

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

INCIDENCIA Y DINAMICA POBLACIONAL DEL HONGO
ENTOMOPATOGENO Nomuraea rileyi (Farlow) Samson
EN PLAGAS LEPIDOPTERAS DE MAIZ (Zea mays L.),
SORGO (Sorghum bicolor (L) Moench) Y FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.)

DIPLOMANTE

GLENDIA ISABEL MORALES VELASQUEZ

ASESOR

Dra. SARAH GLADSTONE

MANAGUA, NICARAGUA. 1988.

DEDICATORIA

A MI MADRE: Carmen Velásquez Rueda.

A MI PADRE: Rivers Morales Gallo.

A MIS HERMANOS: Lesbia, Thesla, Manuel y Rivers.

A: Gabriel Alejandro Schwartz Morales.

A: Sally Gladstone.

A mis verdaderos amigos.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Dra. Sarah Gladstone por su infatigable y excelente asesoría en la realización del presente trabajo.

A las Ingenieras Agrónomas Patricia Gaitán y Carmen Gutiérrez. También al M.Sc Allan Hruska por todo el apoyo que me brindaron.

A la Escuela de Sanidad Vegetal del ISCA por la ayuda que me prestaron para el desarrollo de este trabajo.

Manifiesto mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron involucradas para la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

sección	página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- OBJETIVOS.....	5
III.- MATERIALES Y METODOS.....	6
IV.- RESULTADOS.....	12
V.- DISCUSION.....	27
VI.- CONCLUSIONES.....	32
VII.- RECOMENDACIONES.....	34
VIII.- LITERATURA CITADA.....	36

INDICE DE CUADROS

cuadro no.		página
1	Plagas Lepidópteras afectadas por <u>Nomuraea rileyi</u> , en frijol en siembra de postrera. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.	25
2	Plagas Lepidópteras afectadas por <u>Nomuraea rileyi</u> , en dos variedades de frijol (Huetar, Chorotega) en siembra de postrera bajo riego. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos, Managua. 1986	26

INDICE DE FIGURAS

figura no.		página
1	Dinámica de micosis en <u>Spodoptera frugiperda</u> causada por <u>Nomuraea rileyi</u> , en maíz durante la siembra de primera. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.	13
2	Dinámica de micosis en <u>Spodoptera frugiperda</u> causada por <u>Nomuraea rileyi</u> , en maíz durante la siembra de postrera. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.	14
3	Dinámica de micosis en <u>Spodoptera frugiperda</u> causada por <u>Nomuraea rileyi</u> en maíz durante las siembras de primera (variedad N-B 100) y postrera (variedad N-B 6). Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.	15
4	Número de horas en que la humedad relativa fue mayor de 90 %, entre el 22 de junio y el 26 de julio. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986.	16
5	Número de horas en que la humedad relativa fue mayor de 90 %, entre el 4 de octubre y el 22 de noviembre. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986.	17
6	Precipitación pluvial, entre el 22 de junio y el 26 de julio. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.	18

figura no.

página

- | | | |
|----|--|----|
| 7 | Precipitación pluvial, entre el 4 de octubre y el 22 de noviembre. Estación Augusto César Sandino, INETER, Managua. 1986. | 19 |
| 8 | Humedad relativa máxima y mínima, entre el 22 de junio y el 26 de julio. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986. | 20 |
| 9 | Humedad relativa máxima y mínima, entre el 4 de octubre y el 22 de noviembre. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986. | 21 |
| 10 | Temperatura máxima y mínima, entre el 22 de junio y el 26 de julio. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. | 22 |
| 11 | Temperatura máxima y mínima, entre el 4 de octubre y el 22 de noviembre. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986. | 23 |

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Las Mercedes en parcelas de maíz, frijol y sorgo en postrera y una parcela de maíz en primera. Se usaron 2 lotes comerciales de frijol de postrera en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos. El estudio se realizó en Managua de junio a diciembre de 1986.

En maíz de primera se muestreó de los 14 DDS a los 79 DDS y en el de postrera de los 29 DDS a los 74 DDS, en el sorgo de los 23 DDS a los 47 DDS, haciéndolo 2 veces por semana para registrar número de larvas muertas por N. rileyi. En el frijol (2 recolecciones) y el sorgo (1 recolección) las larvas lepidópteras fueron recolectadas y criadas en el laboratorio.

Los objetivos eran registrar la dinámica de la micosis causada por Nomuraea rileyi en Spodoptera frugiperda en 2 épocas de siembra en maíz y determinar en que forma influyen las condiciones climáticas en el comportamiento del hongo. Se planteó detectar especies de plagas lepidópteras infectadas por N. rileyi en frijol y sorgo. Con esta información se busca conocer las perspectivas de N. rileyi como control microbial en éstos cultivos y para reforzar el control natural que ejerce el hongo, con la aplicación de conidias de N. rileyi.

En maíz de primera y en el de postrera N. rileyi apareció alrededor de los 30 DDS. Se presentaron 4 picos de incidencia de la micosis en primera y postrera. La micosis duró desde los 30 DDS hasta la fase de espiga en ambas épocas de siembra.

En sorgo no hubo infestación de larvas por N. rileyi. El porcentaje de plantas dañadas por S. frugiperda en sorgo fue de 36.4 % de cogollos dañados.

En Las Mercedes murió por N. rileyi 1 larva de T. ni que corresponde al 5.55 %. En el Centro Nacional de Granos Básicos en S. frugiperda, S. sunia, S. exigua y T. ni resultaron larvas con micosis.

INTRODUCCION

Los cultivos de granos básicos, maíz y frijol constituyen una fuente alimenticia primordial para el pueblo nicaragüense. Y el sorgo es un cultivo importante para la elaboración de alimentos para animales. Es muy importante aumentar la producción de esos cultivos, así mismo es necesario reducir los costos de producción con medios más económicos y racionales para el control de plagas.

El maíz es el grano básico más importante cultivado en Nicaragua. El maíz suministra el 17 % de proteínas y el 24 % de las calorías totales por persona y día (Pineda, 1978; citado en Gladstone y Hruska, 1985). La producción de maíz no es suficiente para la demanda interna y es necesario importar más de 40.000 toneladas al año (MIDINRA, 1984). Para el ciclo 87-88 se pretende sembrar de maíz 250.000 mz. para una producción de 5.808.800 quintales (MIDINRA, 1987).

Una de las causas principales de los bajos rendimientos del maíz es el daño causado por los insectos (Mc Guire y Crandal, 1966; citado en Gladstone y Hruska, 1985). El cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), es una de las dos plagas claves de maíz en Nicaragua. Causa daño en los tres ciclos de siembra de maíz (Gladstone, 1987). El ataque de la plaga puede bajar el rendimiento de maíz en un 45 % (Hruska y Gladstone, 1987a).

El costo en un año por los insecticidas dirigidos contra el gusano cogollero en maíz en Nicaragua, utilizando Chlorpyrifos (Lorsban 4 E) a US \$ 9,50/lit. y 250.000 mz. de maíz por año, al utilizar la dosis de 1 lit./mz. con 4 aplicaciones promedio de todo el país es US \$ 9.500.000 (Hruska y Gladstone, 1987).

El frijol es importante por ser alimento y fuente de proteínas para

el pueblo nicaragüense. Para el ciclo 87-88 se pretende sembrar 142.300 mz. para producir 1.479.900 quintales (MIDINRA, 1987).

El sorgo en Nicaragua adquiere cada día más importancia, principalmente por la demanda en la elaboración de alimentos para la industria avícola, porcina y bovina, también para el consumo humano del sorgo blanco en sustitución de maíz (MIDINRA, 1985). Para el ciclo 87-88 se pretende sembrar 114.900 mz. de sorgo industrial y 25.000 mz. de sorgo millón para producir 4.528.300 quintales y 560.000 quintales respectivamente (MIDINRA, 1987).

Tanto en sorgo como en maíz se presenta el gusano cogollero S. frugiperda (King y Saunders, 1984). Las plantas jóvenes pueden ser destruidas o debilitadas, las plantas mayores defoliadas o retrasadas seriamente por el gusano cogollero (King y Saunders, 1984).

En el frijol se presentan varias plagas lepidópteras que causan a la planta defoliación entre ellas están Spodoptera exigua (Hubn) (Lepidóptera: Noctuidae), Trichoplusia ni (Hubn) (Lepidóptera: Noctuidae), Estigmene acrea Drury (Lepidóptera: Arctiidae).

El control de plagas mediante agroquímicos parece no ser la mejor alternativa ya que implica una gran inversión de divisas para el país. El uso innecesario de insecticidas no sólo agravan la economía y dependencia de Nicaragua, sino que también son dañinos para la salud humana, inducen resistencia en las plagas, y contaminan el medio ambiente. El control de plagas mediante métodos biológicos es una técnica más adecuada que el control químico, no sólo porque requiere poca materia prima, sino porque mantiene mejor el equilibrio ecológico del medio ambiente.

El control microbial mediante el uso de hongos entomopatógenos puede ser importante para un pequeño productor como también para una empresa agrí-

cola donde usen tecnología moderna. El riego también crea condiciones de humedad en el agroecosistema que pueden aumentar la eficacia del control que ejercen los hongos teniendo así muchas perspectivas para llegar a ser muy efectivo para controlar plagas Lepidópteras.

Algunas ventajas y desventajas de los métodos del control microbial (Steinhaus, 1956c; citado en Debach, 1968). Entre las ventajas se tienen, la aparente lentitud mediante la cual el huésped susceptible desarrolla resistencia a un patógeno microbial; la gran versatilidad de los patógenos microbiales en lo que se refiere a los métodos de aplicación; el relativamente alto grado de especificidad de la mayoría de los patógenos los cuales tienden a proteger a los insectos benéficos; la naturaleza no tóxica de los patógenos de insectos para otras formas de vida con la consecuente ausencia de residuos tóxicos. Entre las desventajas se tienen, la necesidad de una aplicación cuidadosa y a tiempo del patógeno con respecto al periodo de incubación de la enfermedad; la marcada especificidad de la mayoría de los patógenos algunas veces disminuye el espectro de efectividad para solamente una especie en casos donde varias plagas estén involucradas todas las cuales pueden ser destruidas por un solo insecticida químico; la necesidad de mantener al patógeno en condiciones viables de alta virulencia y en un estado durable o resistente hasta que se ponga en contacto con el insecto; la tendencia de algunas enfermedades a originar que los insectos o partes de ellos permanezcan adheridos al follaje de la planta huésped, esto puede ser particularmente objetable con cultivos de alimentos en los cuales las normas de calidad no permiten partes de los insectos; el requerimiento de algunos patógenos de condiciones climáticas favorables a fin de invadir e infectar sus huéspedes.

El hongo Nomuraea rileyi (Farlow) Samson es un entomopatógeno de una

gran gama de especies Lepidópteras atacando el estado larval (Ignoffo, 1980). El hongo produce un delgado micelio blanco del cual se levantan conidióforos verticales lisos y compactados, dando un fino crecimiento aterciopelado polvoriento cubriendo casi por entero el cuerpo de la larva de polvo verde (C.M.I.; Ignoffo, 1980).

N. rileyi es un agente de control natural del cogollero en Nicaragua. El hongo se presenta en larvas de cogollero en maíz de postrera y de primera (Van Huis et. al, 1982; Lacayo, 1977). Epizootias de N. rileyi han sido observadas en plagas Lepidópteras de todo el mundo (Ignoffo, 1980).

En el cultivo de maíz, N. rileyi se podría aprovechar para desarrollar un programa de aplicaciones de conidias del hongo en conjunto con otros métodos de control y no usar aplicaciones excesivas de insecticidas. Es importante conocer la incidencia del hongo tanto en el sorgo como en el frijol para saber a que plagas Lepidópteras afecta e implementar su uso para el control de éstas.

En el estudio los objetivos eran conocer la dinámica de la micosis causada por N. rileyi en S. frugiperda en maíz y determinar en que forma influyen los factores climáticos, y registrar las especies de plagas Lepidópteras infestadas por N. rileyi en frijol y sorgo. El estudio se hizo mediante datos tomados en parcelas de maíz, sorgo y frijol sin aplicación de insecticidas y en un lote comercial de frijol que llevaba control químico para plagas, todos en el departamento de Managua.

OBJETIVOS

- 1.- Estudiar la dinámica de la micosis causada por Nomuraea rileyi en Spodoptera frugiperda en maíz, para que la información que se obtenga sirva de base para reforzar con aplicaciones de conidias, el control natural que ejerce N. rileyi.
- 2.- Comparar la dinámica de la micosis causada por N. rileyi al natural en el maíz de primera y postrera.
- 3.- Determinar de que forma influye la humedad relativa, la temperatura y la precipitación en la dinámica de la micosis causada por N. rileyi.
- 4.- Detectar las especies de larvas infestadas por N. rileyi en las plagas Lepidópteras del frijol y sorgo, y así conocer su perspectiva como control microbial en estos cultivos.

MATERIALES Y METODOS

MAIZ

Se cultivó maíz en siembra de primera el 10 de junio y el 6 de septiembre de 1986 el de postrera, en la Estación Experimental Las Mercedes, Managua. El local estuvo situado a una altura de 56 m.s.n.m. con latitud 12° 08' norte y longitud de 86° 11' oeste.

Siembra de Primera:

Se utilizó una parcela de 12 m. de ancho por 20 m. de largo ubicada a la par de un campo experimental de maíz. El borde fue de dos surcos a cada lado y un metro al inicio y al final de cada surco. La preparación del terreno fue convencional. Se sembró a mano la variedad NE-100, que es de madurez temprana con buena cobertura.

La densidad de siembra fue de 20 cm. entre planta y 92 cm. entre surcos. Al momento de la siembra se aplicó Lorsban 480-E (Chlorpyrifos) en dosis de 3 lt./mz. mezclado con aserrín (480 g. i.a./mz.) al suelo para el control de plagas del suelo. Abono completo 12-30-10 (2 qq/mz.) al momento de la siembra y urea 46 % (2 qq./mz.) se aplicó a los 37 días después de siembra. Se aplicó Prowl 500-E (Pendimethalin) 2 lt./mz. al momento de la siembra para el control de gramíneas. No se aplicó ningún insecticida a la planta.

Se muestrearon diez surcos, veinte plantas seguidas por cada surco con un comienzo seleccionado al azar para un total de 200 plantas por parcela. El muestreo consistió en inspeccionar las plantas visualmente y contar el número de larvas de *S. frugiperda* muertas por N. rileyi, éstas larvas quedaban adheridas a la planta y esto facilitó su recuento. También se

contó el número de larvas sanas. Los recuentos se iniciaron a los 14 DDS y se terminaron a los 79 D.D.S. Los recuentos se hicieron dos veces por semana.

Siembra de Postrera:

Se utilizaron dos parcelas con dimensiones de 10 m. de ancho por 7 m. de largo cada una. Solamente se dejó borde al inicio y final de cada surco, porque a los lados no fue necesario ya que las parcelas estaban ubicadas en una faja en el centro de un campo experimental de maíz.

La preparación del terreno fue convencional. Se sembró a mano la variedad NB-6. Esta variedad es relativamente tolerante al achaparramiento causado por micoplasma y espiroplasma que prevalece durante la postrera. La densidad de siembra fue de 15 cm. entre plantas y 92 cm. entre surcos. Se aplicó Lorsban 480-E (Chlorpyrifos) mezclado con aserrín (480 g. i.a./mz.) al suelo para el control de plagas de suelo. Abono completo 12-24-10 (2 qq/mz.) se aplicó al momento de la siembra y urea 46 % (2 qq/mz.) se aplicó a los 36 DDS. No se aplicó insecticida a la planta.

Se muestrearon comenzando al azar diez plantas seguidas por surco, diez surcos en cada una de las parcelas para un total de 200 plantas en las dos parcelas.

El muestreo consistió en inspeccionar las plantas visualmente y contar el número de larvas de S. frugiperda infestadas por N. rileyi. Durante la fase de cogollo y de espiga se registró el número de cogollos infestados por S. frugiperda, fue diferente a lo que se hizo en siembra de primera, donde se revisó toda la planta. También se anotó el número de cadáveres de larvas muertas por N. rileyi. En la fase de estigma, se contó el número de larvas presentes en las axilas de las cuatro hojas superiores pa-

ra indicar el nivel de infestación. Se usó la misma unidad de muestra para cuantificar incidencia de la micosis. Se hicieron recuentos dos veces por semana iniciándolos a los 29 DDS y finalizándolos a los 74 DDS.

SORGO

El estudio se realizó en siembra de postrera, el 10 de septiembre de 1986, en la Estación Experimental Las Mercedes y en el laboratorio del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua. El local estuvo situado a una altura de 56 m.s.n.m. con latitud $12^{\circ} 08'$ norte y longitud de $86^{\circ} 11'$ oeste.

El tamaño de la parcela fue de 20 m. de ancho por 15 m. de largo. Se dejó a cada lado siete surcos de borde y un metro al inicio y final de cada surco. La parcela estaba ubicada a la par de las parcelas de maíz y de frijol.

La preparación del terreno fue convencional. Se sembró a mano a chorrijo la variedad G-17-11. La distancia entre surcos fue de 60 cm.

Para el control de plagas del suelo se aplicó al momento de la siembra Lorsban 480-E (Chlorpyrifos) mezclado con aserrín (480 g. i. a./mz.) al suelo. Abono completo 10-30-10 (2 qq/mz.) se aplicó al momento de la siembra y urea al 46 % (2 qq/mz.) aplicada a los 35 DDS. El herbicida pre-emergente aplicado fue Prowl 500-E (Pendimethalin). No se aplicó insecticida a la planta.

Se muestrearon comenzando de forma al azar los veinte surcos centrales de la parcela. Se hicieron cinco estaciones de muestra de 20 cm. cada una por surco dejando entre una y otra un metro de distancia. La muestra tenía un número variable de plantas. En los dos últimos recuentos cada estación de muestra contenía 5 plantas para un total de 25 plantas/sur-

co y 500 plantas en total.

Durante todos los recuentos se tomaron datos de número total de plantas muestreadas, número de plantas dañadas y número de cadáveres de larvas muertas por N. rileyi. Los recuentos se iniciaron a los 23 DDS, realizándose dos veces por semana, concluyéndose a los 47 DDS.

Con el objetivo de hacer comparaciones con el maíz en cuanto a porcentaje de larvas que desarrollaron la micosis se hizo una recolección de S. frugiperda a los 48 DDS. Se recolectaron 21 larvas de S. frugiperda en el sorgo y 22 larvas de la misma especie en el maíz. Ambas fueron criadas en el laboratorio con dieta artificial (Gladstone et al, 1986).

FRIJOL

El estudio se ubicó en la Estación Experimental Las Mercedes, km. 11 Carretera Norte, Managua. Se sembró el 10 de septiembre de 1986.

Se utilizó una parcela de 20 m. de ancho y 15 m. de largo. Los surcos útiles eran los 20 centrales, dejando de borde siete surcos a cada lado y un metro al final y al comienzo de cada surco.

La preparación del terreno fue convencional. Se sembró manualmente la variedad Porrillo Sintético (frijol negro). La densidad de siembra fue de 60 cm. entre surco y 5 cm. entre plantas. Para el control de plagas del suelo se utilizó al momento de la siembra Lorsban 480-E (Chlorpyrifos) mezclado con aserrín (480 g. i.a./mz.) aplicado al suelo. Se aplicó abono completo 10-30-10 (2 qq/mz.) al momento de la siembra. El herbicida usado fue Prowl 500-E (Pendimethalin) 2 lt./mz., aplicado de forma pre-emergente al cultivo para control de gramíneas.

Se muestrearon con un comienzo al azar 10 estaciones en cada surco, separadas por un metro de distancia entre una y otra. Se revisó visual-

mente dos plantas seguidas en cada estación. El recuento se hizo dos veces por semana. Se anotó el número de larvas Lepidópteras presentes y el número de infestadas por N. rileyi. Se inició el recuento a los 18 DDS, finalizándose a los 33 DDS.

A los 61 DDS como las plantas habían cubierto las calles, se cambió el método de recuento recolectando con red las larvas. Se hicieron dos recolecciones una a los 61 DDS y la otra a los 67 DDS. El método consistió en muestrear siempre los veinte surcos centrales y dejándose el mismo borde.

Se muestrearon en la primera recolección los surcos 1-2, 5-6, 9-10, 13-14, 17-18 y en la segunda los surcos 3-4, 7-8, 11-12, 15-16, 19-20. Se hizo dejando dos surcos de por medio para que la recolección en la parcela fuera representativa en cada uno de los recuentos realizados. Se daban 20 pases de netas por cada par de surcos.

Las larvas se criaron en el laboratorio hasta que se murieron o llegaron a adultos. En dieta artificial (Gladstone et al, 1986) fueron criadas 3 larvas de S. frugiperda, 18 larvas de T. ni y 2 larvas de S. sunia. Con hojas de frijol se alimentaron 2 larvas de Platynota sp., 3 larvas de Mocis sp., 7 larvas de Estigmene acrea, 1 Hesperidae y 1 medidor no identificado.

Se hizo otra colección en dos lotes de frijol comercial, destinados para la producción de semilla certificada, ubicados en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos, km. 14, Carretera Norte, Managua. La preparación del terreno fue convencional. Se sembraron con maquinaria las variedades de grano rojo el 24 de octubre Huetar y el 22 de octubre Chorotega. Se aplicó Furadan 5 G (Carbofuran) 20 lb./mz. al suelo para el control de plagas del suelo. El herbicida Prowl 500-E (Pendimethalin) a 0.75 lt./mz. se aplicó de forma pre-emergente al cultivo para control de gramí-

neas. El insecticida Lannate (Metomil) en dosis de 150 g./mz. fue aplicado para controlar las plagas de los géneros Spodoptera, Estigmene y Trichoplusia (comunicación personal, Ing. Agro. Ulises Sandoval, Director de Producción de EMPROSEM, 1987). El cultivo como parte de su manejo se le dio riego constante por medio de un sistema de pivote.

Se realizó una recolección de larvas a los 59 DDS en Chorotega y a los 57 DDS en Huetar. Se recolectaron 166 larvas Lepidópteras siendo las siguientes: 107 T. ni, 40 S. exigua, 17 S. sunia y 2 S. frugiperda. El recuento se hizo al azar con red utilizando dos surcos seguidos para cada pase de red. Todas las plagas Lepidópteras se llevaron al laboratorio donde fueron criadas con dieta artificial (Gladstone et al, 1986).

DATOS METEOROLOGICOS

Como en la micosis causada por N. rileyi influyen las condiciones climáticas se registraron los datos meteorológicos. Del 3 de junio al 30 de noviembre de 1986, se midió la temperatura (máxima y mínima) en °C, la humedad relativa (máxima y mínima), la precipitación pluvial en mm. y el número de horas en que la humedad relativa fue mayor que 90 %. Los datos de junio a agosto se tomaron de la Estación Meteorológica de la Estación Experimental Las Mercedes (ISCA), ubicada a 100 m. aproximadamente del campo de maíz. De septiembre a noviembre los datos fueron tomados de los registros que el Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER) llevó de la Estación Meteorologica del Aeropuerto Augusto César Sandino, km. 11, Carretera Norte, Managua. Esta estación queda a 1 km. aproximadamente del campo experimental.

RESULTADOS

MAIZ

Siembra de Primera:

Las primeras larvas muertas por N. rileyi aparecieron a los 28 DDS (Figura 1). Se registraron cuatro picos en la incidencia de orugas muertas por el hongo, observándose 12 días aproximadamente de intervalo entre uno y otro. Se presentaron los tres picos con valores más altos a los 32 DDS, 43 DDS, 68 DDS, con 2,100 larvas/mz., 1,700 larvas/mz., 1,300 larvas/mz. respectivamente (Figura 1).

El porcentaje de larvas muertas de S. frugiperda por N. rileyi tuvo oscilaciones que poseían tendencia ascendente a partir de los 28 DDS hasta los 79 DDS. Llegó a 100 % la tasa de mortalidad a los 79 DDS cuando la densidad de plagas había llegado al mínimo.

El porcentaje de plantas de maíz infestadas por larvas de S. frugiperda alcanzó a los 25 DDS y 35 DDS los porcentajes de 52 % y 50 % respectivamente, teniendo su mayor efecto entre los 18 DDS y 47 DDS (Figura 1).

Los datos meteorológicos de la siembra se presentan en la Figura 4 (Número de horas en que la humedad relativa fue mayor de 90 %), Figura 6 (Precipitación pluvial), Figura 8 (Humedad relativa máxima y mínima) y Figura 10 (Temperatura máxima y mínima).

Siembra de Postrera:

En postrera la aparición de larvas muertas por N. rileyi empezó a los 36 DDS y persistió hasta los 74 DDS cuando se terminaron los recuentos (Figura 2). Tal como en la siembra de primera se registraron cuatro picos observándose 12 días aproximadamente de intervalo entre uno y otro, teniendo

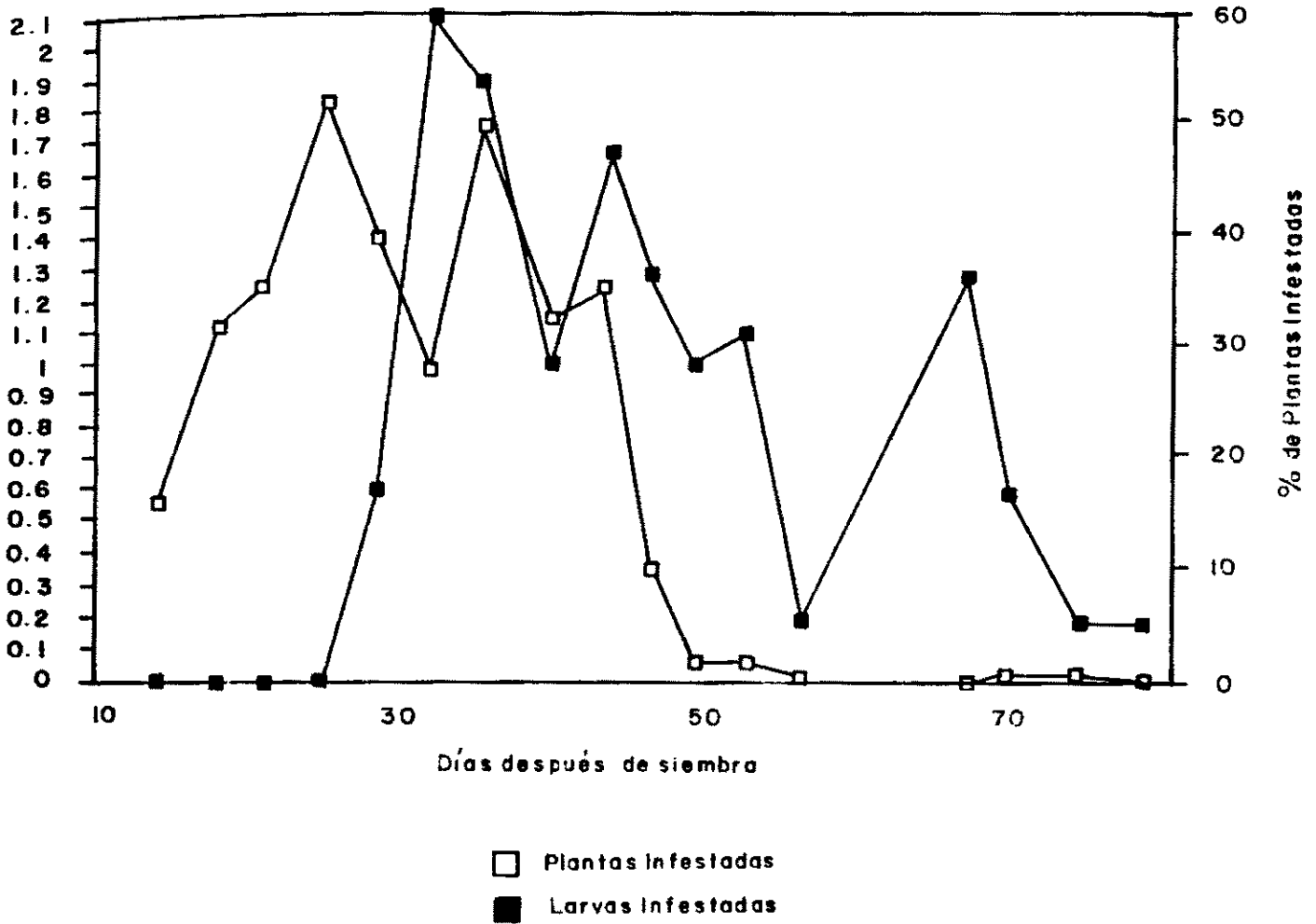


FIGURA 1. Dinámica de micosis en *Spodoptera frugiperda* causada por *Nomuraea rileyi*, en maíz durante la siembra de primera. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

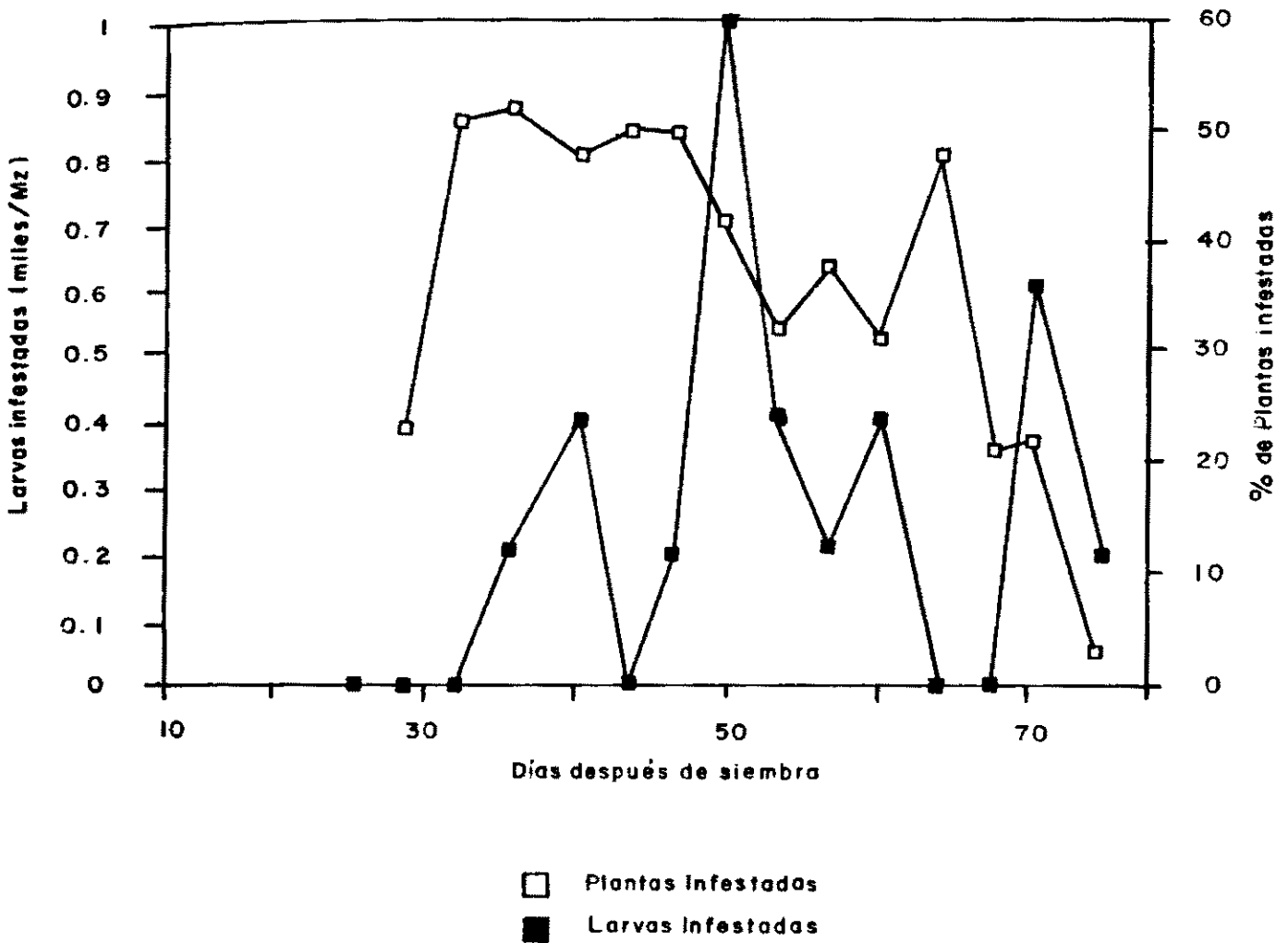


FIGURA: 2. Dinámica de micosis en *Spodoptera frugiperda* causada por *Nomuraea rileyi*, en maíz durante la siembra de postera. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

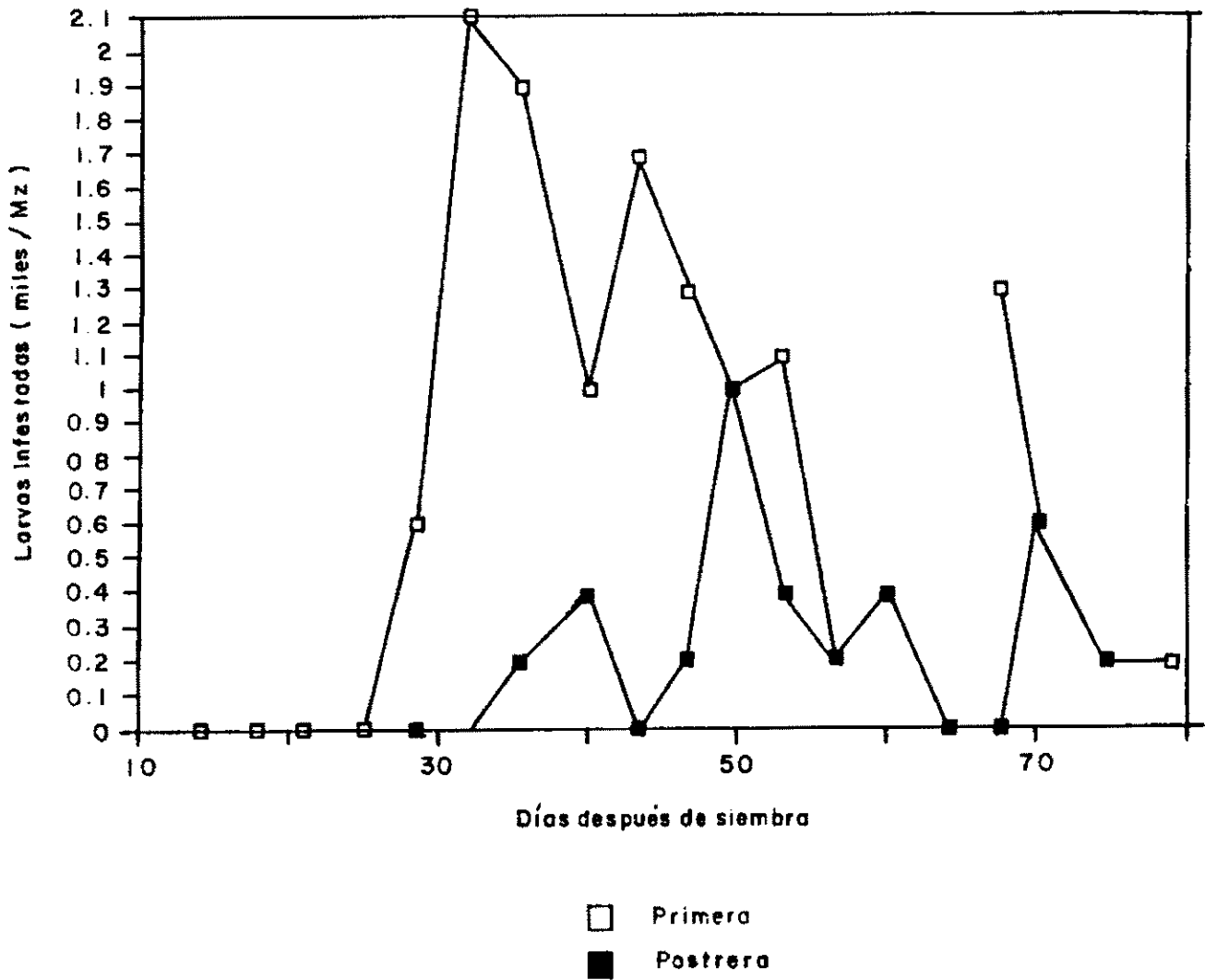


FIGURA 3. Dinámica de micosis en *Spodoptera frugiperda* causada por *Nomuraea rileyi* en maíz, durante la siembra (variedad N-B 100) y postrera (variedad N-B 6). Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

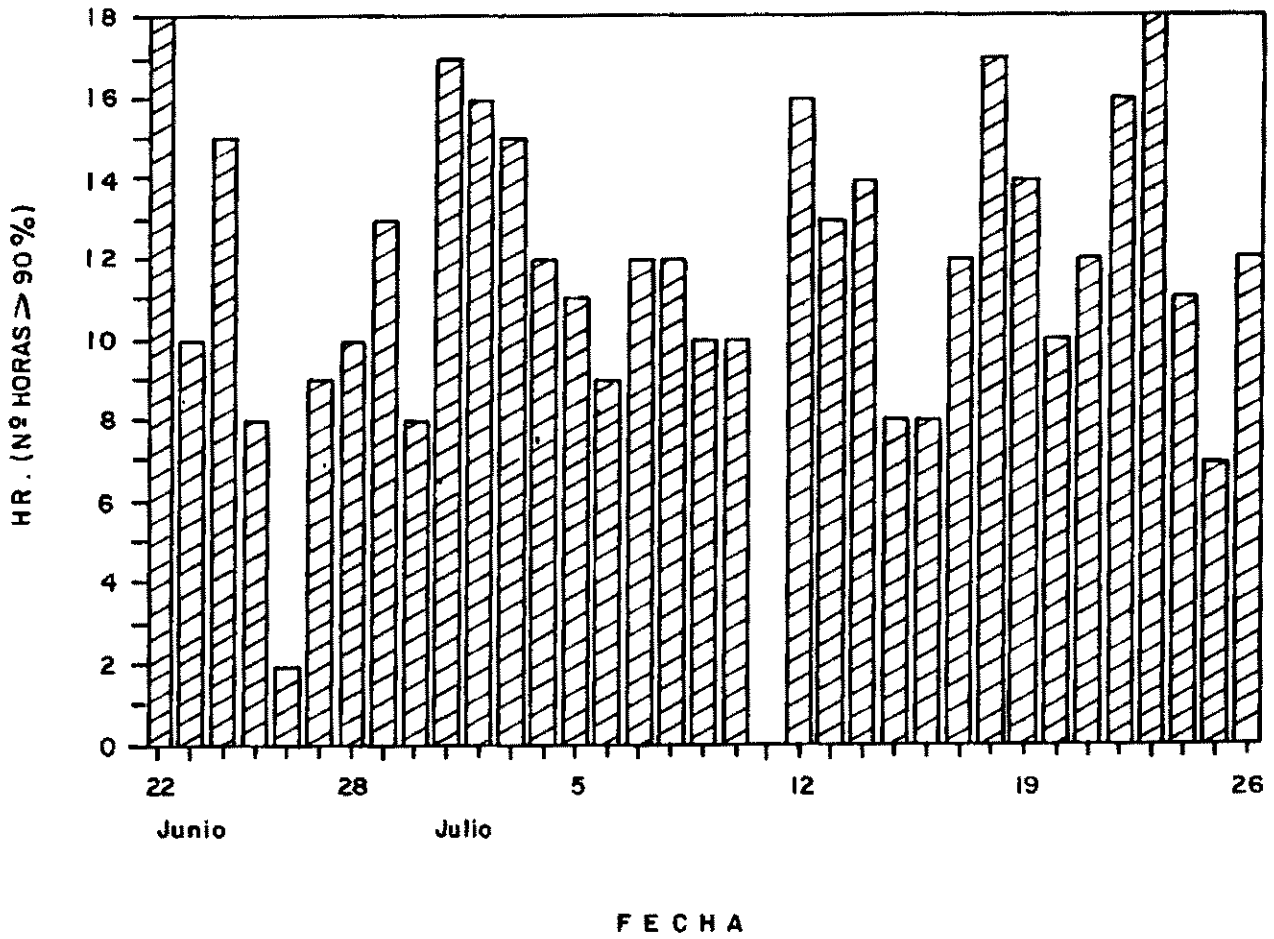


FIGURA : 4. Numero de horas en que la humedad relativa fue mayor del 90 % entre el 22 de Junio y el 26 de Julio. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986.

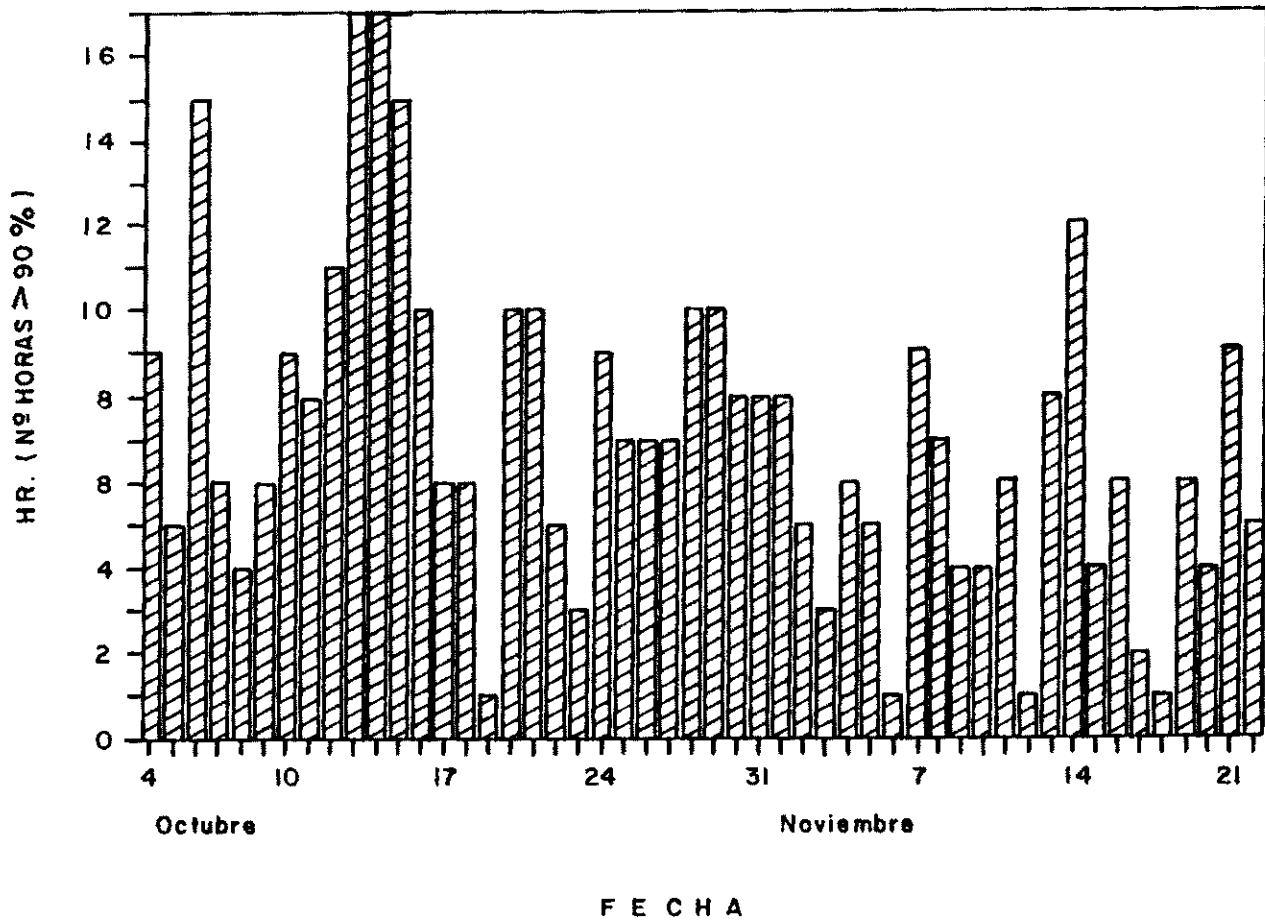


FIGURA 5. Numero de horas en que la humedad relativa fue mayor del 90 % entre el 4 de Octubre y el 22 de Noviembre. Estación Augusto Cesar Sandino, INETER. Managua, 1986.

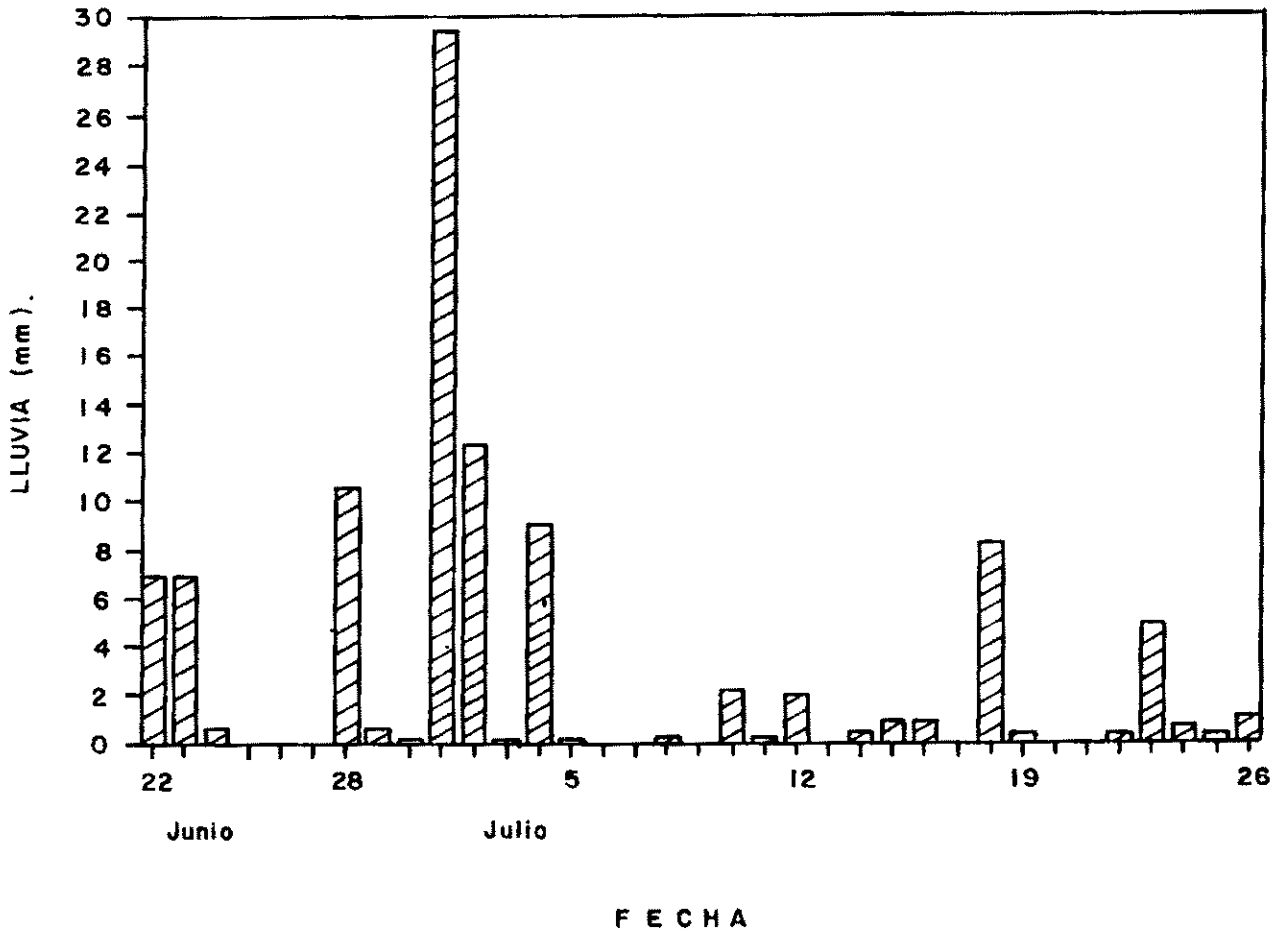


FIGURA : 6. Precipitación pluvial entre el 22 de Junio y al 26 de Julio. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

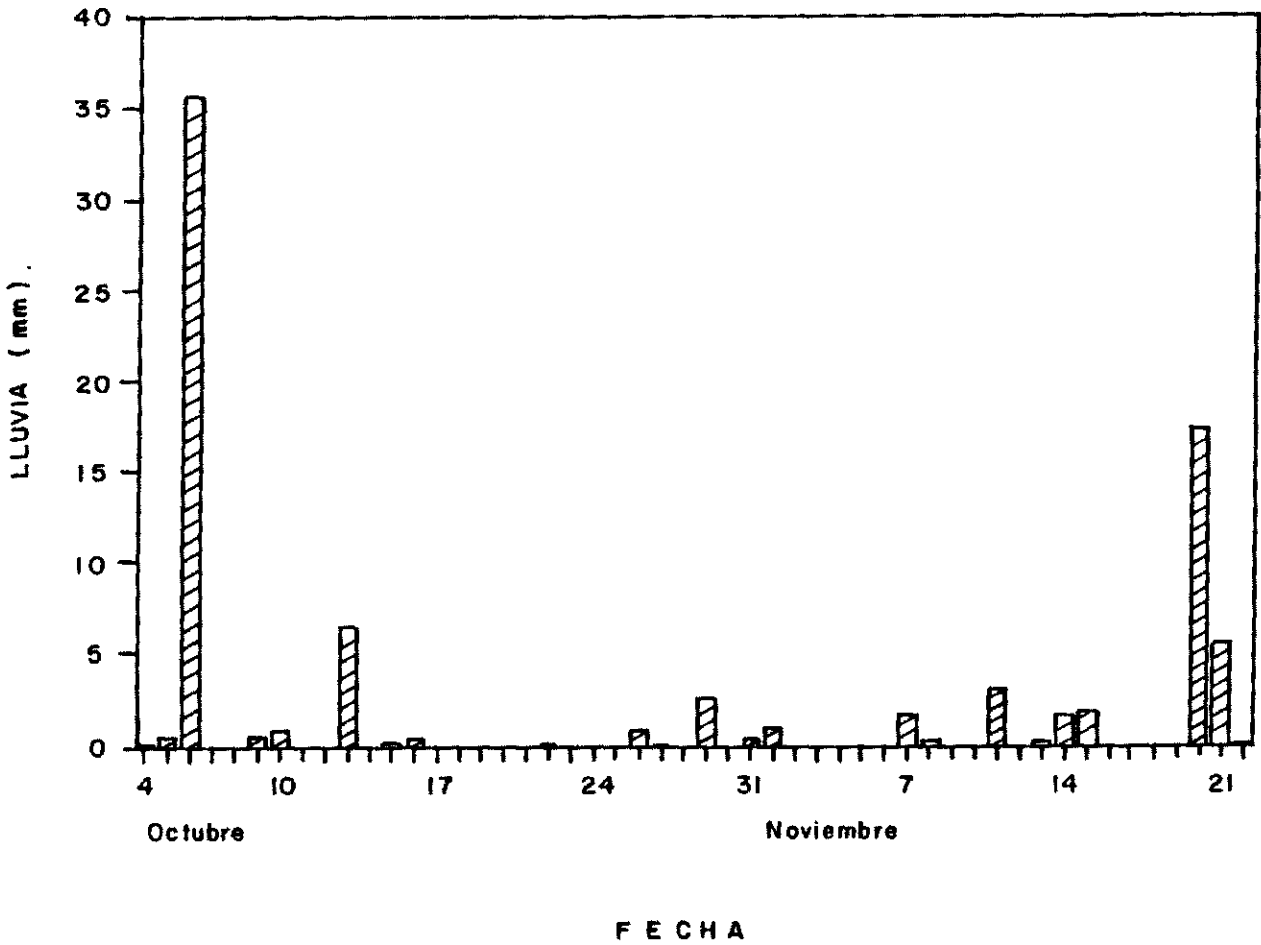


FIGURA: 7. Precipitación pluvial entre el 4 de Octubre y el 22 de Noviembre. Estación Augusto Cesar Sandino, INETER. Nanagua. 1986.

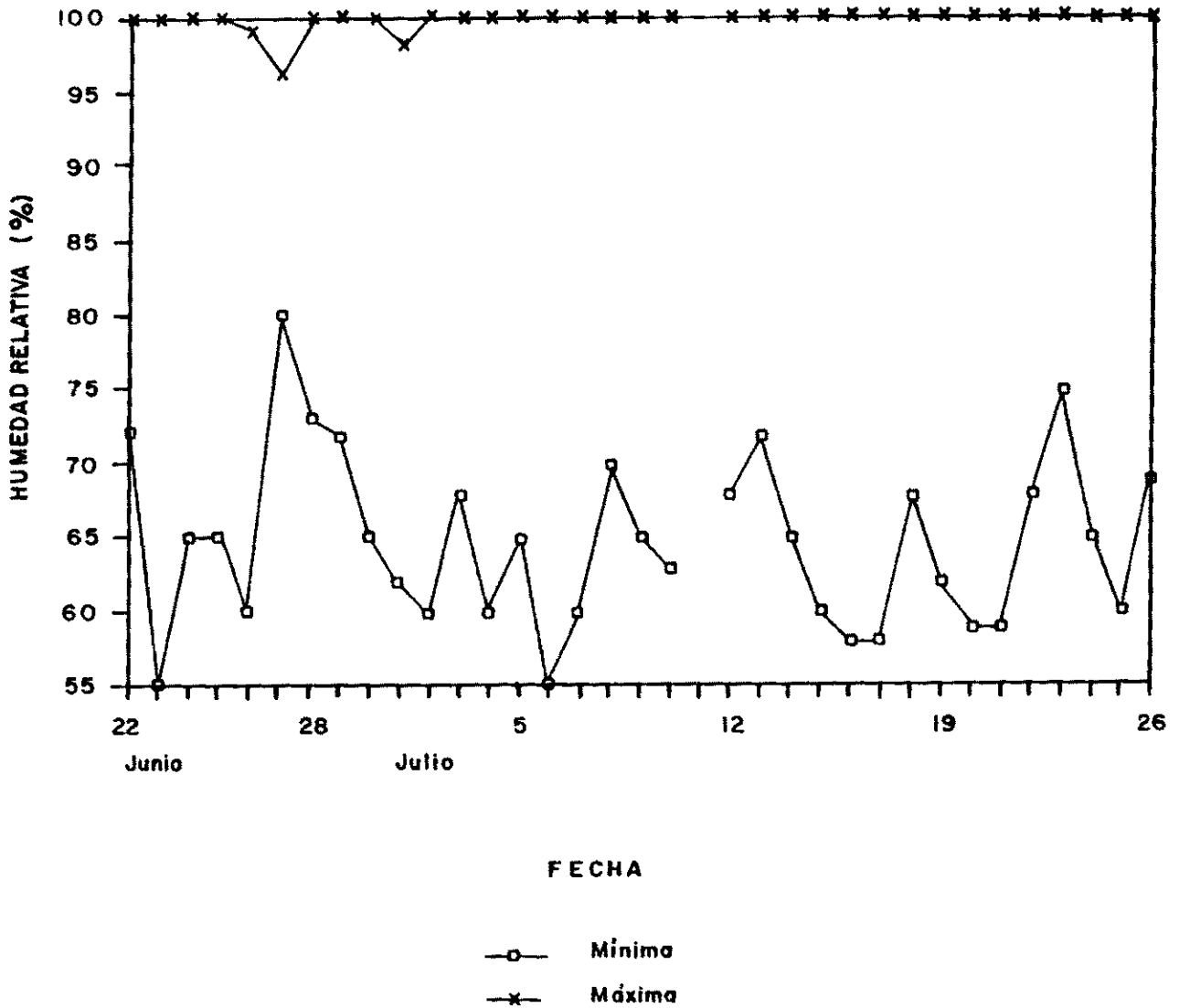


FIGURA : 8. Humedad relativa máxima y mínima entre el 22 de Junio y el 26 de Julio. Estacion Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

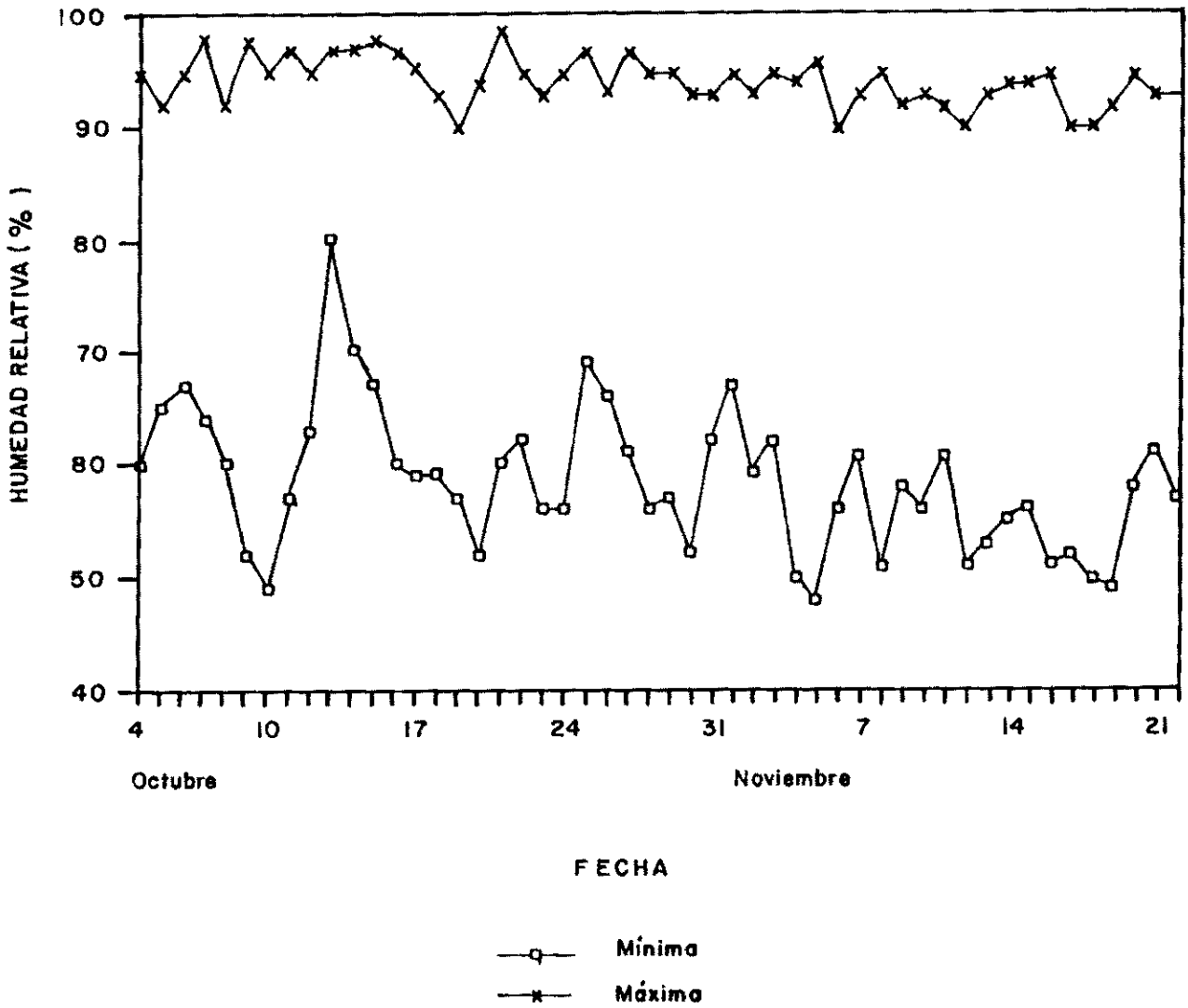


FIGURA: 9. Humedad relativa máxima y mínima entre el 4 de Octubre y el 22 de Noviembre. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986.

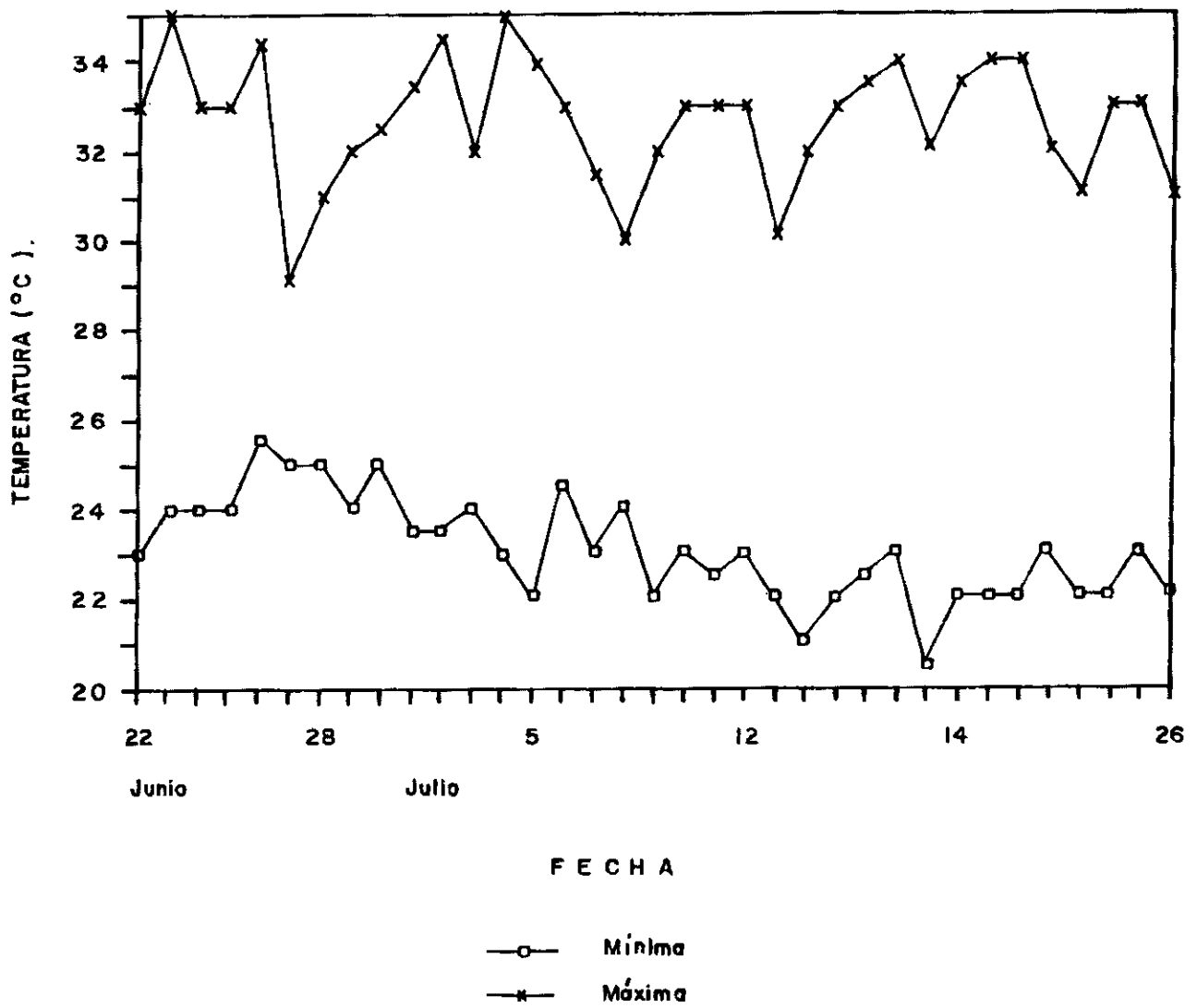


FIGURA: 10. Temperatura máxima y mínima entre el 22 de Junio y el 26 de Julio Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

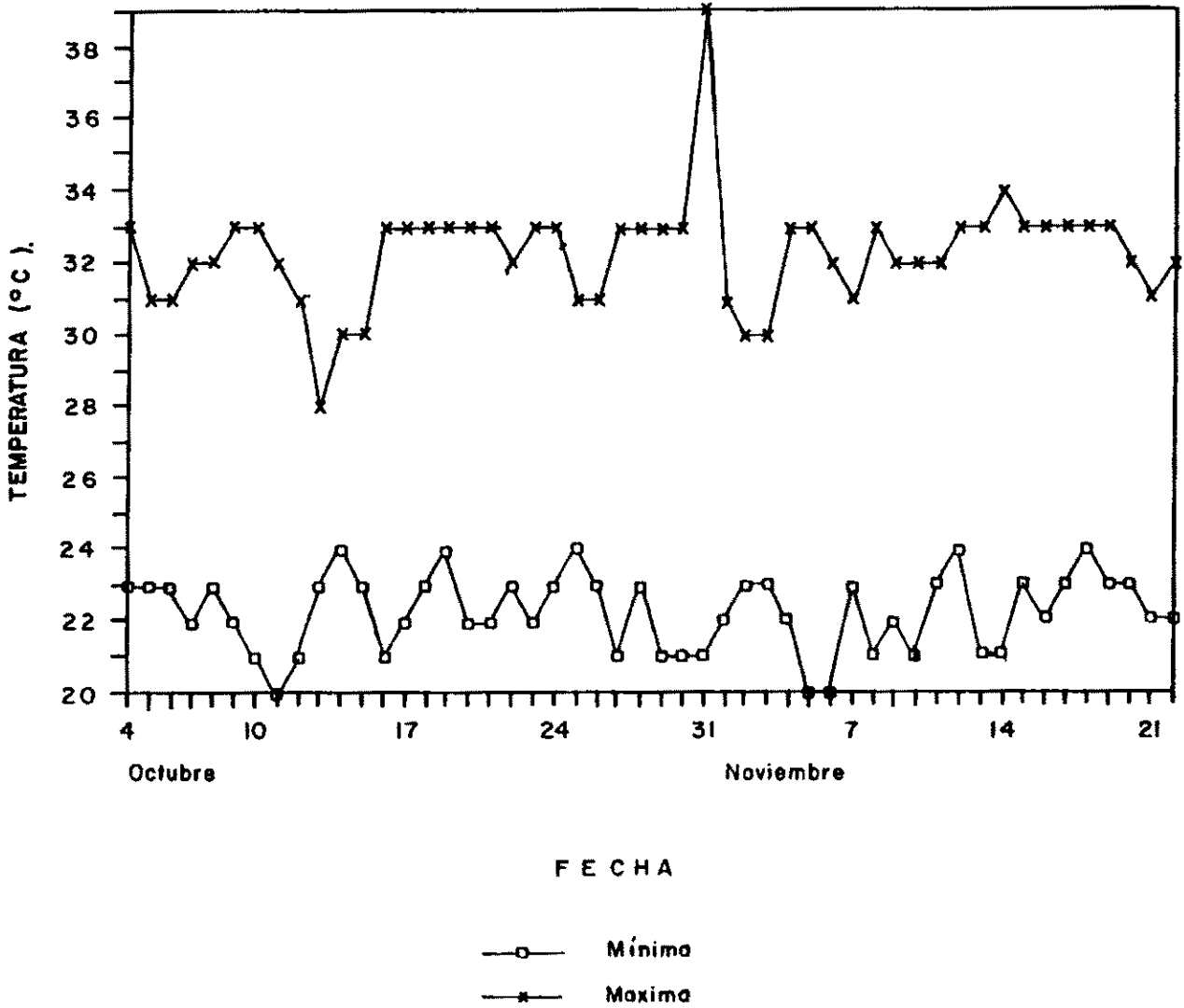


FIGURA : II Temperatura máxima y mínima entre el 4 de Octubre y el 22 de Noviembre. Estación Augusto César Sandino, INETER. Managua. 1986.

los dos picos más altos a los 49 DDS y 70 DDS, con 1,000 larvas/mz. y 600 larvas/mz. respectivamente (Figura 2).

En el porcentaje de plantas infestadas por larvas de S. frugiperda se dio el punto máximo a los 36 DDS y fue de 48 % de cogollos infestados (Figura 2).

Los datos meteorológicos de la postrera se presentan en la Figura 5 (Número de horas en que la humedad relativa fue mayor de 90 %), Figura 7 (Precipitación pluvial), Figura 9 (Humedad relativa máxima y mínima) y Figura 11 (Temperatura máxima y mínima).

SORGO

En los recuentos realizados al cultivo no salió ninguna larva de S. frugiperda infectada por N. rileyi. El porcentaje de plantas dañadas por S. frugiperda tuvo su punto más alto a los 47 DDS siendo de 36.4 % de cogollos dañados. Durando la infestación de larvas de S. frugiperda 24 días aproximadamente, se dio un rango de porcentaje entre 21.20 % y 36.40 %.

De las 21 larvas de S. frugiperda recolectadas y criadas en el laboratorio en el sorgo ninguna resultó infectada por N. rileyi.

FRIJOL

En la parcela de las Mercedes murió por N. rileyi una larva de T. ni que corresponde al 5.55 % de la muestra (Cuadro 1).

En los lotes del Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos en todas las especies resultaron individuos que murieron por causa de N. rileyi (Cuadro 2).

Cuadro 1. Plagas Lepidópteras afectadas por Nomuraea rileyi, en frijol en siembra de postrera. Estación Experimental Las Mercedes, Managua. 1986.

Especie	N	% de Mortalidad		
		<u>Nomuraea rileyi</u>	Himenóptera y Díptera parasíticas	Causas Desconocidas
<u>Trichoplusia ni</u>	18	5.55	50	27.77
<u>Spodoptera frugiperda</u>	2	0	0	0
<u>Estigmene acrea</u>	7	0	14.28	0
<u>Spodoptera sunia</u>	3	0	0	0
<u>Platynota sp.</u>	2	0	50	0
<u>Mocis sp.</u>	3	0	0	66.66

Cuadro 2. Larvas Lepidópteras afectadas por Nomuraea rileyi, en dos variedades de frijol (Huetar, Chorotega) en siembra de postrera bajo riego. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos, Managua. 1986.

Especie	N muertos	N	% de Mortalidad		
			<u>Nomuraea rileyi</u>	Hymenóptera y Díptera parasítica	Causas Desconocidas
VARIEDAD HUETAR					
<u>Trichoplusia ni</u>	44	46	8.69	4.34	82.60
<u>Spodoptera exigua</u>	31	33	15.15	0	78.78
<u>Spodoptera sunia</u>	11	13	15.38	0	69.23
<u>Spodoptera frugiperda</u>	1	2	50.00	0	0
VARIEDAD CHOROTEGA					
<u>Trichoplusia ni</u>	59	61	1.63	0	95.08
<u>Spodoptera exigua</u>	7	7	14.28	14.28	71.42
<u>Spodoptera sunia</u>	3	4	25.00	0	50.00
<u>Spodoptera frugiperda</u>	0	0	0	0	0

DISCUSION

MAIZ

Tanto en el maíz de primera como en el de postrera el hongo N. rileyi apareció alrededor de los 30 DDS. Esto también se dio en un estudio realizado en la Estación Experimental Las Mercedes en la misma época de primera (Brockman, 1987).

En las tres primeras semanas del cultivo de maíz hay ausencia del hongo. Es posible que se deba a la menor densidad de la plaga (Figura 1 y Figura 2). Ya que en ésta fecha la infestación del cogollero anduvo por el 16 % en primera y alrededor del 23 % en postrera, porcentajes que tal vez disminuyen la probabilidad de que N. rileyi infecte a las larvas. Lo anterior se podría comprobar con un estudio donde en las primeras tres semanas se aumente artificialmente la densidad del cogollero, ésta prueba verificaría la hipótesis de que la aparición tardía de N. rileyi se debe a ausencia del hospedero.

Aunque S. frugiperda cause daño en el primer mes de vida de una planta ésta se recupera (Van Huis, 1981). El ataque del cogollero en maíz puede bajar el rendimiento de maíz en un 45 % (Hruska y Gladstone; 1987a). Las plantas de maíz apenas se muestran sensibles al daño del cogollo causado tanto por S. frugiperda como por su defoliación artificial antes de la segunda a la tercera semana después de emergencia (Van Huis, 1981). El daño que causa el cogollero en dicho período no es grave para el cultivo por lo tanto la no aparición del hongo en el mismo periodo no representa peligro para el rendimiento del maíz.

Comparando el comportamiento de N. rileyi en la siembra de primera y la de postrera se observa que tiene cuatro picos de incidencia en ambas, y

entre un pico y otro existe un intervalo aproximadamente de 12 días. Los picos están bien marcados (Figura 3).

Según Ignoffo (1980) el hongo necesita de 8 a 12 días para que se dé la esporulación de la conidia y que mate a la larva susceptible. Los 12 días entre un pico y otro pueden representar el tiempo que le tomaría a una larva ser afectada e infectar a otras larvas sanas para que el ciclo de N. rileyi se vuelva a repetir.

Es probable que el inóculo se presentó en el mismo campo de maíz debido a que se manifiestan claramente los picos. La posibilidad de que el inóculo hubiera venido del exterior del campo de maíz es improbable ya que el flujo continuo de inóculo hubiera borrado los picos, siendo el comportamiento distinto a lo que se vio en el estudio.

Esto podría constatarse si se estableciera un ensayo con las mismas condiciones donde en una parte se aplicara conidias de N. rileyi, simulando un flujo externo de inóculo, y en la otra parte contar con inóculo producido dentro del campo.

El pico de mortalidad debido a la micosis en la primera fue el doble de grande que en la postrera. La mayor producción de maíz en Nicaragua es en época de primera. Lo cual hace creer que el hongo como control de S. frugiperda presente buenas perspectivas en ésta época cuando las condiciones son aptas para N. rileyi. Realizando observaciones por varios años se podrá llegar a tener una mejor idea de las perspectivas de N. rileyi en general en las distintas épocas.

La máxima incidencia de N. rileyi se dio en las dos épocas de siembra a los 10 días aproximadamente después que el cogollero alcanzó el máximo de incidencia (Figura 1 y Figura 2). El hecho de que la incidencia del cogollero bajó puede ser debido a la acción que ejerció N. rileyi.

Los factores ambientales también pueden influir en la aparición de N. rileyi en el primer mes de edad del cultivo. Las plantas de maíz están muy pequeñas (no han cerrado calles) lo cual podría influir en que el microclima no presente las condiciones favorables de humedad para el hongo.

La humedad relativa es un factor muy importante en la incidencia de N. rileyi. El límite más bajo para la infección de la larva con N. rileyi está probablemente entre 40 % y 60 % (Ignoffo, 1980). Tomando 60 % como un límite, se puede explicar posiblemente la diferencia en incidencia observada entre las dos épocas de siembra. En la postrera el 50 % de los días la humedad relativa mínima fue menor que 60 %. En la primera el 17 % de los días fue menos de 60 % de humedad relativa. Pero en ambas jamás bajó la humedad relativa a 40 % (Figura 8 y Figura 9).

La temperatura de campo entre 20 °C y 30 °C no debe limitar el crecimiento y la esporulación del hongo (Ignoffo, 1980). Para T. ni la temperatura óptima es 25 °C (Ignoffo, 1980). En pruebas de laboratorio con extracto de larvas la germinación de conidias de N. rileyi fue óptima entre 15-25 °C y fue inhibida a 30 °C (Ignoffo, 1980). En ambas épocas de siembra la temperatura mínima nunca bajó de 20 °C pero la temperatura máxima llegó a 30 °C (Figura 10 y Figura 11).

Con respecto a la lluvia que hubo desde la germinación del cultivo de maíz hasta el último recuento en primera llovió el 67.44 % del total de los días y en postrera solamente el 40.54 %, esto también dio mejores condiciones para el hongo ya que en la primera fue el doble de grande la micosis que en la postrera.

SORGO

En la parcela de sorgo las larvas de S. frugiperda no resultaron afec-

tadas por N. rileyi, contrario a lo que sucedió en el maíz. Las larvas de S. frugiperda en el maíz tanto las criadas en el laboratorio como las que fueron observadas en el campo se dio afectación por N. rileyi.

El sorgo estaba contiguo al maíz por lo tanto ambas parcelas tenían las mismas condiciones ambientales. Dado lo anterior se supone que hubo alguna condición diferente entre los dos cultivos, como la densidad de la plaga, el microambiente, que influyó en la tasa de infección.

FRIJOL

Las tres especies de Spodoptera (sunia, frugiperda y exigua) que se presentaron en frijol resultaron ser susceptibles a N. rileyi. El control microbial que ejerce N. rileyi en S. exigua es una nueva perspectiva para controlar ésta plaga, que también ha sido reportada realizando daño a los cultivos de algodón y soya. Spodoptera sunia no ha sido reportado anteriormente como susceptible al hongo. Las larvas de T. ni resultaron susceptible a N. rileyi puede ser que para ésta plaga el hongo presente muy buenas perspectivas de control.

A las larvas que fueron recolectadas en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos es probable que el riego influyó manteniendo para el hongo una humedad relativa alta que favoreció la infección. El hongo infectó a las plagas a pesar de que se aplicó el insecticida Lannate (Mentomil). Según Ignoffo (1980), algunos insecticidas afectan a N. rileyi inhibiendo el crecimiento del hongo o matando las conidias.

Nomuraea rileyi podría formar parte de un programa de control integrado de plagas, tomando en cuenta que los insecticidas a usar deberán ser compatibles con el hongo. En la primera etapa de vida de la planta de frijol se aplicaría conidias de N. rileyi; y luego cuando la vaina necesita

ser protegida por métodos de acción más rápidos, realizar aplicaciones de insecticidas. Será bueno tener en cuenta que no deberán ser excesivas las aplicaciones de insecticidas para ayudar a que se mantenga el inóculo del hongo para la siguiente siembra.

Se sugiere un estudio en frijol como el que se presenta aquí para el maíz, sobre dinámica de N. rileyi al natural y una aplicación de conidias en el campo para evaluar la efectividad del control microbial. Se estaría comprobando en que medida el tipo de follaje que tiene el frijol ayuda o afecta a mantener el microclima necesario para N. rileyi. Es probable que el maíz debido a la formación de un cogollo profundo que mantiene una humedad relativa alta sea la planta ideal para mantener las condiciones de humedad que el hongo necesita. El estudio podrá determinar si N. rileyi tiene tantas o más perspectivas en frijol como en el maíz.

CONCLUSIONES

MAIZ

- Tanto en maíz de primera como en el de postrera el hongo N. rileyi apareció después de los 30 DDS.
- En el maíz se registraron cuatro picos observándose 12 días aproximadamente de intervalo entre uno y otro.
- El pico máximo de N. rileyi se presentó en las dos épocas de siembra, a los diez días aproximadamente después que el cogollero alcanzó su máxima densidad poblacional.
- El pico de mortalidad debido a la micosis de N. rileyi en la siembra de primera fue el doble de grande que en la postrera.
- El inóculo de N. rileyi se mantuvo durante todo el ciclo del cultivo del maíz.
- En las dos siembras de maíz la única larva que resultó infectada por N. rileyi fue S. frugiperda.

SORGO

- En el sorgo no se manifestaron larvas de S. frugiperda infectadas por N. rileyi, aunque en el lote de maíz cercano se registró infección en la misma especie.

FRIJOL

- Tres miembros del género Spodoptera (sunia, exigua, frugiperda) que atacan el frijol son susceptibles a N. rileyi que se encuentra al natural aquí en Nicaragua. Lo cual es beneficioso como control microbial ya que éste género puede llegar a adquirir cierta resistencia a ser controlada con a-

groquímicos.

- Spodoptera sunia es primera vez que se reporta susceptible a N. rileyi en el cultivo del frijol.
- N. rileyi infectó a las plagas Lepidópteras del frijol a pesar que en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos se aplicó el insecticida Lannate (Metomil).

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en éste estudio y con el objetivo de contribuir a la evaluación de la incidencia y dinámica de la micosis causada por Nomuraea rileyi se recomienda:

- 1.- En maíz continuar el estudio de la incidencia natural del entomopatógeno N. rileyi en diferentes zonas del país. Repitiéndolo en las tres épocas de siembra (primera, postrera y riego) de 2 a 3 años para tener una visión más correcta del comportamiento que sigue el hongo al afectar a S. frugiperda.
- 2.- Sería importante llevar datos en lotes de maíz con y sin tratamiento de agroquímicos para comparar la incidencia y dinámica poblacional del hongo, para determinar la convivencia de N. rileyi, con un porcentaje bajo de aplicaciones de agroquímicos. Esto es muy importante para desarrollar un Manejo Integrado de Plagas, específicamente para S. frugiperda.
- 3.- Realizar un estudio donde se aumente artificialmente la densidad del cogollero en las primeras semanas en el cultivo de maíz, para ver si esto modifica la aparición tardía que se dio de N. rileyi.
- 4.- Hacer un ensayo donde en una parte se aplique conidias de N. rileyi y en otra parte del mismo lote no, para comprobar cuál sería el comportamiento cuando el inóculo viene del exterior del campo de maíz.
- 5.- Realizar aplicaciones tempranas de conidias de N. rileyi para el control de S. frugiperda para adelantar la aparición de la micosis en el cultivo de maíz.
- 6.- Realizar nuevamente el ensayo de incidencia de N. rileyi en S. frugiperda en el cultivo del sorgo, pero en parcelas más grandes para determi-

nar que factor es el que más influye para que las plagas no resulten infectadas por el hongo.

7.- Llevar a cabo los mismos estudios que en el maíz para el cultivo del frijol. Para saber las perspectivas que N. rileyi tiene para el control de plagas Lepidópteras.

LITERATURA CITADA

- ALDRIC, H.S. y E.R., LENG. 1974. Producción moderna del maíz. Martí-
nez O. y P. Leguisamon. Primera edición. Buenos Aires. Editorial Hemi-
ferio Sur S.R.L. 307 p.
- BROCKMAN, R. 1987. Incidencia de los principales insectos plagas en
maíz (Zea mays L.) bajo tres sistemas de labranza en época de primera. Te-
sis de Ingeniero Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
Managua.
- C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. No. 612.
- DEBACH, P. 1969. Control biológico de las plagas de insectos y malas
hierbas. Instituto del Libro. Cuba. 949 p.
- GLADSTONE, S.M. y A.J., HRUSKA. 1985. Manejo integrado del cogollero
Spodoptera frugiperda, en maíz bajo riego en Nicaragua. Managua, Nicara-
gua. 22 p.
- GLADSTONE, S., E. POVEDA y E. ULLOA. 1986. Crianza del cogollero Spo-
doptera frugiperda. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Mana-
gua.
- HRUSKA, A.J. y GLADSTONE, S.M. 1987. El costo de control del gusano
cogollero Spodoptera frugiperda, en maíz en Nicaragua. Instituto Superior
de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 4 p.
- IGNOFFO, C.M. 1980. The Fungus Nomuraea rileyi as a Microbial Insecti-
cide, in Burges, H.D. ed Microbial Control of Pest and Plant Diseases.
Academic Press, New York.
- KING, A.B.S. y J.L., SAUNDERS. 1984. Las plagas invertebradas de cul-
tivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarro-
llo Extranjero, Londres. 182 p.

- LACAYO, L. 1977. Especies parasíticas de Spodoptera frugiperda (Smith), Diatrea lineolata (Walk) y Trichoplusia ni (Hubn) en zonas de Managua y Masatepe. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.
- MIDINRA-PAN. 1984. Guía técnica para la producción de maíz con riego. Empresa Nicaragüense de Ediciones Culturales, Nicaragua. 24 p.
- MIDINRA-DGA. 1985. Guía tecnológica para la producción de sorgo granífero. División de Comunicaciones, Nicaragua. 28 p.
- MIDINRA-DGA. 1985. Guía tecnológica para la producción del frijol común en seco. División de Comunicaciones, Nicaragua. 31 p.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated Pest Management in the small Farmer's maize crop in Nicaragua. Meded Landbouwhogesh, Wageningen, 81-6. 221 p.