

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL MOKO DEL BANANO (*Ralstonia solanacearum*) EN LA  
FINCA TORO PINTO II Y SERVICIOS REALIZADOS EN COMUNIDADES ALEDAÑAS,  
TIQUISATE, ESCUINTLA, REPÚBLICA DE GUATEMALA**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**

**POR**

**JOSÉ OSWALDO LOAIZA ALDANA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>P. For. Mirna Regina Valiente</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr. Nery Boanerges Guzmán Aquino</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales</b>

**Guatemala, noviembre de 2007.**

Guatemala, noviembre de 2007

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el TRABAJO DE GRADUACIÓN **ESTUDIO DE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL MOKO DEL BANANO (*Ralstonia solanacearum*) EN LA FINCA TORO PINTO II Y SERVICIOS REALIZADOS EN COMUNIDADES ALEDAÑAS, TIQUISATE, ESCUINTLA, REPÚBLICA DE GUATEMALA**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

JOSÉ OSWALDO LOAIZA ALDANA

## **ACTO QUE DEDICO**

A:

DIOS: Que ha sido mi fortaleza y mi guía en días de flaqueza espiritual, moral y material.

MIS PADRES: Cristino Loaiza Castillo (†), Elsa Yolanda Aldana Castañeda (†), quienes con su amor y sabiduría me llevaron por sendas de buena conducta y educación. Que Dios los Guarde y proteja debajo de sus alas.

MIS HERMANOS: Maynor (†), Edelmira, Maritza, Amado, Ingrid (†), Ericka, Acxel, con mucho agradecimiento por sus consejos y ayuda. Que Dios los bendiga.

MI FAMILIA: Tíos, primos, sobrinos, del lado de ambos padres. Gracias por su comprensión e imparcialidad.

MIS AMIGOS: Familia Nufio Reyes, Herrera Ardón, Orellana Morán, Enrique Lemus, Ing. Agr. Omar Samayoa Juárez, Ing. Agr. Efraín Medina Guerra, Román Ibarra, Walter Reyes Sanabria, Víctor Catalán, Humberto Aguilar Corzo (†), Lic. Maynor Valdez Pineda, Sosa Reyes, Donal Ramos, Mario Albeño, López Meléndez, Espel Martínez, Ibarra López, Ing. Aníbal Sacbajá y a todos aquellos que por falta de espacio no los incluyo pero los llevo dentro de mi corazón. Gracia por su ayuda, protección y consejos.

PERSONAL DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE CAMPO:

Todas aquellas personas del CEDA, CEDIA, CEMAV, CONTROL ACADÉMICO, Laboratorio de Suelos, Laboratorio de Fitopatología y Secretarías que en una ú otra forma han colaborado, dando consejos y dedicación de su tiempo hacia mi persona.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

MIS PADRES: CRISTINO LOAIZA CASTILLO (†), Y ELSA YOLANDA ALDANA CASTAÑEDA (†)

MIS COMPAÑEROS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

ALDEA TICANLÚ, TIQUISATE, ESCUINTLA

ESCUELA NACIONAL RURAL MIXTA “JUAN PABLO HERNÁNDEZ”, INSTITUTO POR COOPERATIVA DE LA ALDEA TICANLÚ, INSTITUTO TÉCNICO VOCACIONAL PRIVADO “EMILIANI”, FINCA AGROBELSA EN ESPECIAL,

DANIEL SALDAÑA, JOSÉ DEL VALLE, CÉSAR DEL VALLE, NERY Y RICARDO MAZARIEGOS, RAMÓN MAYORGA Y MARCOS MÉNDEZ.

## **AGRADECIMIENTOS**

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes, por su amistad y ayuda constante e incansable en los aportes profesionales de didáctica y análisis de datos en mi investigación.

Dr. Silvel Elías Gramajo, por su asesoría profesional y la valiosa colaboración en la supervisión de EPSA, para la realización del presente trabajo.

Dr. Edin Orozco Miranda, por su asesoría en el comportamiento de la enfermedad del moko del banano, en el presente trabajo.

Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez, por su asesoría profesional en aportes de la interpretación de los datos estadísticos, en el presente trabajo.

Finca AGROBELSA, quién fue la parte financiante para elaborar el presente trabajo.

Aquellas personas por su colaboración profesional, cultural, religiosa, material han aportado un grano de arena para elaborar el presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
RESUMEN GENERAL .....	xiii
CAPÍTULO I .....	1
DIAGNÓSTICO DE LA FINCA “TORO PINTO II”, DEL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA .....	1
1.1 PRESENTACIÓN:.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1 Descripción general del área de estudio .....	4
1.2.2 Descripción botánica del banano .....	4
1.2.3 Clasificación taxonómica del banano .....	6
1.2.4 Variedad Grand Naine.....	6
1.2.5 Condiciones edáficas y climáticas.....	7
1.2.6 Vías de Acceso .....	7
1.2.7 Relieve .....	7
1.2.8 Recursos Físicos.....	7
1.3 OBJETIVOS:.....	8
1.3.1 Objetivo General: .....	8
1.3.2 Objetivos específicos: .....	8
1.4 METODOLOGIA .....	8
1.4.1 Fase de gabinete inicial.....	8
1.4.2 Fase de campo.....	9
1.4.3 Segunda fase de gabinete.....	9
1.4.4 Análisis de la información.....	9
1.4.5 Fase final de gabinete .....	9
1.4.6 Recurso humano .....	10
1.4.7 Materiales y equipo .....	10
1.5 RESULTADOS.....	10
1.5.1 Datos climáticos .....	10
1.5.2 Priorización de problemas.....	15
1.5.3 Detección y registro de focos de infección de moko del banano.....	16
1.6 CONCLUSIONES .....	18
1.7 RECOMENDACIONES .....	19
1.8 BIBLIOGRAFIA .....	20
CAPÍTULO II .....	21
ESTUDIO DE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL MOKO DEL BANANO ( <i>Ralstonia</i> <i>solanacearum</i> ) EN LA FINCA TORO PINTO II, TIQUISATE, ESCUINTLA. ....	21
2.1 PRESENTACIÓN.....	22
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	24
2.2.1 Moko del banano.....	24
2.2.2 Síntomas de la enfermedad del moko del banano .....	25
2.2.3 Signos de la enfermedad del moko del banano .....	26
2.2.4 Transmisores.....	26
2.2.5 Epidemiología del moko del banano .....	27
2.2.6 Incidencia .....	28
2.2.7 Severidad .....	28
2.2.8 Índice de riesgo.....	28

2.2.9	Resiembra .....	29
2.2.10	Control de Malezas .....	29
2.2.11	Drenajes .....	29
2.2.12	Poda .....	29
2.2.13	Deshoje del banano .....	29
2.3	OBJETIVOS .....	30
2.3.1	Objetivo general .....	30
2.3.2	Objetivos específicos .....	30
2.4	METODOLOGÍA .....	30
2.4.1	Diseño experimental .....	31
2.4.2	Unidad experimental .....	31
2.4.3	Repeticiones .....	31
2.4.4	Modelo estadístico .....	32
2.4.5	Manejo de la investigación .....	32
2.4.6	Variables de respuesta y variables predictoras: .....	33
2.4.7	Recursos humanos .....	33
2.4.8	Análisis de la información .....	34
2.4.8.1	Análisis de Varianza .....	34
2.4.8.2	Análisis de regresión múltiple .....	34
2.4.8.3	Índice de Riesgo: .....	35
2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
2.5.1	Cuantificación de la enfermedad .....	35
2.5.2	Focos de infección del moko del banano, por cable o lote .....	42
2.5.3	Análisis de varianza para la variable de incidencia de la enfermedad por cable .....	42
2.5.4	Análisis de varianza para la variable área cuarentenada .....	47
2.5.5	Análisis de varianza para la variable número de plantas infectadas con el moko del banano y que están dentro del área cuarentenada .....	52
2.5.6	Análisis de varianza para la variable número de plantas infectadas con el moko del banano y que están fuera del área cuarentenada. ....	58
2.5.7	Análisis de varianza para la variable número de plantas con racimo infectadas con el moko del banano. ....	61
2.5.8	Análisis de varianza para la variable número de plantas sin racimo infectadas con el moko del banano. ....	67
2.5.9	Índice de riesgo (IR): .....	72
2.5.10	Distribución espacial de la enfermedad del moko .....	72
2.6	CONCLUSIONES .....	74
2.7	RECOMENDACIONES .....	74
2.8	BIBLIOGRAFÍA .....	75
2.9	ANEXOS .....	76
CAPÍTULO III .....		95
SERVICIOS REALIZADOS A CUATRO COMUNIDADES ALEDAÑAS A LA FINCA TORO PINTO II, TIQUISATE, ESCUINTLA. ....		95
3.1	PRESENTACIÓN .....	96
3.2	OBJETIVOS .....	96
3.2.1	Objetivo general .....	96
3.3	METODOLOGÍA .....	96
3.3.1	Visitas de Campo: .....	96



3.3.2 Trabajo de Gabinete .....	97
3.3.3 Preparación de materiales: .....	97
3.4 RESULTADOS DE LOS SERVICIOS REALIZADOS.....	97
3.4.1 Capacitación sobre manejo de los desechos orgánicos derivados de la cosecha para la producción de abono orgánico .....	97
3.4.1.1 Objetivo .....	97
3.4.1.2 Metodología .....	97
3.4.1.3 Resultados .....	98
3.4.1.4 Evaluación.....	99
3.4.2 Manejo fitosanitario del cultivo de Plátano ( <i>M. paradisíaca</i> L.):.....	99
3.4.2.1 Objetivos .....	99
3.4.2.2 Metodología .....	99
3.4.2.3 Resultados .....	100
3.4.2.4 Evaluación.....	111
3.5 BIBLIOGRAFÍA .....	111

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Mapa de ubicación de la finca Toro Pinto II, en el municipio de Tiquisate, Departamento de Escuintla, República de Guatemala. ....	5
<b>Figura 1.2</b>	Datos comparativos de precipitación en milímetros, para los años 2004 y 2005, ocurrida en la finca Toro Pinto II, registrada por las estaciones meteorológicas tipo B.....	12
<b>Figura 1.3</b>	Gráfica comparativa de temperaturas mínimas ocurridas periodos 2003, 2004 y 2005, en la finca Toro Pinto II, registradas en la estación meteorológica tipo B .....	14
<b>Figura 1.4</b>	Gráfica comparativa de temperaturas máximas ocurridas periodos 2003, 2004 y 2005, en la finca Toro Pinto II, registradas en la estación meteorológica tipo B .....	15
<b>Figura 2.1</b>	Distribución de las 34 unidades experimentales (cables o lotes) en que está dividida la finca Toro Pinto II.....	31
<b>Figura 2.2</b>	Número de plantas infectadas con la enfermedad del moko del banano, respecto a los factores ambientales (ver registros climáticos en Cuadro 2.1). ....	38
<b>Figura 2.3</b>	Porcentaje de infección por área, en la Finca Toro Pinto II, periodo 2,005 - 2,006. ....	41
<b>Figura 2.4</b>	Número de plantas infectadas con el moko del banano, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	46
<b>Figura 2.5</b>	Número de plantas infectadas con moko, por semana en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005 - 2,006. ....	47
<b>Figura 2.6</b>	Área de cobertura de plantas infectadas con moko de banano, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	51
<b>Figura 2.7</b>	Área de cobertura de plantas infectadas con moko de banano, por semana, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.....	52
<b>Figura 2.8</b>	Número de plantas infectadas con el moko del banano dentro del área cuarentenada, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	56

<b>Figura 2.9</b>	Número de plantas infectadas con moko de banano dentro del área cuarentenada por semana, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	57
<b>Figura 2.10</b>	Número de plantas infectadas con el moko del banano fuera del área cuarentenada, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	61
<b>Figura 2.11</b>	Número de plantas con racimo, infectadas con el moko del banano, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	65
<b>Figura 2.12</b>	Número de plantas con racimo infectadas con moko de banano, por semana, en la finca Toro Pinto II, 2,005-2,006. ....	66
<b>Figura 2.13</b>	Número de plantas sin racimo, infectadas con el moko del banano , por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	70
<b>Figura 2.14</b>	Número de plantas sin racimo infectadas con moko del banano, por semana periodo 2,005-2,006. ....	71
<b>Figura 2.15</b>	Distribución espacial de la enfermedad del moko del banano en los cables de la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. Cada punto representa un foco de infección.....	73
<b>Figura 2.16A</b>	Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en el follaje y racimos (glomérulos florales) de la planta de banano.....	93
<b>Figura 2.17A</b>	Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en los dedos del racimo de la planta de banano. ....	93
<b>Figura 2.18A</b>	Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en los hijuelos de la planta de banano .....	94
<b>Figura 2.19A</b>	Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en el tallo y ráquis de la planta del banano .....	94
<b>Figura 3.1</b>	Fotografía de un corte longitudinal donde se muestran los signos y síntomas de la sigatoka amarilla. ....	105
<b>Figura 3.2</b>	Fotografía de la plantación con sigatoka negra cuando comienza (izquierda) y cuando está avanzada la enfermedad (derecha) .....	109
<b>Figura 3.3</b>	Fotografía de plantas de plátanos afectadas con quemaduras por sodio. ....	110

### ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.1</b>	Precipitación semanal (mm) ocurrida en la finca Toro Pinto II en el período 2001-2006, registrada en estaciones meteorológicas tipo B.....	11
<b>Cuadro 1.2</b>	Temperatura mínima y máxima en grados Celsius período 2003-2006; porcentaje humedad relativa mínima y máxima ocurrida período 2005-2006, registradas en estaciones meteorológicas tipo B, ubicadas en las cercanías de la finca Toro Pinto II.....	13
<b>Cuadro 1.3</b>	Priorización de problemas detectados en el cultivo de banano y categorizados por los jefes de campo de la finca Toro Pinto II.....	16
<b>Cuadro 1.4</b>	Focos de infección de moko del banano ( <i>Ralstonia solanacearum</i> ) muestreados periodos 2,004 y 2,005, en la finca Toro Pinto II .....	17
<b>Cuadro 2.1.</b>	Registro de focos de infección de moko de banano ( <i>R. solanacearum</i> ) y datos climáticos, por semana de estudio, en la	

	finca Toro Pinto II, Tiquisate, Escuintla, agosto 2,005-marzo 2,006. ....	37
<b>Cuadro 2.2</b>	Número de plantas enfermas, dentro y fuera del área cuarentenada, plantas con racimo y sin racimo, área y porcentaje de área infectada en cada cable de la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	40
<b>Cuadro 2.3</b>	Resumen del análisis de varianza para la variable plantas infectadas con moko, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	43
<b>Cuadro 2.4</b>	Resumen de la prueba de Duncan, 5% de significancia para la variable plantas infectadas para cada cable estudiado. ....	44
<b>Cuadro 2.5</b>	Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Incidencia, por cable y por semana de estudio. ....	45
<b>Cuadro 2.6</b>	Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta ÁREA cuarentenada, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	48
<b>Cuadro 2.7</b>	Resumen de la prueba de Duncan (5% significancia) para la variable respuesta, área de infección para cada cable estudiado. ....	49
<b>Cuadro 2.8</b>	Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable área de infección, por cable y por semana de estudio. ....	50
<b>Cuadro 2.9</b>	Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta plantas infectadas con moko, que están dentro del área cuarentenada, según el cable donde se localizó el foco de infección, Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	53
<b>Cuadro 2.10</b>	Resumen de la prueba de medias de Duncan con el 5% de significancia para la variable de respuesta Plantas Infectadas dentro del área cuarentenada, para cada cable estudiado. ....	54
<b>Cuadro 2.11</b>	Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Plantas infectadas dentro del área cuarentenada, por cable y por semana de estudio. ....	55
<b>Cuadro 2.12</b>	Resumen del ANDEVA para la variable de respuestas plantas infectadas con moko, que están fuera del área cuarentenada, según el cable donde se encontraron los focos de infección, finca Toro Pinto II periodo 2,005-2,006. ....	58
<b>Cuadro 2.13</b>	Resumen de la prueba de Duncan al 5% de significancia para la variable respuesta plantas infectadas fuera del área cuarentenada, para cada cable estudiado. ....	59
<b>Cuadro 2.14</b>	Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Plantas infectadas fuera del área cuarentenada, por cable y por semana de estudio. ....	60
<b>Cuadro 2.15</b>	Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta plantas con racimo, infectadas con moko, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. ....	62
<b>Cuadro 2.16</b>	Resumen de la prueba de Duncan al 5% de significancia para la variable respuesta plantas con racimo infectadas, para cada cable estudiado. ....	63

<b>Cuadro 2.17</b>	Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Plantas con racimo infectadas con moco del banano, por cable y por semana de estudio. ....	64
<b>Cuadro 2.18</b>	Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta plantas sin racimo, infectadas con moko, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.....	67
<b>Cuadro 2.19</b>	Resumen de la prueba de Duncan al 5% de significancia para la variable respuesta plantas sin racimo infectadas, para cada cable estudiado. ....	68
<b>Cuadro 2.20</b>	Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable plantas sin racimo infectadas con moko del banano, por cable y por semana de estudio. ....	69
<b>Cuadro 2.21A</b>	Cuadro de Casos registrados y costo/ha de la incidencia de la enfermedad del moko de banano ( <i>R. solanacearum.</i> ), en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006, Tiquisate, Escuintla.....	77
<b>Cuadro 2.22A.</b>	Cuadro de registro de datos climáticos y focos de infección de moko del banano, por cable y por semana. Finca Toro Pinto II, Tiquisate, Escuintla.....	78
<b>Cuadro 2.23A</b>	Niveles críticos de R para distintos grados de libertad (gl). ....	92

**ESTUDIO DE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL MOKO DEL BANANO (*Ralstonia solanacearum*) EN LA FINCA TORO PINTO II, Y SERVICIOS REALIZADOS EN ALDEAS ALEDAÑAS, TIQUISATE, ESCUINTLA.**

**STUDY OF THE EPIDEMIOLOGY OF THE MOKO OF THE BANANA (*Ralstonia solanacearum*) AT THE FARM TORO PINTO II, AND SERVICES REALIZED AT ADJACENT VILLAGES, TIQUISATE, ESCUINTLA.**

**RESUMEN GENERAL**

Este informe integra el diagnóstico, la investigación y el servicio realizados en la finca Toro Pinto II y en las comunidades aledañas a la finca, ubicada en el municipio de Tiquisate del departamento de Escuintla.

A través del diagnóstico se tuvo acceso a la información climática y a los aspectos fitosanitarios que afectan el rendimiento del cultivo del banano (*Musa sapientum* L.). El diagnóstico permitió priorizar los problemas que afectan a las plantaciones de banano y a determinar el problema a investigar.

El informe servicios, documenta las actividades realizadas a favor de los pequeños agricultores de las comunidades aledañas a la finca.

En el capítulo de investigación, se documenta el estudio epidemiológico de la enfermedad del moko del banano (*Ralstonia solanacearum*), que es de interés para la finca. Las pérdidas económicas en el cultivo y producción de banano debido a esta enfermedad son considerables, si se toma en cuenta que se dejan de producir alrededor de 2,000 cajas por hectárea destruida, equivalente a 36,000 kilogramos de producto. Además, en el área infectada con este patógeno no se utiliza la tierra durante aproximadamente 15 meses. Un estudio epidemiológico considera la interacción del patógeno, un hospedero susceptible y el ambiente que propician el desarrollo de la enfermedad.

El trabajo de investigación aporta información relacionada de la enfermedad en función del ambiente (precipitación pluvial en milímetros, temperatura en grados celcius, humedad relativa en porcentaje) y manejo del cultivo en la finca. El estudio epidemiológico del moko del banano, puede servir para la toma de decisión en la finca que permita oportunamente verificar, modificar y/o implementar la actividad de manejo oportuno y adecuado, para minimizar el impacto económico que pueda ocasionar el patógeno en el cultivo. Dado que no cuenta actualmente con

manejo integrado de la enfermedad al no considerar el efecto de las condiciones edafoclimáticas de la región.

El objetivo principal de la investigación fue identificar y medir los factores que afectan la epidemiología de la enfermedad y elaborar un índice de riesgo de propagación de la enfermedad hacia áreas vecinas de la finca Toro Pinto II, ubicada en el municipio de Tiquisate, Escuintla. Se monitorearon los 34 cables o lotes en que está dividida la finca, y se obtuvo datos sobre número de plantas enfermas por lote, área total y por lote de infección de la enfermedad, su distribución y desarrollo en dos épocas de cultivo (época húmeda y época seca), comprendió 34 semanas. La variable respuesta contemplada fue el porcentaje de incidencia de la enfermedad del moko, por cable y por semana.

Se estableció que el 91 % de los 34 lotes de producción, presentan el patógeno, que es el problema del moko del banano. Sin embargo únicamente el 0.43% del área total, es la que se encuentra infestada. También se estableció que hay cables o lotes que tienen un mayor riesgo de contaminarse con el patógeno, dada su ubicación relativamente cercana al área de selección y empaque de la fruta, que incide en un mayor tráfico de personas. Así mismo se recomendó algunas medidas de prevención y manejo de la enfermedad para minimizar el impacto económico que tiene la misma.

Se generaron modelos matemáticos que interrelacionan las variables climáticas con las variables como: número de plantas enfermas y área de cobertura de la enfermedad. Los mismos se consideran buenos predictores del comportamiento de la enfermedad.

Se determinó que la incidencia y distribución de la enfermedad sufren un aumento sustancial en las primeras 8 semanas de época seca, luego del periodo de época lluviosa en el que se encuentra aletargada.

Los servicios prestados a las poblaciones: El Semillero, Ticanlú, Las Trozas y San Francisco Madre Vieja 1) Capacitación sobre manejo de los desechos orgánicos derivados de la cosecha para la producción de abono orgánico, 2) Manejo fitosanitario del cultivo del plátano.

## **CAPÍTULO I**

### **DIAGNÓSTICO DE LA FINCA "TORO PINTO II", DEL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

## 1.1 PRESENTACIÓN:

En la costa de Guatemala, correspondiente a Escuintla y municipio de Tiquisate se localiza la finca Toro Pinto II, contribuyendo al país en la generación de 500 empleos y la generación de divisas con un total de 378 hectáreas cultivadas de banano.

El diagnóstico de la finca Toro Pinto II, tiene el propósito de establecer y describir los diferentes problemas que afectan la producción en la fase de campo, principalmente en lo que se refiere a plagas y enfermedades del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.). Así mismo tiene la finalidad de priorizar y delimitar los factores que inciden en la producción y, posteriormente, proponer metodologías de estudio (detección y análisis) que permitan plantear propuestas de soluciones factibles.

En conjunto con personal técnico de la empresa, se realizaron caminamientos y/o recorridos dentro de los cables (áreas de producción de la plantación de banano). Se exploró, ubicó e identificó los focos de infección de diferentes plagas y enfermedades y se determinó que la de mayor incidencia en el cultivo es la sigatoka negra (*Mycosphaerella musicola*) y la que provoca mayor mortalidad de plantas es el moko del banano (*Ralstonia solanacearum*).

A través de este diagnóstico se estableció que la mayor cantidad de personal de la empresa se encuentra ubicado en el campo de cultivo, siendo responsables de las labores culturales que se realizan desde el establecimiento del cultivo hasta su cosecha. En estas actividades es donde se presenta la mayor frecuencia de problemas fitosanitarios. En ciertas áreas de cultivo, el apareamiento de plagas y enfermedades está relacionada con el proceso de desinfección de las herramientas que son utilizadas en cada una de las labores culturales, el conocimiento que tiene el personal de campo sobre la diferenciación entre el tipo de enfermedad encontrada y la apariencia física de una planta enferma y el efecto que tiene el mal drenaje.

Debido a los efectos dejados por la tormenta "Stan", fue muy difícil cumplir con los objetivos de los servicios.

Se determinó que la enfermedad del moko del banano provoca pérdidas económicas a la empresa, debido a que destruye totalmente cada planta infectada y a sus respectivos brotes ó cormos (2).



Se determinaron áreas con mal drenaje, en las que se estresan más las plantas de banano. La saturación de humedad del suelo, ocasiona la muerte del sistema radicular de la planta y, consecuentemente, pérdidas en el proceso productivo.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Descripción general del área de estudio

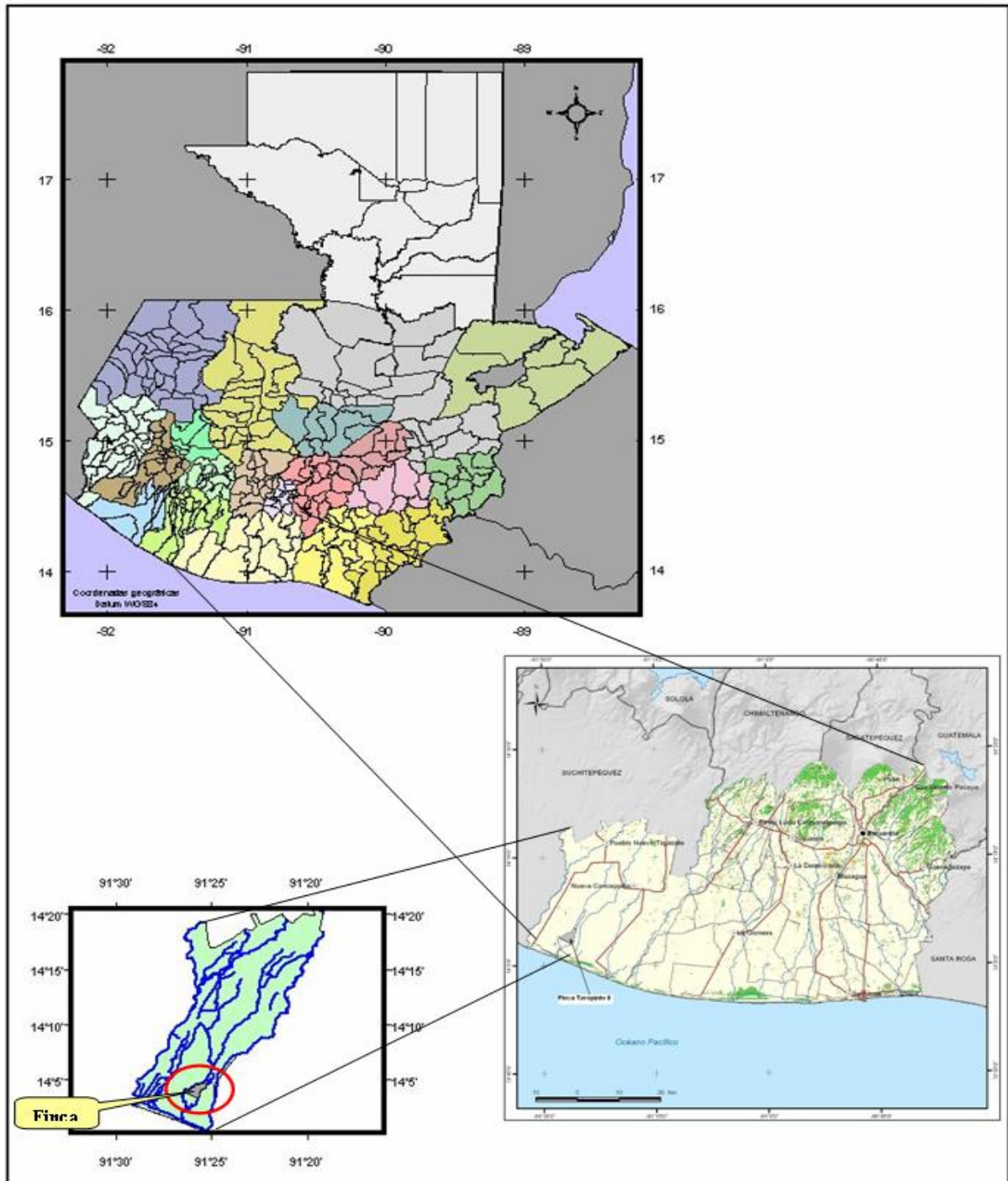
La finca de Toro Pinto II se localiza en jurisdicción de Tiquisate, Escuintla, a una altitud de 14 msnm, cuya ubicación geográfica es: Latitud Norte 14°03'11.6915, Longitud Oeste 91°27'33.36. La finca se encuentra limitada al este por el río El Mico y al oeste por el río Danto.

Por las condiciones ambientales predominantes en el área, la zona de vida de esta región es del Bosque Seco Subtropical (bs. S), siendo una faja que se extiende de 3 a 5 km. del litoral del Pacífico hacia dentro desde la frontera con México hasta la frontera con El Salvador (4, 9) (figura 1.1).

### 1.2.2 Descripción botánica del banano

El banano (*Musa sapientum* L.) consta de hojas, pseudotallo y raíces. Las hojas constan de base o vaina foliar, pseudopetiolos y láminas, las cuales están distribuidas en forma espiral; el patrón filotáxico varía en las diferentes variedades. Las bases foliares se traslapan y forman un pseudotallo robusto a través del cual crece la inflorescencia terminal y la lámina terminal está arrollada en la yema (6). El sistema radical se desarrolla a partir de una raíz primaria que pronto es reemplazada por un sistema de raíces adventicias.

La temperatura tiene efecto sobre el desarrollo y crecimiento del banano (11). Requiere temperaturas que oscilan entre 21°C y 29.5°C, con una media de 27°C, con una mínima de 15.6°C y una máxima de 37.8°C. Cambios bruscos de temperaturas causan deterioro y lentitud en el desarrollo vegetativo de la planta de banano (*Musa sapientum* L.), incluyendo daños por quemaduras en la fruta. Requiere de una gran disponibilidad de humedad permanente en el suelo, con un promedio de 1600 a 3500 milímetros. Debido a estas características, el cultivo del banano se encuentra bajo las mismas condiciones climáticas en la que se desarrolla el moko del banano (*Ralstonia solanacearum*). El cultivo del banano puede desarrollarse en los más variables suelos del mundo. Como ejemplo se tiene el clon "Gross Michel", se le encuentra desde los aluviones de Centroamérica hasta los Latosoles y Regosoles del Ecuador: El clon "Grand Naine", está capacitado para adaptarse a suelos de texturas pesadas, mientras que el clon "Valery", únicamente se adapta a suelos livianos (9).



**Figura 1.1** Mapa de ubicación de la finca Toro Pinto II, en el municipio de Tiquisate, Departamento de Escuintla, República de Guatemala.

Para seleccionar un suelo apropiado para el cultivo del banano (*Musa sapientum* L.), se necesita conocer el tipo de clon a plantar y el nivel de tecnología a aplicar y hacia que mercados se va a exportar (9).

Por su fisiología vegetal; el agua representa el 85 % de su componente celular es decir toda la planta es muy acuosa y no posee tejido leñoso dentro de sus haces vasculares del xilema y el floema, para que puedan soportar su peso (9). Resulta ser muy susceptible al ataque de plagas y enfermedades en todas las regiones del mundo.

### 1.2.3 Clasificación taxonómica del banano

Reino	Plantae
Sub-reino	Embryobiontha
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Zingiberidae
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Subfamilia	Musoidae
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa sapientum</i> L.
Variedad	<i>Musa sapientum</i> L. var. Grand Naine (11)

### 1.2.4 Variedad Grand Naine

La variedad de banano Grand Naine es la que se utiliza en el área que abarca la finca Toro Pinto II; este clon en particular desarrollado por los israelitas, es una planta semi-enana de gran vigor, con un área foliar muy extensa, posiblemente la mayor parte del subgrupo. Posee un pseudotallo considerable y muy resistente al volcamiento. Con un cormo grande con sistema radicular muy extenso, las raíces son gruesas y fuertes, permitiendo anclarse bien. Tiene alto potencial de producción rara vez alcanza las condiciones ecológicas adversas del cultivo. Soporta vientos de 70 kilómetros por hora con un volcamiento de 11.87 %. Se ve afectada por ataque de Nemátodos, Moko del banano, Picudo negro del banano y Sigatoca Negra. Este clon es conocido por los nombres de "Hibrido Williams" "Gran enano"(9).

Los brotes conocidos a nivel bananero como hijos, se desarrollan de las yemas laterales del cormo. El desarrollo de nuevos hijos o yemas laterales esta influenciado por la dominancia apical de la planta madre y los hijos ya desarrollados (9). El pseudotallo ofrece a la planta apoyo para y

capacidad de almacenar reservas alimenticias e hídricas y para alcanzar mayor altura y que las laminas foliares capten luz foliar, donde las bases foliares son largas sin lígulas y forman vainas envolventes que se traslapan a lo largo formando el pseudotallo (9).

### **1.2.5 Condiciones edáficas y climáticas**

Los suelos se encuentran formados geológicamente por Aluviones Cuaternarios, y los cuales son pertenecientes a la serie Mollisoles son suelos profundos, desarrollados sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro, en un clima calido, Húmedo-seco. Ocupan relieves casi planos a altitudes bajas de Guatemala (1).

Los suelos de la zona bananera de la finca Toro Pinto II, poseen un pH de 7.2 en promedio; el agua utilizada para el riego posee un pH de 7.1, durante un mismo día la Humedad relativa se encuentra en el rango de 35-98 %, temperatura varía en el rango de 21-38 °C. Estos datos nos indican que el recurso suelo, como el agua y los registros climáticos determinados para la región donde se encuentra la finca están en un valor óptimo para un mejor desarrollo vegetativo de la planta de banano, pero a su vez propicia condiciones adecuadas para el desarrollo de la enfermedad del Moko del banano (*R. solanacearum*) en el cultivo del banano.

### **1.2.6 Vías de Acceso**

La vía de acceso a la finca es la carretera asfaltada que conduce del municipio de Tiquisate, hacia las playas de El Semillero Kilómetro 177.5, se localiza la Aldea Ticanlú. De ésta se recorren aproximadamente 8 Km. para llegar a las oficinas centrales de la finca, a través de un camino de terrecería de doble vía, transitable todo el año.

### **1.2.7 Relieve**

Presenta un relieve casi plano, con riesgo de erosión de regular a bajo, pendiente no mayor al 1 %, permitiendo se pueda mecanizar fácilmente (1).

### **1.2.8 Recursos Físicos**

La finca cuenta con un área productiva de 276.87 ha, distribuidas en dos secciones, siendo la del Este y la del Oeste, y cada sección se subdivide en cables, los cuales están

estratégicamente diseñados a cada 100 metros para no provocar daños a la fruta que es cosechada.

### **1.3 OBJETIVOS:**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Realizar el diagnóstico de la finca Toro Pinto II, con el propósito de describir los problemas existentes en el área de producción de la plantación de banano (*Musa sapientum* L.).

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- 1.3.2.1. Recabar información relacionada con las labores culturales que se realizan para el establecimiento de la plantación y durante el ciclo de vida del cultivo de banano (*Musa sapientum* L.) y su incidencia en el apareamiento de plagas y enfermedades.
- 1.3.2.2. Determinar los problemas que afectan al cultivo del banano (*Musa sapientum* L.), en el proceso de producción.
- 1.3.2.3. Establecer la priorización de problemas, que para los técnicos de la finca Toro Pinto II, tienen las diferentes plagas y enfermedades en la plantación de banano (*Musa sapientum* L.), así como el riego y el drenaje.

### **1.4 METODOLOGIA**

Conjuntamente con los ejecutivos y el personal técnico, se establecieron las actividades necesarias para llevar a cabo el diagnóstico de la finca Toro Pinto II, que comprende las fases que se desarrollan a continuación.

#### **1.4.1 Fase de gabinete inicial**

Durante esta fase del diagnóstico, se recolectó información básica de la ubicación geográfica de la finca, ubicación y mapeo inicial de los lotes o cables, área y orientación de cada lote, datos climáticos, información económica (costos, rentabilidad), cantidad de personal por cuadrilla, jornales, actividades culturales que se realizan.

En esta etapa del diagnóstico, se realizaron entrevistas a todos los jefes de campo en el área de producción de la plantación de banano (*Musa sapientum* L.), con el propósito de obtener

su opinión sobre que actividades culturales contribuyen al aumento en la incidencia de las enfermedades del cultivo.

#### **1.4.2 Fase de campo**

Con personal capacitado y especializado de la finca (Técnicos), se procedió a realizar un recorrido por toda la finca. Esta actividad se desarrolló en los 34 cables o lotes que comprenden el área productiva. En los mismos, se observó, identificó, ubicó y cuantificó la presencia de las distintas plagas y enfermedades que afectan el cultivo. Así mismo se observaron los problemas de drenaje que suceden en algunos lotes de la finca y su incidencia en la disminución del número de plantas y brotes en el área correspondiente.

#### **1.4.3 Segunda fase de gabinete**

En esta fase, luego del recorrido por el campo, se procedió a entrevistar a personal calificado en nutrición vegetal y control de plagas y enfermedades. Se diseñó una batería de preguntas para establecer los problemas de mayor relevancia que a su criterio afectan el cultivo del banano. Cada problema determinado se ponderó en un rango de valor de importancia de 0 a 10 puntos (0 equivale a la ausencia del problema o carecer de importancia en el desarrollo del cultivo; 10 representa un problema relevante, que afecta severamente la producción).

#### **1.4.4 Análisis de la información**

En esta etapa se elaboraron matrices con la información generada, tanto en la fase de gabinete inicial como en la fase de campo y la segunda fase de gabinete. Se seleccionaron los problemas que más afectan el rendimiento del cultivo y que más contribuyen con la aparición y diseminación de las plagas y enfermedades. Esta actividad se realizó conjuntamente con el departamento técnico de la finca y sirvió como base para la elaboración del proyecto de investigación y la realización de los servicios.

#### **1.4.5 Fase final de gabinete**

En esta etapa se elaboró el presente documento de diagnóstico, que contiene los resultados obtenidos a través del análisis de la información recopilada en la fase de gabinete inicial, la fase de campo y la segunda fase de gabinete. Se elaboraron los cuadros informativos

que contienen la priorización de los problemas de la finca, que justifican la realización del trabajo de investigación y los servicios con el aval de la administración de la finca.

#### **1.4.6 Recurso humano**

El diagnóstico de la finca Toro Pinto II se realizó con una cuadrilla integrada por siete personas expertas en la detección de síntomas relacionados con plagas, enfermedades, problemas de nutrición y problemas de riego y drenaje, con quienes se realizó la etapa de campo y se recorrieron los 34 lotes en que está dividida la finca. Se contó con la participación de los jefes de campo.

#### **1.4.7 Materiales y equipo**

Durante la realización del diagnóstico de la finca se utilizó equipo de oficina: computadoras, impresoras, fotocopadoras, teléfono. Se utilizó la información existente en el departamento de estadística del área administrativa de la finca. En la fase de campo se utilizó: botas de hule, machete, desinfectantes para herramienta e insecticidas. También se utilizó el transporte de la finca para los traslados correspondientes hacia las zonas de proceso.

### **1.5 RESULTADOS**

#### **1.5.1 Datos climáticos**

Para obtener los datos climáticos de precipitación, temperatura y humedad relativa, se utilizaron los registros de dos estaciones meteorológicas Tipo "B", ubicadas, cada una a 2 kilómetros de distancia de la finca Toro Pinto II, en puntos diametralmente opuestos. Con relación a la precipitación, se observa en el cuadro 1.1 y figura 1.2 un comportamiento diferente de la cantidad de lluvia registrada en octubre del año 2005, debido a la presencia de la tormenta "Stan", que afectó a todo el territorio nacional. Como se puede observar se registró un valor máximo de precipitación de 750 mm en la semana 40, en el año 2005; mientras que en esa misma semana, del año 2004, se registró una precipitación de apenas 51.38 mm, se considera que es la finalización de la época lluviosa.

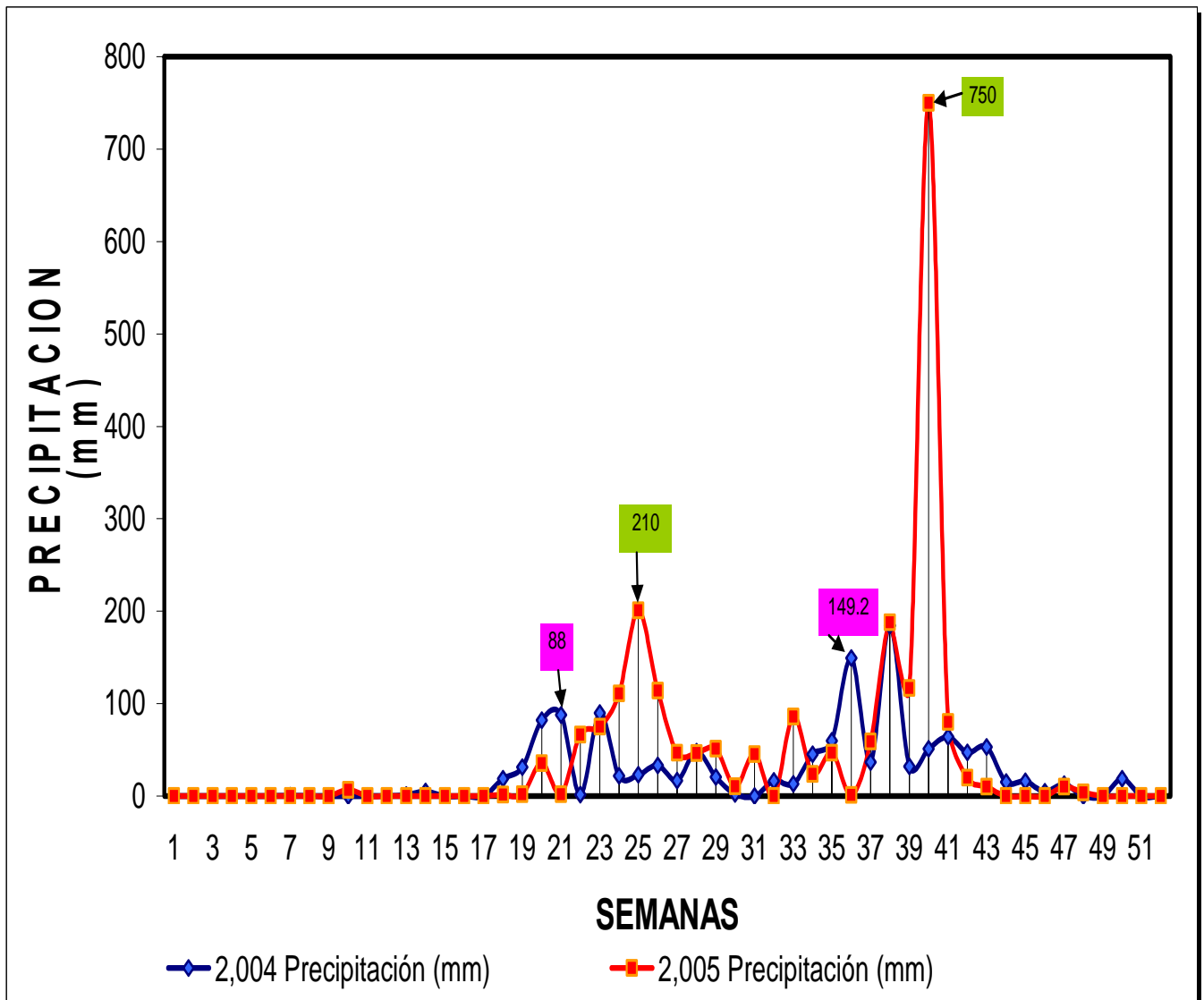
En el cuadro 1.2 y las figuras 1.3 y 1.4 se puede observar que, como consecuencia de la alta precipitación registrada en octubre del 2005, se registró en los meses siguientes (noviembre,



diciembre y enero) altos valores de temperatura, si se compara con los meses correspondientes a los periodos 2003 y 2004. Si se consideran los datos de humedad relativa para esos mismos meses, se podrá apreciar que los altos valores de este factor climático, propició que la temperatura se incrementara en el ambiente.

**Cuadro 1.1** Precipitación semanal (mm) ocurrida en la finca Toro Pinto II en el período 2001-2006, registrada en estaciones meteorológicas tipo B.

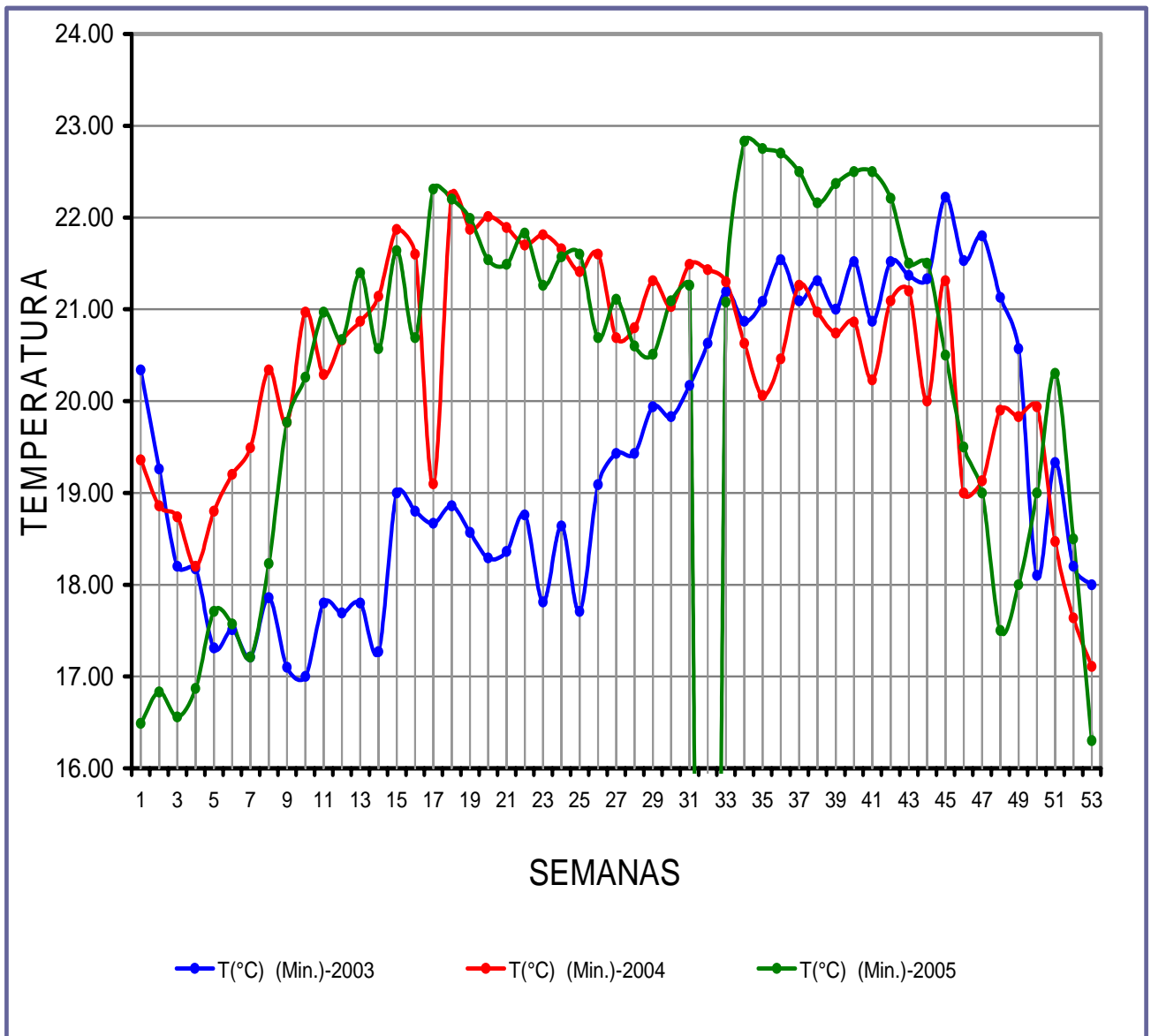
SEMANA	Precipitación (mm)						SEMANA	Precipitación (mm)						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006		2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1	0	0	0	0.00	0.00	0	27	35.54	28.35	18.35	17.00	46.94		
2	0	0	0	0.00	0.00	0	28	40	25	25	48.20	46.60		
3	0	12	0	0.00	0.00	0	29	22	45	50	20.60	51.20		
4	0	0	0	0.00	0.00	6.35	30	50	35	40	2.20	10.60		
5	0	0	0	0.00	0.00	0	31	45	40	25	0.00	45.20		
6	0	0	0	0.00	0.00	0	32	58.72	50	45	16.60	0.00		
7	0	0	0	0.57	0.00	0	33	0	42.33	35	13.40	86.00		
8	0	0	4.57	0.00	0.00	0	34	0	0	27.33	45.40	24.00		
9	0	0	0	0.00	0.00	0	35	30	125	20	59.60	47.00		
10	0	0	0	0.00	6.60	0	36	25	80	40	149.20	1.00		
11	0	0	0	0.00	0.00	0	37	20	90	15.184	36.60	59.00		
12	0	0	0	0.00	0.00	0	38	15	7.006	0	184.60	188.00		
13	21.84	0	0	1.00	0.00	0	39	20	30	45	32.00	117.00		
14	0	0	20	5.20	0.00	1.27	40	10	45	35	51.38	750.00		
15	0	0	13.73	0.00	0.00	0	41	14.45	15	30	64.00	80.00		
16	0	0	40	0.00	0.00		42	5	6.012	56.88	47.20	20.00		
17	2.5	0	60	0.00	0.00		43	9	25	28	53.20	10.00		
18	0	0	31.06	18.80	1.40		44	25	10	30	15.40	0.00		
19	0	38.04	18.04	31.40	2.00		45	10	16.054	22	16.20	0.00		
20	178.31	40	35	82.00	35.40		46	0	0	14.234	4.83	0.00		
21	0	55	60	88.00	1.80		47	0	0	0	13	10.00		
22	44.53	70	80	1.60	66.44		48	0	0	0	0	4.04		
23	100	25.14	35.14	90.00	75.20		49	0	0	0	0	0		
24	120	60	60	22.00	110.80		50	0	0	0	19	0		
25	105	45	65	23.00	201.00		51	0	0	0	0.00	0		
26	117.14	85	45	33.20	114.00		52	0	0	0	0.00	0		
<b>TOTAL</b>								1124.03	1144.93	1169.52	1305.98	2211.22	7.62	



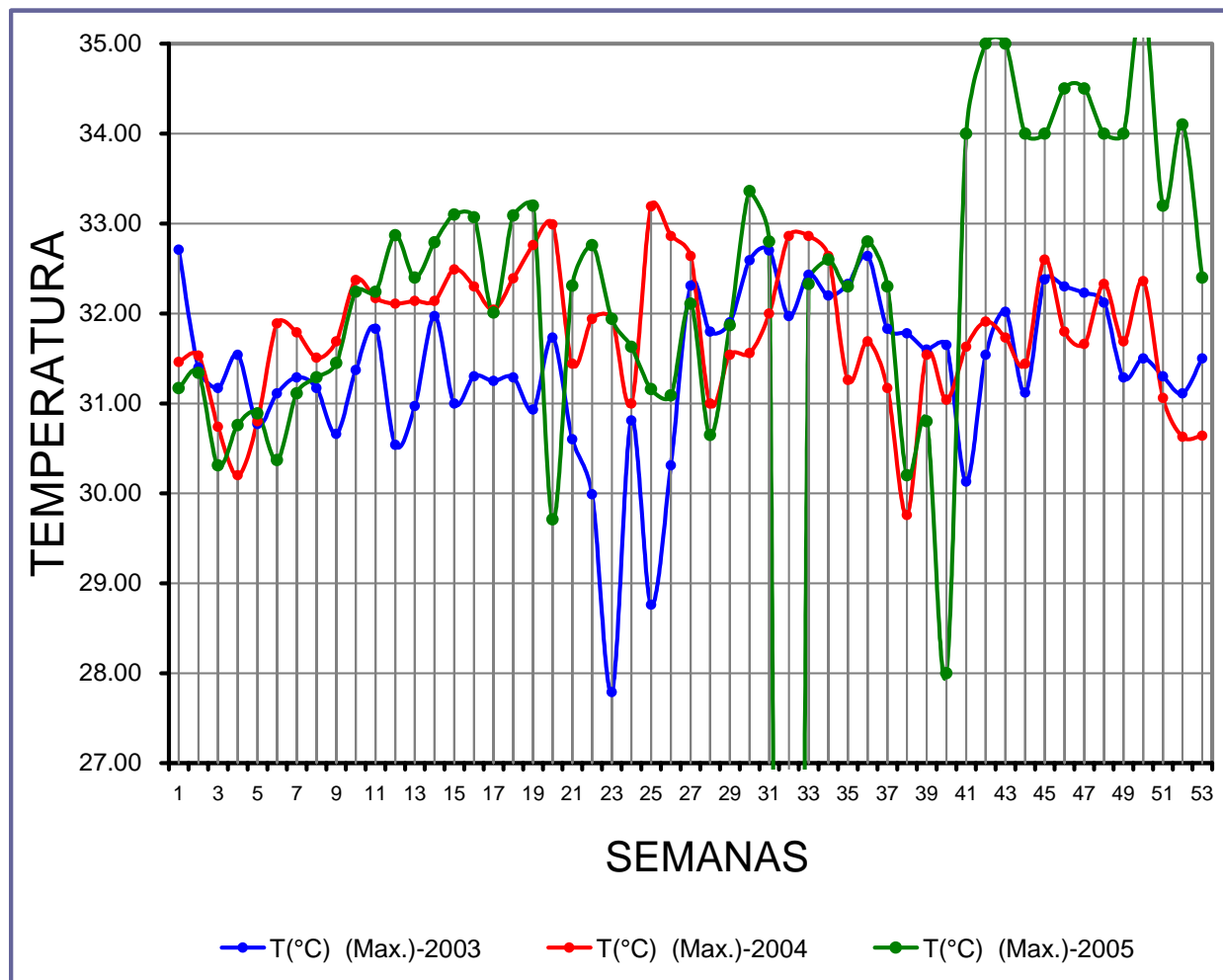
**Figura 1.2** Datos comparativos de precipitación en milímetros, para los años 2004 y 2005, ocurrida en la finca Toro Pinto II, registrada por las estaciones meteorológicas tipo B.

**Cuadro 1.2** Temperatura mínima y máxima en grados Celsius período 2003-2006; porcentaje humedad relativa mínima y máxima ocurrida período 2005-2006, registradas en estaciones meteorológicas tipo B, ubicadas en las cercanías de la finca Toro Pinto II

SEMANA	T(°C) (Min.)- 2003	T(°C) (Min.)- 2004	T(°C) (Min.)- 2005	T(°C) (Min.)- 2006	T(°C) (Max.)- 2003	T(°C) (Max.)-2004	T(°C) (Max.)-2005	T(°C) (Max.)-2006	HR(%) (Max.)-2005	HR(%) (Min.)-2005	HR(%) (Max.)-2006	HR(%) (Min.)- 2006
1	20.34	19.36	16.49	16.09	32.71	31.46	31.17	31.27	97.80	66.09	97.40	56.70
2	19.26	18.86	16.83	16.03	31.40	31.53	31.34	31.34	96.85	56.03	96.89	56.87
3	18.20	18.74	16.56	15.86	31.17	30.74	30.31	30.01	96.40	55.86	95.40	55.45
4	18.17	18.20	16.87	16.87	31.54	30.20	30.76	30.96	95.45	56.87	93.45	56.40
5	17.31	18.80	17.71	17.71	30.77	30.80	30.89	31.59	95.60	57.71	94.60	57.65
6	17.51	19.20	17.57	17.57	31.11	31.89	30.37	30.37	89.78	67.57	89.75	54.85
7	17.21	19.49	17.21	17.21	31.29	31.79	31.11	32.11	92.35	58.21	91.27	56.75
8	17.86	20.34	18.23	18.23	31.17	31.51	31.29	30.29	94.64	68.23	93.82	58.85
9	17.10	19.77	19.77	19.77	30.66	31.69	31.45	31.45	96.56	59.77	94.60	59.58
10	17.00	20.97	20.26	20.26	31.37	32.37	32.24	32.24	88.79	60.26	96.77	54.65
11	17.80	20.29	20.97	20.97	31.83	32.17	32.24	34.24	87.85	60.97	91.25	53.56
12	17.69	20.66	20.67	20.67	30.54	32.11	32.87	36.87	94.65	60.67	92.46	62.26
13	17.80	20.87	21.40	21.40	30.97	32.14	32.40	35.40	96.87	57.40	95.45	64.45
14	17.27	21.14	20.57	20.57	31.97	32.14	32.79	33.79	94.60	55.57	97.26	62.56
15	19.00	21.87	21.64	21.64	31.00	32.49	33.10	33.10	92.55	56.64	93.34	58.68
16	18.80	21.60	20.69	21.69	31.30	32.30	33.07	39.07	91.70	54.69	89.68	56.30
17	18.67	19.10	22.31		31.25	32.04	32.01		92.35	65.20		
18	18.86	22.24	22.20		31.29	32.39	33.09		94.40	58.70		
19	18.57	21.87	21.99		30.93	32.76	33.20		91.15	56.25		
20	18.29	22.01	21.54		31.73	32.99	29.71		96.32	53.56		
21	18.36	21.89	21.49		30.60	31.44	32.31		95.42	55.65		
22	18.76	21.70	21.83		29.99	31.94	32.76		92.25	57.65		
23	17.81	21.81	21.26		27.79	31.94	31.94		97.20	56.60		
24	18.64	21.66	21.57		30.81	31.00	31.63		93.10	58.45		
25	17.71	21.41	21.60		28.76	33.19	31.16		94.40	64.30		
26	19.09	21.60	20.69		30.31	32.86	31.09		97.80	62.50		
27	19.43	20.69	21.11		32.31	32.64	32.11		94.80	64.55		
28	19.43	20.80	20.60		31.80	31.00	30.65		95.60	56.65		
29	19.94	21.31	20.51		31.90	31.54	31.87		99.10	66.54		
30	19.83	21.03	21.09		32.59	31.56	33.36		96.85	64.20		
31	20.17	21.49	21.26		32.70	32.00	32.80		95.70	61.05		
32	20.63	21.43	22.1		31.97	32.86	31.5		98.30	59.18		
33	21.19	21.30	21.08		32.43	32.86	32.33		92.00	58.27		
34	20.87	20.63	22.83		32.20	32.64	32.60		94.72	56.60		
35	21.09	20.06	22.75		32.33	31.26	32.30		96.60	59.15		
36	21.54	20.46	22.70		32.64	31.69	32.80		90.82	58.65		
37	21.09	21.26	22.50		31.83	31.17	32.30		88.65	58.15		
38	21.31	20.97	22.16		31.78	29.76	30.20		90.25	53.50		
39	21.00	20.74	22.37		31.60	31.54	30.80		93.45	55.25		
40	21.52	20.86	22.50		31.65	31.04	28.00		96.05	54.45		
41	20.87	20.23	22.50		30.13	31.63	34.00		98.08	58.10		
42	21.52	21.09	22.21		31.54	31.91	35.00		94.06	56.35		
43	21.37	21.20	21.50		32.02	31.73	35.00		92.32	58.55		
44	21.33	20.00	21.50		31.12	31.44	34.00		94.17	62.24		
45	22.22	21.31	20.50		32.38	32.60	34.00		92.56	64.50		
46	21.53	19.00	19.50		32.30	31.80	34.50		89.78	56.25		
47	21.80	19.13	19.00		32.23	31.66	34.50		94.20	52.15		
48	21.13	19.90	17.50		32.12	32.33	34.00		92.80	56.75		
49	20.57	19.83	18.00		31.29	31.69	34.00		95.55	58.98		
50	18.10	19.94	19.00		31.50	32.36	35.50		96.50	57.77		
51	19.33	18.47	20.30		31.30	31.06	33.20		94.20	54.62		
52	18.20	17.64	18.50		31.11	30.63	34.10		93.15	58.65		
53	18.00	17.11	16.30		31.50	30.64	32.40		96.28	62.36		
<b>TOTAL</b>	<b>19.45</b>	<b>20.60</b>	<b>19.99</b>	<b>18.91</b>	<b>31.41</b>	<b>31.85</b>	<b>31.75</b>	<b>32.76</b>	<b>94.21</b>	<b>58.96</b>	<b>93.96</b>	<b>57.85</b>



**Figura 1.3** Gráfica comparativa de temperaturas mínimas ocurridas periodos 2003, 2004 y 2005, en la finca Toro Pinto II, registradas en la estación meteorológica tipo B



**Figura 1.4** Gráfica comparativa de temperaturas máximas ocurridas periodos 2003, 2004 y 2005, en la finca Toro Pinto II, registradas en la estación meteorológica tipo B

### 1.5.2 Priorización de problemas

Como resultado de las entrevistas a los jefes de campo, se obtuvo el listado de problemas que, a su criterio, afectan significativamente la producción de banano de la finca Toro Pinto II. En el cuadro 1.3 se presentan en orden de importancia los problemas detectados y analizados por el personal especializado de la finca, con el valor promedio que lo ubica en el nivel de prioridad, de acuerdo a las respuestas obtenidas.

**Cuadro 1.3** Priorización de problemas detectados en el cultivo de banano y categorizados por los jefes de campo de la finca Toro Pinto II.

<b>Problema detectado</b>	<b>Valor</b>	<b>Prioridad</b>
Enfermedad provocada por Sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> )	7	1
Enfermedad provocada por Moko ( <i>Ralstonia solanacearum</i> )	6	2
Plaga de Tortuguilla	5.5	3
Mal drenaje en varias áreas de la finca	5	4
Plaga del picudo	4.9	5
Nemátodos	4.6	6
Contaminación a través del uso de herramientas en el campo	3	7
Plaga de pulgones y thrips	1	8

Con base a esta priorización, la administración de la finca, determinó que el la investigación a realizar es sobre la epidemiología del moko del banano (*Ralstonia solanacearum*).

### 1.5.3 Detección y registro de focos de infección de moko del banano

En el cuadro 1.4 se presenta el número de focos de infección localizados por cada semana de muestreo, en la plantación total de banano de la finca Toro Pinto II, durante los años 2004 y 2005.

Este estudio comparativo anual cuenta con un registro de infección por la enfermedad de moko registrado semanalmente, con la finalidad de observar y analizar las variaciones por año en la misma semana y determinar los factores inciden en el apareamiento de la enfermedad.

**Cuadro 1.4** Focos de infección de moko del banano (*Ralstonia solanacearum*) muestreados periodos 2,004 y 2,005, en la finca Toro Pinto II

SEMANA 2,004	Número de focos 2,004	Número de focos 2,005	SEMANA 2,005	Número de focos 2,004	Número de focos 2,005
1	9	23	28	36	28
2	76	33	29	38	21
3	99	59	30	39	12
4	48	15	31	38	28
5	35	7	32	35	15
6	30	37	33	31	129
7	41	30	34	23	83
8	30	16	35	25	61
9	60	14	36	30	42
10	42	17	37	16	36
11	35	21	38	11	42
12	72	2	39	7	--
13	70	9	40	23	--
14	78	26	41	49	--
15	30	29	42	34	--
16	62	32	43	24	9
17	80	14	44	13	11
18	66	37	45	19	63
19	45	23	46	37	72
20	36	16	47	50	48
21	26	28	48	23	107
22	13	41	49	13	28
23	53	23	50	--	--
24	46	17	51	--	--
25	26	32	52	--	--
26	43	18	53	--	--
27	69	22	TOTAL	1934	1476

Los factores climáticos influyen en el apareamiento de la enfermedad del moko del banano. Al comparar los resultados obtenidos en los cuadros 1.1 y 1.2 (factores climáticos) con los resultados presentados en el cuadro 1.4 (número de focos de infección) se puede estimar el grado de relación que guarda la variación climática y el apareamiento de los focos de infección.

La variación climática tan brusca ocurrida durante la tormenta "Stan" (semanas 38 a 42 del periodo 2005), propició una mayor incidencia de las plagas y enfermedades en todos los cultivos; efecto del que no escapa el cultivo del banano. En los registros del cuadro 1.4, en el periodo 2005, aparentemente hubo una disminución del número total de focos de infección del moko del banano, al compararlo con el periodo 2004. Esto se debe a que no se cuantificaron varias

semanas. En las semanas de presencia de la tormenta “Stan” no hubo registro de casos de infección, ante la imposibilidad de acceder a las áreas de cultivo. En las tres últimas semanas de diciembre 2005 y en la primera semana de enero 2006, no se registran los focos de infección del moko de banano, debido a la realización de prácticas de saneamiento en el control de sigatoka. El personal de campo es utilizado en su totalidad para estas prácticas y deja para la segunda semana del mes de enero el registro de los focos de infección de moko del banano. Es en este período (segunda semana de enero hasta la última semana de abril) que se observa un repunte de los focos de infección.

## 1.6 CONCLUSIONES

- 1.6.1 La finca cuenta con una base de datos climática confiable, debido a poseer registros de dos estaciones meteorológicas tipo “B” en los linderos de la misma.
- 1.6.2 Los factores climáticos influyen en la incidencia y severidad de ataque de la enfermedad del moko del banano.
- 1.6.3 La variación climática tan brusca ocurrida durante la tormenta “Stan”, provocó una mayor incidencia de las plagas y enfermedades en el cultivo del banano, en las semanas siguientes a su término.
- 1.6.4 De acuerdo al criterio de los jefes de campo de la empresa, los problemas prioritarios de la finca Toro Pinto II son, en su orden: la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), el moko del banano (*Ralstonia solanacearum*), la plaga de tortuguilla, el drenaje del suelo en algunas áreas de cultivo, la plaga de picudo, los nemátodos, la diseminación de la enfermedad a través del personal de campo (herramientas), la plaga de pulgones y thrips.
- 1.6.5 Con base a la priorización de problemas que se realizó, la administración de la finca, determinó que el la investigación a realizar es sobre la epidemiología del moko del banano (*R. solanacearum*).



## **1.7 RECOMENDACIONES**

- 1.7.1 Realizar la investigación “Estudio de la epidemiología del moko del banano (*Ralstonia solanacearum*) en la finca Toro Pinto II, Tiquisate, Escuintla”.
- 1.7.2 Continuar la capacitación del personal técnico en el registro y manejo de la información generada en el campo, hasta llegar a la elaboración de mapas georeferenciados que permitan optimizar las medidas de control de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo del banano.
- 1.7.3 Capacitar al personal que constituye la mano de obra no calificada, en la interpretación de la sintomatología que presenta la plantación y en el manejo y desinfección de las herramientas de trabajo, para coadyuvar al control óptimo de las enfermedades que atacan al cultivo del banano.

## 1.8 BIBLIOGRAFIA

1. Ajanel Ardón, OK. 2002. Manejo y control de plagas y enfermedades en el cultivo del banano, en la finca Bellamar II, en el departamento de Escuintla. Diagnostico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 24 p.
2. Castañeda, S; Espinosa, O. 2005. Comportamiento e impacto de la enfermedad de moko en la zona de urabá (colombia), en las últimas tres décadas y media y propuesta de un índice de riesgo de la enfermedad. *Revista Facultad Nacional Agrícola de Medellín* 58(1):2587-2599.
3. Castaño Zapata, J. 1989. Enfermedad del moko (*Ralstonia solanacearum*) del banano y plátano, reconocimiento y manejo. {Tesis PhD. Colombia, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Maestría en Fitopatología}. 20(2):61-63.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Eden-Green, SJ. 1994. Enfermedades de *Musa*. Hoja Divulgativa no. 3, 20 p.
6. Fajardo Marroquín, LA. 1998. Evaluación de 3 dosis de clorotalonil y mancozeb mas un-film 17 en el control de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis* en banano *Musa sapientum* L. durante la época seca en Morales, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 3-4.
7. Fegan, M. 2005. Introduction and prospectus on the survival of *R. solanacearum*. In Allen, C; Prior, P; Hayward, AC. (Eds.). Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. Minnesota, US, APS. p. 379-380.
8. Finca Bellamar, Departamento de Estadística, GT. 2005. Costos sobre el manejo y control del moko del banano (correspondencia personal). 2 p.
9. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
10. Merchan, VM. 1999. Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo del plátano en la zona central cafetera de Colombia. *Carta Informativa* 208(3):12-13.
11. Miranda Rivera, YA. 2003. Productos orgánicos en el cultivo del banano, en la finca Santa Rosita, Tiquisate, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 22 p.
12. Orozco, E. Facultad de Agronomía, GT. 2005. Importancia de *Ralstonia solanacearum* (correspondencia personal). 1 p.

## **CAPÍTULO II**

**ESTUDIO DE LA EPIDEMIOLOGÍA DEL MOKO DEL BANANO (*Ralstonia solanacearum*) EN LA FINCA TORO PINTO II, TIQUISATE, ESCUINTLA.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

Guatemala se ubica en una región tropical y subtropical, posee condiciones naturales de suelo y clima que favorecen el desarrollo del patógeno *Ralstonia solanacearum*, en nuestro país está reportado y afecta a los cultivos de banano, tomate, papa, chile, flores y tabaco. Para Guatemala algunos de estos cultivos representan la base de la alimentación de los guatemaltecos y además constituyen cultivos de agro-exportación, tal como es el caso del banano (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*).

La investigación se realizó en la finca Toro Pinto II, enfocada en el estudio epidemiológico de la enfermedad bacterial del Moko del Banano Raza 2 (*R. solanacearum*) (Smith 1896) comb. nov. Yabuuchi et al., (1995), causante de la marchitez bacteriana en banano (*M. paradisiaca* var. *Sapientum*), considerada la principal enfermedad bacteriana a nivel mundial desde que fue descrita, ya que en torno a la misma se han generado más de 450 publicaciones desde 1997. La bacteria está distribuida en todo el mundo, ya que por su extrema variabilidad genética, se ha adaptado a distintas condiciones edafoclimáticas, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales (12).

La metodología utilizada en la determinación de la epidemiología del moko del banano consistió en la ubicación y cuantificación de los focos de infección, registro de precipitación, humedad relativa y temperatura, y finalmente un análisis estadístico para establecer la relación entre las variables de respuesta estudiadas (número de plantas infectadas con el moko del banano, área infectada, comportamiento de la enfermedad en el área cuarentenada, comportamiento de la enfermedad fuera del área cuarentenada, número de plantas enfermas que ya tienen racimo y número de plantas enfermas que no tienen racimo) y las variables independientes o predictoras (la semana de estudio, la precipitación, la humedad relativa mínima, la humedad relativa máxima, la temperatura mínima y la temperatura máxima).

Los factores climáticos afectan o influyen en la epidemiología de la enfermedad. Las temperaturas registradas que oscilan entre 18 y 21 °C, se consideran bajas y promueven el letargo de la enfermedad. La humedad relativa que oscila entre 94 y 98 %, favorece el rompimiento de dicho letargo e induce a la aparición del patógeno. La distribución de la precipitación coadyuva al transporte y diseminación del mismo. El 57% de plantas enfermas se encontraron fuera del área cuarentenada, esto indica que la enfermedad está avanzando hacia área cultivadas no infectadas.

La mayor incidencia de la enfermedad también está influenciada por la actividad del hombre, constituyéndose en un agente de infección de la enfermedad.

Con esta información es posible generar programas de prevención de la enfermedad que contemplen las actividades cotidianas del personal, principalmente donde el flujo de personal es mayor y también situar las instalaciones de empaque de la fruta en donde se provoque la menor dispersión de la enfermedad.

La enfermedad del moko del banano (*M. paradisiaca* var. *sapientum*) se origina por el ataque de la bacteria *R. solanacearum*. Su propagación y diseminación se debe a diferentes causas, entre ellas: aves, insectos, aperos de labranza, personal de campo, agua de lluvia y agua aplicada como riego. Al desconocer la apariencia física de la enfermedad y su forma de propagación, el personal de campo que tiene contacto con el cultivo del banano se constituye en el principal elemento de propagación y diseminación.

En las plantaciones donde se ha detectado la enfermedad, todas las plantas infectadas mueren o deben ser erradicadas para evitar la propagación de la misma; es decir que esta enfermedad causa el 100% de muerte de las plantas infectadas. Como no existe un tratamiento que permita erradicar la enfermedad, se toman únicamente medidas preventivas con un costo considerable y que, consecuentemente, provoca la disminución en la productividad del cultivo. Según datos registrados en los periodos 2,001-2,003 en el municipio de Tiquisate, Escuintla, las pérdidas económicas provocadas por esta enfermedad oscilan en el rango de 35.52 a 125.38 dólares americanos por hectárea por año (anexo 1) (8).

Aún cuando en la finca tiene un programa de control químico de la enfermedad y se ha logrado disminuir el número de casos de infección, es necesario un estudio en el que se analicen sistemáticamente los datos tanto en el tiempo como en el espacio, con la finalidad de llegar a resultados que sirvan para la toma de decisiones con relación al control de dicha enfermedad. Existe un riesgo permanente de infección debido al conjunto de factores ya señalados. Se debe determinar el "índice de riesgo" de diseminación de la enfermedad hacia áreas cercanas a la finca, con la finalidad de establecer medidas de control para que la infección no se extienda.

El área devastada por el moko del banano, repercute directamente en pérdidas económicas por el costo que representa cuando la tierra no produce, el cual es de 15 meses (6

meses de cuarentena, 6 meses de siembra a floración y 3 meses de llenado de fruto). Las pérdidas son aproximadamente de 36,000 kilogramos por hectárea por año (2).

El estudio epidemiológico del Moko del banano (*R. solanacearum*), sirve para tener un umbral de decisión sensible que permita oportunamente verificar, modificar y/o implementar las actividades de control oportunas y adecuadas, para minimizar el impacto económico que tiene actualmente para el área de estudio (5).

No existe en la región un manejo integrado de los factores que afectan la incidencia de la enfermedad del moko del banano. A pesar de conocerse que existe una cepa endémica para Guatemala (7) y que los factores edafoclimáticos favorecen el desarrollo de esta enfermedad, actualmente se realiza únicamente un manejo de detección y eliminación de plantas infectadas.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 Moko del banano**

La bacteria *R. solanacearum* (Smith, 1896) comb. nov. Yabuuchi et al., (1995) (= *Pseudomonas solanacearum*, = *Burkholderia solanacearum*), Raza 2, se le clasifica como bacteria patogénica que induce a la marchitez de tipo arbitrario, ya que provoca una degradación que primariamente invade el sistema vascular a aquellos hospedantes manteniéndoles afectado el tejido parenquimatoso e indirectamente es el agente causal de la enfermedad denominada marchitez del banano o "Moko". Primariamente invade el Xilema, elementos traquearios y afecta el transporte de agua en el hospedero. La marchitez del banano o "Moko", probablemente originada de heliconias silvestres en las selvas de Centroamérica, se mencionó por vez primera en 1896 por E. Smith y desde esa época, este tema tiene importancia a escala mundial debido a las pérdidas económicas que ocasiona. Considerada principal enfermedad bacteriana en el mundo desde su descubrimiento en 1896 (12).

El nuevo concepto de raza y patotipo se separaron de *P. solanacearum*, envuelve al presente, al mejor, porque difieren en evolución y epidemiología. A esta bacteria se le clasificó en raza que son mucho menos transparentes; las razas que pueden designarse en el presente son Raza 1, afectan solanáceas y otras plantas; Raza 2, afecta banano y heliconias, y Raza 3, afecta papa. *P. solanacearum* pasó a conformar parte del grupo de las especies fluorescentes (Grupo I) y las fitopatogénicas no fluorescentes quedaron distribuidas entre los géneros *Acidovorax* en el

grupo III; *Burkholderia* y *Ralstonia* quedó abarcando las especies: *R. pickettii* (Palleroni & Dudoroff, 1973) comb. nov., *R. eurotropa* (12).

A nivel infra-subespecífico *R. solanacearum* ha sido clasificada de acuerdo al hospedero, distribución geográfica, patogenicidad, relaciones epidemiológicas y propiedades fisiológicas (Hayward, 1991) (12).

De esta forma a través del tiempo fueron relatadas 5 razas basadas primariamente en la gama de hospederos que afecta (Budedehagen et al., 1962 Budedehagen & Kelman, 1964; Aragaki & Quinon, 1965; He et al., 1983; Budedehagen, 1986; Agrios, 1997) (11).

El moko del banano *R. solanacearum* es considerado como el mayor factor limitante en la producción de banano, también le llaman en la actualidad como el SIDA del banano. El moko fue reconocido en 1890 en Trinidad y se le considera endémica para Centroamérica y Suramérica y se encuentra presente en el sureste de Filipinas (7).

Se ha encontrado que los primeros análisis que relacionan la evolución de *Ralstonia solanacearum*, usan una restricción del polimorfismo fragmentado en distancia. (RFLP), esto indica, que la raza 2 se encontraron que existen 3 genotipos de multi-locus (MLGs), están correlacionados con el origen geográfico; encontrándose para Centroamérica MLG 24. Propuestos los filotipos por M. Fegan (7).

La cantidad de subdivisiones de la enfermedad del moko se da por agrupaciones genéticas donde se localizan la identificación de elementos extraños como “SFR” (Colonias redondeadas viscosas, transmitidas por insectos), ésta se encontró en MLG 25 y 28. Los elementos extraños como “D” (son los causantes la distorsión de la marchitez del cultivo del banano) éstos pertenecen a MLG 24 y 25. Contrapuesto existen otros elementos extraños identificados como “B” que están presentes en MLG 24 solamente (son colonias largas de forma elíptica, muy rápidas para atacar el cultivo del banano. No es común que sea transmitido por insectos) (7).

### **2.2.2 Síntomas de la enfermedad del moko del banano**

Los síntomas de esta enfermedad varían de acuerdo con la etapa de crecimiento de la planta y con la ruta de infección. Las hojas centrales, segunda y tercera hoja son las primeras en mostrar la marchitez y las demás hojas totalmente extendidas de las plantas, de cualquier edad,

muestran una marchitez, seguido por pérdida de turgencia, desecación y necrosis. A nivel de campo se le denomina quemadura de cigarro. En plantas maduras, la base del pecíolo se colapsa, y las hojas marchitas penden alrededor del pseudotallo. Las hojas más jóvenes no terminan de emerger sino que desarrollan manchas blancuzcas en la lámina, que luego se necrosan. Los hijuelos (o retoños), pueden mostrar un marchitamiento general; sin embargo, la infección no es siempre sistémica y algunas veces se producen hijuelos saludables (5).

### 2.2.3 Signos de la enfermedad del moko del banano

Los haces vasculares muestran en su interior, una decoloración café-rojiza, primariamente invade el sistema vascular a aquellos hospederos, mantiene afectado el tejido parenquimatoso e indirectamente causa la marchitez, invadiendo primero el Xilema, elementos traquearios, afectando el transporte de agua en el hospedero; dependiendo del tipo de infección, se puede extender a toda la planta o localizarse en el ráquis. Si los cortes de tejido vascular se mantienen húmedos, se observan gotas de exudado bacterial, cuyo color puede variar de amarillo a café-rojizo o negro. Existe evidencia convincente de que la infección se origina a través de las inflorescencias y de raíz. Esta enfermedad es transmitida por insectos, a través de heridas provocadas por herramienta infectada. El ennegrecimiento y el marchitamiento de las flores masculinas, se observa frecuentemente en plantas maduras, y la decoloración vascular puede detectarse dentro del pedúnculo y a través del ráquis. Este ennegrecimiento algunas veces se extiende a los frutos localizados en la parte baja de los racimos, que en su exterior se ven amarillos para consumo. Internamente, los frutos de todos los racimos adquieren un café-rojizo y luego se pudren (5).

### 2.2.4 Transmisores

La diseminación de *R. solanacearum* se ha determinado que se da a través de implementos agrícolas y de raíz a raíz. Otra diseminación menos importante ocurre a través de semillas, suelo, agua e infecciones latentes en plantas hospederas, tales como. *Asclepios curassavica* L., *Cecropia peltata* L., *Piper auritum* HBK, *Piper peltatum* L., *Ricinis comunis* L., *Solanum hirtum* Vahl., *Solanum nigrum* L., *Solanum umbellatum* Mill., *Solanum verbascifolium* L. y *Xanthosomas roseum* Schott (5).



Transmisión por medio de insectos para la estirpe que afecta el fruto, es la causa principal de la rápida diseminación de esta enfermedad (más de 25 kilómetros por año en algunas áreas), desde que se observó por primera vez en la isla de Java (5).

La enfermedad también se puede transmitir mediante material de siembra infectado. Las hojas, raíces, pseudotallos y frutos de las plantas infectadas que caen al suelo y se descomponen en él incorporándose como materia orgánica, se convierten en fuentes de infección. Los racimos infectados, que tienen apariencia saludable y son comercializados, también constituyen fuente de infección de la enfermedad (5).

La transmisión de la enfermedad puede ocurrir a través de heridas provocadas por herramientas punzo-cortantes contaminadas por el moko del banano y utilizadas durante las labores culturales (podas, cortes, deshije, deshoje, desmanado). Los síntomas son visibles en la planta, 3 semanas después de haber sido infectadas por este medio. La transmisión con machete es probablemente la forma más común de esparcir la enfermedad del moko del banano (5).

La generación de métodos de detección de la bacteria se han desarrollado por *R. solanacearum* constituye un complejo heterogéneo de especies fenotípicas (7).

### **2.2.5 Epidemiología del moko del banano**

Siendo la epidemiología el producto de la interacción del patógeno, un hospedero susceptible y condiciones climáticas que propician la enfermedad, se demuestra el valor de importancia que tiene el estudio epidemiológico en el cultivo del banano (*M. paradisiaca* var. *Sapientum*). El ciclo de la enfermedad del moko del banano es la parte medular de la epidemiología; en este ciclo, no existe inicio ni final; cualquier evento permite que se lleve a cabo el siguiente. Se puede diferenciar entre características particulares de patógenos y hospederos, pero el ciclo en general es el mismo; así, los propágulos empiezan por infectar el tejido, penetrar, colonizar y subsecuentemente producir más propágulos (12). Gauman, citado por Kranz (1974), esquematiza este ciclo mediante una cadena cerrada en la cual cada factor es un elemento de la epidemia; el eslabón más importante en el ciclo es el de producción del inóculo para el siguiente ciclo de infección. El moko del banano tiene un ciclo de infección que se desarrolla en 21 días (7).

Durante el progreso de una epidemia, el ciclo de eventos ocurre repetidamente: la producción, dispersión e intercepción del inóculo y algunos de los propágulos sobrevivientes infectan. Como

consecuencia de esta multiplicación, la enfermedad se intensifica y reduce la producción de un cultivo. Para el caso del moko del banano planta infectada es planta eliminada. La severidad de la enfermedad a través del curso de la epidemia depende de múltiples factores ambientales, biológicos y físicos. El análisis parcial o completo permite en un momento dado implementar medidas de control (12).

El epidemiólogo debe tomar en consideración el análisis al principio para el conocimiento de la enfermedad en particular y las prácticas de manejo utilizadas. Si el potencial de la epidemia es detectado suficientemente temprano o el potencial de pérdidas puede ser estimado con tiempo se ayudará en la reducción de plantas infectadas (12).

### **2.2.6 Incidencia**

Representa el número de unidades atacadas por unidad de medida, considerando como unidades el número de plantas, hojas, tallos, frutos, ó raíces atacadas por surco, parcela ó campo. Es el parámetro más empleado para medir el daño causado por enfermedades porque es un sistema fácil y rápido de emplear (3).

### **2.2.7 Severidad**

Es el área de tejido de la planta afectado por la enfermedad, es importante registrar la parte afectada que se está evaluando, es decir, si se trata de hojas, pecíolos, frutos, raíces ó hipocotilos; también se debe considerar el tamaño, frecuencia y edad de las lesiones (3).

### **2.2.8 Índice de riesgo**

Este índice corrige los errores que se pueden dar por sobre o subestimación de la incidencia de la enfermedad a nivel de zona o a nivel de finca. Se corrige al establecer las relaciones área enferma y área total de finca así como lotes infectados y lotes totales. En el caso particular de una finca, un incremento en el índice a pesar de las medidas de control implementadas esta indicando que algún factor no fue considerado en las medidas (2).

### **2.2.9 Resiembra**

Consiste en la sustitución hijuelos que no germina, por posturas de material vegetativo nuevo; así como el recubrimiento de espacios claros en una finca establecida. La finalidad es estandarizar la población para mejorar la distribución y aprovechamiento del área del cultivo. El riesgo es que el material vegetativo recolectado dentro del área de campo puede ser material infectado con la enfermedad del Moko del banano (*R. solanacearum*) (1).

### **2.2.10 Control de Malezas**

Consiste en eliminar todo tipo de malezas, de forma manual ó aplicando productos químicos como el glifosato, paraquat, glufosinato de amonio, teniendo mucho cuidado de no dañar el brote del cultivo y las resiembras pequeñas. El objetivo de esta actividad es que las malezas no sean hospederas de la enfermedad y evitar la competencia entre las malezas y el cultivo de banano (1).

### **2.2.11 Drenajes**

Son estructuras utilizadas en la finca para conducir agua o eliminar el exceso de agua superficial del suelo y para bajar el manto freático hasta un nivel de 1.5 m como mínimo. Con esta práctica se logra el desarrollo normal de la plantación de banano y la mejor aireación dentro del terreno, evitando que los suelos se aneguen y sufran del ataque de nemátodos, hongos y bacterias que puedan enfermar el cultivo del banano (1).

### **2.2.12 Poda**

Consiste en la eliminación de los brotes indeseables, seleccionando únicamente el hijo que será la próxima unidad de producción, buscando siempre hacia el lado donde hay mayor espacio y aireación. Con esta práctica el personal de campo por su desconocimiento pueden infectar con la enfermedad del moko del banano (*R. solanacearum*) a otras plantas sanas (1).

### **2.2.13 Deshoje del banano**

Esta actividad consiste en la eliminación parcial o total de las hojas, maduras o secas que han sido dobladas y que pueden llegar a causar danos a la fruta; las hojas que no son funcionales o que están infestadas por sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* s). El objetivo principal en esta

actividad es reducir el porcentaje de la infección. En esta labor, se deberá cortar totalmente la hoja infectada. Se debe tener cuidado de no infectar plantas sanas (1).

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo general**

Estudiar la epidemiología de la enfermedad del moko del banano (*R. solanacearum.*) en el municipio de Tiquisate, Escuintla, Guatemala.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- 2.3.2.1 Identificar los factores relacionados en la epidemiología de la enfermedad del moko del banano.
- 2.3.2.2 Evaluar el porcentaje de incidencia de la enfermedad del moko del banano en los diferentes lotes o cables.
- 2.3.2.3 Establecer la distribución espacial y temporal de la enfermedad del moko del banano.
- 2.3.2.4 Elaborar un índice de riesgo en términos de incidencia por cables o lotes en la finca.

## **2.4 METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en la determinación de la epidemiología del moko del banano (*Ralstonia solanacearum*) consistió en la realización de las siguientes actividades, durante las 34 semanas comprendidas en el período del 01 agosto del 2,005 al 21 de marzo 2,006:

- a. En cada uno de los 34 cables, durante las 34 semanas que duró la investigación, se realizó la ubicación y cuantificación de los focos de infección del moko del banano, determinando la incidencia de la enfermedad.
- b. Durante cada semana, se llevó un registro de precipitación, humedad relativa y temperatura.
- c. En la fase de gabinete, con los datos de campo, se generó una base de datos digital ordenada en hojas electrónicas que posteriormente se sometieron a un análisis estadístico en una hoja de cálculo de Excel®, con la finalidad de establecer la relación entre las variables de respuesta estudiadas (número de plantas infectadas con el moko del banano, área infectada, comportamiento de la enfermedad en el área cuarentenada, comportamiento de la enfermedad fuera del área cuarentenada, número de plantas enfermas que ya tienen racimo y número de plantas enfermas que no tienen racimo) y las variables independientes o predictoras (la semana de estudio, la precipitación, la humedad relativa mínima, la humedad relativa máxima,

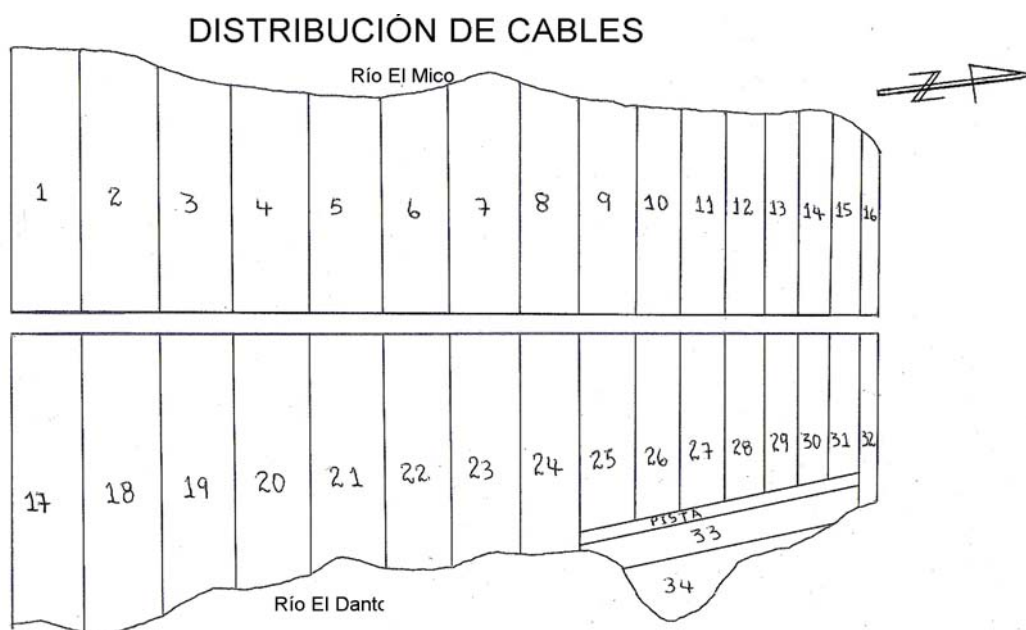
la temperatura mínima y la temperatura máxima). Se hizo un Análisis de Varianza (ANDEVA) y se sometieron los datos a un análisis de Regresión Múltiple, para la generación de un modelo predictor.

### 2.4.1 Diseño experimental

Para esta evaluación se empleó el diseño al irrestricto azar con 34 tratamientos (cables o lotes) y 34 repeticiones (semanas), para un total de 1,156 unidades experimentales.

### 2.4.2 Unidad experimental

La unidad experimental de este estudio es cada uno de los 34 cables o lotes, que se refieren a las unidades productivas de cultivo de banano, en que está dividida la finca Toro Pinto II, que fueron sujetos de estudio durante las 34 semanas que duró esta investigación. Ver la Figura 2.1.



**Figura 2.1** Distribución de las 34 unidades experimentales (cables o lotes) en que está dividida la finca Toro Pinto II.

### 2.4.3 Repeticiones

Las repeticiones de los tratamientos (cables o lotes) son las 34 semanas que duró la fase de campo de esta investigación. En cada semana, para cada cable o lote, se determinó el

comportamiento de las variables dependientes (número de plantas infectadas con el moko del banano, área con cobertura de plantas infectadas, comportamiento de la enfermedad en el área cuarentenada, comportamiento de la enfermedad fuera del área cuarentenada, número de plantas enfermas que ya tienen racimo y número de plantas enfermas que no tienen racimo), en función de las variables independientes o predictoras (la precipitación, la humedad relativa mínima, la humedad relativa máxima, la temperatura mínima y la temperatura máxima).

#### 2.4.4 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en esta investigación fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta del ij-ésimo cable o lote

$\mu$  = efecto de la media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo cable o lote

$\epsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-ésima cable o lote

$i$  = 1, 2, 3, ..., 34 cables o lotes

$j$  = 1,2,3, ..., 34 semanas

#### 2.4.5 Manejo de la investigación

- a. Se procedió a determinar la dinámica de incidencia de la enfermedad, ubicando cuántos y cuales de los 34 lotes (cables) en que se divide la finca manifestaron focos de infección. Esta actividad se realizó por una cuadrilla de 7 personas con experiencia en la identificación de la enfermedad del moko en el campo.
- b. Se hizo un recuento del número de focos, el cable o lote en que se localiza, el área que abarca cada foco infectado, la semana en que se localiza, el número de plantas infectadas en cada foco localizado. Esta actividad se realizó semanalmente, a través del monitoreo de cada uno de los 34 lotes en que está dividida la finca Toro Pinto II.

- c. Cada foco de infección se tomó como un caso de incidencia. La ubicación de cada planta enferma dentro de los cables o lotes en que se divide la unidad productiva permitió determinar el comportamiento de distribución aleatorio de la enfermedad. En todos los cables, se midió el área que ocupa cada foco de infección, se determinó el número de plantas infectadas por cada foco y la época (semana) de localización.
- d. Se elaboró un croquis de campo para indicar los lotes y el número de focos de infección de la enfermedad del moko del banano. Esta información fue útil para determinar la distribución espacial de la enfermedad.
- e. En el período de agosto 2,005 a abril del 2,006, se hizo la toma de datos de precipitación pluvial, humedad relativa y temperatura obtenidos de la estación meteorológica clase B de la finca Santa Rosita. Esta finca está ubicada a 2 kilómetros de la finca Toro Pinto II.
- f. Los datos climáticos indicados, obtenidos cada semana, se relacionaron con los datos de focos de infección del moko del banano. Esta información se utilizó para generar un modelo matemático (funciones de regresión) que permita establecer la relación existente entre las condiciones climáticas y el número de casos localizados para cada uno de los cables, en que se divide la finca.

#### **2.4.6 Variables de respuesta y variables predictoras:**

La variable respuesta de esta investigación es la incidencia de la enfermedad del moko del banano. Las variables independientes o predictoras son: “semana (S)”, “porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax)”, “porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin)”, “temperatura máxima (Tmax)” “temperatura mínima (Tmin)” y “precipitación (P)”.

#### **2.4.7 Recursos humanos**

Para el trabajo de campo, se contó con una cuadrilla integrada por 7 personas expertas en la detección de la enfermedad del moko del banano. Una de esas personas es el caporal encargado de la cuadrilla.

## 2.4.8 Análisis de la información

### 2.4.8.1 Análisis de Varianza

Se realizó un análisis de varianza en un diseño al completo azar. En este análisis, los tratamientos son los 34 cables o lotes en que está dividida la finca y las repeticiones son las 34 semanas que duró el estudio.

### 2.4.8.2 Análisis de regresión múltiple

Se realizó un análisis de regresión múltiple entre la variable dependiente "Incidencia" de la enfermedad del moko del banano y las variables independientes o predictoras: "semana (S)", "porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax)", "porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin)", "temperatura máxima (°C)", "temperatura mínima (°C)" y "precipitación (mm)".

Los modelos se generaron para los Cables o lotes en que está dividida la finca y se generaron por semana de desarrollo de esta investigación.

En esta investigación, se probaron los siguientes modelos matemáticos:

#### Modelo lineal aditivo:

$$Y = b_0 + b_1S + b_2T + b_3H + b_4 P$$

#### Modelo cuadrático

$$Y = b_0 + b_1S + b_2S^2 + b_3T + b_4T^2 + b_5H + b_6H^2 + b_7P + b_8P^2 + b_9ST + b_{10}SH + b_{11}SP + b_{12}TH + b_{13}TP + b_{14}HP$$

#### Modelo logarítmico

$$Y = b_0 + b_1 \ln S + b_2 \ln T + b_3 \ln H + b_4 \ln P$$

#### Modelo general

$$Y = b_0 + b_1S + b_2 \ln S + b_3S^2 + b_4T + b_5 \ln T + b_6T^2 + b_7H + b_8 \ln H + b_9H^2 + b_{10}P + b_{11} \ln P + b_{12}P^2 + b_{13}ST + b_{14} \ln(ST) + b_{15}SH + b_{16} \ln(SH) + b_{17}SP + b_{18} \ln(SP) + b_{19}TH + b_{20} \ln(TH) + b_{21}TP + b_{22} \ln(TP) + b_{23}HP + b_{24} \ln(HP)$$



Los modelos propuestos se generaron a través del análisis estadístico de los datos recabados, con el apoyo una hoja de cálculo de Excel®.

### 2.4.8.3 Índice de Riesgo:

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el comportamiento de distribución del moko del banano (*R. solanacearum*) en cada uno de los 34 lotes ó cables, a través de un croquis. Luego se calculó el índice de riesgo de infección de la enfermedad del moko, dada la dispersión del agente causal. Este índice se estimó con base en el producto de las relaciones entre el área infectada y área total y entre los lotes infectados y lotes totales; es decir: (2)

$$IR = \left( \frac{Ai}{At} \right) \left( \frac{Li}{Lt} \right)$$

Donde:

IR: índice de riesgo,          Ai: área enferma de la finca,          At: área total de la finca.

Li: Lotes infectados en la finca,                                  Lt: Lotes totales de la finca

Cuando el índice de riesgo es bajo se facilita el manejo de la enfermedad. Lo que se hizo fue estimar la probabilidad que tienen las unidades de producción sanas en una finca bananera de ser infectadas, la cual obviamente se dispara con el aumento del área infectada y con el incremento de la dispersión (10).

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.5.1 Cuantificación de la enfermedad

Se determinó presencia de la enfermedad en toda el área de estudio. En algunos cables o lotes se observó mayor número de focos de infección cercanos al área de selección y empaque donde hay mayor tráfico de personas y probablemente al tipo de suelo y a canales principales de irrigación existente en dichas áreas. De 374,448 plantas que tiene la finca, se registraron 1,122 plantas infectadas con la enfermedad equivalente al 0.3% de incidencia.

El área afectada con la enfermedad es equivalente a 12,021 m<sup>2</sup> o sea el 0.43% de 2,768,770 m<sup>2</sup> de área total. De los 34 cables en que se divide el área total de la finca, en 31 cables

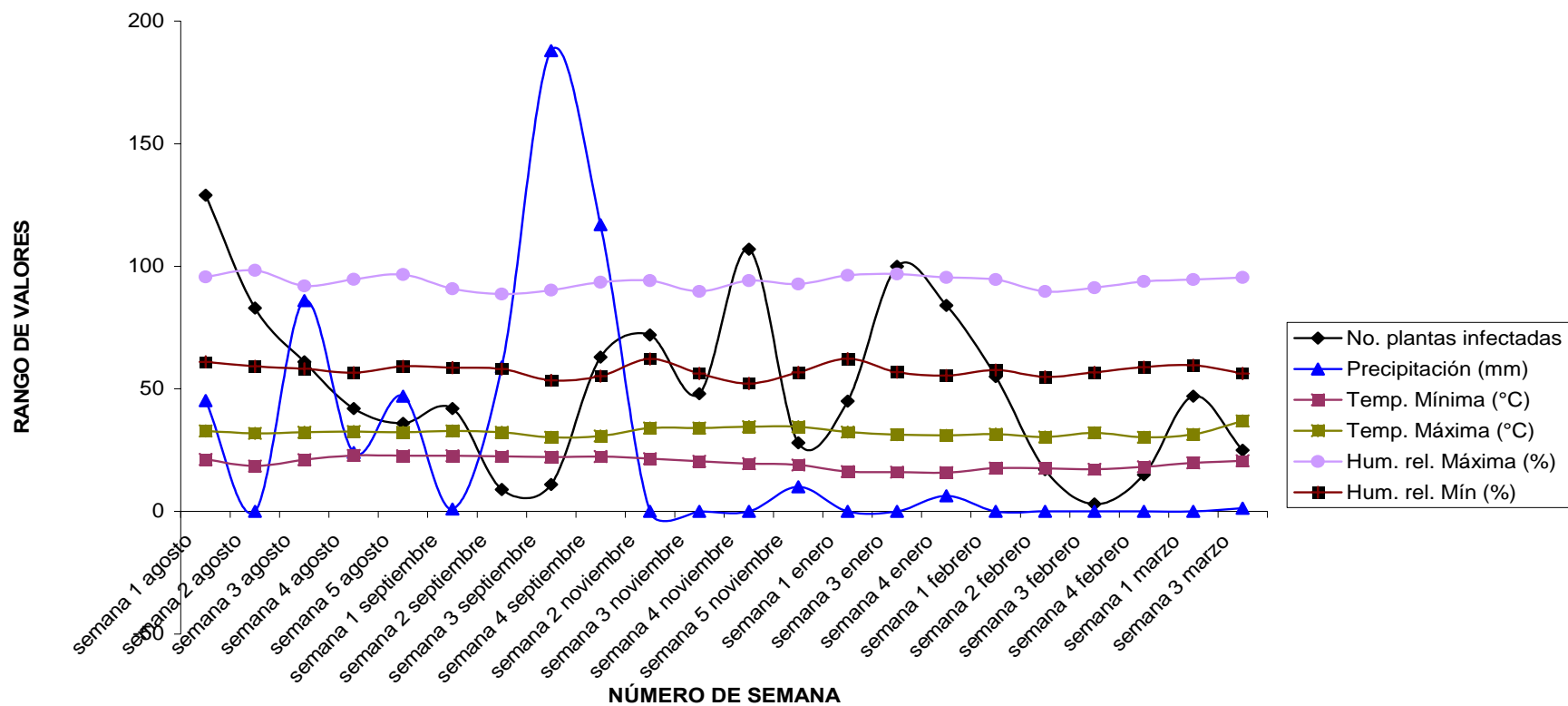
(91.2%) se encontraron plantas infectadas. De las 1,122 plantas infectadas, 487 (43.4 %) se encontraron dentro del área cuarentenada y 635 (56.6 %) se encontraron fuera de esta área. Así mismo, de estas 1,122 plantas enfermas con moko del banano, se determinó que 634 plantas infectadas (56.5 %) ya tenían racimo y 488 plantas infectadas (43.5 %) aún no tenían racimo (Cuadro 2.23A).

En el Cuadro 2.23A se presenta el registro detallado de la información sobre el número de plantas infectadas con la enfermedad del moko del banano (*R. solanacearum*), así como el área de cobertura de la infección, el número de plantas infectadas dentro y fuera del área cuarentenada, el número de plantas infectadas que tienen racimo y las que no tienen racimo. Toda la información se presenta ordenada para cada uno de los 34 cables en los que se divide la finca, así como para cada una de las 34 semanas de estudio, comprendidas entre el uno de agosto de 2,005 y el dos de enero de 2,006, período en el que se realizó esta investigación.

En el Cuadro 2.1 y Figura 2.2, se presenta la misma información anterior con la diferencia que la misma está ordenada únicamente por semana de estudio en el mismo período, sin considerar el número de cable donde se determinaron las plantas infectadas. En el Cuadro 2.1, se presentan los datos de temperatura mínima y máxima y valores de humedad relativa mínima y máxima, registrados para cada semana. En este cuadro hay semanas en las que no existe registro de información debido a circunstancias excepcionales, como la ocurrida con la tormenta "Stan".

**Cuadro 2.1.** Registro de focos de infección de moko de banano (*R. solanacearum*) y datos climáticos, por semana de estudio, en la finca Toro Pinto II, Tiquisate, Escuintla, agosto 2,005-marzo 2,006.

Semana no.	No. plantas/caso	área de cobertura/ foco (m <sup>2</sup> )	Plantas infectadas dentro del área cuarentenada	Plantas infectadas fuera del área cuarentenada	Plantas con racimo, infectadas	Plantas sin racimo, infectadas	Precipitación (mm)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Humedad relativa mínima (%)	Humedad relativa máxima (%)
1	129	1283	82	47	75	54	45.2	21.26	32.8	95.7	61.05
2	83	814	28	50	49	29	0	18.5	31.9	98.3	59.18
3	61	603	28	32	33	27	86	21.08	32.33	92	58.27
4	39	426	9	33	31	13	24	22.83	32.6	94.72	56.6
5	34	386	29	11	19	21	47	22.75	32.3	96.6	59.15
6	42	426	18	22	26	13	1	22.7	32.8	90.82	58.65
7	9	90	3	6	6	3	59	22.5	32.3	88.65	58.15
8	11	144	7	7	11	3	188	22.16	30.2	90.25	53.5
9	63	686	10	53	43	20	117	22.37	30.8	93.45	55.25
10	SIN REGISTRO DE DATOS						750	22.5	36	96.05	54.45
11	SIN REGISTRO DE DATOS						80	22.5	34	98.08	58.1
12	SIN REGISTRO DE DATOS						20	22.21	35	94.06	56.35
13	SIN REGISTRO DE DATOS						10	21.5	35	92.32	58.55
14	72	764	24	48	38	34	0	21.5	34	94.17	62.24
15	48	505	30	18	23	25	0	20.5	34	89.78	56.25
16	107	1133	53	49	67	35	0	19.5	34.5	94.2	52.15
17	28	302	4	24	16	12	10	19	34.5	92.8	56.75
18	SIN REGISTRO DE DATOS						4.04	17.5	34	92.8	56.75
19	SIN REGISTRO DE DATOS						0	18	34	95.55	58.98
20	SIN REGISTRO DE DATOS						0	19	35.5	96.5	57.77
21	SIN REGISTRO DE DATOS						0	20.3	32.2	94.2	54.62
22	SIN REGISTRO DE DATOS						0	18.5	34.1	93.15	58.65
23	53	567	16	37	19	34	0	16.3	32.4	96.28	62.36
24	SIN REGISTRO DE DATOS						0	16.09	31.27	97.4	56.7
25	100	1140	28	72	46	54	0	16.03	31.34	96.89	56.87
26	84	1024	45	41	45	41	6.35	15.86	30.96	95.4	55.45
27	SIN REGISTRO DE DATOS						0	16.87	31.59	93.45	56.4
28	55	674	23	36	33	26	0	17.71	31.59	94.6	57.65
29	17	218	8	11	11	8	0	17.57	30.37	89.75	54.85
30	3	34	0	3	0	3	0	17.21	32.11	91.27	56.75
31	15	164	11	5	9	7	0	18.23	30.29	93.82	58.85
32	47	566	21	28	27	22	0	19.77	31.45	94.6	59.58
33	SIN REGISTRO DE DATOS						0	20.26	32.24	96.77	54.65
34	25	276	4	21	17	8	1.27	20.67	36.87	95.45	56.3
<b>Totales</b>	<b>1,122</b>	<b>12,021</b>	<b>481</b>	<b>654</b>	<b>642</b>	<b>493</b>	-----	-----	-----	-----	-----



**Figura 2.2** Número de plantas infectadas con la enfermedad del moko del banano, respecto a los factores ambientales (ver registros climáticos en Cuadro 2.1).

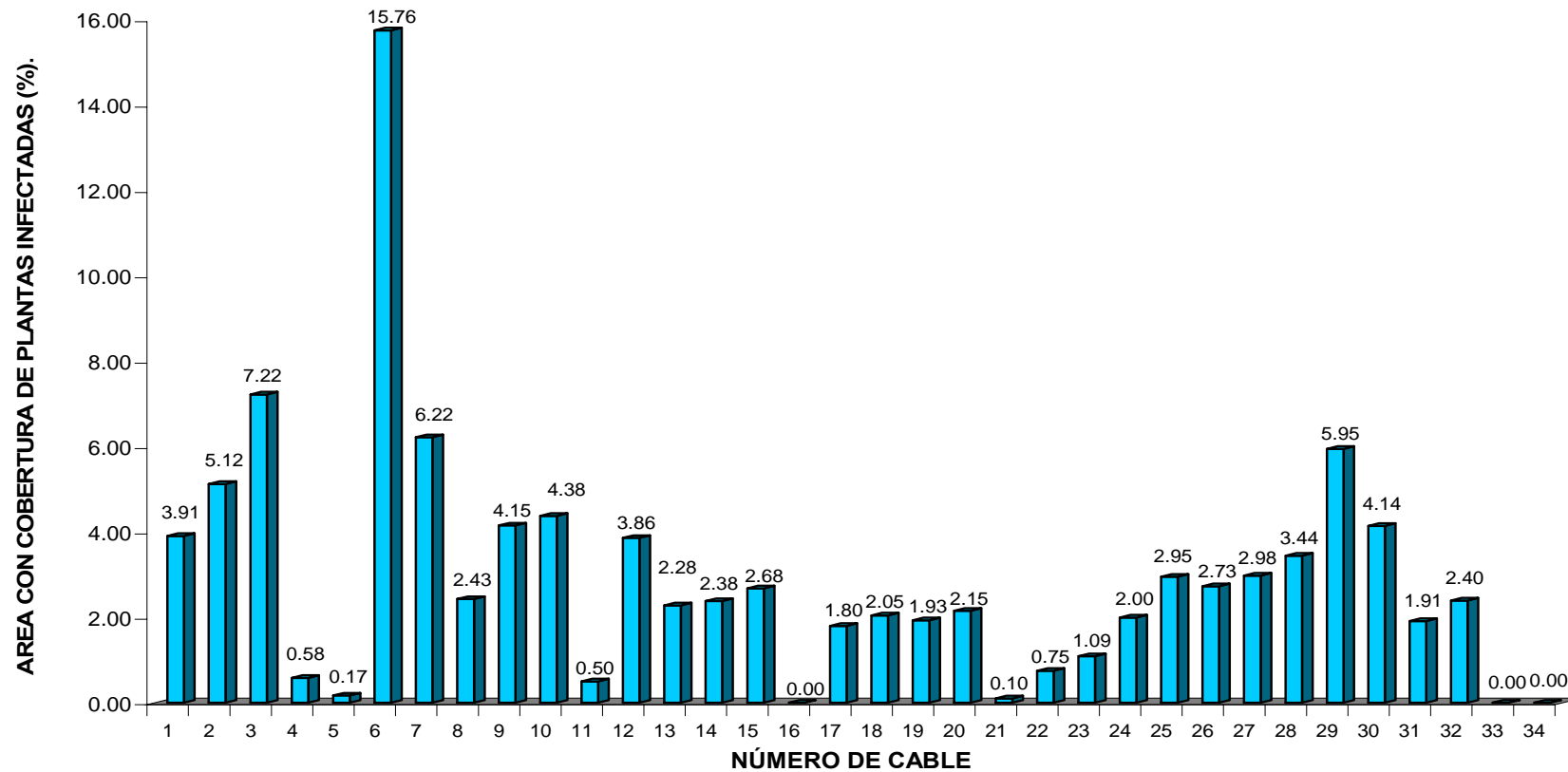
En la Figura 2.2 puede observarse el número de plantas infectadas con el moko del banano, conjuntamente con las gráficas de factores ambientales (precipitación, temperatura mínima, temperatura máxima, humedad relativa mínima y humedad relativa máxima), con la finalidad de presentar las relaciones existentes entre estos factores y el nivel de incidencia de la enfermedad.

En el Cuadro 2.2 se presenta un resumen por cable, del número de plantas enfermas, dentro y fuera del área cuarentenada, plantas con racimo y sin racimo, área y porcentaje de área infectada en cada cable de la finca Toro Pinto II.

En la Figura 2.3 se presenta el porcentaje de área infectada por cable para que gráficamente pueda observarse el comportamiento de las áreas de infección, tomando en cuenta la posición del cable o lote en estudio.

**Cuadro 2.2** Número de plantas enfermas, dentro y fuera del área cuarentenada, plantas con racimo y sin racimo, área y porcentaje de área infectada en cada cable de la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

CABLE	PLANTAS INFECTADAS	ÁREA INFECTADA (m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DE ÁREA INFECTADA	PLANTAS INFECTADAS DENTRO DEL ÁREA CUARENTENADA	PLANTAS INFECTADAS FUERA DEL ÁREA CUARENTENADA	PLANTAS INFECTADAS, CON RACIMO	PLANTAS INFECTADAS, SIN RACIMO
1	44	470	3.91	11	33	25	19
2	55	616	5.12	26	29	21	34
3	77	868	7.22	47	30	44	33
4	10	70	0.58	3	7	2	8
5	2	20	0.17	0	2	0	2
6	181	1894	15.76	87	94	104	77
7	71	748	6.22	33	38	43	28
8	26	292	2.43	11	15	12	14
9	56	499	4.15	19	37	33	23
10	47	526	4.38	25	22	26	21
11	5	60	0.50	2	3	4	1
12	41	464	3.86	28	13	28	13
13	23	274	2.28	13	10	14	9
14	25	286	2.38	12	13	21	4
15	30	322	2.68	11	19	16	14
16	0	0	0.00	0	0	0	0
17	19	216	1.80	7	12	8	11
18	22	246	2.05	7	15	15	7
19	23	232	1.93	13	10	12	11
20	23	259	2.15	7	16	13	10
21	1	12	0.10	0	1	0	1
22	9	90	0.75	3	6	8	1
23	13	131	1.09	0	13	7	6
24	22	240	2.00	10	12	7	15
25	36	355	2.95	4	32	20	16
26	31	328	2.73	0	31	21	10
27	34	358	2.98	22	12	11	23
28	34	414	3.44	10	24	24	10
29	68	715	5.95	48	20	52	16
30	43	498	4.14	12	31	21	22
31	21	230	1.91	9	12	9	12
32	30	288	2.40	10	20	13	17
33	0	0	0.00	0	0	0	0
34	0	0	0.00	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	1,122	12,021	100.00				



**Figura 2.3** Porcentaje de infección por área, en la Finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

### **2.5.2 Focos de infección del moko del banano, por cable o lote**

Se presentan los resultados determinados y analizados para todos los cables o lotes en que se encuentra dividida la finca Toro Pinto II, para las variables dependientes: total de plantas infectadas, plantas infectadas dentro y fuera del área cuarentenada, plantas infectadas con y sin racimo.

En los análisis de varianza realizados para cada variable se obtuvieron valores altos de coeficiente de variación (C.V.), con valores de 183.92% a 285.365%. Dado que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, los altos valores determinados en el coeficiente de variación no son relevantes. Si, aún con un alto valor de error experimental, el diseño experimental pudo mostrar diferencias significativas, se acepta que el mismo cumplió con su cometido, consistente en mostrar diferencias entre los tratamientos evaluados.

En todos los análisis de regresión múltiple observó valores bajos de coeficientes de regresión para los modelos generados, resultados que se consideran normales debido a la cantidad grande de grados de libertad de cada fuente de variación. La sustentación de esta observación puede consultarse en el Cuadro 2.24A, que se refiere a los niveles críticos de R para niveles de significancia del 5% y del 1%.

### **2.5.3 Análisis de varianza para la variable de incidencia de la enfermedad por cable**

Según el análisis, la ubicación del cable o lote afecta significativamente en la incidencia de la enfermedad del moko del banano y consecuentemente se espera que en algún o algunos de los 34 cables se tendrán mayor presencia de plantas enfermas que en el resto de cables.

El resumen de ANDEVA para el total de plantas de banano infectadas con la enfermedad del moko del banano, en todos los cables o lotes de la finca se presenta en el Cuadro 2.3.



**Cuadro 2.3** Resumen del análisis de varianza para la variable plantas infectadas con moko, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
CABLE	33	2304.3379	69.8284	3.47	0.0001
Error	426	8572.9578	20.1243		
Total	459	10877.2957			

C.V. = 183.92 %

Para establecer en que cable o cables hubo mayor incidencia de la enfermedad, se realizó comparación de medias con la prueba de Duncan, al 5% de nivel de significancia, Cuadro 2.4. Según éste análisis, la mayor cantidad de focos de infección de la enfermedad del moko del banano fue encontrado en el cable o lote 6, con una media de 12 plantas enfermas, durante el tiempo de duración de esta investigación. Si se relaciona este resultado con la ubicación del cable 6 se encuentra ubicada la empacadora, mostrado en la Figura 2.1. De ello se puede inferir que se debe a la mayor presencia de personas que caminan en ese lugar y que coadyuva en la dispersión de la bacteria e incremento de la enfermedad. Algo similar ocurre en los cables 3, 7, 29, 9 y 2. Estos cables también están cercanos al área de selección y empaque, donde hay alto tráfico diario de personas, lo que demuestra que existe acarreo y dispersión de las bacterias a través del calzado.

**Cuadro 2.4** Resumen de la prueba de Duncan, 5% de significancia para la variable plantas infectadas para cada cable estudiado.

CABLE	GRUPO		MEDIA DE PLANTAS ENFERMAS
6	A		12.067
3	B		5.133
7	B		4.733
29	B	D	4.250
9	B	D	4.000
2	B	D	3.929
1	B	D	3.667
12	B	D	3.154
10	B	D	3.133
30	B	D	2.867
25	B	D	2.571
11	B	D	2.500
15	B	D	2.500
28	B	D	2.125
27	B	D	2.125
14	B	D	2.083
26	B	D	1.938
20	B	D	1.917
19	B	D	1.917
17	B	D	1.900
32	B	D	1.875
8	B	D	1.857
18	B	D	1.833
13	B	D	1.769
24	B	D	1.571
31	B	D	1.313
23	B	D	1.000
4	B	D	0.714
22	B	D	0.692
5		D	0.133
21		D	0.077
16		D	0.000
33		D	0.000
34		D	0.000

Se realizó un análisis de regresión múltiple que determina la relación entre la variable dependiente Incidencia de la enfermedad y las variables independientes o predictoras que fueron semana (S), porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax), porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) y precipitación (P).

Los modelos matemáticos generados a través de análisis de datos en EXCEL para los Cables o lotes en que está dividida la finca y para las semanas en que se realizó esta investigación se muestran en el Cuadro 2.5.

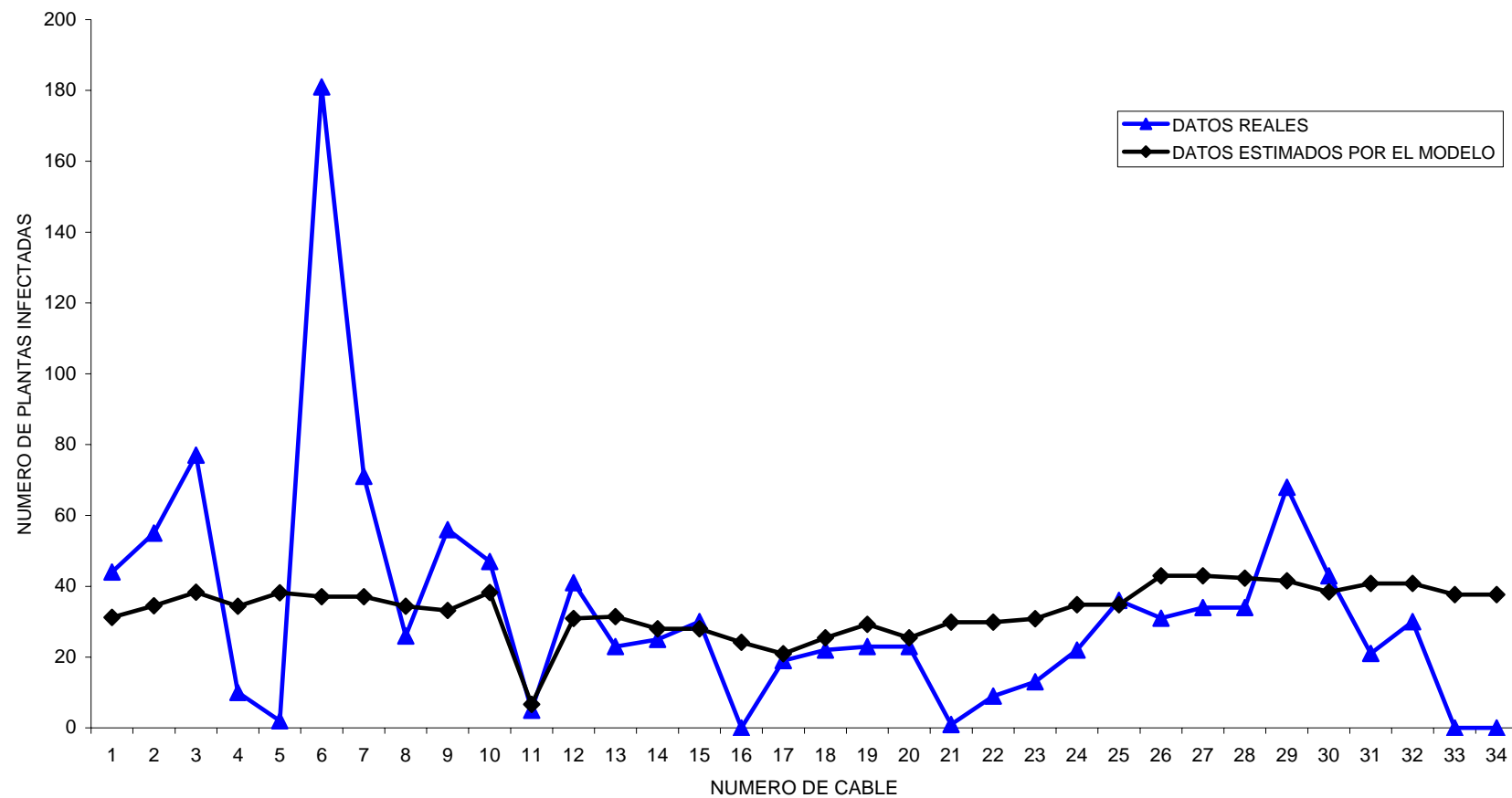
**Cuadro 2.5** Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Incidencia, por cable y por semana de estudio.

FACTOR	MODELO MATEMATICO	R <sup>2</sup>
CABLE	$I = 9.87 - 0.0087(P) - 0.3433(T_{\min})$	0.05289
SEMANA	$I = -633.66 + 7.32(H_{\max})$	0.33426

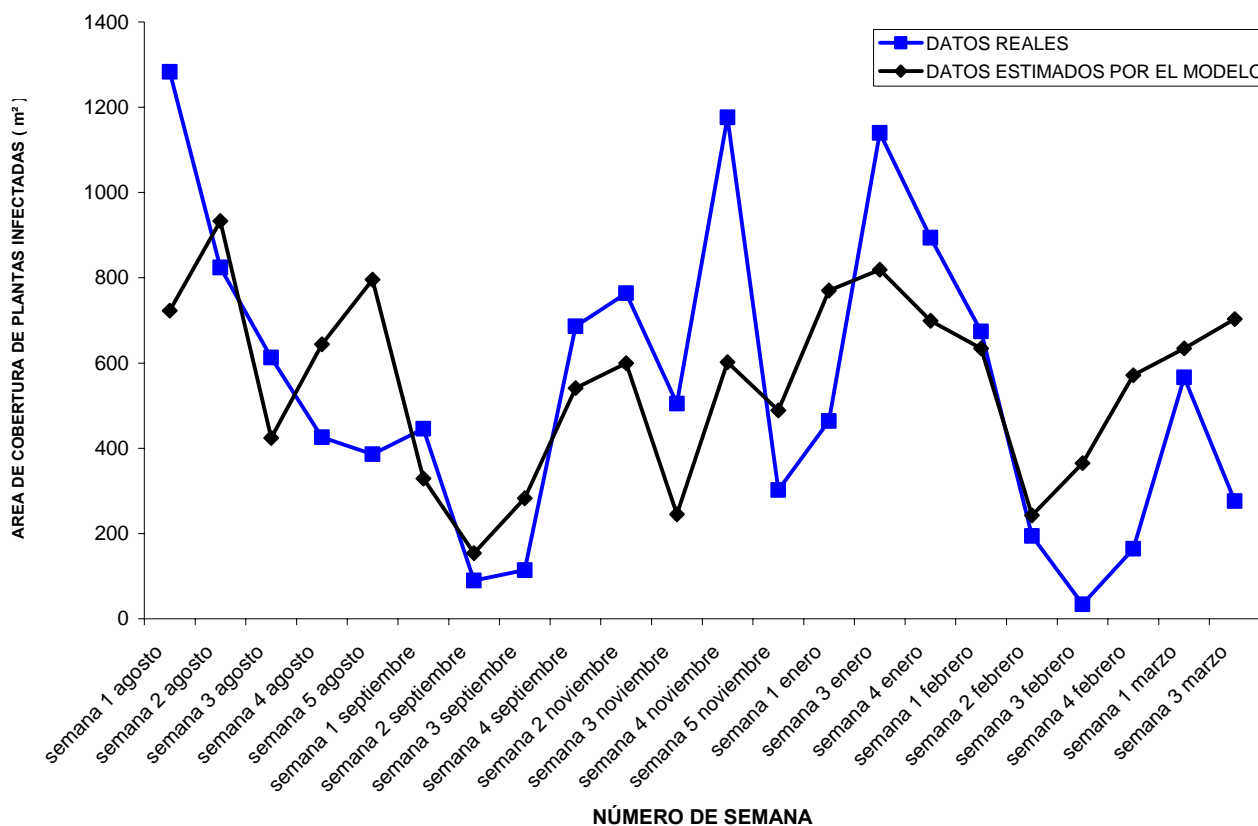
Para facilitar la observación del comportamiento del número total de focos de infección por cada cable, se presentan las Figuras 8 y 9, en las que se muestra gráficamente como incide la ubicación de cada cable y la semana de realización de la investigación, respectivamente. Se observa el buen ajuste que los datos estimados tienen con relación a los reales.

En la Figura 2.4, con base en la gráfica de los datos reales, se puede observar cuan diferente es el número de plantas infectadas en el cable 6, comparado con el resto de cables. En segundo lugar de importancia están los cables 2, 29 y 7. Ello es congruente con los cálculos realizados con la correspondiente prueba de Duncan.

En la Figura 2.5 se puede apreciar, que durante las semanas 1 a la 39 (enero a septiembre), como resurge la enfermedad y se mantiene a lo largo de 9 semanas (de la 39 a la 47). Se interpreta que luego de un período de letargo (época lluviosa), en época seca hay un incremento de la enfermedad. Determinar este comportamiento sirve para orientar a los encargados de campo de la finca para la aplicación oportuna de medidas de prevención y control de la enfermedad.



**Figura 2.4** Número de plantas infectadas con el moko del banano, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.



**Figura 2.5** Número de plantas infectadas con moko, por semana en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005 - 2,006.

#### 2.5.4 Análisis de varianza para la variable área cuarentenada

El valor de significancia contemplado en el Cuadro 2.7, permite inferir que el tamaño del área por cable en la que hay incidencia de la enfermedad del moko del banano, es afectada significativamente por la posición relativa del cable o lote y consecuentemente se espera que en algún o algunos de los 34 cables se tendrá un área mayor de infección que en el resto de cables.

El resumen de ANDEVA para el área que abarcan las plantas de banano infectadas con la enfermedad del moko del banano, en todos los cables o lotes de la finca se presenta en el Cuadro 2.6.

**Cuadro 2.6** Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta ÁREA cuarentenada, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
CABLE	33	257616.8547	7806.5713	3.31	0.0001
Error	426	1003202.0562	2354.9344		
Total	459	1260818.9109			

C.V. = 185.70 %

Debido a la significancia en el análisis de varianza se hizo comparación de medias a través de la prueba de Duncan, al 5% de nivel de significancia, Cuadro 2.7.

Como se observa en el Cuadro 2.7, el área de infección de la enfermedad del moko del banano encontrado en el cable o lote 6, muestra una diferencia significativa con el resto de cables, con una media de  $126.27\text{m}^2$ . Esto era de esperarse dado que es el lote o cable donde se presentó la mayor incidencia de la enfermedad.

Si se relaciona este resultado con la ubicación del cable 6 mostrado en la Figura 2.1, se puede inferir que, nuevamente, se debe a la mayor presencia de elementos contaminantes. En este cable se encuentra ubicada la empacadora, por lo que el tráfico y, consecuentemente, el pisoteo diario de personas son altos.

**Cuadro 2.7** Resumen de la prueba de Duncan (5% significancia) para la variable respuesta, área de infección para cada cable estudiado.

CABLE	GRUPO		MEDIA DE AREA CON PLANTAS INFECTADAS (m <sup>2</sup> )
6		A	126.27
3		B	57.87
7	C	B	49.87
29	C	B	44.69
2	C	B	44.00
1	C	B	39.17
12	C	B	35.69
9	C	B	35.64
10	C	B	35.07
30	C	B	33.20
11	C	B	30.00
15	C	B	26.83
28	C	B	25.88
25	C	B	25.36
14	C	B	23.83
27	C	B	22.38
17	C	B	21.60
20	C	B	21.58
13	C	B	21.08
8	C	B	20.86
18	C	B	20.50
26	C	B	20.50
19	C	B	19.33
32	C	B	18.00
24	C	B	17.14
31	C	B	14.38
23	C	B	10.08
22	C		6.92
4	C		5.00
5	C		1.33
21	C		0.92
16	C		0.00
33	C		0.00
34	C		0.00

Se realizó un análisis de regresión múltiple que determina la relación entre la variable dependiente “área de incidencia” de la enfermedad del moko del banano y las variables independientes o predictoras: semana (S), porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax), porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima

( $T_{min}$ ) y precipitación (P). De las variables indicadas, las que influyeron significativamente en la incidencia de la enfermedad fueron la precipitación y la temperatura mínima, para el modelo de incidencia por cable; y la humedad relativa máxima, para el modelo de incidencia por semana. En el Cuadro 2.8 se muestran los modelos matemáticos referidos, con el correspondiente valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

**Cuadro 2.8** Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable área de infección, por cable y por semana de estudio.

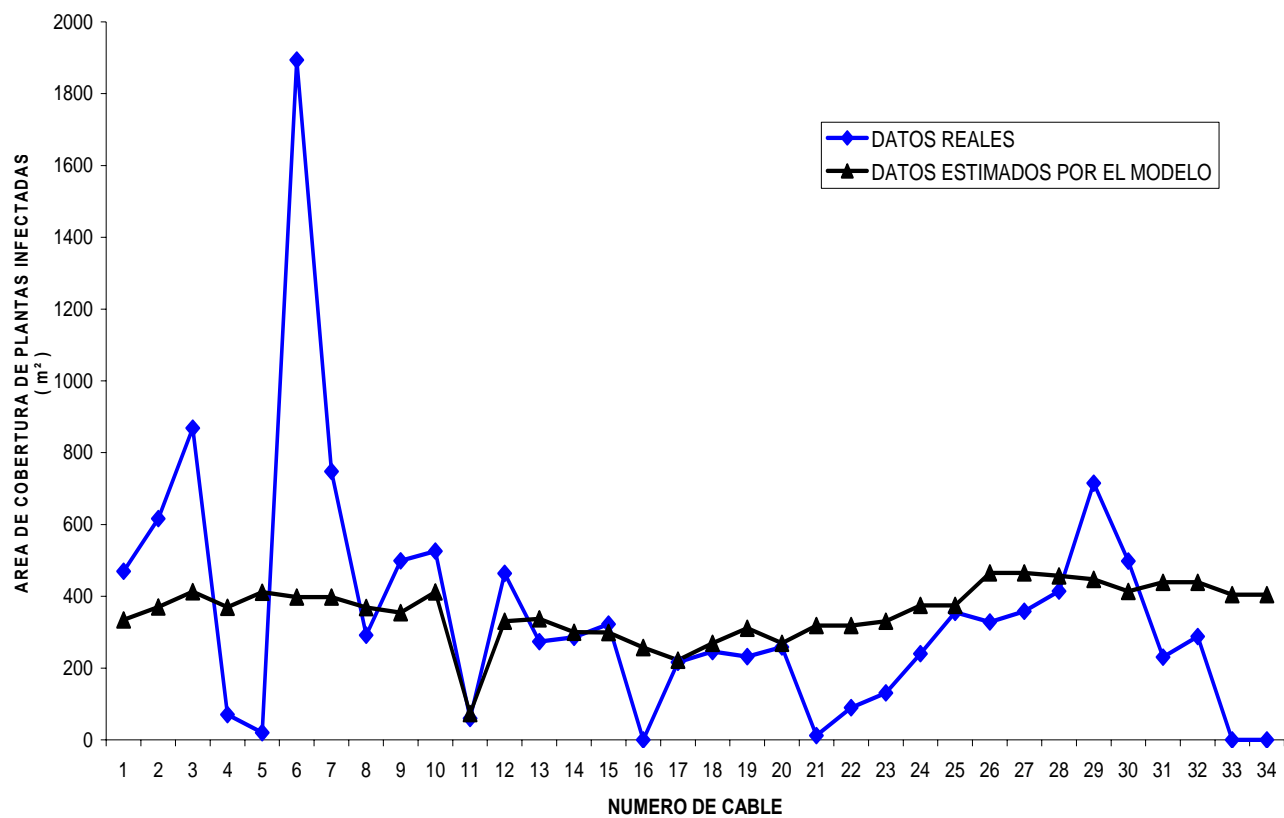
FACTOR	MODELO MATEMATICO	$R^2$
CABLE	$I = 114.96 - 0.092(P) - 4.126(T_{min})$	0.0607
SEMANA	$I = -7003.72 + 80.74(H_{max})$	0.3491

Para facilitar la observación del comportamiento del área de infección por cada cable, se presentan las Figuras 2.6 y 2.7, en las que se muestra gráficamente como incide la ubicación de cada cable y la semana de realización de la investigación, respectivamente. Nuevamente, se observa el buen ajuste que los datos estimados tienen con relación a los reales.

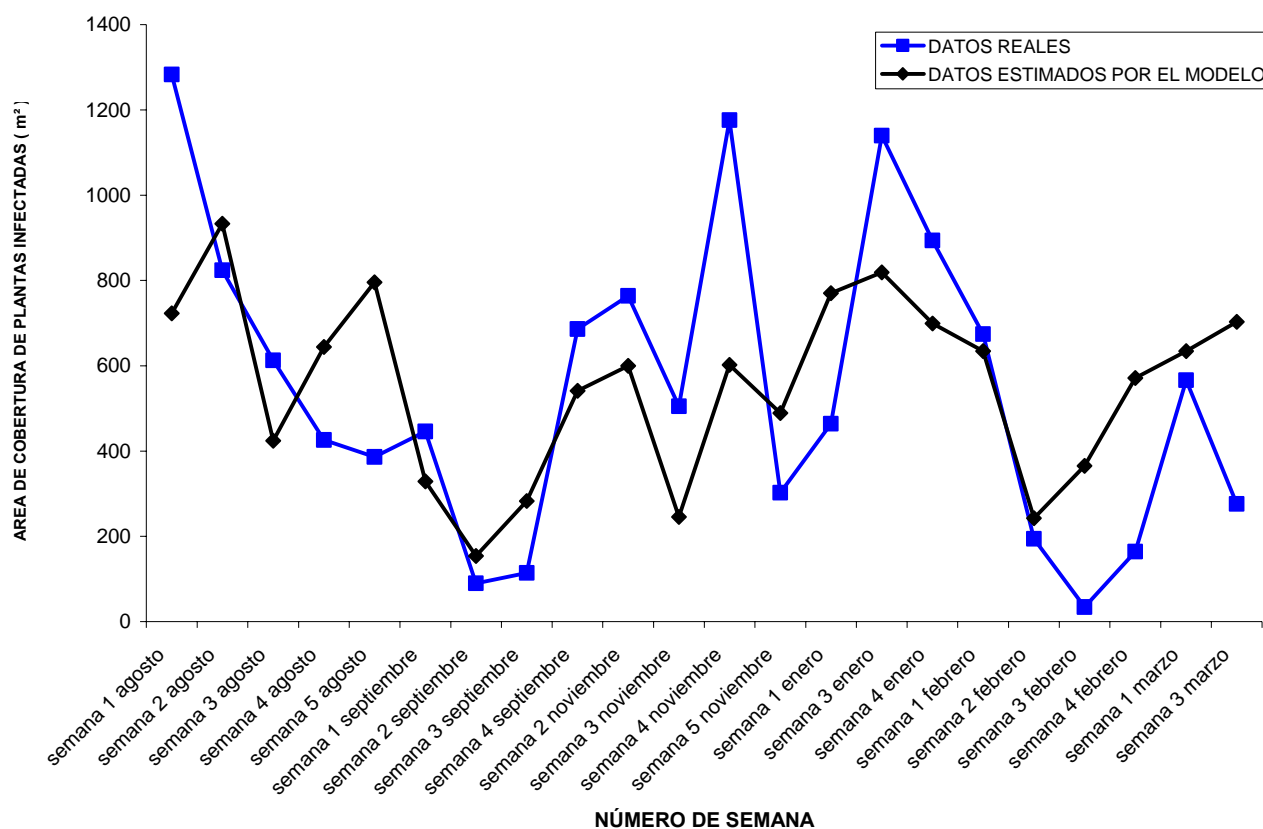
En la Figura 2.6, con base en la gráfica de los datos reales, se determina que el cable 6 nuevamente es el que marca la diferencia con un área mucho mayor de infección comparativa. En segundo lugar de importancia están los cables 3, 7 y 29. Ello es congruente con los cálculos realizados con la correspondiente prueba de Duncan.

En la Figura 2.7 se puede apreciar, que al igual que el número de plantas infectadas, luego de la época de invierno (semanas 31 a la 39), el área de infección aumenta drásticamente y se mantiene en un nivel alto a lo largo de 14 semanas (de la 39 a la 47 del periodo 2,005 y de la 01 a la 06 del periodo 2,006).





**Figura 2.6** Área de cobertura de plantas infectadas con moko de banano, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.



**Figura 2.7** Área de cobertura de plantas infectadas con moko de banano, por semana, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

### 2.5.5 Análisis de varianza para la variable número de plantas infectadas con el moko del banano y que están dentro del área cuarentenada.

Según análisis de datos, la ubicación del cable o lote afecta significativamente en el número de plantas que se encuentran dentro del área cuarentenada y consecuentemente se espera que en alguno o algunos de los 34 cables se tengan mayor presencia de plantas enfermas dentro de las áreas cuarentenadas, que en el resto de cables.

El resumen de ANDEVA para las plantas infectadas con la enfermedad del moko del banano, contempladas dentro del área cuarentenada, considerando todos los cables o lotes de la finca, se presenta en el Cuadro 2. 9.

**Cuadro 2.9** Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta plantas infectadas con moko, que están dentro del área cuarentenada, según el cable donde se localizó el foco de infección, Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
CABLE	33	667.9531	20.24100	2.28	0.0001
Error	426	3777.1774	8.8666		
Total	459	4445.1304			

C.V.= 285.3616 %

Para establecer en que cable o cables hay mayor incidencia de la enfermedad dentro de las áreas cuarentenadas, en el Cuadro 2.10 se presentan los resultados de la prueba de Duncan, al 5% de nivel de significancia.

Como se observa en el Cuadro 2.10, la cantidad de focos de infección de la enfermedad del moko del banano encontrados dentro de áreas cuarentenadas es mayor nuevamente en el cable o lote 6, mostrando diferencia significativa con el resto de cables, con una media de 5.8 plantas enfermas, durante el tiempo de duración de esta investigación.

Si se relaciona este resultado con la ubicación del cable 6 mostrado en la Figura 2.1, se puede inferir que se debe a la mayor presencia de personas que hacen labores tales como: asepsia y empaque del producto en la planta empacadora, que se encuentra ubicada a la orilla de este cable.

**Cuadro 2.10** Resumen de la prueba de medias de Duncan con el 5% de significancia para la variable de respuesta Plantas Infeccionadas dentro del área cuarentenada, para cada cable estudiado.

CABLE	GRUPO		MEDIA DE PLANTAS ENFERMAS DENTRO DEL FOCO DE INFECCIÓN
6		A	5.8
3		B	3.133
29	C	B	3
12	C	B	2.154
7	C	B	2.067
2	C	B	1.786
10	C	B	1.667
27	C	B	1.375
19	C	B	1.083
14	C	B	1.083
9	C	B	1
13	C	B	1
11	C	B	1
1	C	B	0.917
15	C	B	0.917
8	C	B	0.786
30	C	B	0.733
24	C	B	0.714
17	C	B	0.7
28	C	B	0.625
20	C	B	0.583
32	C	B	0.563
31	C	B	0.563
18	C	B	0.5
25	C	B	0.286
22	C	B	0.231
4	C	B	0.214
5	C		0
21	C		0
26	C		0
23	C		0
16	C		0
33	C		0
34	C		0

Se realizó un análisis de regresión múltiple que determina la relación entre la variable dependiente plantas infectadas dentro del área cuarentenada y las variables independientes o predictoras: semana (S), porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax), porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) y precipitación (P). De las variables indicadas, las que influyeron significativamente en la incidencia de la enfermedad en las plantas dentro del área de infección, fueron la precipitación y la temperatura mínima, para el modelo de incidencia por cable; y la humedad relativa máxima, para el modelo de incidencia por semana. En el Cuadro 2.11 se muestran los modelos matemáticos referidos, con el correspondiente valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

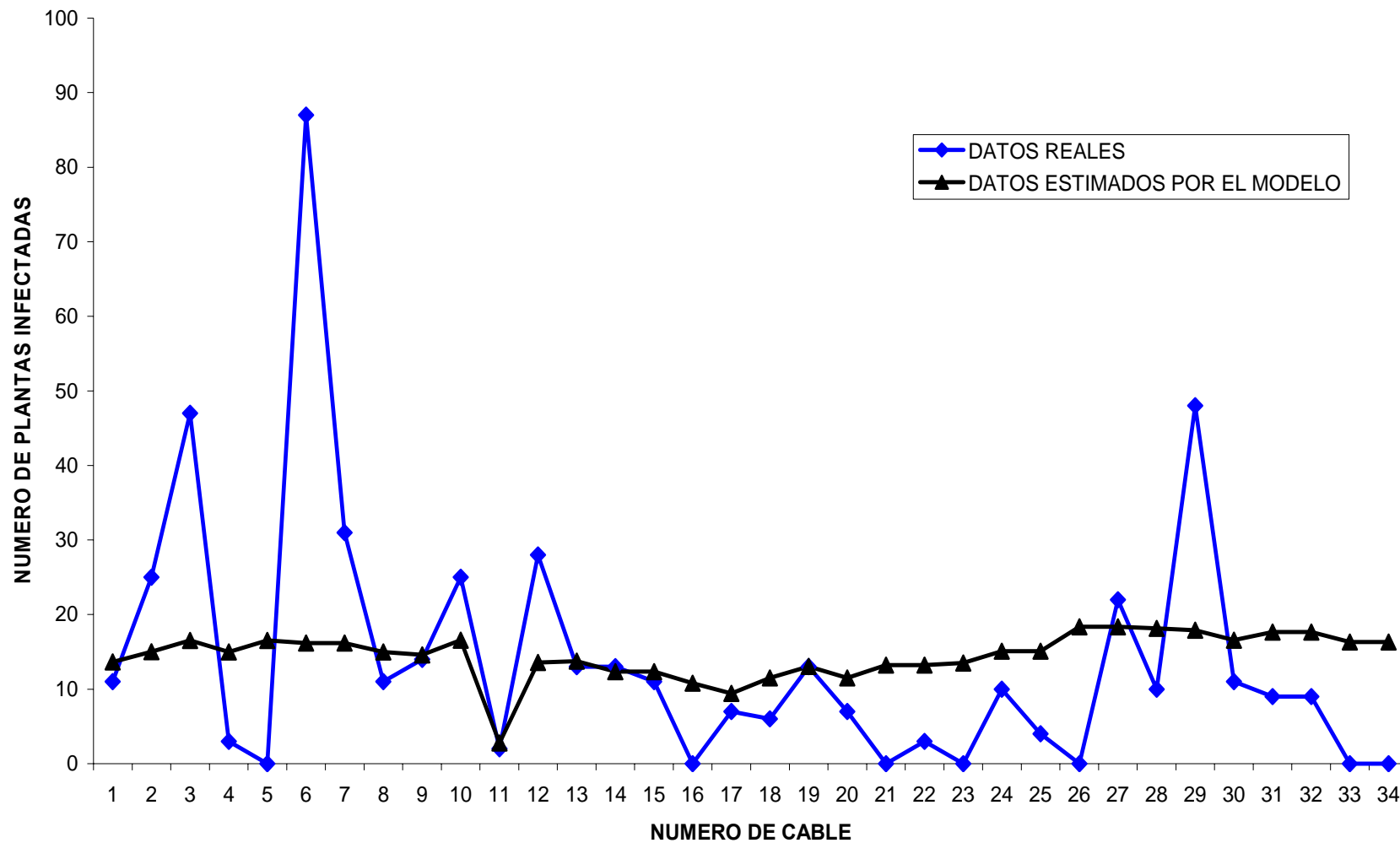
**Cuadro 2.11** Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Plantas infectadas dentro del área cuarentenada, por cable y por semana de estudio.

FACTOR	MODELO MATEMATICO	$R^2$
CABLE	$I \text{ DENTRO} = 2.51 - 0.000024(P)^2 - 0.0031(T_{\min})^2$	0.0200
SEMANA	$I \text{ DENTRO} = -245.48 + 2.86(H_{\max})$	0.1537

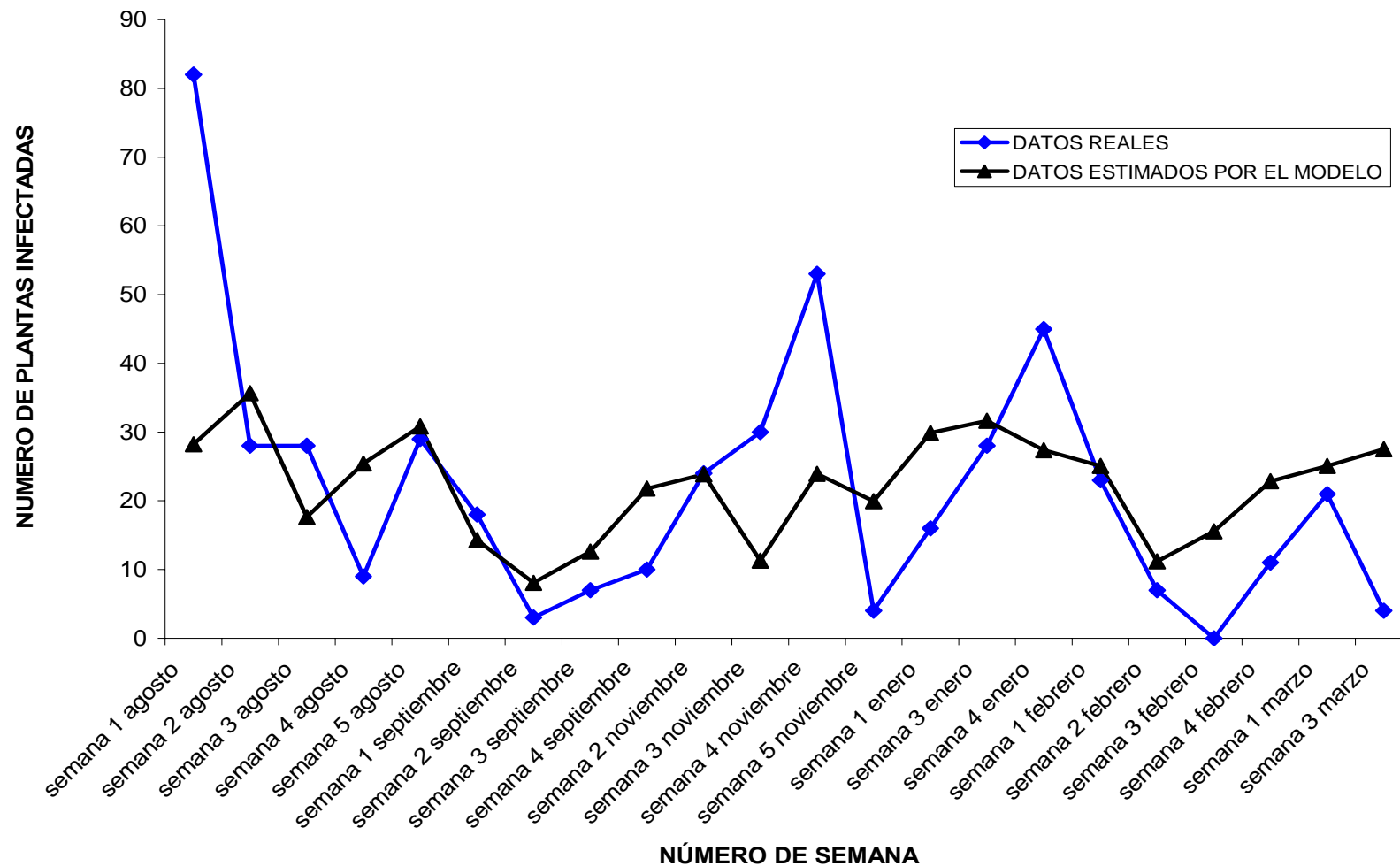
Para facilitar la observación del comportamiento del número total de plantas infectadas dentro del área cuarentenada por cada cable, se presentan las Figuras 2.8 y 2.9, en las que se muestra gráficamente como incide la ubicación de cada cable y la semana de realización de la investigación, respectivamente. Se observa el buen ajuste que los datos estimados tienen con relación a los datos reales y, además, su congruencia con los datos de plantas totales infectadas.

En la Figura 2.8, con base en la gráfica de los datos reales, se puede observar la diferencia significativa en el número de plantas infectadas dentro del área de estudio, en el cable 6, comparado con el resto de cables. En segundo lugar de importancia están los cables 3, 29 y 12. Ello es congruente con los cálculos realizados con la correspondiente prueba de Duncan.

En la Figura 2.9 se puede apreciar, que hay incremento de la enfermedad en la época seca, es decir en las semanas 39 a 47 del periodo 2,005 y de la semana 1 a la semana 6 del periodo 2,006.



**Figura 2.8** Número de plantas infectadas con el moko del banano dentro del área cuarentenada, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.



**Figura 2.9** Número de plantas infectadas con moko de banano dentro del área cuarentenada por semana, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

### 2.5.6 Análisis de varianza para la variable número de plantas infectadas con el moko del banano y que están fuera del área cuarentenada.

La ubicación del cable o lote afecta significativamente en el número de plantas que se encuentran fuera del área cuarentenada y consecuentemente se espera que en alguno o algunos de los 34 cables se tengan mayor presencia de plantas enfermas fuera de las áreas cuarentenadas, que en el resto de cables.

El resumen de ANDEVA para las plantas infectadas con la enfermedad del moko del banano, que están fuera del área cuarentenada, considerando todos los cables o lotes de la finca, se presenta en el Cuadro 2.12.

**Cuadro 2.12** Resumen del ANDEVA para la variable de respuestas plantas infectadas con moko, que están fuera del área cuarentenada, según el cable donde se encontraron los focos de infección, finca Toro Pinto II periodo 2,005-2,006.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
CABLE	33	652.5017	19.7728	2.15	0.0003
Error	426	3926.0962	9.2162		
Total	459	4578.5978			

C.V.= 216.5079 %

Para establecer en que cable o cables hay mayor incidencia de la enfermedad fuera de las áreas cuarentenadas, en el Cuadro 2.13 se presentan los resultados de la prueba de Duncan, al 5% de nivel de significancia.

Como se observa en el Cuadro 2.13, la cantidad de focos de infección de la enfermedad del moko del banano encontrados fuera de áreas cuarentenadas, que son las áreas donde no existía indicios de la enfermedad anteriormente, es mayor nuevamente en el cable o lote 6, mostrando una diferencia significativa con el resto de cables, con una media de 6.4 plantas enfermas, durante el tiempo de duración de esta investigación.

Si se relaciona este resultado con la ubicación del cable 6 mostrado en la Figura 2.1, nuevamente se puede inferir que se debe a la mayor presencia de personas que hacen labores de



asepsia y empaque del producto en la planta empacadora que se encuentra ubicada a la orilla de este cable.

**Cuadro 2.13** Resumen de la prueba de Duncan al 5% de significancia para la variable respuesta plantas infectadas fuera del área cuarentenada, para cada cable estudiado.

<b>CABLE</b>	<b>GRUPO</b>	<b>MEDIA DE PLANTAS ENFERMAS FUERA DEL FOCO</b>	<b>NÚMERO DE PLANTAS ENFERMAS FUERA DEL FOCO</b>
6	A	6.400	15
1	B	2.750	12
9	B	2.643	14
7	B	2.533	15
25	B	2.286	14
2	B	2.071	14
30	B	2.067	15
3	B	2.000	15
26	B	1.938	16
28	B	1.813	16
15	B	1.583	12
11	B	1.500	2
10	B	1.467	15
20	B	1.333	12
29	B	1.313	16
32	B	1.250	16
18	B	1.250	12
17	B	1.200	10
14	B	1.083	12
8	B	1.071	14
23	B	1.000	13
12	B	1.000	13
24	B	0.857	14
13	B	0.846	13
19	B	0.833	12
31	B	0.813	16
27	B	0.750	16
4	B	0.714	14
22	B	0.462	13
5	B	0.133	15
21	B	0.077	13
16	B	0.000	11
33	B	0.000	15
34	B	0.000	15

Se realizó un análisis de regresión múltiple que determina la relación entre la variable dependiente plantas infectadas fuera del área cuarentenada y las variables independientes o predictoras: semana (S), porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax), porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) y precipitación (P). De las variables indicadas, las que influyeron significativamente en la incidencia de la enfermedad en las plantas dentro del área de infección, fueron la precipitación y la temperatura mínima, para el modelo de incidencia por cable; y la humedad relativa máxima, para el modelo de incidencia por semana. En el Cuadro 2.14 se muestran los modelos matemáticos referidos, con el correspondiente valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

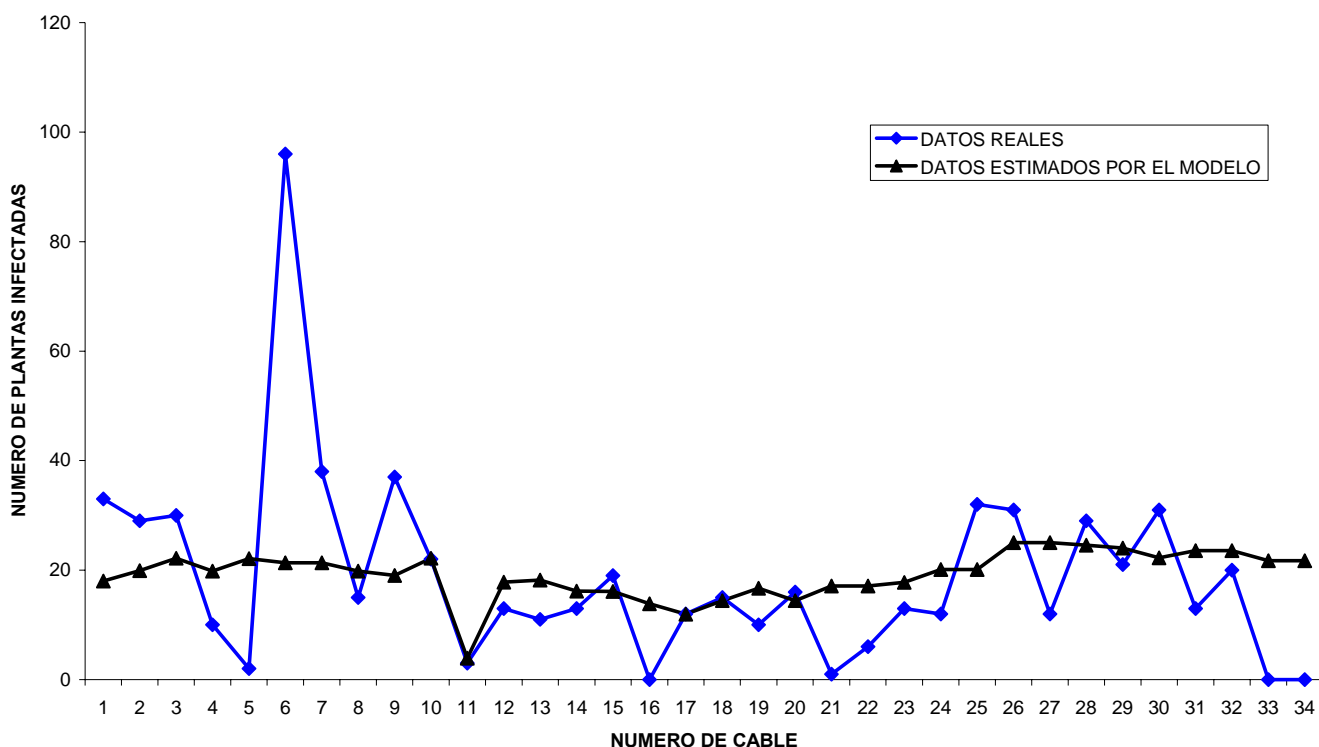
**Cuadro 2.14** Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Plantas infectadas fuera del área cuarentenada, por cable y por semana de estudio.

FACTOR	MODELO MATEMATICO	$R^2$
CABLE	$I \text{ FUERA} = 6.34 - 0.00445(P) - 0.2308(T_{\min})$	0.0486
SEMANA	$I \text{ FUERA} = -393.44 + 4.25(H_{\max})$	0.3998

En las Figuras 2.10 y 2.11 se presenta el comportamiento del número total de plantas infectadas fuera del área cuarentenada por cada cable, la ubicación de cada cable y la semana de realización de la investigación, respectivamente. Se observa el buen ajuste que los datos estimados tienen con relación a los datos reales.

En la Figura 2.10, con base en la gráfica de los datos reales, se puede observar la diferencia significativa en el número de plantas infectadas fuera del área de estudio en el cable 6, comparado con el resto de cables. En segundo lugar de importancia están los cables 1, 9 y 7. Ello es congruente con los cálculos realizados con la correspondiente prueba de Duncan.

En la Figura 2.11 se puede apreciar, que hay un incremento de la enfermedad en la época seca, en las semanas 39 a 46 del periodo 2,005 y en la semana 3 del periodo 2,006.



**Figura 2.10** Número de plantas infectadas con el moko del banano fuera del área cuarentenada, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

### 2.5.7 Análisis de varianza para la variable número de plantas con racimo infectadas con el moko del banano.

La ubicación del cable o lote afecta significativamente en el número de infecciones encontradas en plantas con racimo y consecuentemente se espera que en alguno o algunos de los 34 cables se tengan mayor presencia de plantas con racimo enfermas que en el resto de cables.

El resumen de ANDEVA para las plantas con racimo infectadas con la enfermedad del moko del banano, considerando todos los cables o lotes de la finca, se presenta en el Cuadro 2.15.

**Cuadro 2.15** Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta plantas con racimo, infectadas con moko, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

<b>FUENTE</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>CUADRADO MEDIO</b>	<b>F CALCULADA</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
CABLE	33	829.9680	25.1510	3.34	0.0001
Error	426	3209.9689	7.5351		
Total	459	4039.9370			

C.V.= 199.4802 %

Para establecer en que cable o cables hay mayor incidencia de la enfermedad en plantas con racimo, en el Cuadro 2.16 se presentan los resultados de la prueba de Duncan, al 5% de significancia.

Como se observa en el Cuadro 2.16, la cantidad de focos de infección de la enfermedad del moko del banano encontrados en plantas con racimo, es mayor nuevamente en el cable o lote 6, mostrando una diferencia significativa con el resto de cables, con una media de 6.93 plantas enfermas, durante el tiempo de duración de esta investigación. En segundo lugar se encuentra el cable 29 con una media de 3.25 plantas enfermas.

**Cuadro 2.16** Resumen de la prueba de Duncan al 5% de significancia para la variable respuesta plantas con racimo infectadas, para cada cable estudiado.

<b>CABLE</b>	<b>GRUPO</b>			<b>MEDIA DE PLANTAS ENFERMAS CON RACIMO</b>
6		A		6.933
29		B		3.250
3	C	B		2.933
7	C	B		2.867
12	C	B	D	2.154
1	C	B	D	2.083
9	C	B	D	2.000
11	C	B	D	2.000
28	C	B	D	1.813
14	C	B	D	1.750
10	C	B	D	1.733
2	C	B	D	1.500
25	C	B	D	1.429
30	C	B	D	1.400
15	C	B	D	1.333
26	C	B	D	1.313
18	C	B	D	1.250
20	C	B	D	1.083
13	C	B	D	1.077
19	C	B	D	1.000
8	C	B	D	0.857
17	C	B	D	0.800
27	C	B	D	0.688
32	C	B	D	0.625
31	C	B	D	0.625
22	C	B	D	0.615
23	C	B	D	0.538
24	C	B	D	0.500
4	C		D	0.214
5			D	0.000
21			D	0.000
16			D	0.000
33			D	0.000
34			D	0.000

Si se relaciona este resultado con la ubicación del cable 6 mostrado en la Figura 2.1, nuevamente se puede inferir que se debe a la mayor presencia de personas que hacen labores de asepsia y empaque del producto en la planta empacadora que se encuentra ubicada a la orilla de este cable.

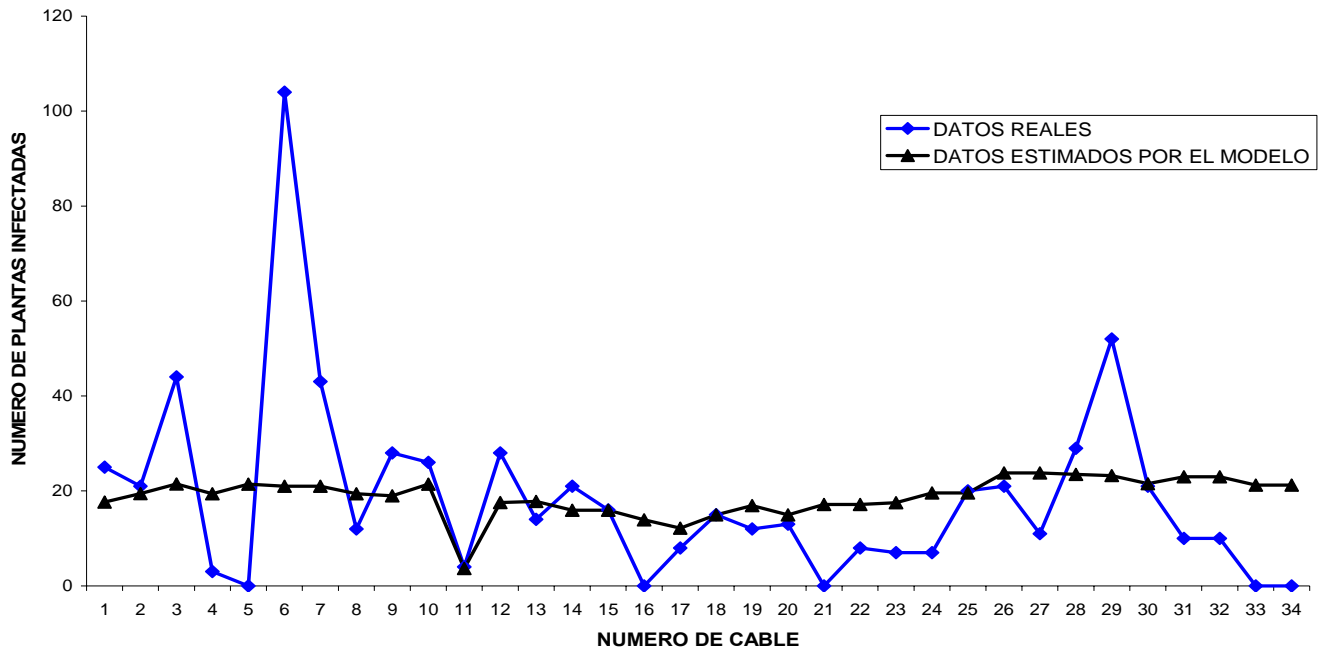
Se realizó un análisis de regresión múltiple que determina la relación entre la variable dependiente plantas con racimo infectado y las variables independientes o predictoras: semana (S), porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax), porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) y precipitación (P). De las variables indicadas, las que influyeron significativamente en la incidencia de la enfermedad en las plantas dentro del área de infección, fueron la precipitación y la temperatura mínima, para el modelo de incidencia por cable; y la humedad relativa máxima y la semana de muestreo, para el modelo de incidencia por semana. En el Cuadro 2.17 se muestran los modelos matemáticos referidos, con el correspondiente valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

**Cuadro 2.17** Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable Plantas con racimo infectadas con moco del banano, por cable y por semana de estudio.

FACTOR	MODELO MATEMATICO	$R^2$
CABLE	$I \text{ CON RACIMO} = 3.137 - 0.00477(P) - 0.0036(T_{\min})^2$	0.0313
SEMANA	$I \text{ CON RACIMO} = -423.53 + 0.4483(S) + 4.715(H_{\max})$	0.4197

El comportamiento del número total de plantas con racimo infectadas por cada cable, se presentan las Figuras 2.11 y 2.12, en las que se muestra gráficamente como afecta a esta variable, la ubicación de cada cable y la semana de realización de la investigación, respectivamente. Se observa el buen ajuste que los datos estimados tienen con relación a los datos reales.

En la Figura 2.11, en la gráfica de los datos reales, se puede observar la diferencia significativa en el número de plantas con racimo infectadas en el cable 6, comparado con el resto de cables. En segundo lugar de importancia está el cable 29. Ello es congruente con los cálculos realizados con la correspondiente prueba de Duncan.



**Figura 2.11** Número de plantas con racimo, infectadas con el moko del banano, por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

En la Figura 2.12 se puede apreciar que, nuevamente, hay incremento de la enfermedad en la época seca por la influencia de los factores climáticos, en las semanas 39-46 del periodo 2,005 y en las semanas 3 y 4 del periodo 2,006.

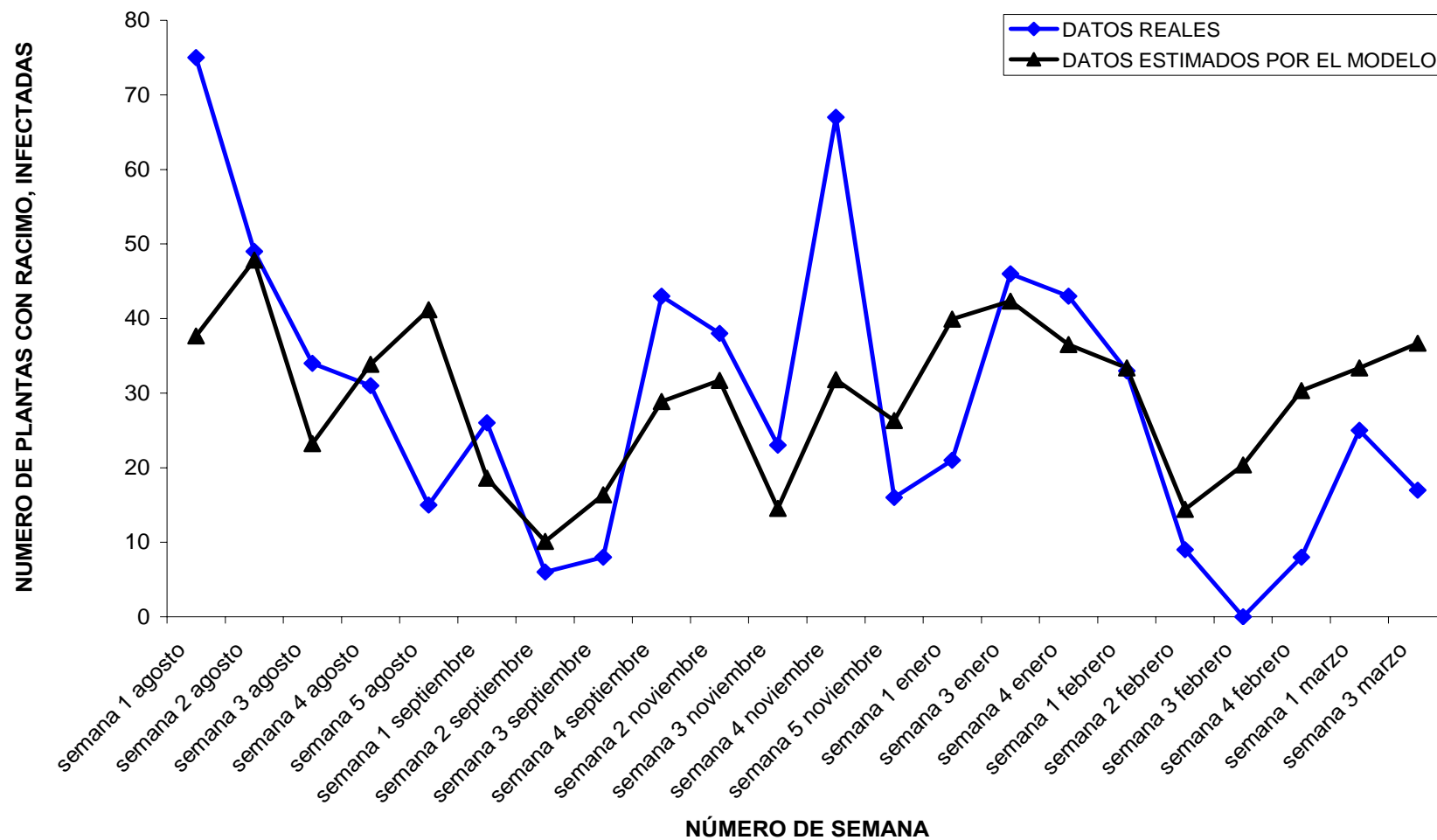


Figura 2.12 Número de plantas con racimo infectadas con moko de banano, por semana, en la finca Toro Pinto II, 2,005-2,006.



### 2.5.8 Análisis de varianza para la variable número de plantas sin racimo infectadas con el moko del banano.

En el ANDEVA para las plantas sin racimo infectadas con la enfermedad del moko del banano (Cuadro 2.18), hubo diferencia significativa.

**Cuadro 2.18** Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta plantas sin racimo, infectadas con moko, según el cable donde se encontraron, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
CABLE	33	647.6940	19.6271	1.93	0.0019
Error	426	4330.6973	10.1660		
Total	459	4978.3913			

C.V. = 266.6670 %

Para establecer en que cable o cables hubo mayor incidencia de la enfermedad en plantas sin racimo, en el Cuadro 2.19 se presentan los resultados de la prueba de Duncan, al 5% de nivel de significancia.

Como se observa en el Cuadro 2.19, la cantidad de focos de infección de la enfermedad del moko del banano encontrados en plantas sin racimo, es mayor nuevamente en el cable o lote 6, mostrando una diferencia significativa con el resto de cables, con una media de 5.13 plantas enfermas, durante el tiempo de duración de esta investigación. En segundo lugar se encuentran los cables 19,1 y 3 con una media de 4.83, 3.58 y 2.20 plantas enfermas, respectivamente.

Si se relaciona este resultado con la ubicación del cable 6 mostrado en la Figura 2.1, nuevamente se puede inferir que se debe a la mayor presencia de personas que hacen labores de asepsia y empaque del producto en la planta empacadora que se encuentra ubicada a la orilla de este cable.

**Cuadro 2.19** Resumen de la prueba de Duncan al 5% de significancia para la variable respuesta plantas sin racimo infectadas, para cada cable estudiado.

CABLE	GRUPO		MEDIA DE PLANTAS ENFERMAS SIN RACIMO
6	A		5.133
19	A		4.833
1	A	B	3.583
3	C	B	2.200
7	C	B	1.867
2	C	B	1.786
9	C	B	1.643
30	C	B	1.467
27	C	B	1.438
10	C	B	1.400
15	C	B	1.167
25	C	B	1.143
17	C	B	1.100
24	C	B	1.071
32	C	B	1.063
12	C	B	1.000
8	C	B	1.000
29	C	B	1.000
20	C	B	0.833
31	C	B	0.750
13	C	B	0.692
26	C	B	0.625
28	C	B	0.625
18	C	B	0.583
4	C	B	0.571
11	C	B	0.500
23	C	B	0.462
14	C	B	0.333
5	C		0.133
22	C		0.077
21	C		0.077
16	C		0.000
33	C		0.000
34	C		0.000

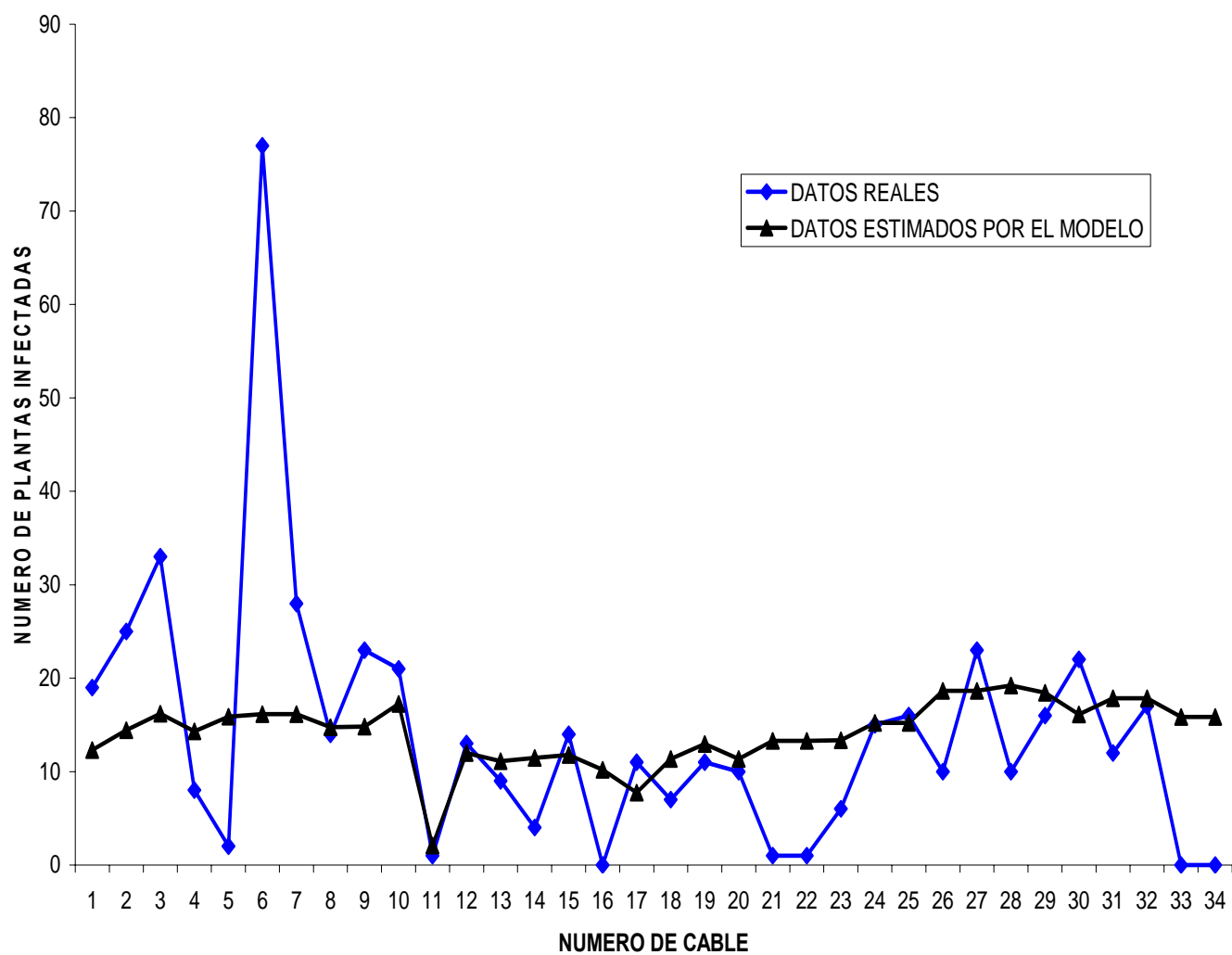
Se realizó un análisis de regresión múltiple que determina la relación entre la variable dependiente plantas sin racimo infectado y las variables independientes o predictoras: semana (S), porcentaje de humedad relativa máxima (Hmax), porcentaje de humedad relativa mínima (Hmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) y precipitación (P). De las variables

indicadas, las que influyeron significativamente en la incidencia de la enfermedad en las plantas dentro del área de infección, fueron la temperatura mínima y la temperatura máxima, para el modelo de incidencia por cable; y la humedad relativa máxima, para el modelo de incidencia por semana. En el Cuadro 2.20 se muestran los modelos matemáticos referidos, con el correspondiente valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

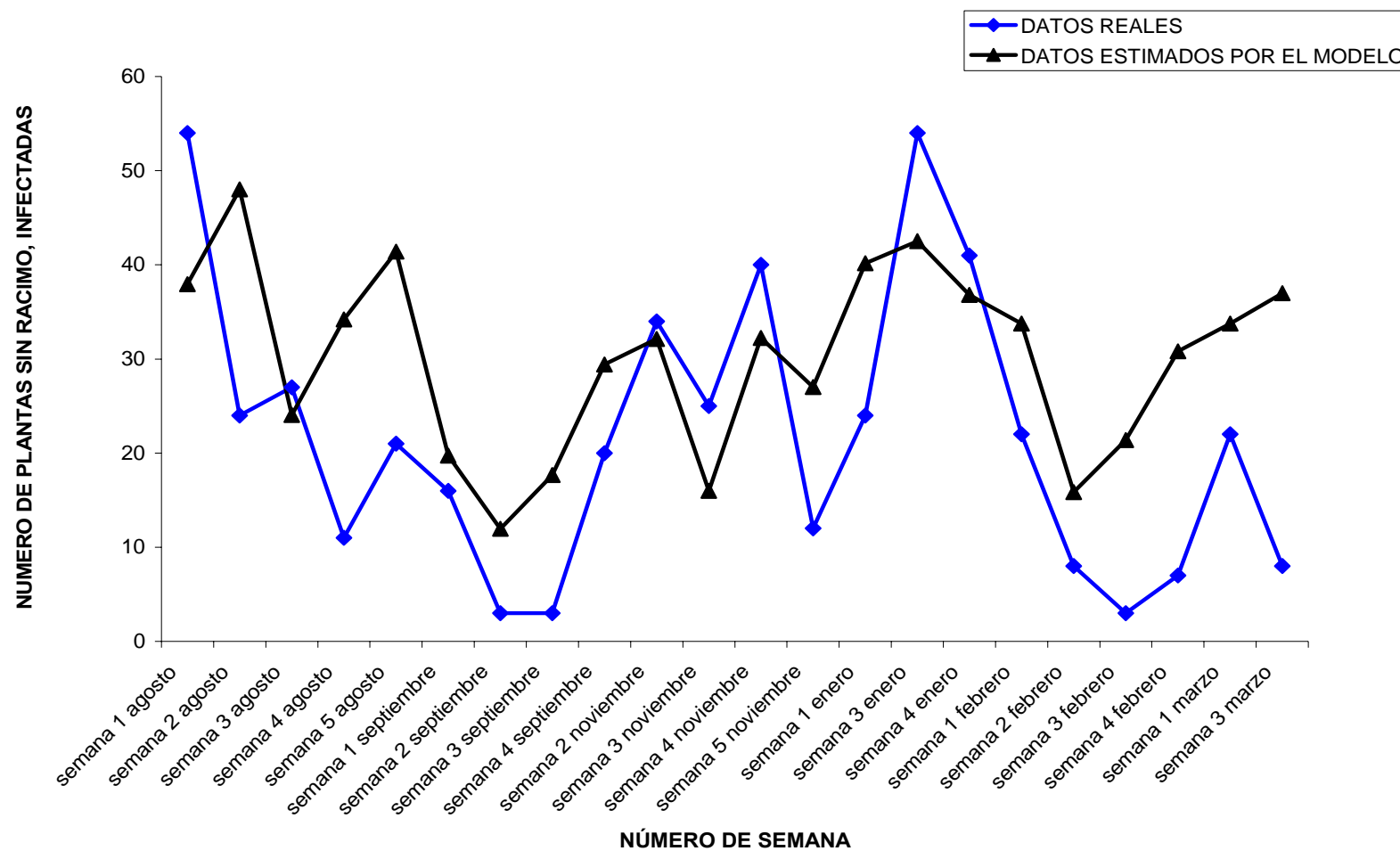
**Cuadro 2.20** Modelos matemáticos generados por regresión múltiple para la variable plantas sin racimo infectadas con moko del banano, por cable y por semana de estudio.

FACTOR	MODELO MATEMATICO	$R^2$
CABLE	$I \text{ SIN RACIMO} = 1.54 - 0.2568(T_{\min}) + 0.0046(T_{\max})^2$	0.5108
SEMANA	$I \text{ SIN RACIMO} = -145.23 + 0.019(H_{\max})^2$	0.3727

Para facilitar la observación del comportamiento del número total de plantas sin racimo infectadas por cada cable, se presentan las Figuras 2.13 y 2.14, en las que se muestra gráficamente como afecta a esta variable, la ubicación de cada cable y la semana de realización de la investigación, respectivamente. Se observa el buen ajuste que los datos estimados tienen con relación a los datos reales.



**Figura 2.13** Número de plantas sin racimo, infectadas con el moko del banano , por cable, en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006.



**Figura 2.14** Número de plantas sin racimo infectadas con moko del banano, por semana periodo 2,005-2,006.

En la Figura 2.13, en la gráfica de los datos reales, se puede observar la diferencia significativa en el número de plantas sin racimo infectadas en el cable 6, comparado con el resto de cables. En segundo lugar de importancia están los cables 19, 1 y 3. Ello es congruente con los cálculos realizados con la correspondiente prueba de Duncan.

En la Figura 2.14 se puede apreciar que, nuevamente, hay un “repunte” de la enfermedad en la época seca, en las semanas 44 a 46 del año 2,005 y en la semana 3 del 2,006.

### 2.5.9 Índice de riesgo (IR):

Con los datos mostrados en el Cuadro 6 se calculó el Índice de Riesgo (IR) así:

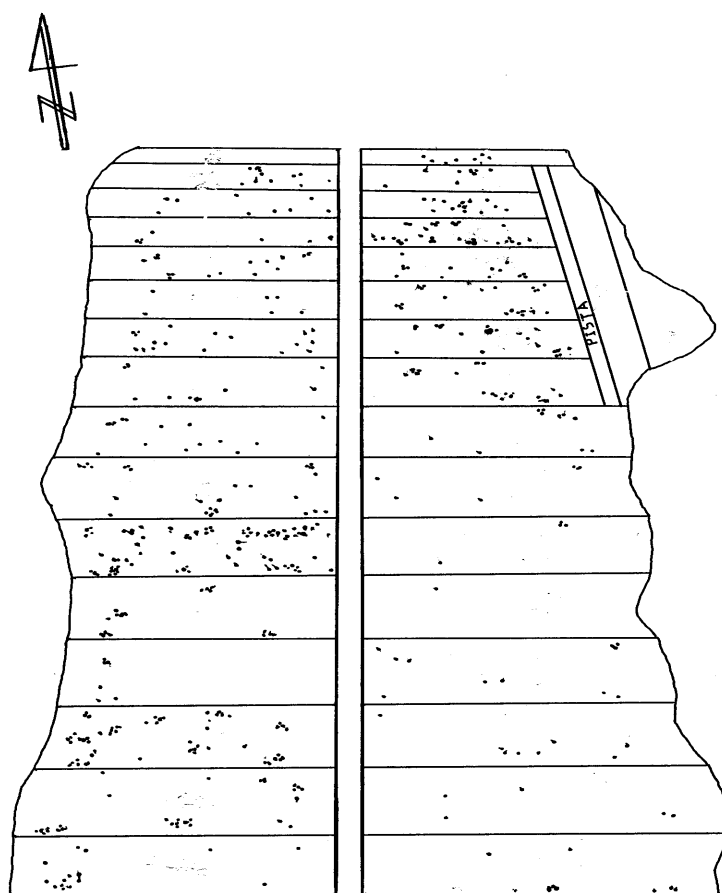
$$IR = \left( \frac{12,021 \text{ m}^2}{2,773,700 \text{ m}^2} \right) * \left( \frac{31}{34} \right) = 0.00395865 \cong 0.4 \%$$

Este valor pareciera bajo, pero dada las características de la enfermedad y la experiencia que se ha tenido en otras plantaciones de banano a nivel latinoamericano se considera como un valor indicador de alto riesgo de dispersión de la enfermedad hacia áreas vecinas (2).

### 2.5.10 Distribución espacial de la enfermedad del moko

En la figura 2.15 se muestra la distribución espacial de la enfermedad del moko del banano en la totalidad de los cables de la Finca Toro Pinto II. La mayor concentración de puntos donde se ubican las plantas infectadas se observa en los cables 6, 3 y del 25 al 30.

La alta concentración en el cable 6 se debe al mayor tráfico de personas, dado que en el mismo se encuentra localizada el área de empaque. La concentración observada en los cables del 25 al 30 se puede deber a la existencia de una pista de aterrizaje que se encuentra colindando con todos los cables referidos.



**Figura 2.15** Distribución espacial de la enfermedad del moko del banano en los cables de la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006. Cada punto representa un foco de infección.

Este mapa de distribución espacial puede ser sumamente útil al departamento encargado de la enfermedad del moko para planificar y ejecutar medidas de prevención y control que permitan minimizar las pérdidas que actualmente se tienen.

## **2.6 CONCLUSIONES**

- 2.6.1 Los factores climáticos que más afectan la epidemiología de la enfermedad del moko del banano de acuerdo a los análisis realizados fueron temperatura, humedad relativa máxima y precipitación.
- 2.6.2 En enero, febrero y marzo se observó el mayor aumento de focos de infección del moko del banano en todos los cables muestreados.
- 2.6.3 Se determinó 0.3% de incidencia de moko del banano en el área afectada con la enfermedad. De las plantas infectadas (1,122), el 56.5% presentaron racimo y se observaron fuera del área cuarentenada.
- 2.6.4 El área de cultivo infestada con el patógeno es equivalente a 12,021 m<sup>2</sup> y representa el 0.43% de la extensión de la finca estudiada.
- 2.6.5 Los lotes cercanos al área de selección y empaque de la fruta, presentaron mayor incidencia de la enfermedad del moko del banano, probablemente debido al mayor tráfico de personas en ese sector que contribuyen a la dispersión de la bacteria.
- 2.6.6 De 34 lotes muestreados, 31 presentaron focos de infección de moko del banano, y equivale a 91.2% de lotes contaminados, con distribución completamente aleatoria.
- 2.6.7 Los modelos matemáticos generados para variable incidencia de la enfermedad por cable o lote y por semana se consideran buenos predictores del comportamiento de la enfermedad tanto espacialmente (en los cables) como temporalmente (por semanas).
- 2.6.8 El índice de riesgo de 0.4% obtenido para la finca Toro Pinto II, permite inferir que existe un alto riesgo de infección para las fincas vecinas, a través de diversos mecanismos de dispersión de la enfermedad.

## **2.7 RECOMENDACIONES**

- 2.7.1 Extremar las medidas de prevención de la enfermedad del moko del banano, relacionadas con el caminamiento de personas en los cables, principalmente en los cables 6, 3 y del 25 al 30, para evitar mayor dispersión de la bacteria.
- 2.7.2 Aumentar la frecuencia e intensidad de las medidas de manejo de la enfermedad en las primeras 2 semanas en la época seca para minimizar el aumento de los casos y de áreas de infección.
- 2.7.3 Continuar con el registro de la información, esto permitirá mayor consistencia de datos en el futuro, para el manejo de la enfermedad bajo el enfoque epidemiológico.



## 2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Ajanel Ardón, OK. 2002. Manejo y control de plagas y enfermedades en el cultivo del banano, en la finca Bellamar II, en el departamento de Escuintla. Diagnostico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 24 p.
2. Castañeda, S; Espinosa, O. 2005. Comportamiento e impacto de la enfermedad de moko en la zona de urabá (colombia), en las últimas tres décadas y media y propuesta de un índice de riesgo de la enfermedad. Revista Facultad Nacional Agrícola de Medellín 58(1):2587-2599.
3. Castaño Zapata, J. 1989. Enfermedad del moko (*Ralstonia solanacearum*) del banano y plátano, reconocimiento y manejo. {Tesis PhD. Colombia, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Maestría en Fitopatología}. 20(2):61-63.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Eden-Green, SJ. 1994. Enfermedades de *Musa*. Hoja Divulgativa no. 3, 20 p.
6. Fajardo Marroquín, LA. 1998. Evaluación de 3 dosis de clorotalonil y mancozeb mas un-film 17 en el control de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* var. Difformis en banano *Musa sapientum* L. durante la época seca en Morales, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 3-4.
7. Fegan, M. 2005. Introduction and prospectus on the survival of *R. solanacearum*. In Allen, C; Prior, P; Hayward, AC. (Eds.). Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. Minnesota, US, APS. p. 379-380.
8. Finca Bellamar, Departamento de Estadística, GT. 2005. Costos sobre el manejo y control del moko del banano (correspondencia personal). 2 p.
9. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
10. Merchan, VM. 1999. Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo del plátano en la zona central cafetera de Colombia. Carta Informativa 208(3):12-13.
11. Miranda Rivera, YA. 2003. Productos orgánicos en el cultivo del banano, en la finca Santa Rosita, Tiquisate, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 22 p.
12. Orozco, E. Facultad de Agronomía, GT. 2005. Importancia de *Ralstonia solanacearum* (correspondencia personal). 1 p.

## **2.9 ANEXOS**

**Cuadro 2.21A** Cuadro de Casos registrados y costo/ha de la incidencia de la enfermedad del moko de banano (*R. solanacearum.*), en la finca Toro Pinto II, periodo 2,005-2,006, Tiquisate, Escuintla.

MES	CASOS			COSTO/HA. \$		
	2,001	2,002	2,003	2,001	2,002	2,003
ENERO	182	108	61	10.21	8.98	4.63
FEBRERO	114	76	105	9.40	10.00	2.86
MARZO	169	52	352	12.40	11.79	3.17
ABRIL	119	51	489	7.94	7.57	3.97
MAYO	120	28	428	10.76	10.10	2.82
JUNIO	123	27	456	10.99	10.32	2.66
JULIO	100	18	396	11.42	6.39	2.85
AGOSTO	91	21	336	8.30	6.47	2.54
SEPTIEMBRE	113	55	178	13.30	8.38	2.81
OCTUBRE	66	112	172	10.79	7.04	2.65
NOVIEMBRE	50	133	186	10.45	6.79	2.17
DICIEMBRE	61	98	112	9.42	8.87	2.39
<b>TOTAL</b>	<b>1308</b>	<b>779</b>	<b>3271</b>	<b>125.38</b>	<b>102.71</b>	<b>35.52</b>

FUENTE: Datos estadísticos de la finca Toro Pinto II

**Cuadro 22A.** Cuadro de registro de datos climáticos y focos de infección de moko del banano, por cable y por semana.  
Finca Toro Pinto II, Tiquisate, Escuintla

CABLE	SEMANA	PLANTAS C	AREA C	DENTRO	FUERA	CON RACIMO	SIN RACIMO	PP	TMIN	TMAX	HMAX	HMIN	PLANTAS C EST	AREA C EST	DENTRO EST	FUERA EST	CON RACIMO EST	SIN RACIMO EST
1	3	7	80	2	5	3	4	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
1	4	0	0	0	0	0	0	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
1	10	2	24	2	0	2	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
1	31	5	50	0	5	2	3	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
1	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
1	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
1	34	0	0	0		0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
1	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
1	36	11	110	7	4	8	3	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
1	37	2	20	0	2	2	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
1	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
1	39	12	132	0	12	7	5	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
1	45	5	54	0	5	1	4	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
2	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
2	4	3	36	0	3	1	2	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
2	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
2	31	20	240	7	13	10	10	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
2	32	5	60	5	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
2	33	1	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
2	34	5	50	0	5	2	3	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
2	35	6	60	6	0	4	7	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
2	36	8	96	5	3	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
2	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
2	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
2	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
2	45	5	50	0	5	2	3	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59

Continuación del Cuadro 2.22A

2	47	2	24	2	0	2	0	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
3	3	2	24	0	2	0	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
3	3	3	30	0	3	3	0	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
3	4	2	24	0	2	0	2	0	16.9	31.6	93.5	56.4	4.1	45.35	1.63	2.45	2.1	1.79
3	10	15	170	7	8	6	9	0	20.3	32.2	96.8	54.7	2.9	31.37	1.24	1.67	1.65	1.11
3	31	20	240	20	0	7	13	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
3	32	9	101	0	9	8	1	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
3	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
3	34	7	66	4	3	6	1	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
3	35	4	44	4	0	3	1	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
3	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
3	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
3	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
3	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
3	45	3	25	0	3	3	0	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
3	46	12	144	12	0	8	4	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
4	3	2	20	0	2	0	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
4	4	0	0	0	0	0	0	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
4	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
4	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
4	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
4	33	3	30	0	3	2	1	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
4	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
4	35	3	0	3	3	0	4	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
4	36	2	20	0	2	1	1	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
4	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
4	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
4	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
4	45	0	0	0	0	0	0	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
4	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
5	3	2	20	0	2	0	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
5	4	0	0	0	0	0	0	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
5	6	0	0	0	0	0	0	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
5	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01

Continuación del Cuadro 2.22A

5	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
5	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
5	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
5	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
5	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
5	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
5	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
5	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
5	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
5	45	0	0	0	0	0	0	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
5	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
6	3	27	316	9	18	12	15	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
6	6	29	336	12	17	16	13	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
6	10	8	94	4	5	3	5	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
6	31	30	204	27	3	17	13	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
6	32	5	50	0	5	5	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
6	33	5	50	0	5	4	1	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
6	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
6	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
6	36	5	60	0	6	4	1	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
6	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
6	38	4	40	0	4	3	1	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
6	39	29	324	3	26	20	9	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
6	45	32	346	27	5	16	16	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
6	46	5	54	5	0	4	1	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
6	47	2	20	0	2	0	2	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
7	3	7	76	4	3	5	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
7	6	7	84	2	5	3	4	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
7	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
7	31	7	58	0	7	4	3	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
7	32	4	40	0	4	0	4	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
7	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93

Continuación del Cuadro 2.22A

7	34	8	80	0	6	6	2	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
7	35	8	80	5	3	5	3	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
7	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
7	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
7	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
7	39	3	30	0	3	1	2	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
7	45	0	0	0	0	0	0	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
7	46	22	250	20	2	16	6	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
7	47	5	50	0	5	3	2	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
8	1	6	60	0	6	3	3	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
8	3	2	24	0	2	0	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
8	10	3	34	3	0	3	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
8	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
8	32	3	36	3	0	1	2	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
8	33	7	84	0	7	2	5	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
8	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
8	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
8	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
8	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
8	38	2	24	2	0	2	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
8	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
8	45	3	30	3	0	1	2	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
8	47	0	0	0	0	0	0	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
9	1	4	45	0	4	1	3	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
9	10	9	90	0	9	5	4	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
9	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
9	32	11	110	11	0	6	5	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
9	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
9	34	19	170	0	19	14	5	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
9	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
9	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
9	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
9	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04

Continuación del Cuadro 2.22A

9	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
9	45	0	0	0	0	0	0	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
9	46	13	84	3	5	2	6	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
9	47	0	0	0	0	0	0	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
10	1	12	130	5	7	5	7	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
10	4	14	168	11	3	8	6	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
10	6	2	24	0	2	2	0	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
10	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
10	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
10	33	5	50	5	0	2	3	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
10	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
10	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
10	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
10	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
10	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
10	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
10	45	0	0	0	0	0	0	0	20.5	34	89.8	56.3	2.8	30.38	1.21	1.61	1.61	1.59
10	46	7	78	4	3	6	1	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
10	47	7	76	0	7	3	4	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
11	9	2	24	2	0	2	0	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
11	10	3	36	0	3	2	1	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
12	4	21	252	8	13	12	9	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
12	9	3	36	3	0	2	1	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
12	10	5	60	5	0	4	1	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
12	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
12	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
12	33	12	116	12	0	10	2	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
12	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
12	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
12	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
12	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
12	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
12	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16



Continuación del Cuadro 2.22A

12	47	0	0	0	0	0	0	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
13	4	8	96	2	6	4	4	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
13	7	5	60	5	1	4	1	0	17.6	30.4	89.8	54.9	3.8	42.47	1.55	2.29	2.02	1.27
13	9	0	0	0	0	0	0	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
13	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
13	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
13	32	4	48	0	4	1	3	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
13	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
13	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
13	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
13	36	6	70	6	0	5	1	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
13	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
13	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
13	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
14	4	7	84	5	2	6	1	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
14	7	1	10	1	1	1	0	0	17.6	30.4	89.8	54.9	3.8	42.47	1.55	2.29	2.02	1.27
14	12	10	118	0	10	8	2	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
14	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
14	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
14	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
14	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
14	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
14	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
14	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
14	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
14	39	7	74	7	0	6	1	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
15	4	5	60	3	2	2	3	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
15	6	8	94	6	2	4	4	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
15	12	7	74	2	5	3	4	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
15	31	3	24	0	3	3	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
15	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
15	33	7	70	0	7	4	3	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
15	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56

Continuación del Cuadro 2.22A

15	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
15	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
15	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
15	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
15	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
16	4	0	0	0	0	0	0	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
16	12	0	0	0	0	0	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
16	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
16	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
16	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
16	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
16	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
16	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
16	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
16	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
16	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
17	4	7	84	7	0	2	5	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
17	31	3	36	0	3	1	2	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
17	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
17	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
17	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
17	35	5	56	0	5	2	3	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
17	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
17	37	4	40	0	4	3	1	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
17	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
17	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
18	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
18	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
18	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
18	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
18	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
18	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
18	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
18	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04

Continuación del Cuadro 2.22A

18	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
18	44	12	130	6	5	8	4	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
18	46	7	80	0	7	5	2	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
18	47	3	36	0	3	2	1	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
19	6	1	10	0	1	0	1	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
19	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
19	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
19	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
19	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
19	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
19	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
19	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
19	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
19	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
19	44	13	128	11	2	7	6	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
19	46	5	54	2	3	3	2	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
19	47	4	40	0	4	2	2	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
20	31	4	48	0	4	0	4	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
20	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
20	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
20	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
20	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
20	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
20	37	3	30	3	0	1	2	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
20	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
20	39	5	60	0	5	4	1	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
20	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
20	46	6	65	2	4	4	2	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
20	47	5	56	2	3	4	1	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
21	3	1	12	0	1	0	1	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
21	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
21	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
21	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93

Continuación del Cuadro 2.22A

21	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
21	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
21	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
21	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
21	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
21	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
21	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
21	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
21	47	0	0	0	0	0	0	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
22	3	3	36	0	3	3	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
22	31	3	24	3	0	2	1	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
22	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
22	33	3	30	0	3	3	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
22	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
22	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
22	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
22	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
22	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
22	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
22	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
22	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
22	47	0	0	0	0	0	0	10	19	34.5	92.8	56.8	3.3	35.65	1.39	1.91	1.78	2.13
23	1	7	70	0	7	2	5	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
23	3	1	10	0	1	1	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
23	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
23	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
23	33	3	27	0	3	3	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
23	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
23	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
23	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
23	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
23	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
23	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
23	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33

Continuación del Cuadro 2.22A

23	46	2	24	0	2	1	1	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
24	1	3	30	3	0	0	3	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
24	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
24	8	2	24	0	2	0	2	0	17.2	32.1	91.3	56.8	4	43.95	1.59	2.37	2.06	1.86
24	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
24	32	7	70	7	0	2	5	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
24	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
24	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
24	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
24	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
24	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
24	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
24	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
24	44	3	36	0	3	1	2	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
24	46	7	80	0	7	4	3	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
25	1	13	140	2	11	6	7	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
25	3	2	20	0	2	0	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
25	8	0	0	0	0	0	0	0	17.2	32.1	91.3	56.8	4	43.95	1.59	2.37	2.06	1.86
25	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
25	32	21	195	2	19	14	7	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
25	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
25	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
25	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
25	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
25	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
25	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
25	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
25	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
25	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
26	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
26	3	2	24	0	2	0	2	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
26	4	4	48	0	4	3	1	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
26	6	1	10	0	1	0	1	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
26	8	1	10	0	1	0	1	0	17.2	32.1	91.3	56.8	4	43.95	1.59	2.37	2.06	1.86
26	31	5	50	0	5	4	1	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
26	32	10	104	0	10	10	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
26	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
26	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56

## Continuación del Cuadro 2.22A

26	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
26	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
26	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
26	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
26	39	1	12	0	1	1	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
26	44	7	70	0	7	3	4	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
26	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
27	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
27	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
27	4	11	124	9	2	5	6	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
27	6	0	0	0	0	0	0	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
27	8	0	0	0	0	0	0	0	17.2	32.1	91.3	56.8	4	43.95	1.59	2.37	2.06	1.86
27	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
27	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
27	33	9	90	9	0	0	9	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
27	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
27	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
27	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
27	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
27	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
27	39	3	24	0	3	1	2	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
27	44	11	120	4	7	5	6	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
27	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
28	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
28	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
28	4	2	24	0	2	1	1	6.4	15.9	31	95.4	55.5	4.4	48.94	1.73	2.66	2.19	1.87
28	6	3	36	3	0	2	1	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
28	12	0	0	0	0	0	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
28	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
28	32	4	40	0	4	3	1	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
28	33	2	20	2	0	2	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
28	34	0	60	5	0	3	2	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
28	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
28	36	7	70	0	7	6	1	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
28	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
28	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
28	39	3	30	0	3	3	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
28	44	13	134	0	13	9	4	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
28	46	0	0	0	0	0	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
29	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18

Continuación del Cuadro 2.22A

29	3	16	180	13	3	8	8	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
29	6	4	40	0	4	3	1	0	17.7	31.6	94.6	57.7	3.8	41.89	1.54	2.26	2	1.58
29	9	0	0	0	0	0	0	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
29	12	2	24	2	0	2	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
29	31	20	199	16	4	19	1	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
29	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
29	33	4	36	0	4	1	3	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
29	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
29	35	8	96	8	0	7	1	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
29	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
29	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
29	38	5	50	5	0	4	1	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
29	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
29	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
29	46	9	90	4	6	8	1	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
30	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
30	3	17	200	0	17	9	8	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
30	7	11	134	4	7	4	7	0	17.6	30.4	89.8	54.9	3.8	42.47	1.55	2.29	2.02	1.27
30	9	3	34	0	2	1	2	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
30	12	0	0	0	0	0	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
30	31	5	60	5	0	3	2	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
30	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
30	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
30	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
30	35	2	20	2	0	0	2	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
30	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
30	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
30	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
30	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
30	44	5	50	0	5	4	1	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
31	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
31	3	6	68	0	6	2	4	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
31	9	3	30	3	1	2	2	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
31	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
31	12	0	0	0	0	0	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
31	31	4	40	4	0	3	1	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
31	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47

Continuación del Cuadro 2.22A

31	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
31	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
31	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
31	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
31	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
31	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
31	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
31	44	6	72	0	6	1	5	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
31	46	2	20	2	0	2	0	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
32	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
32	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
32	9	4	40	4	2	2	2	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
32	10	2	24	0	2	0	2	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
32	12	6	60	0	6	4	2	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
32	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
32	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
32	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
32	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
32	35	3	30	3	0	0	3	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
32	36	3	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
32	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
32	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
32	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
32	44	2	24	2	0	0	2	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
32	46	10	110	0	10	4	6	0	19.5	34.5	94.2	52.2	3.2	34.5	1.33	1.84	1.76	2
33	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
33	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
33	9	0	0	0	0	0	0	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
33	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
33	12	0	0	0	0	0	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
33	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
33	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
33	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
33	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
33	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
33	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
33	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
33	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
33	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16



Continuación del Cuadro 2.22A

33	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33
34	1	0	0	0	0	0	0	0	16.3	32.4	96.3	62.4	4.3	47.71	1.69	2.58	2.17	2.18
34	3	0	0	0	0	0	0	0	16	31.3	96.9	56.9	4.4	48.82	1.71	2.64	2.2	1.94
34	9	0	0	0	0	0	0	0	18.2	30.3	93.8	58.9	3.6	39.74	1.48	2.14	1.93	1.08
34	10	0	0	0	0	0	0	0	19.8	31.5	94.6	59.6	3.1	33.39	1.3	1.78	1.72	1.01
34	12	0	0	0	0	0	0	2.4	19.2	35.6	97.7	58.2	3.3	35.52	1.37	1.9	1.79	2.44
34	31	0	0	0	0	0	0	45.2	21.3	32.8	95.7	61.1	2.2	23.08	1.06	1.24	1.28	1.03
34	32	0	0	0	0	0	0	0	18.5	31.9	98.3	59.2	3.5	38.63	1.45	2.07	1.89	1.47
34	33	0	0	0	0	0	0	86	21.1	32.3	92	58.3	1.9	20.07	0.95	1.1	1.11	0.93
34	34	0	0	0	0	0	0	24	22.8	32.6	94.7	56.6	1.8	18.56	0.88	0.97	1.13	0.56
34	35	0	0	0	0	0	0	47	22.8	32.3	96.6	59.2	1.7	16.77	0.85	0.88	1.03	0.49
34	36	0	0	0	0	0	0	1	22.7	32.8	90.8	58.7	2.1	21.21	0.91	1.1	1.26	0.66
34	37	0	0	0	0	0	0	59	22.5	32.3	88.7	58.2	1.6	16.7	0.86	0.89	1.02	0.56
34	38	0	0	0	0	0	0	188	22.2	30.2	90.3	53.5	0.6	6.23	0.12	0.39	0.46	0.04
34	39	0	0	0	0	0	0	117	22.4	30.8	93.5	55.3	1.2	11.9	0.62	0.66	0.76	0.16
34	44	0	0	0	0	0	0	0	21.5	34	94.2	62.2	2.5	26.25	1.08	1.38	1.46	1.33

**Cuadro 2.23A** Niveles críticos de R para distintos grados de libertad (gl).

<b>Gl</b>	<b>r<sub>α=5%</sub></b>	<b>r<sub>α=1%</sub></b>	<b>gl</b>	<b>r<sub>α=5%</sub></b>	<b>r<sub>α=1%</sub></b>
1	0.997	1	24	0.388	0.496
2	0.95	0.99	25	0.381	0.487
3	0.878	0.959	26	0.374	0.478
4	0.811	0.917	27	0.367	0.47
5	0.754	0.874	28	0.361	0.463
6	0.707	0.834	29	0.355	0.456
7	0.666	0.798	30	0.349	0.449
8	0.632	0.765	35	0.325	0.418
9	0.602	0.735	40	0.304	0.393
10	0.576	0.708	45	0.288	0.372
11	0.553	0.684	50	0.273	0.354
12	0.532	0.661	60	0.25	0.325
13	0.514	0.641	70	0.232	0.302
14	0.497	0.623	80	0.217	0.283
15	0.482	0.606	90	0.205	0.267
16	0.468	0.59	100	0.195	0.254
17	0.456	0.575	125	0.174	0.228
18	0.444	0.561	150	0.159	0.208
19	0.433	0.549	200	0.138	0.181
20	0.423	0.537	300	0.113	0.148
21	0.413	0.526	400	0.098	0.128
22	0.404	0.515	500	0.088	0.115
23	0.396	0.506	1000	0.062	0.081

FUENTE: LIBRO G.W SNEDECOR Y W.G COCHRAN, STATISCAL METHODS AMES, IOWA: THE IOWA STATE UNIVERSITY PRESS, 1967. TABLA A11, Page. 557.



**Figura 2.16A** Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en el follaje y racimos (glomérulos florales) de la planta de banano.



**Figura 2.17A** Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en los dedos del racimo de la planta de banano.



**Figura 2.18A** Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en los hijuelos de la planta de banano



**Figura 2.19A** Fotografías de la presencia de la enfermedad del moko en el tallo y ráquis de la planta del banano

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS A CUATRO COMUNIDADES ALEDAÑAS A LA FINCA TORO PINTO II, TIQUISATE, ESCUINTLA.**

### **3.1 PRESENTACIÓN**

Los Servicios, es la etapa en la cual se logra tener una visión biofísica y socio-productiva del área en estudio, los cuales están vinculados a la detección y manejo de recursos naturales del área de trabajo. Con este plan se promueve la generación de alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo de los problemas detectados en las comunidades ubicadas en la región donde se realiza el ejercicio profesional supervisado de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los servicios se realizaron con 20 productores de las aldeas Las trozas, San Francisco Madre Vieja, El Semillero y Ticanlú, aledañas a la finca Toro Pinto II, y se ubican en una zona de vida de bosque seco subtropical (2). Al planificarlos, se tuvo como objetivo establecer y solucionar problemas de manejo del cultivo y problemas fitosanitarios observados en las plantaciones de Plátano (*Musa paradisiaca* var. *fijiensis*) en estas comunidades. Se dio énfasis en el manejo de los desechos orgánicos derivados del momento de cosechar el fruto y aprovecharlos como abono orgánico. Así mismo se planificó un programa de capacitación en el manejo fitosanitario del cultivo de Plátano y en la fertilización en el cultivo.

### **3.2 OBJETIVOS**

#### **3.2.1 Objetivo general**

Apoyar las diferentes actividades que desarrollan los productores del cultivo de Plátano (*Musa paradisiaca* L.), que residen en aldeas aledañas a la Finca Toro Pinto II.

### **3.3 METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de cada uno de los servicios se estableció un programa de trabajo, que conllevó la realización de las siguientes actividades:

**3.3.1 Visitas de Campo:** Con ésta actividad se observó la forma en que cada pequeño agricultor maneja el cultivo de plátano y se estableció la comunicación necesaria para convocarlos a las actividades planificadas.

**3.3.2 Trabajo de Gabinete:** Consistió en planificar las diferentes etapas del servicio a prestar y hacer un listado de materiales y equipo necesarios para realizar su clase. Con ello se pretendió obtener los resultados esperados.

**3.3.3 Preparación de materiales:** Se elaboró material didáctico necesario para la realización de talleres, prácticas demostrativas a nivel del cultivo y clases magistrales.

### **3.4 RESULTADOS DE LOS SERVICIOS REALIZADOS**

#### **3.4.1 Capacitación sobre manejo de los desechos orgánicos derivados de la cosecha para la producción de abono orgánico**

##### **3.4.1.1 Objetivo**

Apoyar con asistencia técnica a los pequeños agricultores del cultivo de plátano, sobre el manejo de los desechos orgánicos que son generados al momento de la cosecha y utilizarlos como abono orgánico.

##### **3.4.1.2 Metodología**

Este servicio se dividió en fases: clase magistral, un taller y la práctica de campo.

##### **a. Clase Magistral**

La clase magistral se desarrolló en los campos de cultivo de la parcela del agricultor Ricardo Aldana, ubicada en la aldea Ticanlú. Durante la plática, los agricultores tomaron apuntes sobre como aprovechar mejor los desechos orgánicos, que regularmente son descartados y no se incorporan al suelo. Se les explicó que además de significar un ahorro en compra de fertilizantes, disminuye el riesgo de la propagación de enfermedades que atacan al cultivo y mejora las condiciones del suelo. La pertinencia de esta plática, radica en que los agricultores de la aldea Ticanlú cultivan sobre suelos muy pobres de materia orgánica. Se aprovechó para informarles sobre el manejo fitosanitario de algunas de las principales plagas y enfermedades, y sobre la optimización de la fertilización en el cultivo.

## **b. Práctica**

Todo se explica en la clase magistral y se llevó a la práctica a través de un trabajo de campo que realizaron ellos mismos, que comprendió las siguientes actividades:

- i. En el área del cultivo, se elaboraron “trincheras” (fosas) con una profundidad no mayor de 1.5 metros (5).
- ii. Se recolectaron todos los desechos orgánicos provenientes del proceso de cosecha, sean de fácil descomposición (5). Luego, estos desechos se depositaron en las “trincheras”.
- iii. En éstas trincheras se formaron las aboneras y se le agregó a los desechos orgánicos recolectados roca fosfórica o 10-50-0 (Triple superfosfato), cal hidratada y UREA para el enriquecimiento de la abonera y la excitación de las bacterias que ayudan en la descomposición de la materia orgánica. Por cada 40-50 quintales de desechos se agregó 1 quintal de 10-50-0 (Triple superfosfato), 1 quintal de cal hidrata o ceniza y 1 quintal de UREA colocado en formas de capas (5).
- iv. Se procedió a tapar polietileno negro de preferencia, su color es el que mayor absorción de luz solar atrapa, con esto permite una deshidratación más acelerada (referencia personal Ing. Agr. Anibal Sacbajá, Laboratorio de suelos FAUSAC); la descomposición de todos los desechos orgánicos, eliminando a su vez toda clase de microorganismos patógenos, dejando únicamente aquellos que ayudan en la descomposición de la materia orgánica (5).
- v. Todos los desechos orgánicos dentro de las aboneras permanecieron por un periodo de 3 – 4 meses y se le dio aireación cada 5 días. Esto se hizo con el propósito que no se acumule humedad dentro de las aboneras y a su vez se pueda enfriar para evitar la pérdida de minerales a través de la gasificación (4).
- vi. Se extrajeron todos los desechos orgánicos que se agregaron en las trincheras y dieron origen a las posteriores aboneras, se les recomendó, si no lo utilizaban en el momento almacenarlo en recipientes herméticos y sellados para que no absorban humedad y se degraden (4).

### **3.4.1.3 Resultados**

De los 20 agricultores, se capacitaron 16 agricultores de tres comunidades diferentes, realizando todas las actividades de forma sistemática y con mucha responsabilidad. Estos



agricultores hicieron su propia trinchera y recolectaron los desechos orgánicos, pero no pudieron terminar la producción de abono orgánico por la presencia de la tormenta “Stan”.

#### **3.4.1.4 Evaluación**

Se estima que un 80% de los 20 agricultores participantes mostraron interés por las alternativas de agricultura implementadas. Indicaron que para ellos representa un menor desembolso económico al momento de establecer plantaciones jóvenes. Se estableció que con el método implementado tienen un ahorro hasta del 30%, comparado con el método tradicional, este resultado se cuantificó con base en los costos del fertilizante, el tiempo que tardó en realizarse la abonera y los precios en que se vendió el cultivo del plátano.

#### **3.4.2 Manejo fitosanitario del cultivo de Plátano (*M. paradisiaca* L.):**

##### **3.4.2.1 Objetivos**

- a. Que a través de la sintomatología del cultivo, el agricultor identifique la causa de la enfermedad o las deficiencias, en el cultivo del plátano.
- b. Que el agricultor amplíe sus conocimientos sobre el manejo fitosanitario del cultivo del plátano en la prevención y tratamiento de plagas y enfermedades.

##### **3.4.2.2 Metodología**

- a. Exposición y taller sobre la identificación, daño que causan y ciclo de vida de insectos como los thrips (*Hercinothrips femoralis*), la cochinilla algodonosa (*Dysmicoccus alazon*) y los ácaros (*Tetranychus telarius*, *Tetranychus urticae*).
- b. Exposición y taller sobre la identificación y daño que causan enfermedades como: Sigatoka amarilla, sigatoka negra.
- c. Exposición y taller sobre la identificación del daño causado por la exposición al sodio (quemaduras por sodio)
- d. Elaboración de informes técnicos (son los descriptores de las plagas de insectos y fotografías de las deficiencias y enfermedades del cultivo del plátano y los diversos productos químicos utilizados para el control ó prevención de la sigatoka, que se adicionan al final) con lenguaje sencillo para capacitar al agricultor en el conocimiento de plagas y enfermedades.

### 3.4.2.3 Resultados

Se capacitaron 16 agricultores en la identificación del daño que causan las plagas, enfermedades, deficiencia de agua, deficiencia de nutrientes, en el cultivo del plátano. Con base a la sintomatología presentada por el cultivo, aprendieron a distinguir que agente es el causal del daño ocasionado.

Se elaboró informes técnicos para los agricultores, los cuales se presentan a continuación:

#### a. THRIPS (*Hercinothrips femoralis*)

##### Descripción

Sus características principales son: pico chupador-raspador, alas plumosas y en número de dos pares, de color marrón oscuro. Su tamaño es de 1,5 mm. Las larvas no son voladoras y de color amarillento translúcido (1).

##### Daños

Ataca directamente al fruto, produciendo daños que fácilmente se confunden con los de la araña roja. El daño se inicia en los plátanos con una zona de color plateado, que después pasa a color pardo-cobrizo y termina en color casi negro (1).

El daños del thrips se diferencia del de la araña roja, en que en la primera fase del ataque o zona plateada existen unos puntos negros, típicos del ataque de thrips; en una fase más avanzada aparecen las zonas de color cobrizo, debido a la oxidación de la savia que brota por las raspaduras del insecto (1).

Sus ataques son más frecuentes en la época seca fría (diciembre y enero), con condiciones de humedad, favorecen su desarrollo (1).

Un momento adecuado para combatir esta plaga es el comienzo de la época seca (marzo, abril y mayo), cuando la población de thrips es baja (1).

## Tratamientos

Cuando se observen los daños se recomienda aplicar las pulverizaciones dirigidas al racimo, aplicadas con bombas de aspersion de motor con alguno de los siguientes insecticidas (4).

-Clorpirifos 48 %, a 150 cc/Hl.

-Diazinon 60 %, a 100 cc/Hl.

-Dimetoato 40 %, a 150 cc/Hl.

-Fenitrothion 50 %, a 150 cc/Hl.

-Fenitrothion 5%, presentado como polvo para espolvoreo a una dosis de 20-30 kilogramos por hectárea (6).

### **b. Cochinilla algodonosa (*Dysmicoccus alazon*)**

#### Descripción

Antiguamente era la plaga más corriente de las plataneras, pudiéndose encontrar las cochinillas debajo de las vainas foliares en el falso tallo, junto al nervio central de las hojas por el envés y entre los dedos del racimo (1).

La cochinilla es de forma ovalada, su cuerpo está segmentado y es de color rosado al quitarle la borra algodonosa que la protege (1).

Normalmente suele salir de sus refugios de la época lluviosa, y aparece durante la época seca fría, multiplicándose durante la época calurosa y entradas de la época lluviosa (Marzo hasta junio) (1). Daños

El daño mayor lo hace al refugiarse en medio de las manos de las piñas, ya que las atacadas necesitan de un lavado intenso para ser aptas para la exportación (1).

## Tratamientos

Cuando se observen los daños se recomienda aplicar las pulverizaciones dirigidas al racimo, aplicadas con bombas de aspersión de motor, se recomienda limpiar las hojas secas antes de efectuar el tratamiento para dejar al descubierto las cochinillas y puedan así ser fácilmente alcanzadas por el tratamiento (1).

Un momento adecuado para combatir esta plaga es el comienzo de la época seca (anteriormente mencionado), que es cuando sale de sus refugios de la época lluviosa y época seca fría antes descrito (1).

Para un tratamiento adecuado se puede utilizar uno de los siguientes productos insecticidas:

-Clorfenvinfos 24 %, a 125 cc/Hl.

-Clorpirifos 48 %, a 150 cc/Hl.

-Dimetoato 40 %, a 150 cc/Hl.

-Fenitrotion 50 %, a 150 cc/Hl.

-Malation 50 %, a 300 cc/Hl. Se debe tener precaución con este producto al aplicar en racimos muy jóvenes, por riesgo de quemaduras.

-Metil-clorpirifos 24 %, a 350 cc/Hl.

-Metil-pirimifos 50 %, a 250 cc/Hl.

Los aceites minerales no deben emplearse en la platanera para el control de cochinillas, por el peligro de producir quemaduras (6).

### c. **ÁCAROS** (*Tetranychus telarius*, *Tetranychus urticae*)

#### Descripción y daños

La araña roja suele localizarse en el envés de las hojas a lo largo del nervio central, cerca del racimo, notándose su presencia por unos puntitos de color rojo junto con las telas de araña y los huevos. Después pasan al racimo, causando daños en la fruta con la aparición de zonas de color blanco-plateado, que poco a poco se van haciendo más oscuros (1).

El adulto mide unos 0,6 mm, es de forma ovoide, de coloración rojiza. Se puede observar a simple vista en el envés de las hojas. Las larvas, que son transparentes, sólo tienen al nacer tres pares de patas. Los huevos son esféricos, lisos y más o menos transparentes (1).

Las condiciones ideales para el desarrollo de la araña roja son temperaturas elevadas y humedad ambiente baja. Por tanto, hay que vigilar las fincas, principalmente, en primavera y verano. Al llegar las lluvias y el frío de la época húmeda fría se detiene su desarrollo, refugiándose para invernar (1).

Un momento adecuado para combatir esta plaga es al comienzo de la época seca fría, que es cuando los pocos adultos invernantes pasan de las malas hierbas al envés de las hojas de la platanera, y aún no se ha iniciado la puesta del verano (1).

#### Tratamientos

Cuando se observen los daños se recomienda aplicar las pulverizaciones dirigidas al follaje, aplicadas con bombas de aspersion de motor a presión debiendo mojarse bien el envés de todas las hojas, para que aquellos sean efectivos. Con alguno de los siguientes acaricidas a las dosis que se expresan a continuación (6):

-Amitraz 20 %, a 150 cc/Hl.

-Bromopropilato 50 %, a 150 cc/Hl.

-Dicofol 16 % + tetradifon 6 %, a 200-250 cc/Hl.

-Oxi-fenbutaestaño 50 %, 100 g/Hl.

-Cihexaestan 25 %, a 120 g/Hl.

#### **d. Enfermedad provocada por la sigatoka amarilla**

Resulta favorecida por las precipitaciones y alta humedad ambiental, por lo cual la presencia de la enfermedad obedece también el ciclo de lluvia y sequía. Al iniciarse la estación lluviosa, cuando la humedad del ambiente se hace alta, en las manchas ocasionadas por la enfermedad que se encuentran en las hojas viejas, ya sea en el suelo o bien colgando todavía de las plantas, se produce un tipo de esporas microscópicas del hongo, que los técnicos llaman ascosporas; éstas son llevadas por las corrientes de aire al follaje de la misma plantación o de bananales distantes. Allí germinan y penetran en las hojas, sólo las más jóvenes pueden ser infectadas. Así, las que todavía no se han abierto son más susceptibles que las que se abrieron anteriormente y éstas, a su vez, lo son más que las terceras y así sucesivamente. Para los fines prácticos, sólo las tres hojas más jóvenes pueden considerarse susceptibles a ser infectadas por el hongo. Una vez que el hongo ha penetrado en la planta, empieza a causar en ellas su efecto perjudicial, produciendo toxinas que matan los tejidos de la hoja, dando como resultado la mancha que luego aparece en el sitio de la penetración (3).

Desde la entrada del hongo hasta la formación de la mancha, más o menos de un centímetro de largo, con borde negro y centro gris, pueden transcurrir hasta dos meses. Si la humedad ambiental sigue siendo alta y la lluvia abundante, en el centro gris de esas manchas se originan millones de otro tipo de esporas microscópicas, llamadas conidios. Estos últimos son transportados a las hojas vecinas por el salpique de las gotas de lluvia, y al cabo de cierto tiempo producen en ellas manchas similares a las ya descritas (3), colectadas de la parcela del agricultor (Figura 3.1).



**Figura 3.1** Fotografía de un corte longitudinal donde se muestran los signos y síntomas de la sigatoka amarilla.

Medidas de control: el control de la enfermedad se logra mediante aspersiones de productos químicos y prácticas culturales las cuales son complementarias y se llevan a cabo conjuntamente para tener éxito en la operación. Las aspersiones pueden realizarse desde el piso, utilizándose asperjadoras de espalda a motor, llamadas neblinadoras, o bien desde el aire, por medio del empleo de aviones o helicópteros. Cualesquiera sea el método utilizado, deberá realizarse a intervalos de tiempo recomendados y calibrando el equipo para la cantidad que se desea aplica (6).

Para el control de la Sigatoka amarilla es necesario utilizar mezclas con los fungicidas apropiados, para evitar su uso continuo y provocar la tolerancia del hongo. Entre los tipos de mezclas están (6):

- Fungicida sistémico más fungicida protectante más aceite mineral más emulsificante más agua.
- Fungicida protectante más aceite mineral más emulsificante más agua.
- Fungicida sistémico más aceite mineral más emulsificante más agua.
- Fungicida protectante más agua.

Las dosis de las mezclas más utilizadas son:

<b>Mezcla "A" Nombre de los tipos de fungicidas existentes en el mercado, agrícola (6).</b>
Benomyl 140 g
Maneb 1000 g
Emulsificante 3 mililitros (3 cc)
Aceite 4.75 litros
Agua 200 litros

<b>Mezcla "B" Nombre de los tipos de fungicidas existentes en el mercado, agrícola (6).</b>
Clorotalonil (Bravo 500) 2,5 litros
Agua 200 litros

**Precaución:** El Bravo 500 no debe ser usado con aceite, ya que causa fitotoxicidad.

A continuación se señalan algunas mezclas y dosis utilizadas en Centroamérica para la aspersión aérea:

Cocktail Benlate (dosis por hectárea)	
5 litros	Aceite
1.25 kilogramos	Mancozeb
0.28 kilogramos	Benlate
0.05 litros	Tritón (emulsificante)
Agregar agua hasta completar 2.3 litros de la motobomba de aspersión que se utiliza para asperjar el cultivo de plátano (6).	



Cocktail Calixin (dosis por hectárea)	
5 litros	Aceite
1.75 kilogramos	Mancozeb
0.60 litros	Calixin
0.60 litros	Tritón
Agregar agua hasta completar 2.3 litros de la motobomba de aspersión que se utiliza para asperjar el cultivo de plátano (6).	

Bravo 500 (dosis/ha)	
2,5 o 3,0 l	Bravo 500
5 cc	Antiespumante
Completar con agua a la capacidad del tanque (6).	

Dithane Flowable (dosis/ha)	
5 a 6 l	Dithane Flotable
5 cc	Tritón
Completar con agua a la capacidad del tanque (6).	

Aceite puro (dosis por hectárea)	
9.35 litros	Aceite
1.95 a 2.9 kilogramos	Mancozeb
Tritón al 25% del volumen de aceite únicamente para la primera aplicación.	
Completar con agua a la capacidad del tanque de 54 galones (6).	

Cocktail Calixin (dosis por hectárea)	
5 litros	Aceite
1.75 kilogramos	Mancozeb
0.60 litros	Calixin
0.60 litros	Tritón
Agregar agua hasta completar 2.3 litros de la motobomba de mochila para asperjar (6).	

Bravo 500 (dosis por hectárea)	
2.5 o 3.0 litros	Bravo 500
5 cc (mililitros)	Antiespumante
Completar con agua a la capacidad del tanque de 54 galones (6).	

Dithane Flowable (dosis por hectárea)	
5 a 6 litros	Dithane Flotable
5 cc (mililitros)	Tritón
Completar con agua a la capacidad del tanque de 54 galones (6).	

Aceite puro (dosis por hectárea)	
9.35 litros	Aceite
1.95 a 2.9 kilogramos	Mancozeb
Tritón al 25% del volumen de aceite únicamente para la primera carga.	
Completar con agua a la capacidad del tanque (6).	

### e. Enfermedad provocada por la sigatoka negra

**Sintomatología:** las plantas afectadas por sigatoka negra presentan puntos oscuros, café rojizo menores de 0,25 milímetros, visibles a simple vista en el envés de las hojas. Generalmente más abundantes cerca del margen derecho de la hoja (vista de frente) y hacia el ápice. En plantas sin fructificar pueden aparecer en la segunda hoja: Los puntos se alargan a estrías, claramente visibles por envés de la hoja (3).

En condiciones de clima húmedo, las estrías aparecen 10 a 14 días después de la infección; conidióforos y conidios son producidos en este primer estado de estrías (3).

Las estrías se alargan y cambian de color café oscuro a casi negro, haciéndose claramente visible en el haz de la hoja, esto disminuye el segundo estado de estrías. Las estrías se hacen cada vez más anchas y de forma algo elíptica, a veces rodeada de un halo acuoso. Este es el estado de manchas. Algunas veces presenta un ligero amarillamiento del tejido alrededor de la lesión, pero normalmente esto no es frecuente, como sí ocurre en sigatoka amarilla, y las lesiones colapsen para formar una gran mancha negra, las cuales no presentan zonas amarillentas a su alrededor. El centro de la lesión se seca, se vuelve ligeramente gris y presenta una depresión. La lesión es rodeada por un angosto borde negro bien definido. Si se presenta gran densidad de lesiones, estas colapsen, la hoja se torna negra y muere en 3-4 semanas, apenas después de aparecer los primeros síntomas (3). Ver Figura 3.2.



**Figura 3.2** Fotografía de la plantación con sigatoka negra cuando comienza (izquierda) y cuando está avanzada la enfermedad (derecha)

En condiciones severas de infección pueden observarse estrías y manchas desde la segunda hoja en plantas no fructificadas ya partir de la primera, incluyendo la hoja "bandera" en plantas fructificadas. La defoliación total puede observarse en plantas de banano y de plátano con 7-8 semanas de edad del racimo, presentándose en este estado una madurez prematura de los frutos. En Pérdidas que ocasiona, la sigatoka negra es más destructiva que la sigatoka amarilla. Las manchas en sigatoka negra aparecen más temprano, incluso llegan terceras y cuartas hojas aún en las hojas segundas. En sigatoka amarilla, las manchas aparecen en las hojas cuarta, quinta o sexta. Las estrías aparecen de 10 a 14 días más temprano que en sigatoka común y el período de transición es de 6 a 7 días más temprano (3). Los productos comúnmente utilizados en el control químico de la enfermedad y que tienen la aprobación de la Agencia de Protección Ambiental, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (EPA-USDA) son los Ditiocarbamatos (Manzate M 200, Dithane F, Dithane M 45, Manzicarb, Vondozeb y el Clorotalonil (Bravo 500). Las empresas de insumos cuentan con productos químicos a la venta para el pequeño agricultor como: Fluzilazoles: Punch, los Triazoles: Tilt y Baycor, los Benzimidazoles: (Derosal y Bavistin y los Dithiocarbamatos): Mancozeb y Zineb (6).

#### **f. Quemaduras del cultivo de plátano**

En la siguiente fotografía tomada en la micro parcela del pequeño agricultor se muestran quemaduras provocadas por el sodio debido a las cercanías que tienen los cultivos respecto al mar (Océano Pacífico), (Figura 3.3).



**Figura 3.3** Fotografía de plantas de plátanos afectadas con quemaduras por sodio.

#### 3.4.2.4 Evaluación

La meta esperada era de 20 agricultores de las aldeas aledaña a la Finca Toro Pinto, obtuvieron conocimientos relacionados sobre las enfermedades e insumos que se le aplican al cultivo del plátano, lograron diferenciar el ataque de los ácaros y el ataque de la sigatoka negra y amarilla, que les causaban confusión. La evaluación de lo concerniente a sigatoka, se realizó con 16 agricultores de los cuáles, 7 aprendieron la diferenciación de las enfermedades a nivel de campo, que se muestran en fotografías anteriores.

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Córdova, S. 2006. Importancia de plagas en cultivo del plátano en Guatemala. (correspondencia personal). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subárea de Protección de plantas. 2 p.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Eden-Green, SJ. 1994. Enfermedades de *Musa*. Hoja Divulgativa no. 3, 20 p.
4. Miranda Rivera, YA. 2003. Productos orgánicos en el cultivo del banano, en la finca Santa Rosita, Tiquisate, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 22 p.
5. Sacbajá, A. Facultad de Agronomía, GT. 2006. Importancia de plagas en cultivo del plátano en Guatemala. (correspondencia personal). 2 p.
6. Saldaña, D. 2005. Costos sobre el manejo y control de enfermedades del banano (correspondencia personal). Tiquisate, Escuintla, Guatemala, Finca Bellamar, Departamento de Estadística. 2 p.