes: _____ Síntomas observados: _____ Prácticas de control/manejo: _____

Producto químico utilizado: _____

Labores de cultivo:
Raleo: _____ Limpia: _____ Control de malezas: _____ Control de enfermedades _____

Cultivo anterior: _____

Porcentaje de Pata Negra: _____

ANEXO 2

HOJA DE RECUENTO

INCIDENCIA DE PATA NEGRA EN AJONJOLI

FINCA: _____

FECHA: _____

PARCELA	SURCO		SURCO		SURCO	
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
x						

OBSERVACION: _____

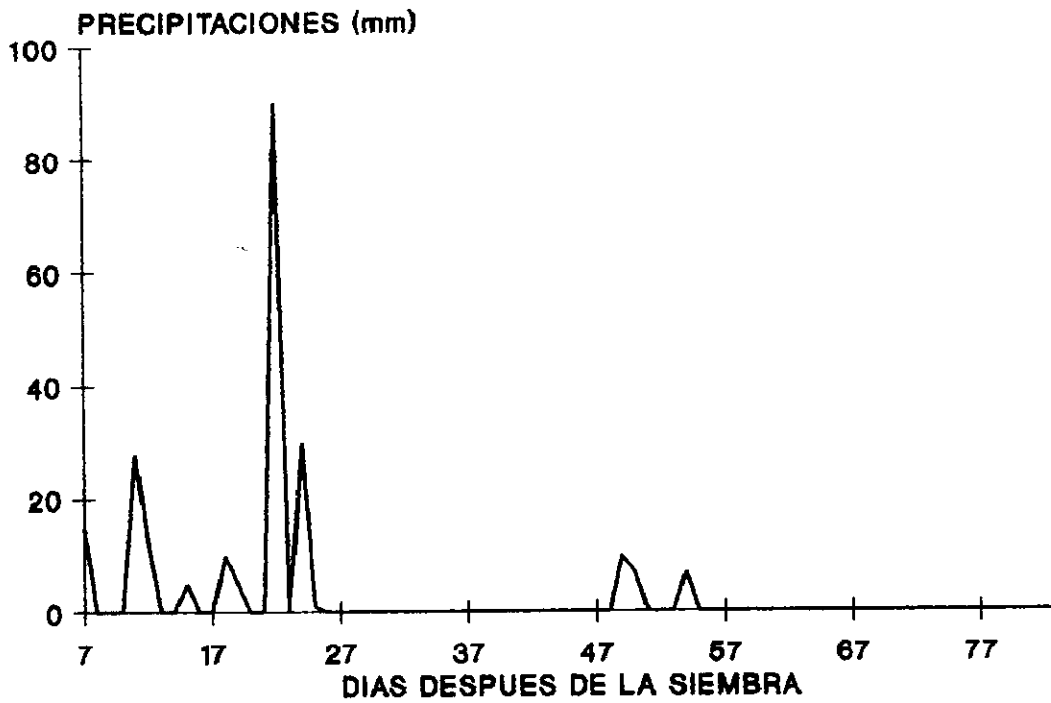
ANEXO 3

CARACTERIZACION DE VARIEDADES DE AJONJOLI UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO

Variedad	Estructura de Planta	Color de semilla	Ciclo	Madurez Fisiológica	Altura de Planta	Altura a primera cápsula (cm)	No. de cápsulas por planta	peso de 1000 sem. (gr.)	Rend. en qq/mz	No. de cápsulas por axila	Días a floración
Mexicana	Rama	Blanca Grande	intermedio	100 a 200 días	170 a 200 cm	0,7 a 1	91	3,7	17	1	45 a 55 días
Maporal	Rama	Blanco Cremoso	intermedio	95 a 110 días	95 a 110 cm	0,7	340	2,5	20	1	40-45 días

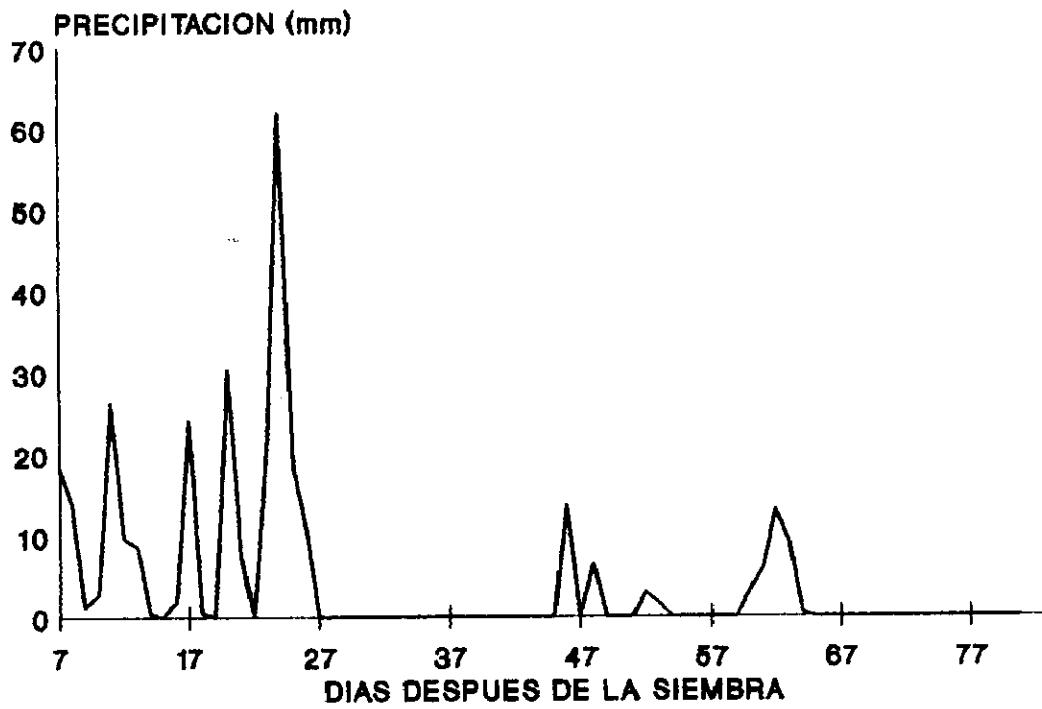
Variedad	Enfermedad Macrophomina	Acame	Zona de mayor Rendimiento	Floración Final	Longitud Cápsula	Color al madurar	Longitud en los entrenudos	Fortaleza y grosor tallo	No. de rama planta	Cierre de calle DDG	Origen
Mexicana	T	R	Malpaisillo Ranchería	78	Mediana	Rojizo	Cortos	Fuerte y grueso	1-7	48	Venezuela
Maporal	T	S	Malpaisillo	80	Mediana	Verde Amarillento	Medianos	Medianamente grueso	3-5	46	Venezuela

ANEXO 4



ANEXO 4. REGISTRO DE PRECIPITACIONES.
COOPERATIVA JULIO BUITRAGO.
LEON. POSTRERA 1997.

ANEXO 5



ANEXO 5. REGISTRO DE PRECIPITACIONES.
FINCA LA PLANTA.
LEON, POSTRERA. 1997.

ANEXO 6. Diversidad de malezas y abundancia por finca, tipo y nivel de drenaje. Muestreo realizado a los 80 días después de la siembra. León, Postrera, 1997.

COOPERATIVA JULIO BUITRAGO			
NIVELES	MAL DRENAJE	BUEN DRENAJE	X
HOJA ANCHA		Ind/m ²	
<i>Shamaescyse hirta</i>	2.00	1.20	1.80
<i>Euphorbia heterophylla</i>	4.40	0.80	2.80
<i>Amaranthus spinosus</i>	0.40	-	0.20
<i>Richardia scabra</i>	5.20	8.80	7.00
<i>Achirantus sp.</i>	1.20	1.20	1.20
<i>Ipomea nil</i>	0.00	1.80	0.80
<i>Sida acuta</i>	0.40	0.40	0.20
<i>Emilia Fosbergii</i>	1.20	0.80	1.00
<i>Philantrus niruri</i>	0.00	0.40	0.20
<i>Eclipta alba</i>	0.00	1.20	0.80
HOJA FINA			
<i>Cyperus rotundus</i>	5.60	9.20	7.40
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0.00	0.40	0.20
FINCA LA PLANTA			
HOJA ANCHA			
<i>Bidens pilosa</i>	6.00	1.80	3.80
<i>Sida acuta</i>	0.40	0.00	0.20
<i>Richardia scabra</i>	0.40	0.00	0.20
<i>Tithonia tubaeformis</i>	0.00	2.00	1.00
HOJA FINA			
<i>Cynodon dactylon</i>	161.80	210.00	180.80
<i>Cyperus rotundus</i>	0.00	1.80	0.80
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2.00	47.20	24.80
<i>Leptochloa filiformis</i>	0.00	8.80	3.40
x	Ind/m ²	HOJA ANCHA	HOJA FINA
COOPERATIVA JULIO BUITRAGO	25.20	17.8	7.8
FINCA LA PLANTA	214.80	5.2	209.8



1a. Lesiones en raíz y tallo



1b. Diferentes niveles de daños

Fotografía 1. Pata Negra en ajonjolí. Finca La Planta, León. Nivel: Mal drenaje. Postrera 1997