



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN FITOSANIDAD

FITOPATOLOGÍA

**EPIDEMIOLOGÍA Y MANEJO DE LA  
CENICILLA (*Leveillula taurica*) DEL  
TOMATE EN LA COMARCA  
LAGUNERA, COAHUILA**

**MARJA LIZA FAJARDO FRANCO**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2010

La presente tesis, titulada: **Epidemiología y manejo de la cenicilla (*Leveillula taurica*) del tomate en la Comarca Lagunera, Coahuila**, realizada por la alumna **MARJA LIZA FAJARDO FRANCO**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**FITOSANIDAD**

**FITOPATOLOGÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:

  
DR. REMIGIO ANASTACIO GUZMÁN PLAZOLA

ASESOR:

  
DR. ROBERTO GARCÍA ESPINOSA

ASESOR:

  
DR. MATEO ARMANDO CADENA HINOJOSA

**Montecillo, Texcoco, Estado de México, Junio 2010.**

## CRÉDITOS

El presente trabajo fue realizado como parte del proyecto “**Epidemiología y biología de poblaciones de la cenicilla del tomate (*Leveillula taurica*) en California y México**” auspiciado por The University of California Institute for Mexico and the United States (UC MEXUS) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Se agradece ampliamente a la empresa Hortalizas de la Laguna (HORLAG), de San Pedro de las Colonias Coahuila, el apoyo logístico, material y técnico brindado para el desarrollo de esta investigación. En la conducción de los experimentos se contó con la valiosa participación del Ing. Miguel Ángel Pérez Hernández, quien fungió como asistente de investigación. Se agradece además el apoyo técnico y logístico brindado por el personal de la empresa HORLAG, en especial a los ingenieros Juliana Terrones y Jorge Maltos García. La organización, análisis de datos y redacción de la presente tesis estuvieron a cargo de la estudiante de maestría Marja Liza Fajardo Franco, bajo la asesoría del Consejo Particular indicado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Colegio de Postgraduados por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría, en especial al Instituto de Fitosanidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de mis estudios de maestría.

Al Dr. Remigio Guzmán A. Plazola, por el tiempo dedicado a la planeación y desarrollo de este trabajo de investigación, por sus consejos y apoyo a lo largo de mi estancia en el Colegio de Postgraduados.

Al Dr. Roberto García Espinosa y Mateo Armando Cadena Hinojosa, por su apoyo y por el tiempo dedicado a la realización y culminación del trabajo de tesis.

A los profesores que mediante los cursos y asesorías contribuyeron en mi formación profesional.

A todas aquellas personas que hicieron de mi estancia en el Colegio de Postgraduados una grata experiencia.

## **DEDICATORIA**

### ***A mi madre y hermano***

Serapia e Isaí

Su apoyo ha sido fundamental en mi vida.

### ***A mi familia***

Martín: Por tu apoyo y comprensión.

Liza Mireya: Por motivarme cada día al regalarme una sonrisa.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	i
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	5
HIPÓTESIS.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
Experimento Predio El Fuerte .....	8
Experimento Predio Venus.....	9
Experimento Predio Marte .....	10
Experimento Predio Pachuca.....	10
RESULTADOS .....	12
Experimento Predio El Fuerte .....	12
Comportamiento del modelo .....	12
Comportamiento de la enfermedad .....	12
Rendimiento .....	15
Correlación entre variables.....	18
Experimento Predio Venus.....	19
Comportamiento del modelo .....	19
Comportamiento de la enfermedad .....	19
Rendimiento .....	25
Correlación entre variables.....	29
Experimento 3. Predio Marte .....	30
Comportamiento del modelo .....	30
Comportamiento de la enfermedad .....	30
Rendimiento .....	47
Correlación entre variables.....	56
Experimento Predio Pachuca.....	57
Comportamiento del modelo .....	57

Comportamiento de la enfermedad .....	57
Rendimiento .....	74
Correlación entre variables.....	81
DISCUSIÓN.....	84
CONCLUSIONES .....	86
REFERENCIAS .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales) mediante el modelo TOMATO.PM por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio el Fuerte, ciclo abril-julio, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel C) Var. Romana Elite. A=Aplicación de fungicida CBRM. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....14
- Figura 2. Tasa intrínseca de incremento de la incidencia de *Leveillula taurica* en tres variedades de tomate en el Predio el Fuerte bajo diferentes estrategias de manejo de la enfermedad en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Ciclo abril-julio. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. La barra vertical representa el error estándar de la media.....15
- Figura 3. Lesiones causadas por *Leveillula taurica* en tomate (*Solanum lycopersicum*), A) Var. Sun 7705. B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite, cultivado en el Predio el Fuerte, ciclo abril-julio, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....16
- Figura 4. Número máximo de lesiones causadas por *Leveillula taurica* acumuladas durante 80 días después del trasplante en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el Predio el Fuerte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo abril-julio, bajo diferentes estrategias de manejo



de la enfermedad. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. La barras verticales representan el error estándar de la media.....17

Figura 5. Área bajo la curva del número de lesiones (ABCNL) causadas por *Leveillula taurica* en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el Predio el Fuerte, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Ciclo abril-julio, bajo diferentes estrategias de manejo de la enfermedad. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedios por tratamiento por variedad. La barra vertical representa el error estándar de la media.....17

Figura 6. Rendimiento de fruto acumulado a 80 días obtenido en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el Predio el Fuerte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-julio, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedios por tratamiento por variedad. Resultados a 80 días después de trasplante. La barra vertical representa el error estándar de la media.....18

Figura 7. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales), mediante el modelo TOMATO.PM, por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) Var. Sahel cultivado en el Predio Venus, ciclo abril-agosto, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A=Aplicación de fungicida con base en el modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo.....20

Figura 8. Aparición de la primera hoja enferma y posición de esta en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Venus, ciclo abril-agosto en la Comarca Lagunera, San Pedro de Las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....20

Figura 9. Posición promedio de la última hoja enferma por (*Leveillula taurica*) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Venus, ciclo abril-agosto en la Comarca Lagunera, San Pedro de Las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....21

Figura 10. Foliolos de tomate (*Solanum lycopersicum*) afectados por *Leveillula taurica* en plantas cultivadas en el predio Venus, Ciclo abril-agosto en la Comarca Lagunera, San Pedro de Las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....22

Figura 11. Lesiones causadas por *Leveillula taurica* en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, ciclo abril-agosto, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media. ....22

Figura 12. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Variedad Sahel. Ciclo abril-agosto. A) Testigo B) Azufre semanal C) Rally semanal D) Azufre CBRM y 6 ddp E) Rally CBRM y 6 ddp F) Azufre CBRM y 10 ddp G) Rally CBRM y 10 ddp. H) Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....24

Figura 13. Severidad en plantas del experimento realizado en el predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila., tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. Ciclo abril-agosto. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.....25

Figura 14. Rendimiento acumulado calidad extra extra long (XXL) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillulla taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....26

Figura 15. Rendimiento acumulado calidad extra long (XL) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillulla taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....27

Figura 16. Rendimiento acumulado calidad long (L) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....27

Figura 17. Rendimiento acumulado calidad medium (M) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....28

Figura 18. Rendimiento acumulado calidad small (S) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....29

Figura 19. Incidencia de *Leveillula taurica* en tomate (*Solanum lycopersicum*) en A) tres variedades cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. B) bajo diferentes estrategias de manejo. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....31

Figura 20. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales), mediante el modelo TOMATO.PM, por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite cultivado en el Predio Marte, ciclo julio-octubre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A=Aplicación de fungicida con base en el modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo.....32

Figura 21. Aparición de la primera y última hoja enferma y posición de esta en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. a) Var. Sun 7705, b) Var. Sahel, c) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....34

Figura 22. Foliolos de tomate (*Solanum lycopersicum*) afectados por *Leveillula taurica*. Plantas cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....36

Figura 23. Total de foliolos enfermos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM = Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras

verticales representan el error estándar de la media.....	37
Figura 24. Lesiones por planta causadas por <i>Leveillula taurica</i> en plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	39
Figura 25. Lesiones provocadas por <i>Leveillula taurica</i> en plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....	40
Figura 26. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Sun 7705. Ciclo julio-octubre. A) Testigo, B) Rally semanal, C) Amistar semanal, D) Rally CBRM y 10 ddp E) Amistar CBRM y 10 ddp F) Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....	43

Figura 27. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Variedad Sahel. Ciclo julio-octubre. A) Testigo, B) Rally semanal, C) Amistar semanal, D) Rally CBRM y 10 ddp E) Amistar CBRM y 10 ddp F) Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....44

Figura 28. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Variedad Romana Elite. Ciclo julio-octubre. A) Testigo, B) Rally semanal, C) Amistar semanal, D) Rally CBRM y 10 ddp E) Amistar CBRM y 10 ddp F)Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.....45

Figura 29. Enfermedad por planta en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite.....46

Figura 30. Rendimiento total acumulado en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación . CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....48

Figura 31. Rendimiento acumulado calidad XXL obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveilulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....50

Figura 32. Rendimiento acumulado calidad XL obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveilulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....51

Figura 33. Rendimiento acumulado calidad L obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveilulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....52

Figura 34. Rendimiento acumulado calidad M obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveilulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A)



Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	54
Figura 35. Rendimiento acumulado calidad S obtenido en tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de <i>Leveillula taurica</i> . ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	55
Figura 36. Incidencia de <i>Leveillula taurica</i> en tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) en A) tres variedades cultivadas en el predio Pachuca y B) diferentes tratamientos con fungicida promediados sobre todas las variedades, Ciclo agosto-diciembre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	58
Figura 37. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales), mediante el modelo TOMATO.PM, por su conductividad al ataque de <i>Leveillula taurica</i> y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var Romana Elite cultivado en el Predio Pachuca, ciclo agosto-diciembre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A=Aplicación de fungicida con base en el modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	60
Figura 38. Aparición de la primera y última hoja enferma y posición de esta en plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las	

Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM .....	62
Figura 39. Foliolos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) afectados por <i>Leveillula taurica</i> . Plantas cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	63
Figura 40. Total de foliolos enfermos en plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	64
Figura 41. Lesiones por planta causadas por <i>Leveillula taurica</i> en plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....	66

Figura 42. Lesiones provocadas por *Leveillula taurica* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....67

Figura 43. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Sun 7705. Ciclo agosto-diciembre. A) Testigo B) Rally semanal C) Amistar semanal D) Rally CBRM y 6 ddp E) Rally CBRM y 10 ddp F) Amistar CBRM y 10 ddp G) Tasa media ponderada. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.....70

Figura 44. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Sahel. Ciclo agosto-diciembre. A) Testigo B) Rally semanal C) Amistar semanal D) Azufre semanal E) Rally CBRM y 6 ddp F) Azufre CBRM y 6 ddp G) Rally CBRM y 10 ddp H) Amistar CBRM y 10 ddp I) Azufre CBRM y 10 ddp J) Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.....71

Figura 45. Dinámica de severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Romana Elite. Ciclo agosto-diciembre. A) Testigo B) Rally semanal C) Amistar semanal D) Rally CBRM y 6 ddp E) Rally CBRM y 10 ddp F) Amistar CBRM y 10 ddp. G) Tasa media absoluta ponderada de la enfermedad. ddp = días de protección después de la aplicación.

CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo.  
 TOMATO.PM.....72

Figura 46. Severidad en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....73

Figura 47. Rendimiento total acumulado en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....75

Figura 48. Rendimiento total acumulado calidad XXL en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....76

Figura 49. Rendimiento total acumulado calidad XL en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo

TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite.....	79
---	----

Figura 50. Rendimiento total acumulado calidad L en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....80

Figura 51. Rendimiento total acumulado calidad M en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.....82

Figura 52. Rendimiento total acumulado calidad S en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media. ....83

# EPIDEMIOLOGÍA Y MANEJO DE LA CENICILLA (*Leveillula taurica*) DEL TOMATE EN LA COMARCA LAGUNERA, COAHUILA

Marja Liza Fajardo Franco, M. C.

Colegio de Postgraduados 2010

## RESUMEN

La cenicilla del tomate (*Leveillula taurica*) está presente en diferentes regiones del norte de México, como la Comarca Lagunera en el estado de Coahuila. Para su control en esta región se realizan aplicaciones intensivas de fungicidas durante todo el ciclo de la planta. *L. taurica* es un microorganismo altamente susceptible a las condiciones microclimáticas del cultivo. Sobre esta base, en 1997 Guzmán-Plazola desarrolló un modelo (TOMATO.PM) que permite categorizar el microclima a nivel del dosel vegetal, determinar niveles de riesgo de daño económico de la enfermedad y generar recomendaciones sobre la conveniencia de aplicar o no fungicidas para su control. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la epidemiología de la cenicilla (*L. taurica*) del tomate (*Solanum lycopersicum*) en la Comarca Lagunera, Coahuila y su efecto en el rendimiento del cultivo. Se evaluaron diferentes estrategias de manejo en cuatro experimentos, utilizando las variedades de tomate Sun 7705, Sahel y Romana Elite. Se comparó la aplicación semanal de azufre humectable, myclobutanil y azoxystrobin con la aspersión con base en las recomendaciones del modelo (CBRM) TOMATO.PM utilizando los mismos fungicidas. Se observó una diferencia significativa en la tolerancia a la enfermedad entre variedades, donde los cv. Romana Elite y Sahel fueron más tolerantes al ataque por cenicilla. El uso del modelo permitió reducir el número de aplicaciones necesarias para el control de *L. taurica* de 13-18 a 1-3, sin afectar negativamente el rendimiento y la calidad del fruto. En la mayoría de los casos las aspersiones realizadas con azufre CBRM resultaron en rendimientos totales acumulados y de las calidades XXL, XL, M y S, significativamente mayores que el resto de tratamientos.

Palabras clave: *Leveillula taurica*, *Solanum lycopersicum*, control, modelo de riesgo, TOMATO.PM.

## ABSTRACT

Tomato powdery mildew (*Leveillula taurica*) is a common disease in Northern Mexico. The disease attacks tomatoes in the Comarca Lagunera, state of Coahuila. Intensive fungicide sprays are applied along the crop cycle in the region to control the disease. Since *L. taurica* development is highly dependent upon crop microclimate, in 1997 Guzmán-Plazola proposed a spray forecast model (TOMATO.PM) that categorize microclimate in tomato canopies, evaluate the risk of economic damage to the crop, and issues a spray recommendation when microclimate becomes conducive for the disease. In this work, development of tomato powdery mildew, fruit yield and quality of three tomato cultivars under the effect of different powdery mildew control strategies were assessed. Four experiments were carried out on tomato Sun 7705, Sahel and Romana Elite cultivars. The effects of weekly sprays of wettable sulfur, myclobutanil and azoxystrobin were compared against the same fungicides sprayed by following TOMATO.PM recommendations. Romana Elite and Sahel were more tolerant to powdery mildew than Sun 7705. Use of TOMATO.PM for timing fungicide applications allowed a significant reduction of fungicide sprays, from 13-18 to 1-3, with no negative effects on total fruit yield and quality. In most cases, sulfur sprays timed according to TOMATO.PM recommendations resulted in higher fruit yield and quality (XXL, XL, M and S) than the rest of treatments.

Palabras clave: *Leveillula taurica*, *Solanum lycopersicum*, control, risk models, TOMATO.PM.

## INTRODUCCIÓN

Las cenicillas (Ascomycotina, Erysiphales) son enfermedades que infectan hojas, tallos, flores y frutos en casi 10 000 especies de angiospermas. Afectan a diversas especies de importancia, tales como uvas, durazno, tomate, chile y muchas ornamentales. Su control representa anualmente altos costos debido al uso de fungicidas y la búsqueda de variedades resistentes (Glawe, 2008).

Entre las cenicillas, el género *Leveillula* se caracteriza por formar micelio interno y externo en el hospedante. El hongo carece de hifas especializadas, presenta conidiogénesis simple y ausencia de cuerpo fibroso. El estado teleomorfo del hongo es *Oidiopsis*. Las especies de *Leveillula* producen ascomata con apéndices miceliares y conidios dimórficos (Glawe, 2008).

Las conidias de *L. taurica* germinan en la superficie de la hoja y penetran por los estomas. En inoculaciones artificiales, 70% germina en tres horas. Después de la penetración el hongo crece intercelularmente por 3 a 4 semanas. Posteriormente el micelio crece fuera de la hoja a través de los estomas. Los conidióforos se forman en la superficie foliar. Esta conidiación es visible como colonias blancas. Los síntomas también pueden observarse en el envés de la hoja, tanto por la densidad más alta de los estomas en este lado o porque el microclima es más adecuado para el desarrollo de la enfermedad. En etapas avanzadas las lesiones se tornan cloróticas (Elad, *et al.* 2006).

Recientemente, Glawe *et al.* (2005) reportó la ocurrencia de *Leveillula taurica* en *Triglochin marítima* (monocotiledónea, Alismatales, Juncaginaceae). Se le ha encontrado también en tomate en Marruecos (Besri y Hormattallah, 1985) y Estados Unidos (Correll, 1986; Kontaxis, D.G. y Van Maren 1978; Campbell y Scheuerman, 1979); en *Allium spp.* en California e Irán (Lammlen y Endo, 1985; Khodaparast *et al.*, 2003; Toit *et al.*, 2004; Hill y Wilson, 2004), Belém do São Francisco, Estado de Pernambuco y en Brasilia, en el Brasil (Reis *et al.* 2004). También se le ha observado en plantas de olivo en Calabria, Italia (Manici y Lops, 1993) y en ajo en Venezuela (Sanabria de Albarracín, 1994). Se observó en Chile en Hawai y Nueva Zelanda (Uchida *et al.* 1995; Mohan y Molenaar, 2005) y en el cultivar “Yolo Wonder” en Santa Cruz, Bolivia (Correll *et al.*, 2005), al igual que en Brasil (Carmo *et al.*, 2006) y la India (Sharmila *et al.*, 2006).



Uchida *et al.* (1995) la reportó en alcachofa y la llamada flor de araña (*Cleome spinosa*) en Hawái y Sampangi *et al.*, (2007) en *Cleome hassleriana*. Se reportó también en hojas y frutos de papaya en Brasil (Nogueira *et al.* 1997), así como en *Capparis spinosa*, *Plantago major*, *Sonchus asper* y *Convolvulus arvensis* en la India (Gupta y Bhaedwai, 1998). Se ha reportado en berenjena y en tomate en Suiza (Bolay, 1998) y en los cultivares “Santa Clara”, “Superman” y “Cool 45” en Bolivia (Correll *et al.*, 2005). Diferentes investigadores la reportaron en Chile cultivado bajo condiciones de invernadero en Canadá (Cerkauzkas *et al.*, 1999; Ferguson y Shipp, 2002; Cerkauzkas y Buonassisi, 2003), en Argentina (Soto y Lucero, 2004) en Brasil (Liberato *et al.*, 2000) y en Nueva York (McGrath *et al.*, 2001). También se encontró en pepinos cultivados en invernaderos de Ontario, Canadá (Ferguson y Shipp, 2002). En el año 2002, Koike y Bekham, la reportaron en la planta acuática cala (Híbrido de *Zantedeschia albo maculata* X *Z. rehmannii*) en California, Estados Unidos. Khodaparast *et al.* (2003) la reportaron en *Polianthes tuberos*. Se observó también en hojas de *Rubia cordifolia* en Nueva Delhi, India (Kumar y Pandey, 2003). Se ha observado en papa cultivada en Grand County, Washington, Estados Unidos (Glawe *et al.*, 2004), en alcaparra (*Capparis spinosa*) en Turquía (Kavak, 2004) y en puerro (*Allium porrum*) en el mismo país (Kurt *et al.*, 2004). En Brasil se le encontró en la endibia del Amazonas (*Eryngium foetidum*), en perejil (*Petroselinum crispum*) y en cilantro (*Coriandrum sativum*) (Reis *et al.*, 2004). Mandhare *et al.* (2005) la reportó en garbanzo cultivado en Maharashtra, India, mientras que Lucero *et al.* (2005) la observaron en la planta *Physalis viscosa*, en Argentina. Se encontró también en el género *Euphorbia*, (Liberato *et al.*, 2005; Garibali *et al.*, 2006) y en mezquite (*Prosopis glandulosa*) (Little, 2006). Se observó en la planta ornamental *Gaillardia*, en el estado de Washington (Glawe *et al.*, 2006) y en alfalfa en Turquía (Onar y Karakaya, 2006). Masirevic y Jasnic, (2006) la reportaron en girasol en Serbia, y Koike (2007) y en el arbusto conocido como "matilija poppy" (Papaveraceae: *Romneya coulteri*). En 1983 se reportó por primera vez en Sinaloa, México en tomate (Sanchez, 1983). Guigón-López y González-González (2001) reportaron a *L. taurica* en cultivos de Chile en la zona sur de Chihuahua, México.

En el 2007, Elad, *et al.*, realizaron un estudio para determinar las condiciones que favorecen a *Leveillula taurica* en el cultivo de pimiento dulce bajo condiciones controladas y en invernaderos comerciales. La germinación de las conidias ocurrió a 10 y 37°C y fue óptima a 20°C. La

viabilidad de los conidios declinó a temperaturas mayores de 40°C por 6 horas. La colonización en las hojas fue óptima entre 15°C y 20°C. Algunas infecciones en las hojas ocurrieron a 15°C y 20°C y la conidiciación fue suprimida a 20°C y 25°C. Las tasas de germinación más altas fueron observadas de 75 a 85% de humedad relativa. La severidad en las hojas fue alta para las plantas sujetas a los períodos más largos con temperatura entre 10 a 15°C y a humedades relativas entre 85 a 95% durante el día. La severidad de la enfermedad fue correlacionada negativamente con periodos largos con temperaturas mayores de 25°C. La floración y el rendimiento se redujo en los cultivos infectados.

Ruveni y Rottem (1974) encontraron que la temperatura óptima para la germinación de conidias de *L. taurica* es de 25°C. Con temperaturas mayores de 25°C la tasa de germinación se reduce y el desarrollo del tubo germinativo es más lento. Las conidias usualmente no germinan a temperaturas mayores de 30°C. Schnathorst (1965) clasificó a *L. taurica* entre las cenicillas que germinan óptimamente con humedades relativas entre 96 y 99% y subóptimamente a humedades relativas mayores a 50%. Alguna germinación menor puede ocurrir por debajo de este nivel de humedad relativa. Similarmente, la germinación y formación del tubo germinativo se incrementa gradualmente con valores de humedad relativa entre 0 a 100%. (Elad *et al.*, 2006).

En un estudio realizado por Guzmán-Plazola *et al.* (2003) se evaluaron los efectos de la humedad relativa y de la temperatura en la cenicilla del tomate (*Leveillula taurica*) bajo condiciones que afectan el desarrollo de la enfermedad en el mercado fresco de tomates en California. Se encontró que a 30°C y temperaturas superiores la germinación de esporas se ve afectada, así como la elongación del tubo germinativo y el desarrollo de la enfermedad. Periodos diarios de al menos 2 horas con temperaturas altas (35°C) suprimieron el desarrollo de la enfermedad (70-92%). Similarmente, altas temperaturas en invernaderos sin ventilación (6 horas a 45°C) redujeron drásticamente la cenicilla en la producción pepino en comparación con una ventilación constante (Sato *et al.*, 2003). Estos resultados concuerdan con las observaciones realizadas por Brand *et al.* (2009) en pimiento.

De acuerdo a Guzmán-Plazola *et al.*, (2003) con niveles bajos de humedad relativa (20-40%) se reduce la germinación de esporas y la aparición de lesiones, se acelera la muerte del tejido del hospedante y se abate el progreso de la enfermedad. Con niveles intermedios de humedad relativa

(50-70%) se incrementa la germinación de esporas y se optimiza el desarrollo de la enfermedad. Periodos alternados de condiciones favorables y desfavorables indujeron la formación de zonas cloróticas en las hojas.

En tomate, este hongo puede causar pérdidas de 31% en el rendimiento (Elad, *et al.* 2007). Su control se realiza principalmente mediante la aplicación de productos químicos. En varios experimentos se ha evaluado el efecto de la aplicación de azufre humectable y myclobutanil. Keshwal y Choubay (1983) realizaron un experimento de campo para evaluar el resultado de aplicar diferentes productos químicos en Chile para controlar a *L. taurica*, en condiciones de campo. Los productos que tuvieron mejor control fueron Baycor (bitertanol), Klorocin (hipoclorito de sodio), Devisulphur (azufre humectable) y Bayleton (triadimefon). Cartia (1984) reportó reducciones en la incidencia de *L. taurica* al aplicar semanalmente 250 g de Aurocol (azufre coloidal al 80%). Demir *et al.* (1999) compararon el efecto de control del azufre humectable, bicarbonato de sodio y el fungicida triforine en tres variedades de tomate cultivadas en condiciones de invernadero en Turquía. Las aspersiones comenzaron al aparecer los primeros síntomas en el follaje de las plantas. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las variedades en lo que a rendimiento se refiere; los tratamientos de azufre humectable necesitaron de dos aspersiones para hacer evidente el efecto de control sobre la enfermedad, mientras que con el triforine y el bicarbonato de sodio se necesitaron cinco aspersiones. Smith *et al.* (1999) realizaron un estudio para determinar formas de controlar a *L. taurica* en California en pimiento. Concluyeron que el azufre es más efectivo como fungicida preventivo y que existe la necesidad de realizar mejoramiento genético en los cultivos susceptibles para mejorar el control sobre esta enfermedad. El azoxistrobin brindó un control intermedio de la cenicilla, mientras que con triadimefon y myclobutanil se tuvo un excelente control y se requirieron de 1 a 2 aplicaciones. Rathore (2006) dirigió un ensayo en la India para evaluar la efectividad del myclobutanil (Systhane 10% WP) contra el hongo en el cultivo del Chile. Encontró que a dosis de 0.05 %, el myclobutanil y el triadimefon causaron menor incidencia de la enfermedad así como rendimientos mayores que en el testigo no asperjado.

Tanto en California como en México (principalmente en Sinaloa y en la zona conocida como la Comarca Lagunera) la cenicilla del jitomate es un agente patógeno sujeto a aplicaciones

intensivas de pesticidas químicos durante el ciclo de cultivo. Existe un modelo de riesgo de la enfermedad desarrollado por Guzmán-Plazola *et al.*,1997. Este modelo establece una caracterización del ambiente diario en función de las horas en que dicho ambiente es favorable o no para el desarrollo de la enfermedad, determinando niveles de desarrollo de la enfermedad, así como el momento pertinente para realizar una aplicación de fungicidas. Este modelo fue probado por el autor en campos de tomate para consumo en fresco ubicados en los Valles Centrales de California, con resultados positivos.

## **OBJETIVOS**

- Estudiar la epidemiología de la cenicienta (*L. taurica*) Arnaud del tomate (*S. lycopersicum*) en la Comarca Lagunera, Coahuila.
- Evaluar diferentes estrategias de manejo de la cenicienta del tomate (*L. taurica*).

## **HIPÓTESIS**

- Las estrategias de manejo evaluadas afectan diferencialmente el desarrollo de la enfermedad.
- El desarrollo epidémico de la cenicienta varía con la época del año.
- La cenicienta afecta negativamente el rendimiento del cultivo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se establecieron cuatro experimentos en predios pertenecientes a la empresa Hortalizas de la Laguna, en San Pedro de las Colonias, Coahuila. En cada variedad se colocó una estación meteorológica automatizada la cual operó con sensores de temperatura ambiental, humedad relativa y humedad foliar, conectados a un micrologger marca WatchDog modelo 450, programado para coleccionar datos cada minuto. El micrologger y los sensores de temperatura y humedad relativa fueron protegidos contra la intemperie mediante un protector solar. Al inicio del cultivo, las estaciones fueron ubicadas inmediatamente arriba del dosel vegetal y conforme el cultivo incrementó su follaje, se mantuvieron al interior de este en la parte media del dosel.

Los datos diarios de temperatura, humedad relativa y humedad foliar obtenidos con el micrologger se procesaron mediante el modelo TOMATO.PM, desarrollado por Guzmán-Plazola (1997), e implementado mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System v 9.0, Cary North Carolina). El modelo categoriza el microclima de cada día por su proclividad a la enfermedad, mediante tres categorías: N, cuando las condiciones ambientales son desfavorables para el desarrollo de la enfermedad; M, cuando las condiciones son moderadamente favorables; y C cuando el ambiente es favorable para que la enfermedad afecte significativamente al cultivo. Para determinar en qué momento se debe realizar una aspersión de fungicida, se evalúan conjuntos de 6 días (la mitad del período latente de la enfermedad) y cuando en ese período se presentan tres días con nivel de riesgo C, ya sea consecutivos o intercalados y no ocurren dos días consecutivos tipo N, se realiza una aspersión. En los casos donde se realizó aspersión de fungicidas se programó la evaluación de 6 ó 10 días de protección por el producto (ddp), ya que para el área experimental bajo estudio no se conoce la duración de la protección de los fungicidas. De esta forma, la evaluación de la proclividad del microclima a la enfermedad se programó a ser reiniciada 6 o 10 días después de la última aspersión con fungicidas realizada con base en las recomendaciones del modelo (CBRM).

De acuerdo a Guzmán-Plazola (1997) un día C típico muestra una temperatura promedio de 29 °C y una temperatura máxima de 31 °C, con 4.8 horas de humedad foliar. La humedad relativa máxima es de 96%. El rango de variación de la temperatura ambiente en este tipo de días es de 18.2 °C y de humedad relativa 52%. Los días M son más frescos, más húmedos y con un rango

de variación en la temperatura más estrecho que los días C. Un día N típico presenta temperaturas máximas promedio de 36.5 °C, 5.8 horas con temperaturas por encima de 32.4 °C y 7 horas con temperaturas de 30 °C. La humedad relativa puede ser tan alta como un 98%. La humedad foliar registrada es en promedio de 1.7, en una escala del 1 al 10. El rango de variación en temperatura, humedad foliar y humedad relativa es el más amplio de las tres categorías, teniendo un valor de 58.9% para la humedad relativa y superior a 18.2 °C para la temperatura.

La dosis utilizada para la aplicación de myclobutanil fue de 144 g de i.a. por hectárea; para azoxitrobin se utilizó una dosis de 200 g de i.a. por hectárea y para azufre humectable al 37% se aplicó 1 litro por hectárea. Las aspersiones se realizaron mediante una aspersora manual de mochila, calibrada previamente. Las dosis de cada fungicida se duplicaron a las seis semanas de iniciado el ensayo, por ser este el procedimiento de manejo usado regularmente por los técnicos de la empresa Hortalizas de la Laguna, donde se realizó el experimento

Los frutos de cada parcela útil se cosecharon y colocaron en rejas de plástico para su separación por tratamiento y su posterior evaluación en el área de empaque. Los frutos cosechados en cada unidad experimental fueron clasificados por tamaños (excepto en el experimento realizado en el predio Fuerte), con base en las siguientes categorías:

Tamaño XXL (Extra extra long, frutos de más de 120 g de peso),

Tamaño XL (Extra long, frutos entre 101 y 119 g de peso),

Tamaño L (Long, frutos con peso entre 95 y 100 g),

Tamaño M (Medium, peso entre los 80 y 94 g),

Tamaño S (Small, frutos con peso menor a 80 g).

## **Experimento Predio El Fuerte**

El trasplante se realizó el 11 de Abril del 2006 y se utilizaron las variedades Sun 7705, Sahel y Romana Elite. El registro de datos meteorológicos inició el día 21 de Abril a las 0:00 hrs. Se evaluaron cuatro tratamientos: 1) Testigo, 2) Aplicación semanal de azufre humectable, 3) Aplicación de azufre humectable CBRM y 6 ddp, 4) Aplicación de azufre humectable CBRM y 10 ddp. Para los efectos de estos tratamientos se asume que la protección de las plantas por el fungicida dura 6 ó 10 días, por lo que la evaluación del microclima por el modelo se reinicia al término de este período. Cada tratamiento se repitió cuatro veces.

La unidad experimental (UE) consistió de tres camas de 5 m de largo y 1.8 m de ancho. La parcela útil en la variedad Sun 7705 tuvo 3 metros de largo y 1.75 m de ancho ( $5.25 \text{ m}^2$ ), en la variedad Sahel tuvo 3m de largo y 3.5m de ancho ( $10.5 \text{ m}^2$ ) y en la variedad Romana Elite tuvo 3 m de largo y 5.5 m de ancho ( $15.75 \text{ m}^2$ ), de tal forma que quedó rodeada de una cama a cada lado y 1 m de cultivo en cada cabecera.

Las aspersiones calendarizadas se realizaron semanalmente, en las siguientes fechas: 23 y 29 de Abril; 6, 13, 20 y 27 de Mayo; 3, 10, 17 y 24 de Junio; 1º, 8 y 15 de Julio. Las aspersiones de acuerdo con el riesgo estimado por el modelo se realizaron en las siguientes fechas: 8 de Junio, (sólo en la variedad Sahel), 16 de Junio (variedades Sun 7705 y Romana Elite).

La incidencia se evaluó en tres fechas posteriores al trasplante (51, 66 y a los 80 días) considerando el número de hojas afectadas con respecto al número de hojas totales. Se evaluó la bondad de ajuste de esta variable a los modelos exponencial, logístico, monomolecular y Gompertz (Campbell y Madden, 1990). Se determinó el número de lesiones en tres fechas posteriores al trasplante (a los 51, 66 y 80 días). Para esta variable se determinó el área bajo la curva del número de lesiones (ABCNL). Se realizó un solo corte (el día juliano 185) con el cual se evaluó el rendimiento. En este caso no se clasificaron las calidades de frutos. Se analizó la correlación entre variables mediante el cálculo de coeficientes de correlación lineal. En todos estos casos los cálculos fueron realizados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, Cary North Carolina).

## **Experimento Predio Venus**

El trasplante fue realizado el 16 de Abril del año 2006. Se plantó la variedad Sahel. Se instaló una estación meteorológica automatizada con sensores de temperatura ambiental, humedad relativa y humedad foliar. El registro de datos meteorológicos inició el 21 de abril, a las 0:00 hrs.

Se evaluaron siete tratamientos: 1) Testigo; 2) Aplicación semanal de azufre humectable; 3) Aplicación semanal de myclobutanil (Rally); 4) Aplicación de azufre humectable CBRM y 10 ddp; 5) Aplicación de myclobutanil CBRM y 10 ddp; 6) Aplicación de azufre CBRM y 6 ddp 7) Aplicación de myclobutanil CBRM y 6 ddp. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar. Cada tratamiento fue repetido cuatro veces. Las aspersiones calendarizadas se realizaron en las siguientes fechas: 23 y 29 de Abril; 6, 13, 20 y 27 de Mayo; 3, 10, 17 y 24 de Junio; 1º, 8, 15, 22 y 29 de Julio; 12, 19 y 26 de Agosto. Las aspersiones de acuerdo al modelo se realizaron los días 15 y 2 de agosto.

La unidad experimental consistió de tres camas de cinco metros de longitud y 1.8 m entre surcos. Se tomó como parcela útil a la cama central, eliminando un metro de cultivo en cada cabecera. En total se realizaron siete cortes, los días 30 de Junio, 12 y 28 de Julio, 9, 20 y 27 de Agosto; y 3 de Septiembre. Los datos de rendimiento fueron analizados por corte, por calidad y total acumulado al final del experimento.

Se realizaron muestreos para detectar la aparición de los síntomas y el desarrollo de la enfermedad. Se evaluó la incidencia considerando el número de hojas afectadas con respecto al número de hojas totales. Se determinó el número de lesiones, el número de folíolos y la severidad, evaluada como porcentaje de área foliar dañada, la cual se estimó por comparación con fotografías de hojas que mostraban diferentes niveles de la enfermedad. El área afectada en cada fotografía fue calculada por computadora mediante importación de éstas al software IDRISI v. Andes e identificación de segmentos dañados y sanos. Las fotos se imprimieron y ordenaron en forma ascendente según su nivel de enfermedad. Se evaluó la bondad de ajuste de los datos de incidencia a modelos analíticos utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, Cary North Carolina).



### **Experimento Predio Marte**

El trasplante se realizó el día 5 de julio de 2006. Se plantaron las siguientes variedades de tomate: Sun 7705, Sahel y Romana Elite, en las que se evaluaron cinco tratamientos: 1) Testigo, 2) Aplicación semanal de myclobutanil (Rally), 3) Aplicación semanal de azoxistrobin (Amistar), 4) Aplicación de myclobutanil CBRM y 10 ddp y 5) Aplicación de azoxistrobin CBRM y 10 ddp.

Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas, tomando como parcela chica cada uno de los tratamientos con fungicida y como parcela grande a la variedad. Cada parcela grande se repitió tres veces, bajo un diseño en bloques al azar. Las unidades experimentales consistieron de tres camas de 5 m de longitud, considerando como parcela útil a la cama central.

En total se realizaron ocho cortes, los días 14, 19, 25, y 28 de septiembre; 5, 11, 18 y 22 de octubre de 2006. En cada corte se registró el peso obtenido para cada calidad en cada unidad experimental. Se evaluó el rendimiento por corte, calidad y total acumulado de cada categoría en cada variedad. La enfermedad fue evaluada mediante el procedimiento descrito para el experimento realizado en el predio Venus.

### **Experimento Predio Pachuca**

El trasplante se realizó el día 5 de agosto del 2006. Se plantaron las variedades de tomate: Sun 7705, Sahel y Romana Elite. El inicio del registro de datos ambientales fue el 1º de Septiembre del 2006, mediante el establecimiento de estaciones meteorológicas.

Los tratamientos evaluados fueron seis: 1) Testigo, 2) Aplicación semanal de myclobutanil. 3) Aplicación semanal de azoxistrobin, 4) Aplicación de myclobutanil CBRM y 6 ddp, 5) Aplicación de myclobutanil CBRM y 10 ddp, 6) Aplicación de azoxistrobin CBRM y 10 ddp. Solo en la variedad Sahel se evaluaron además los siguientes tratamientos: 7) Aplicación semanal de azufre humectable, 8) Aplicación de azufre CBRM y 6 ddp y 9) Aplicación de azufre CBRM y 10 ddp.

Se evaluó el efecto de tratamientos y variedades, así como su interacción. Se utilizó un diseño de tratamientos de parcelas divididas, donde se tomó como parcela grande cada variedad de tomate; y como parcela chica cada tratamiento de fungicida indicado en el párrafo anterior. Se aplicó un diseño experimental en bloques completos al azar. Las unidades experimentales consistieron de tres camas de 5 m de longitud, con la cama central como parcela útil. Se realizaron siete cortes, los días 27 de Octubre, 2, 9, 16, 23, 30 de Noviembre; y 7 de Diciembre. En cada corte se registró el peso obtenido para cada calidad en cada unidad experimental; para efectos de análisis los datos se evaluó el rendimiento acumulado por corte, por calidad y total por tratamiento al final del experimento. La enfermedad fue evaluada mediante el procedimiento descrito para el experimento en el predio Venus.

## **RESULTADOS**

### **Experimento Predio El Fuerte**

#### **Comportamiento del modelo**

Los primeros síntomas de *L. taurica* se detectaron el 31 de mayo (día juliano 151) en la variedad Sun 7705. Los resultados de la categorización diaria del clima por el modelo en cada variedad están reportados en la Figura 1. El primer período de alto riesgo de daño por la enfermedad fue detectado por el modelo los días 8 (día juliano 159, variedad Sahel) (Figura 1B) y 16 de Junio (día juliano 167, variedades Sun 7705 y Romana Elite) (Figuras 1A y 1C, respectivamente). Bajo el esquema calendarizado de aplicaciones semanales de azufre se realizaron 13 aspersiones, mientras que con el modelo solamente fue necesaria una aspersión.

#### **Comportamiento de la enfermedad**

En la época de mayor concentración de días favorables para la enfermedad se observó un aumento significativo en la incidencia de hojas con síntomas en todas las variedades (Figuras 1). La variedad Sun 7705, tratada semanalmente con azufre, tuvo una incidencia final de 47%, y fue significativamente más alta que la del resto de tratamientos, quienes mostraron una dinámica similar de desarrollo epidémico (Figura 1A).

En la Variedad Sahel, el testigo tuvo una incidencia final de 62%, mientras que en el tratamiento semanal con azufre el valor fue de 30%. En el resto de tratamientos, basados en las recomendaciones del modelo, el resultado final fue 50 y 46%, respectivamente. Sin embargo, estas diferencias se acentuaron a partir del día juliano 167, después de la acumulación de varios días favorables y moderadamente favorables para la enfermedad (Figura 1B).

En la variedad Romana Elite el testigo tuvo una incidencia final de 47%, mientras que en los demás tratamientos fue de 31 a 32% y su dinámica fue similar durante todo el período de evaluación (Figura 1C).

Todas las curvas de desarrollo de la incidencia se ajustaron al modelo Logístico. En la variedad Sahel y Romana Elite el testigo tuvo la mayor tasa intrínseca de incremento de la enfermedad, mientras que la menor tasa correspondió al tratamiento con azufre semanal. Las plantas tratadas con base al modelo tuvieron valores intermedios (Figura 2).

En la variedad Sun 7705 se detectaron diferencias significativas en las tasas de intrínsecas de incremento entre los tratamientos testigo, azufre semanal y azufre CBRM y 6 ddp, y no se detectaron diferencias entre los tratamientos, azufre semanal y azufre CBRM 10 ddp; las plantas tratadas con base al modelo y 6 ddp mostraron una reducción significativa en este parámetro (Figura 2).

El número de lesiones causadas por el hongo durante los primeros 66 días después del trasplante (día juliano 167) fue muy reducido. Sin embargo entre esta fecha y los 80 días después del trasplante (día juliano 181) se observó un crecimiento exponencial en esta variable y en todas las variedades (Figura 3).

En la variedad Sun 7705 las plantas testigo y las tratadas con azufre CBRM tuvieron el mayor número de lesiones, mientras que el menor número de éstas se detectó en las parcelas tratadas semanalmente con azufre (Figura 3A).

En la variedad Sahel las plantas testigo y las tratadas con azufre CBRM y 6 ddp fueron similares, le siguieron las plantas tratadas CBRM y 10 ddp y azufre semanal (Figura 3B).

En la variedad Romana Elite, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos con azufre CBRM, además, tuvieron la menor cantidad de lesiones. El número total de lesiones de cada tratamiento fue menor que en las otras variedades (Figura 3C).

En la variedad Sun 7705 y Sahel el número máximo de lesiones fue mayor en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp y el testigo, en la variedad Romana Elite no existieron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 4).

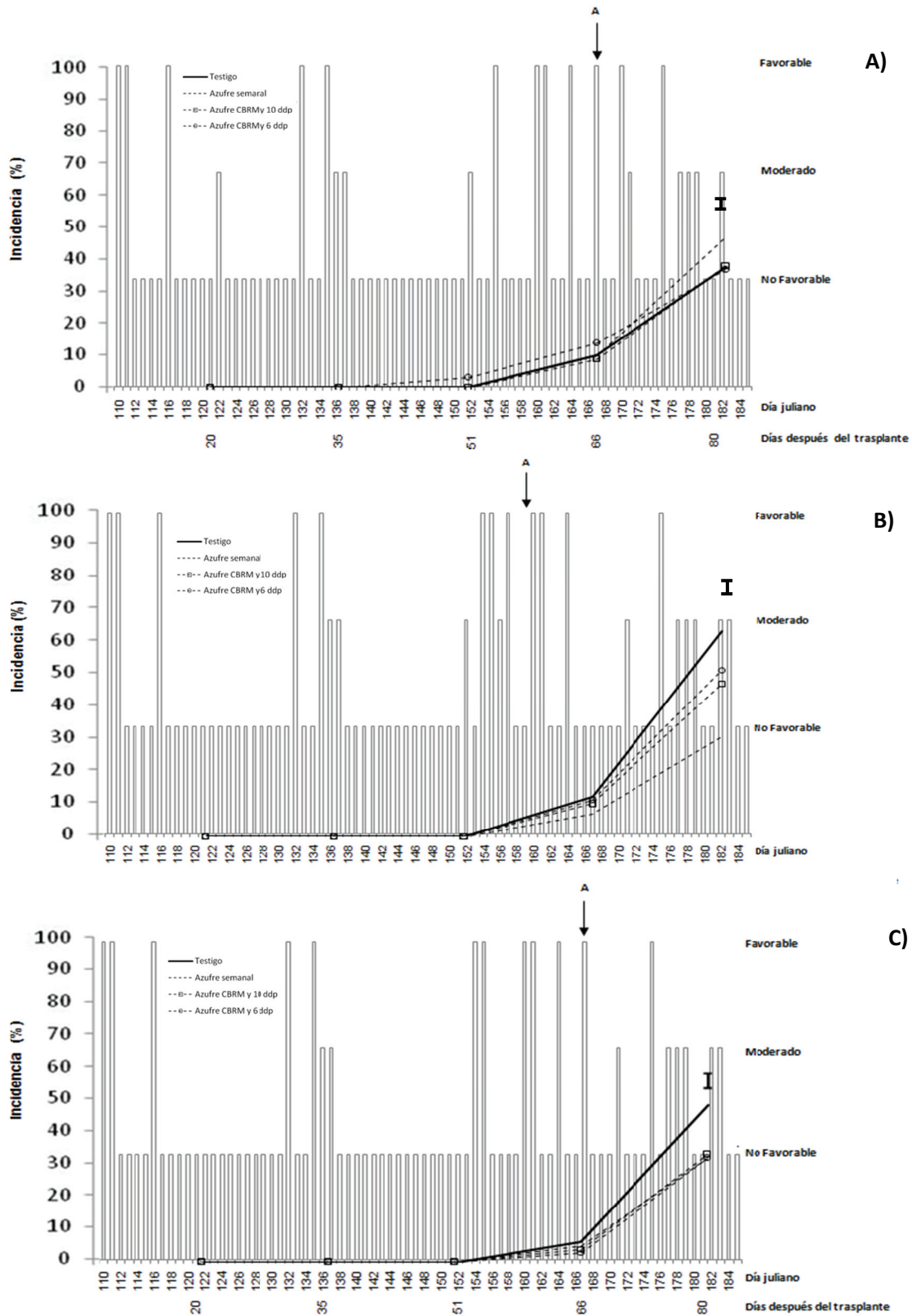


Figura 1. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales) mediante el modelo TOMATO.PM por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio el Fuerte, ciclo abril-julio, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel C) Var. Romana Elite A=Aplicación de fungicida CBRM. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

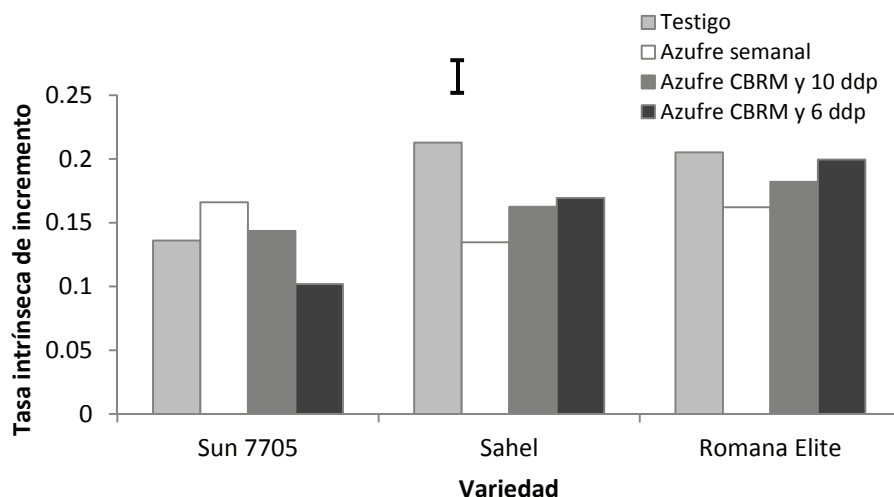
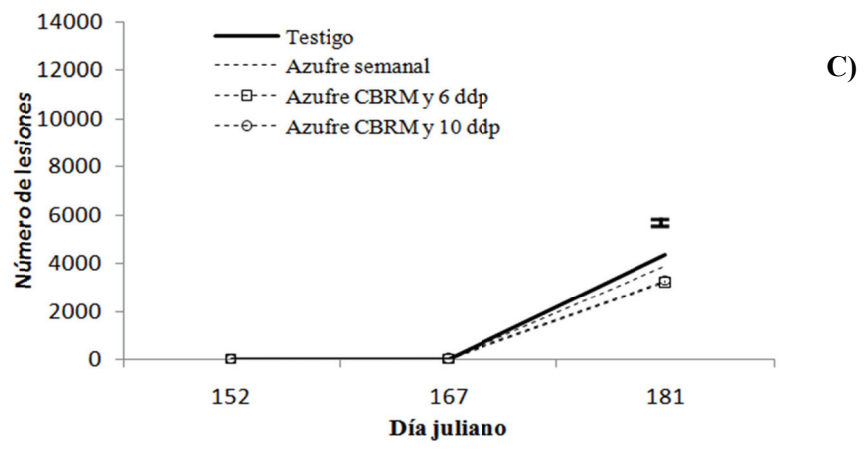
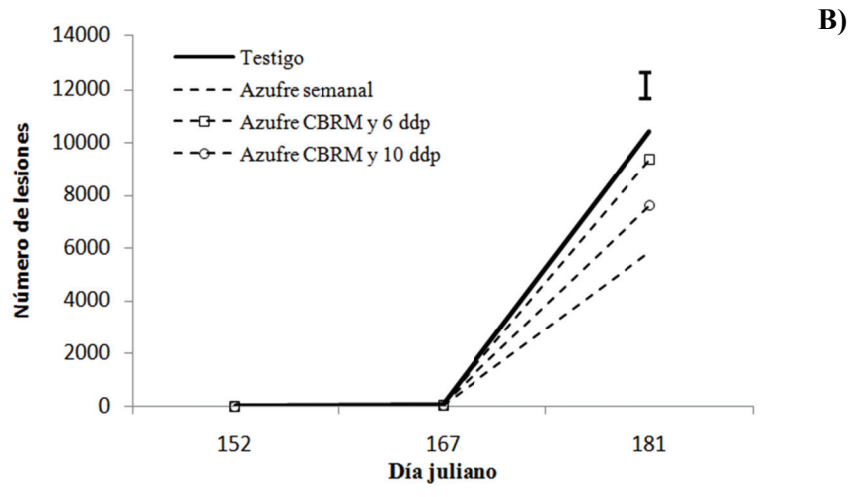
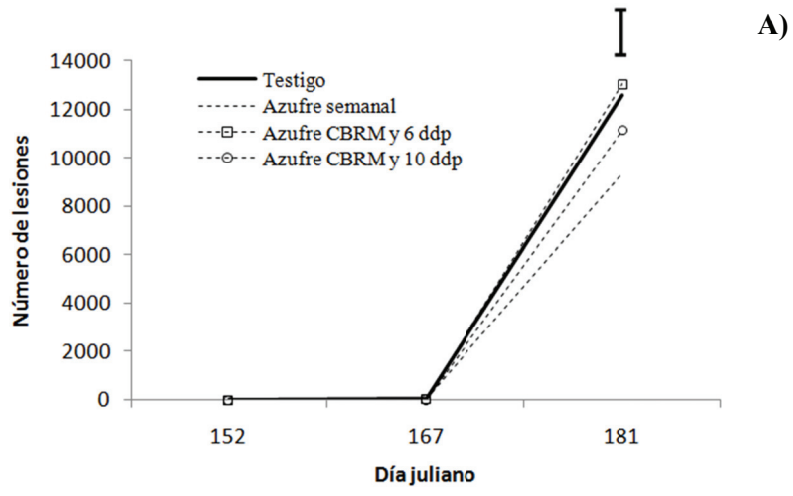


Figura 2. Tasa intrínseca de incremento de la incidencia de *Leveillula taurica* en tres variedades de tomate en el Predio el Fuerte bajo diferentes estrategias de manejo de la enfermedad en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Ciclo abril-julio. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. La barra vertical representa el error estándar de la media.

El área bajo la curva del número de lesiones tuvo un comportamiento muy similar al observado en el número total de lesiones por planta (Figura 5). Resalta en ambos casos que la variedad Romana Elite tuvo valores significativamente menores que las otras variedades en ambas variables.

## Rendimiento

La variedad Sun 7705 tuvo un rendimiento total de frutos (a 84 días después del trasplante, día juliano 185) significativamente mayor que las otras dos variedades. En esta variedad el rendimiento más alto fue observado en las plantas tratadas con base al modelo y 10 ddp; sin embargo el menor valor en este genotipo también correspondió a las plantas tratadas con base al modelo y 6 ddp, no obstante que ambos tipos de parcelas solo recibieron una aspersión de azufre. Sin embargo este tratamiento a su vez no resultó estadísticamente diferente de las plantas asperjadas semanalmente con azufre pero si del testigo. En la variedad Sahel, el testigo fue superior a los demás tratamientos estadísticamente, los cuales además resultaron similares entre sí. Mientras que en la variedad Romana Elite las diferencias entre tratamientos no fueron significativas (Figura 6).



ar.  
dro  
las

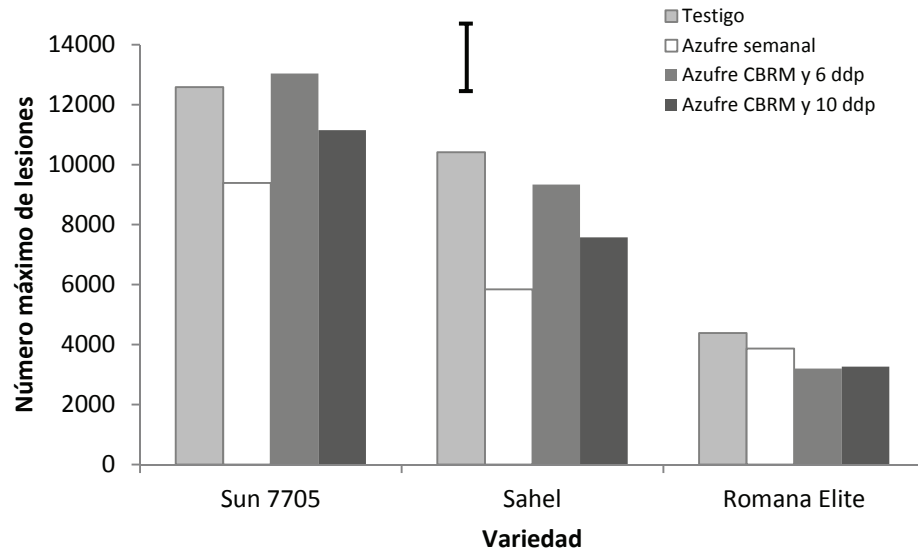


Figura 4. Número máximo de lesiones causadas por *Leveillula taurica* acumuladas durante 80 días después del trasplante en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el Predio el Fuerte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo abril-julio, bajo diferentes estrategias de manejo de la enfermedad. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. La barras verticales representan el error estándar de la media.

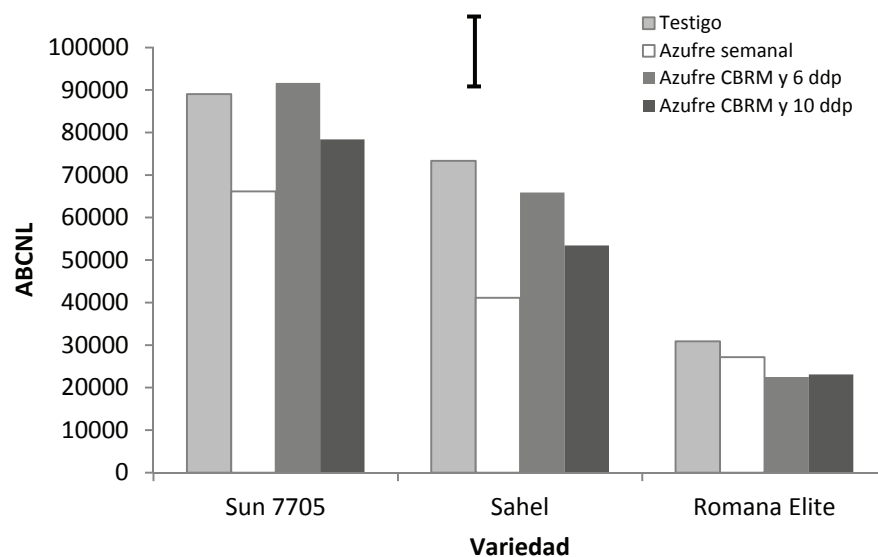


Figura 5. Área bajo la curva del número de lesiones (ABCNL) causadas por *Leveillula taurica* en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el Predio el Fuerte, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Ciclo abril-julio, bajo diferentes estrategias de manejo de la enfermedad. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedios por tratamiento por variedad. La barra vertical representa el error estándar de la media.



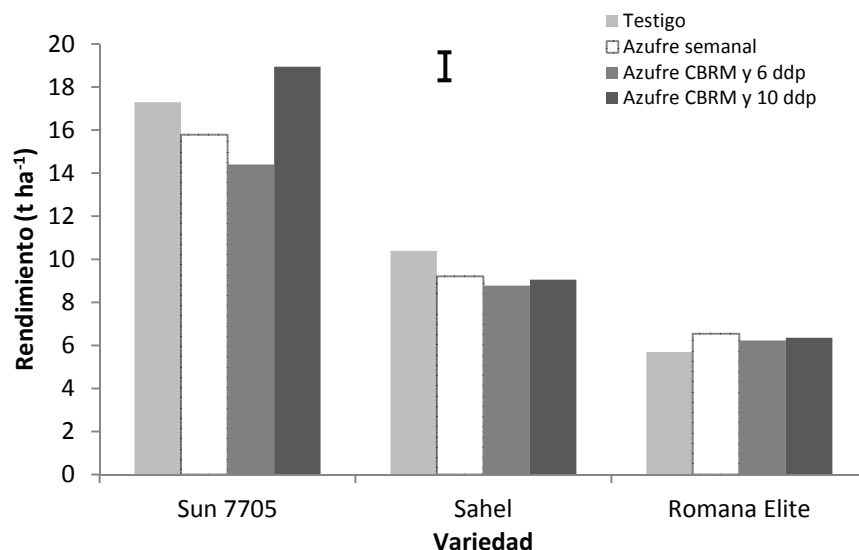


Figura 6. Rendimiento de fruto acumulado a 80 días obtenido en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el Predio el Fuerte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-julio, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedios por tratamiento por variedad. Resultados a 80 días después de trasplante. La barra vertical representa el error estándar de la media.

## Correlación entre variables

En las variedades Sun 7705 y Sahel y Romana Elite se observó una correlación positiva muy estrecha entre el área bajo la curva del número de lesiones y el número máximo de lesiones ( $r=0.99$ ,  $p=0.0002$ ,  $r=0.99$ ,  $p<0.0001$  y  $r=0.99$ ,  $p=0.0002$ , respectivamente). En la variedad Sahel, el área bajo la curva del número de lesiones estuvo a su vez altamente correlacionado con la tasa intrínseca de incremento de la enfermedad ( $r=0.93$ ,  $p=0.0671$ ) y con la incidencia ( $r=0.97$ ,  $p=0.0296$ ). En esta variedad el número máximo de lesiones tuvo también una estrecha correlación positiva con la tasa intrínseca de incremento ( $r=0.93$ ,  $p=0.655$ ), y con la incidencia ( $r=0.97$ ,  $p=0.0292$ ). Estas dos últimas variables a su vez resultaron estrechamente correlacionadas ( $r=0.97$ ,  $p=0.0262$ ).

## **Experimento Predio Venus**

### **Comportamiento del modelo**

Los primeros síntomas de *L. taurica* se detectaron el 19 de junio (día juliano 170) en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp. Los resultados de la categorización diaria del microclima obtenidos por el modelo están reportados en la Figura 7. Los períodos de alto riesgo de daño por la enfermedad fueron detectados en las siguientes fechas: el 15 de Julio (día juliano 196) y el 2 de Agosto (día juliano 214). Bajo el esquema calendarizado de aplicaciones semanales se realizaron 18 aspersiones, mientras que con el modelo, con 6 o 10 ddp, solamente fueron necesarias dos y se aplicaron en la misma fecha en ambos casos (Figura 7).

### **Comportamiento de la enfermedad**

La primera hoja enferma se detectó el día juliano 170 en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp; posteriormente, el día juliano 190 se detectó la aparición de síntomas en las plantas tratadas semanalmente con azufre. Los demás tratamientos presentaron la primera hoja enferma hasta el día juliano 201. El orden de aparición de los primeros síntomas en las hojas fue el siguiente: en la hoja 1 a 3 en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp; en la hoja 1 a 2 en las tratadas con azufre semanal; en la hoja 6 en las plantas tratadas con Rally o azufre CBRM y 10 ddp y en las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp. En las plantas testigo la primera hoja afectada fue la número nueve (Figura 8).

En la época de mayor concentración de días favorables para la enfermedad se observó un aumento significativo en la incidencia de hojas con síntomas. La enfermedad se presentó inicialmente en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp en el día juliano 170, en el siguiente muestreo los síntomas aparecieron en las plantas asperjadas semanalmente con azufre, mientras que en los demás tratamientos se demoró hasta el día juliano 201. La incidencia final en todo el experimento varió de 16.5 a 28%. Los valores más altos se observaron en las plantas asperjadas con azufre CBRM y 6 ddp, en las tratadas semanalmente con azufre o Rally y en el

testigo y sus diferencias no resultaron estadísticamente significativas. El resto de los tratamientos tuvo incidencias menores a 20% y valores similares entre sí (Figura 7).

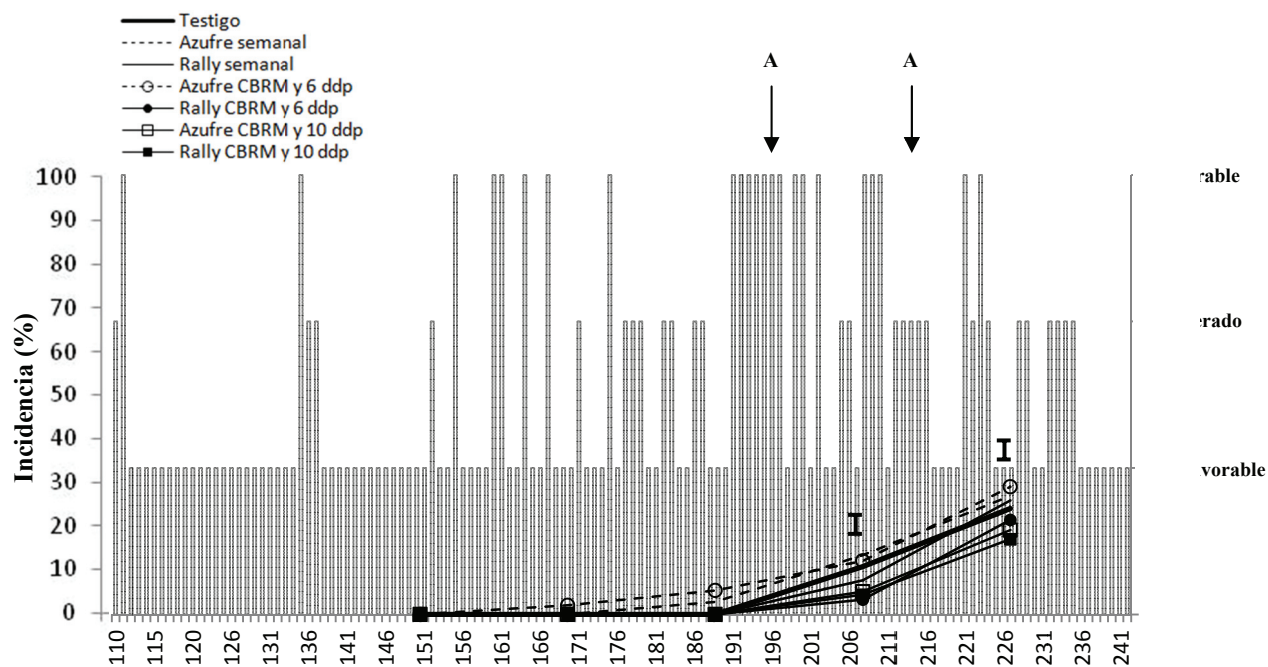


Figura 7. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales), mediante el modelo TOMATO.PM, por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) Var. Sahel cultivado en el Predio Venus, ciclo abril-agosto, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A=Aplicación de fungicida con base en el modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo.

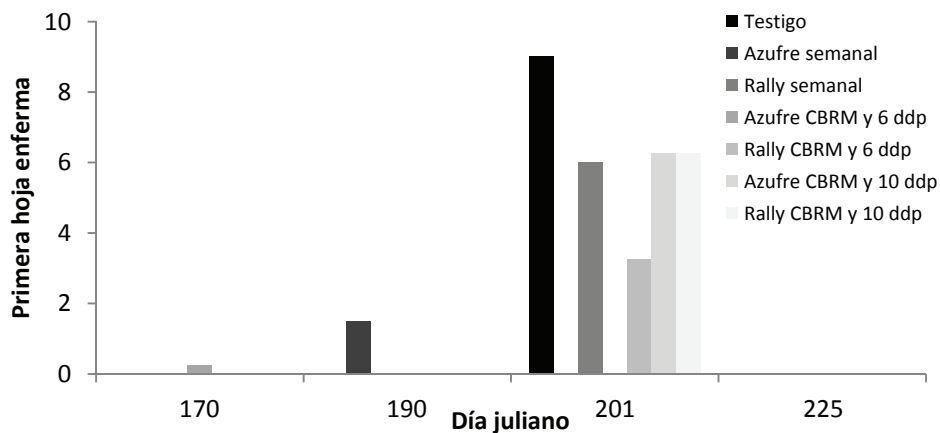


Figura 8. Aparición de la primera hoja enferma y posición de esta en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Venus, ciclo abril-agosto en la Comarca Lagunera, San Pedro de Las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

En este experimento se observó un patrón diferencial entre tratamientos en la posición de la última hoja afectada por la enfermedad. En las plantas tratadas semanalmente con Rally la última hoja enferma varió entre la 17 y la 32 (promedio 20.75); en las tratadas con Rally CBRM con 6 y 10 ddp varió de la 19 a la 21 (promedio 20.25 y 19.75, respectivamente). En las plantas asperjadas con azufre CBRM y 10 ddp la última hoja afectada varió de la 16 a la 22 (promedio 19.25). En el testigo las últimas hojas enfermas variaron de la 14 a la 21 y en las plantas tratadas semanalmente con azufre de la 17 a la 32 (promedios 18.25 y 17.25, respectivamente). Por su parte, en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp la última hoja enferma varió de la 11 a la 20 (promedio 15.75) (Figura 9).

La mayor cantidad final de folíolos enfermos y el número total de lesiones por planta tuvieron un comportamiento similar (Figuras 10 y 11). En ambos casos la dinámica de incremento mostró un patrón exponencial, con los tratamientos azufre CBRM y 6 ddp, azufre y rally semanal y las plantas testigo con los mayores valores en cada variable. Los demás tratamientos mostraron menores valores en cada evaluación y aproximadamente el mismo patrón de síntomas (Figura 10).

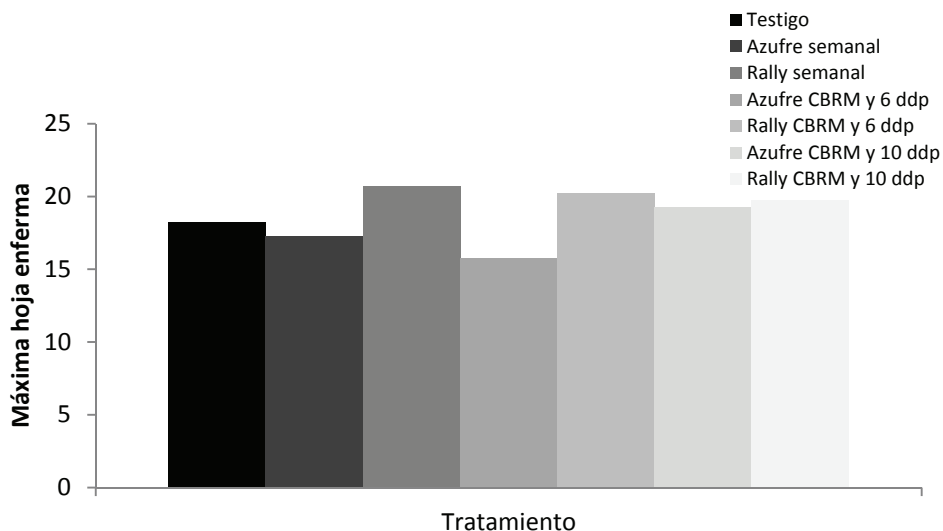


Figura 9. Posición promedio de la última hoja enferma por (*Leveillula taurica*) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Venus, ciclo abril-agosto en la Comarca Lagunera, San Pedro de Las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

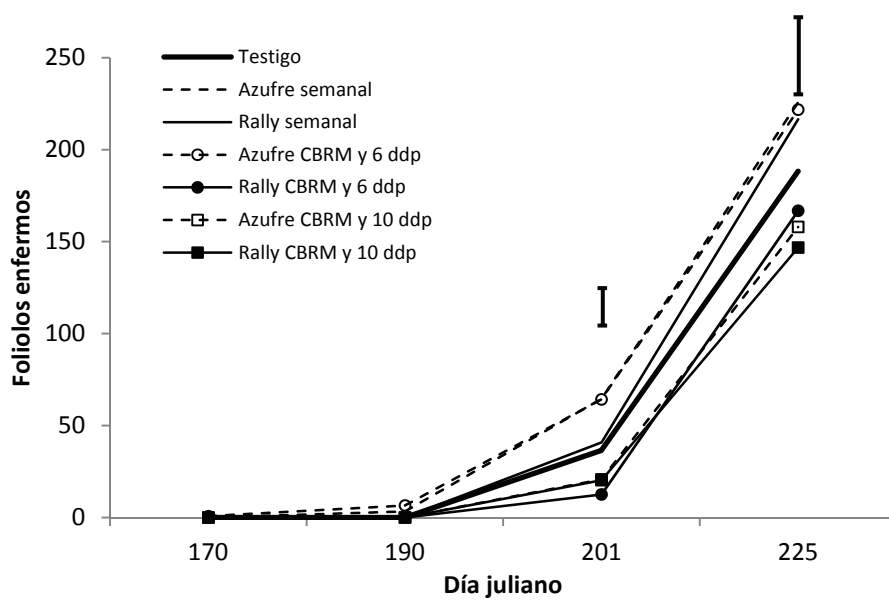


Figura 10. Folios de tomate (*Solanum lycopersicum*) afectados por *Leveillula taurica* en plantas cultivadas en el predio Venus, Ciclo abril-agosto en la Comarca Lagunera, San Pedro de Las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. ddp=días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

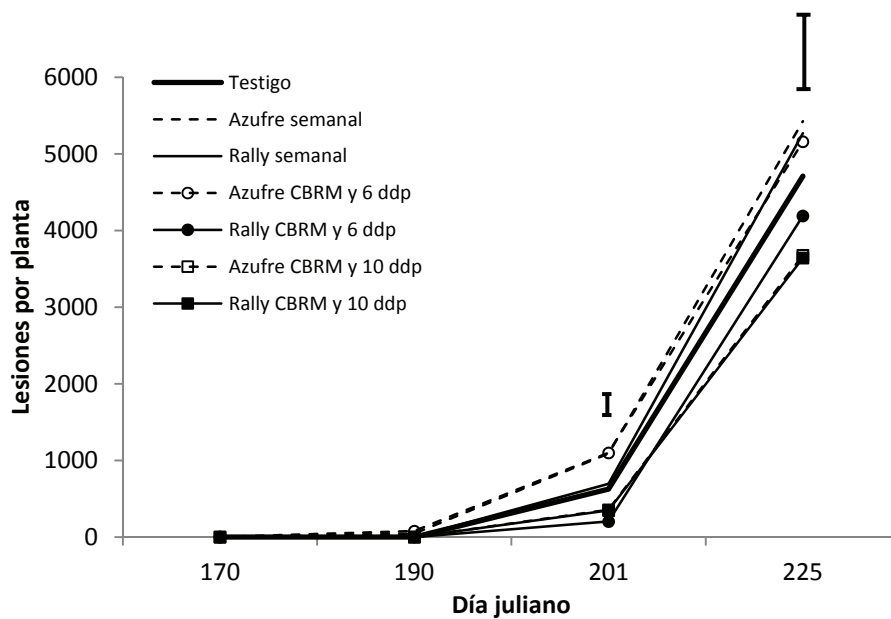


Figura 11. Lesiones causadas por *Leveillula taurica* en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, ciclo abril-agosto, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la figura 12A a 12G se reporta el desarrollo de la enfermedad a nivel de hoja. El modelo monomolecular se ajustó mejor al desarrollo epidémico observado en cada hoja que los modelos exponencial, logístico y Gompertz. En la figura 14H se reporta la tasa media absoluta ponderada de desarrollo de la enfermedad en cada hoja.

Las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp tuvieron mayor número de hojas enfermas (18) (figura 12) y mayor cantidad de enfermedad que el resto de tratamientos (Figura 13), mientras que las plantas tratadas con Rally CBRM con 6 y 10 ddp tuvieron los menores valores para estas variables, que a la vez resultaron similares entre sí. El testigo y los tratamientos semanales se ubicaron con valores intermedios para esta variable.

En la mayoría de las hojas enfermas, la tasa media absoluta ponderada ( $\rho$ ) no fue mayor a 0.046 lesiones/lesión.día. Esta tasa varió de 0.02 a 0.037, 0.019 a 0.033, 0.027 a 0.040, 0.029 a 0.046, 0.027 a 0.040, 0.022 a 0.040, 0.020 a 0.040 lesiones/lesión.día en los tratamientos testigo, azufre semanal, Rally semanal, azufre CBRM y 6 ddp, en Rally CBRM y 6 ddp, azufre CBRM y 10 ddp, Rally CBRM y 10 ddp, respectivamente. Las plantas tratadas semanalmente con azufre no presentaron hojas con 100% de severidad, mientras que las tratadas con azufre o Rally CBRM y 10 ddp tuvieron la menor cantidad de hojas con 100% de severidad (1 a 2).

En las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp la enfermedad inició en la hoja 3, en las tratadas semanalmente con azufre en la hoja 6, el testigo en la hoja 10, en las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp en la hoja 11; en las tratadas con Rally semanal en la hoja 12, y en las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp y azufre CBRM y 10 ddp en la hoja 13 (Figura 12).

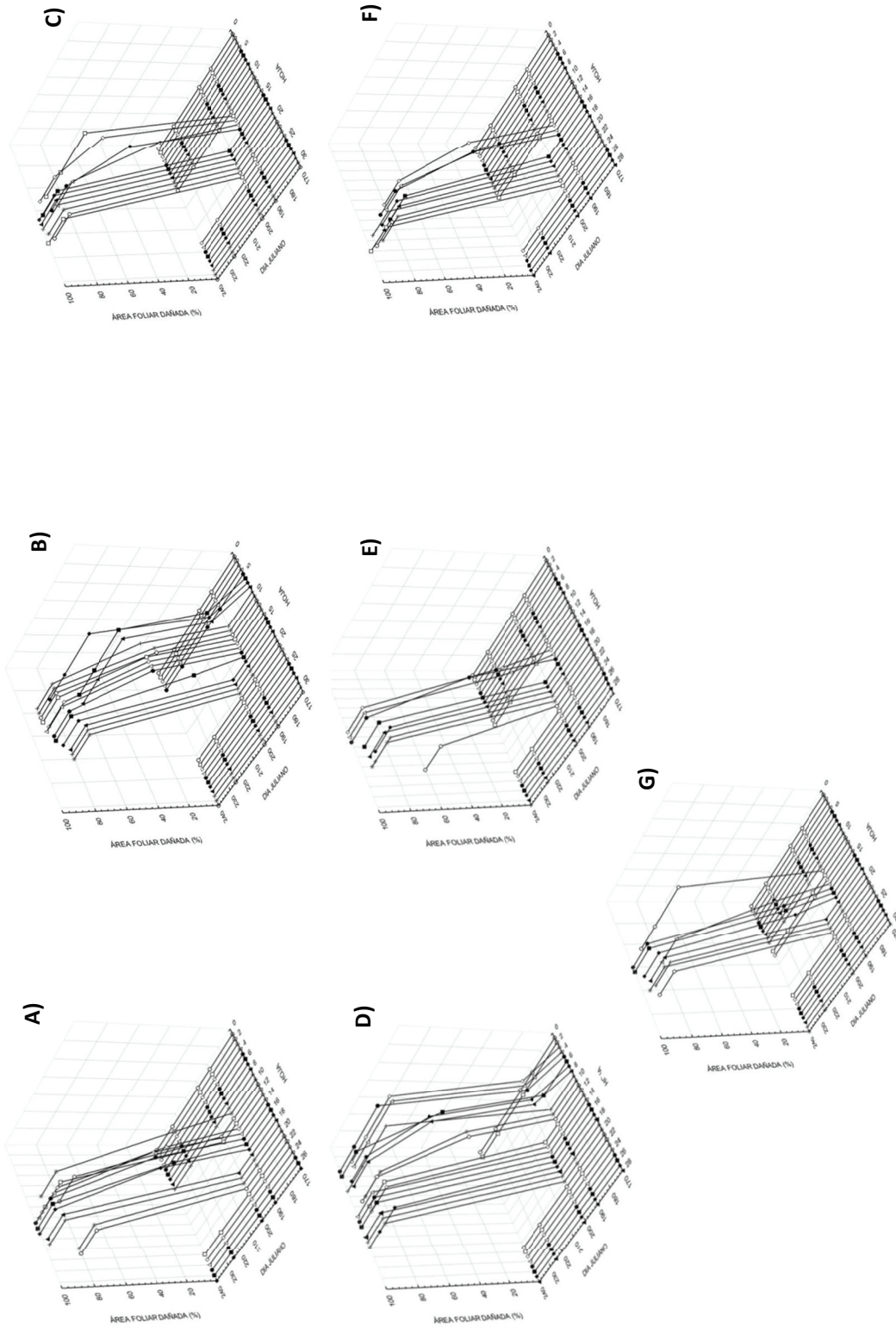


Figura 12. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Variedad Sahel. Ciclo abril-agosto. A) Testigo B) Azufre semanal C) Rally semanal D) Azufre CBRM y 6 ddp E) Rally CBRM y 6 ddp F) Azufre CBRM y 10 ddp G) Rally CBRM y 10 ddp H) Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

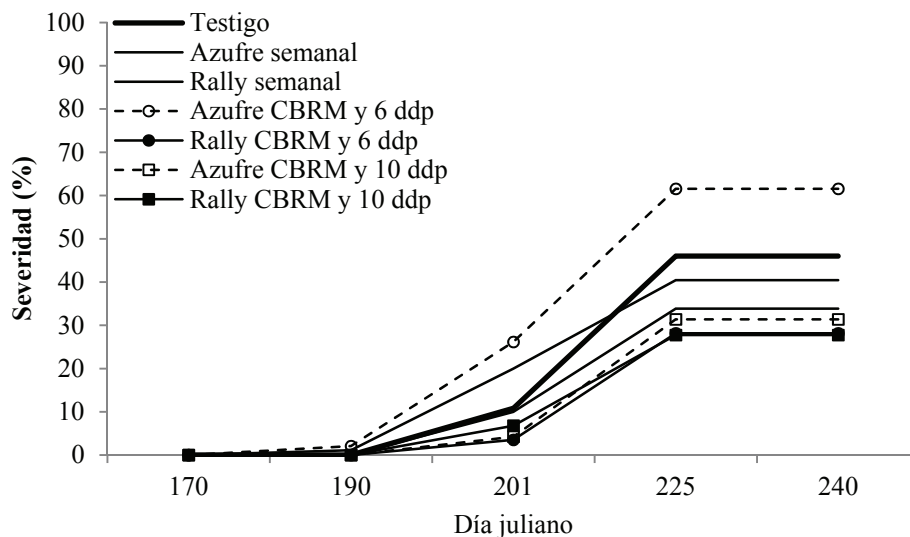


Figura 13. Severidad en plantas del experimento realizado en el predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila., tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. Var. Sahel. Ciclo abril-agosto. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.

## Rendimiento

El rendimiento total en la variedad Sahel fue de  $96.815 \text{ t ha}^{-1}$ . Aunque las plantas tratadas con azufre semanal tuvieron el rendimiento total más alto ( $111.023 \text{ t ha}^{-1}$ ), seguidas por las plantas tratadas con azufre CBRM y 10 ddp ( $108.182 \text{ t ha}^{-1}$ ); estos resultados no fueron diferentes a los observados en las plantas testigo ( $103.092 \text{ t ha}^{-1}$ ). El resto de tratamientos tampoco tuvo diferencias significativas entre sí o con respecto a los tratamientos anteriores.

El mayor rendimiento acumulado de frutos calidad XXL durante todo el período de cosecha se obtuvo en las plantas tratadas con azufre CBRM y 10 ddp. Las plantas tratadas con aplicaciones semanales de azufre, con azufre CBRM y 6 ddp, con Rally CBRM y 10 ddp y las tratadas con Rally semanal tuvieron un rendimiento similar entre sí pero numéricamente menor. Las plantas testigo y las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp tuvieron un rendimiento XXL menor a los tratamientos anteriores, en todas las fechas de cosecha (Figura 14).



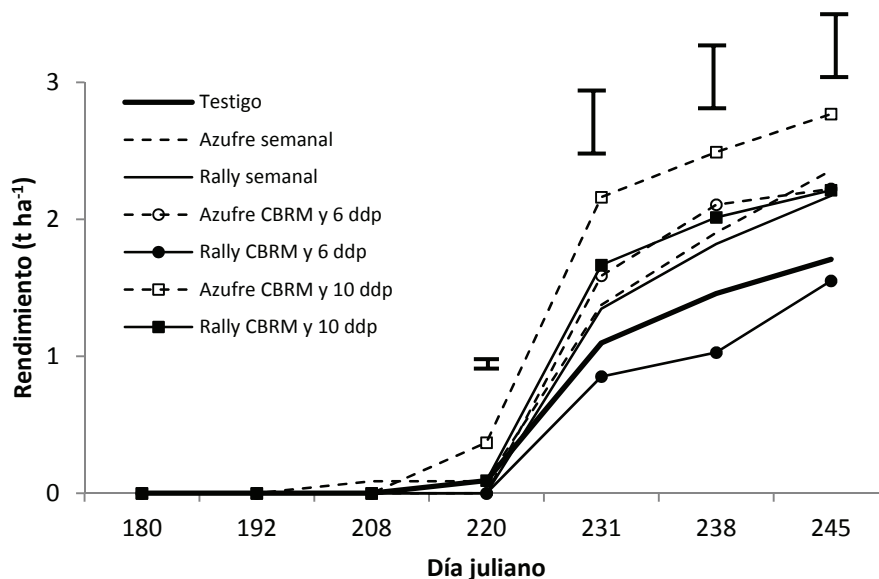


Figura 14. Rendimiento acumulado calidad extra extra long (XXL) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En las primeras cuatro cosechas las plantas no tratadas con azufre o tratadas con Rally semanal mostraron mayor rendimiento acumulado de calidad XL que las tratadas con este elemento. En cosechas subsecuentes el rendimiento de esta calidad fue similar en todos los tratamientos, excepto en las plantas tratadas con Rally semanal o con azufre CBRM y 6 ddp. (Figura 15).

El mayor rendimiento acumulado de calidad L se obtuvo en las plantas tratadas con azufre semanal (34.193 t ha<sup>-1</sup>), y en las tratadas con azufre CBRM y 10 ddp (33.799 t ha<sup>-1</sup>). Las plantas testigo y las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp tuvieron un rendimiento intermedio (31.206 t ha<sup>-1</sup> y 29.785 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Las plantas tratadas con Rally CBRM y 6 ddp y las tratadas con Rally semanal obtuvieron un rendimiento similar (26.099 t ha<sup>-1</sup> y 25.622 t ha<sup>-1</sup>). El menor rendimiento se obtuvo en las plantas tratadas con azufre CBRM y 6 ddp (22.562 t ha<sup>-1</sup>) (Figura 16).

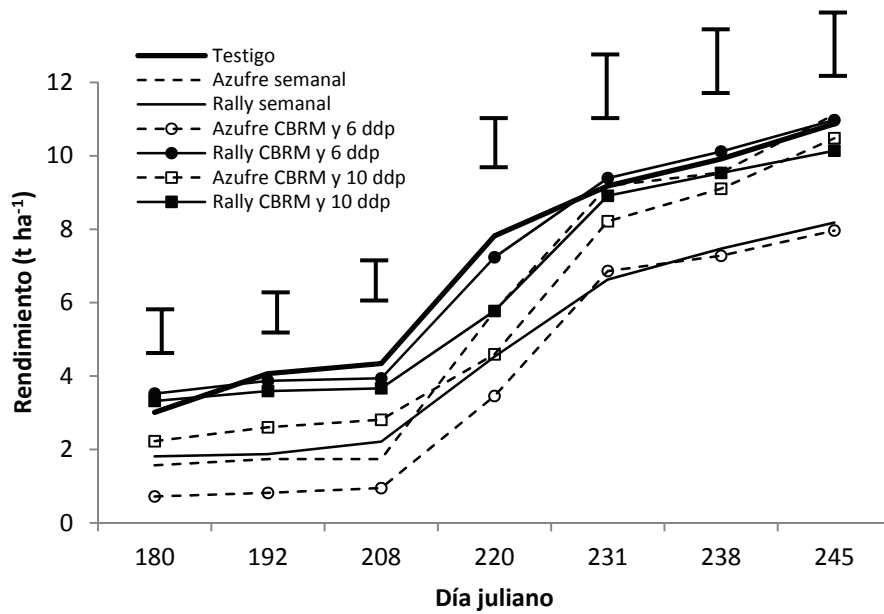


Figura 15. Rendimiento acumulado calidad extra long (XL) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

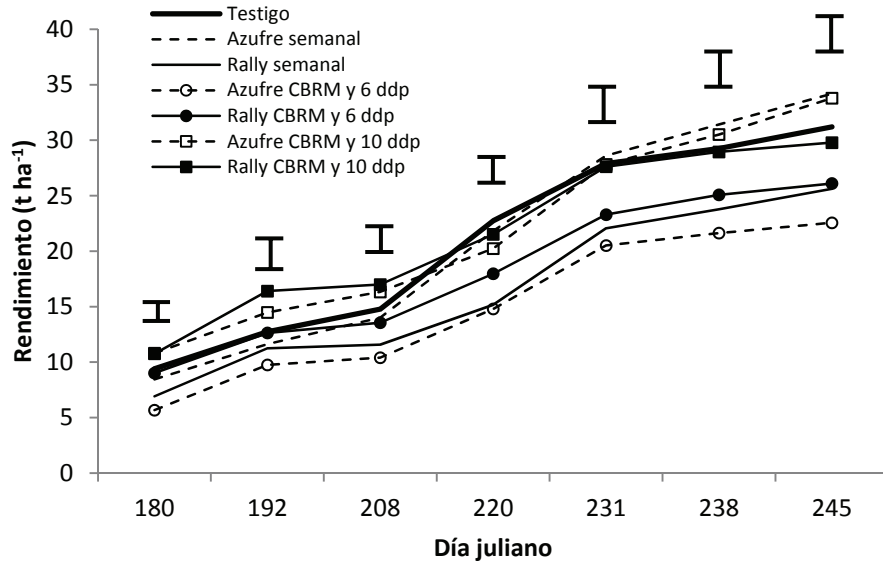


Figura 16. Rendimiento acumulado calidad long (L) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

El mayor rendimiento acumulado de fruto con calidad M se obtuvo en las plantas tratadas con aplicaciones semanales de azufre ( $41.304 \text{ t ha}^{-1}$ ), seguidas por las plantas tratadas con azufre CBRM y 10 ddp ( $39.587 \text{ t ha}^{-1}$ ), así como por el testigo ( $38.369 \text{ t ha}^{-1}$ ). Las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp obtuvieron un rendimiento final de  $36.702 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras que las tratadas con azufre con el modelo y 6 ddp tuvieron  $34.424 \text{ t ha}^{-1}$ . Las plantas tratadas con aplicaciones semanales de Rally y las de Rally CBRM y 6 ddp obtuvieron un rendimiento final similar pero significativamente menor ( $28.197 \text{ t ha}^{-1}$  y  $28.212 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente). Este patrón prevaleció en todos los períodos de cosecha. (Figura 17).

El mayor rendimiento acumulado de fruto con calidad small (S) se obtuvo con las aplicaciones de semanales de azufre ( $22.048 \text{ t ha}^{-1}$ ), seguido por las aplicaciones de azufre CBRM y 10 ddp ( $22.039 \text{ t ha}^{-1}$ ), así como por el testigo ( $21.455 \text{ t ha}^{-1}$ ). Las plantas tratadas con Rally CBRM con 10 y 6 ddp obtuvieron un rendimiento significativamente menor ( $19.613 \text{ t ha}^{-1}$  y  $19.465 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente) y mantuvieron este mismo patrón durante todas las etapas de cosecha (Figura 18).

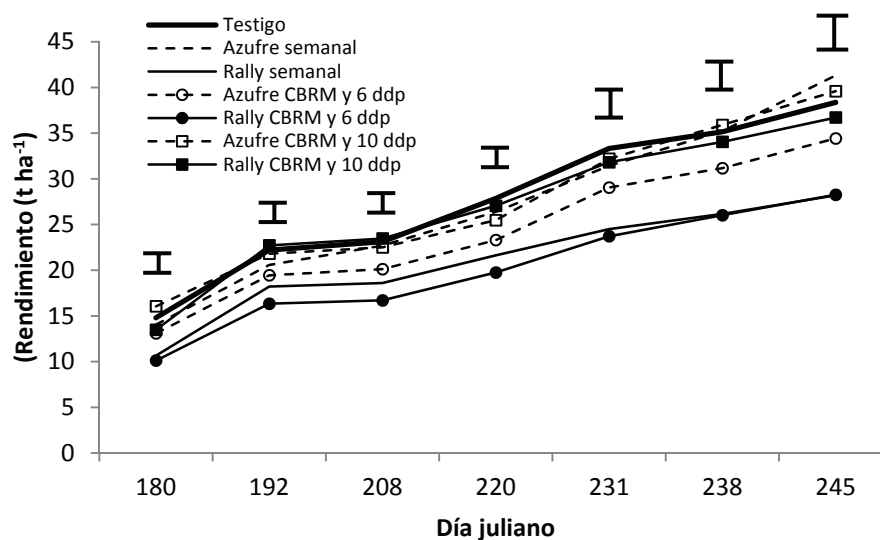


Figura 17. Rendimiento acumulado calidad medium (M) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

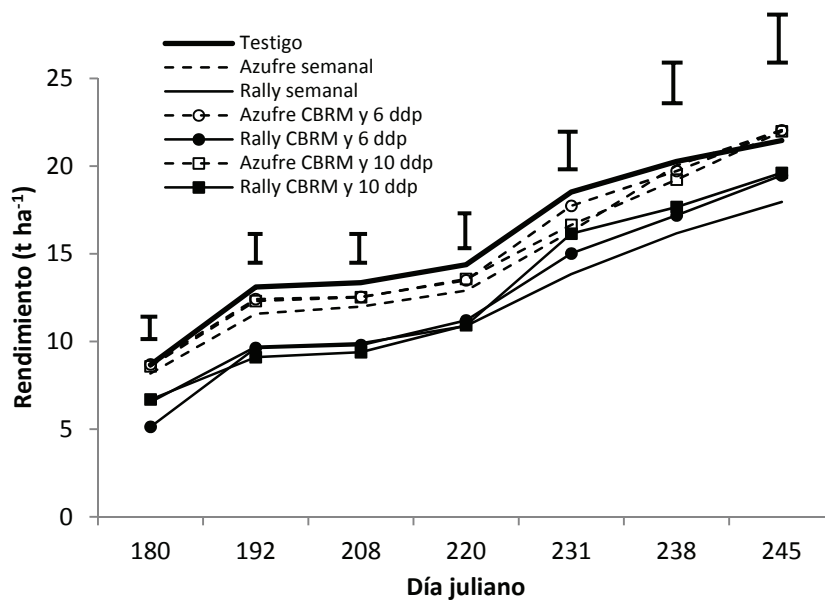


Figura 18. Rendimiento acumulado calidad small (S) obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Venus, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo abril-agosto, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. Var. Sahel. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En general, los porcentajes de frutos de cada calidad fueron similares en todos los tratamientos, por lo que las diferencias en rendimiento estuvieron más asociadas al rendimiento total por tratamiento que a un cambio en la proporción de calidades.

Las plantas testigo tuvieron una producción de racimos significativamente menor que la observada en el resto de tratamientos, los cuales a su vez tuvieron un total similar, con excepción de aquellas donde se aplicó azufre semanalmente o Rally CBRM y 10 ddp.

### Correlación entre variables

La variable número de lesiones tuvo una estrecha correlación positiva con la severidad ( $r=0.97391$  y  $p<.0001$ ) y con la incidencia ( $r=0.84204$  y  $p<.0001$ ). Esta última a su vez resultó estrechamente correlaciona con la severidad ( $r=0.83929$  y  $p<.0001$ ).

### **Experimento 3. Predio Marte**

#### **Comportamiento del modelo**

De acuerdo a la categorización de los días y las recomendaciones del modelo en la variedad Sun 7705 se realizaron en total 3 aplicaciones (días julianos 236, 251 y 266); en la variedad Sahel fueron necesarias solo 2 aplicaciones con base en este criterio (días julianos 249 y 283); lo mismo ocurrió en la variedad Romana Elite (los días julianos 249 y 272). Mientras que con el manejo tradicional se realizaron en total 13 aplicaciones con fungicidas. La primera detección de síntomas fue el 20 de agosto (día juliano 232) en las plantas testigo y en las tratadas semanalmente con Rally, sin embargo solo en la variedad Sun 7705 coincide con lo predicho por el modelo (Figura 19).

#### **Comportamiento de la enfermedad.**

La variedad Sun 7705 presentó mayor incidencia de cenicilla en todos los muestreos que las variedades Romana Elite y Sahel. Este contraste si hizo más notorio en el muestreo final. Las variedades Romana Elite y Sahel, por su parte tuvieron un comportamiento similar entre sí a lo largo del periodo de evaluación (Figura 19A).

En general, las plantas testigo y las tratadas con Rally semanal presentaron los síntomas de la enfermedad antes que las plantas tratadas con los demás tratamientos (235 día juliano). En muestreos subsecuentes, las plantas testigo y las tratadas con Rally, con o sin el modelo, resultaron iguales entre sí pero con una incidencia mayor que en las plantas asperjadas con Amistar, quienes a su vez tuvieron la incidencia más baja y estadísticamente menor que en el resto de tratamientos (Figura 19B).

A nivel de variedades individuales, la mayor incidencia final en la variedad Sun 7705 ocurrió en el testigo. Le siguieron en orden decreciente las plantas tratadas semanalmente con Rally y con Rally CBRM y 10 ddp. Las plantas tratadas con Amistar tuvieron la menor incidencia final, la cual resultó significativamente distinta a la observada en el resto de tratamientos. (Figura 20A).

En la variedad Sahel las plantas testigo tuvieron la menor incidencia final pero fueron las primeras en presentar los síntomas de la enfermedad. En los últimos dos muestreos, la mayor

incidencia ocurrió en las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp, seguida de las plantas tratadas con Rally semanal, pero la aparición de la enfermedad se demoró aproximadamente 15 respecto al testigo. Por su parte, las plantas tratadas con Amistar no mostraron síntomas sino hasta 17 días después de las tratadas con Rally, aunque la incidencia final resultó similar a éstas (Figura 20B).

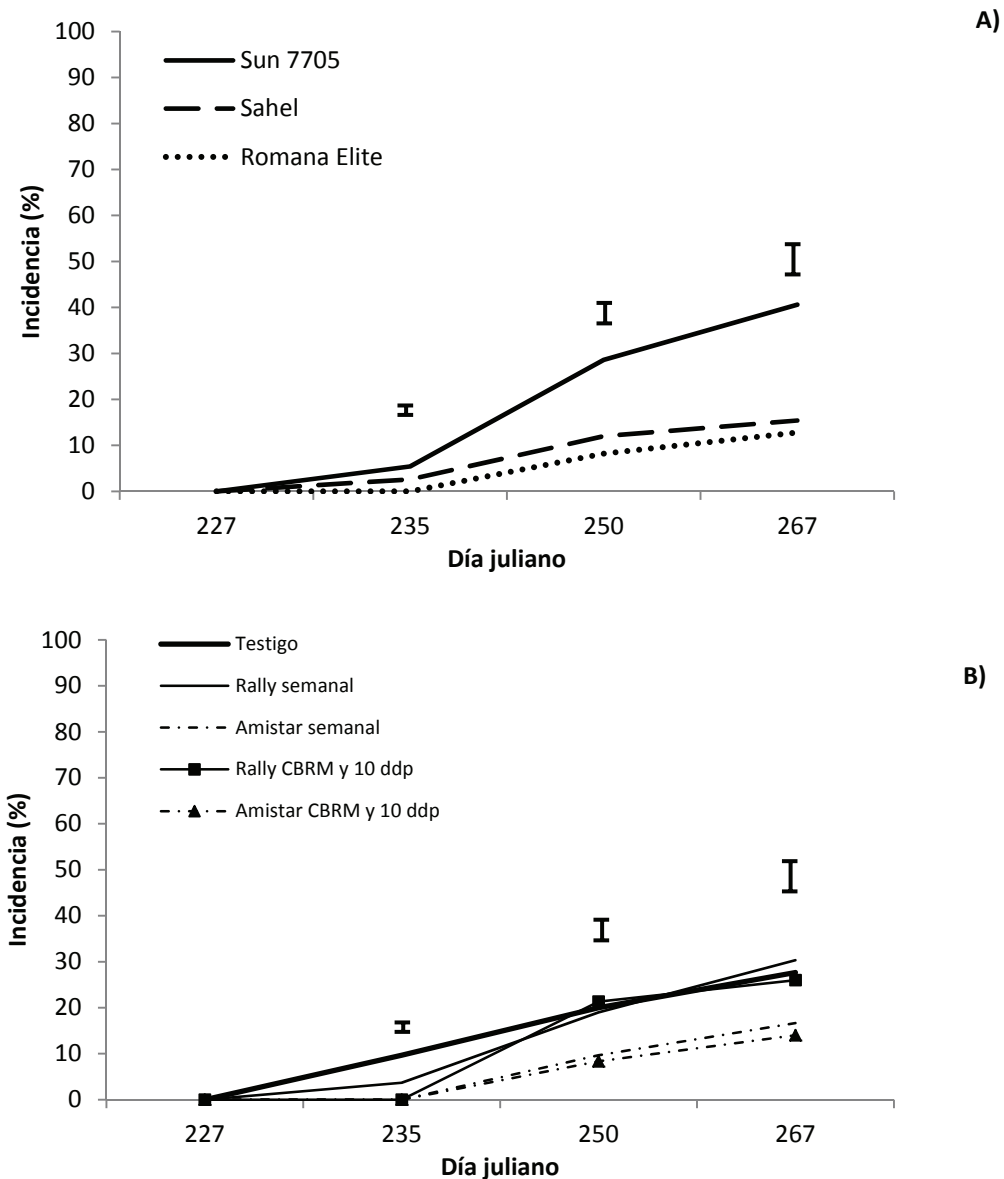


Figura 19. Incidencia de *Leveillula taurica* en tomate (*Solanum lycopersicum*) en A) tres variedades cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. B) bajo diferentes estrategias de manejo. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

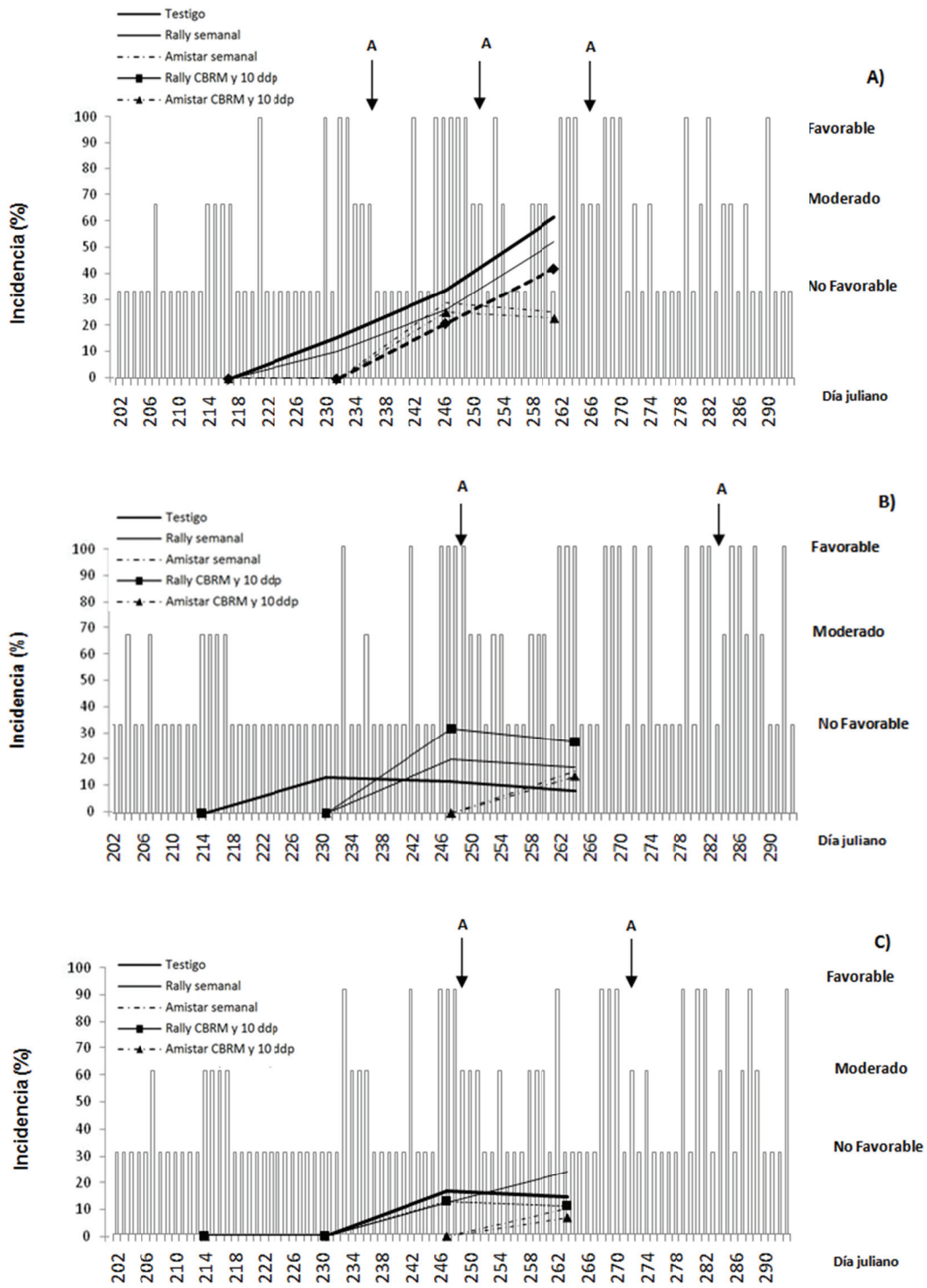


Figura 20. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales), mediante el modelo TOMATO.PM, por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite cultivado en el Predio Marte, ciclo julio-octubre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A=Aplicación de fungicida con base en el modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo.

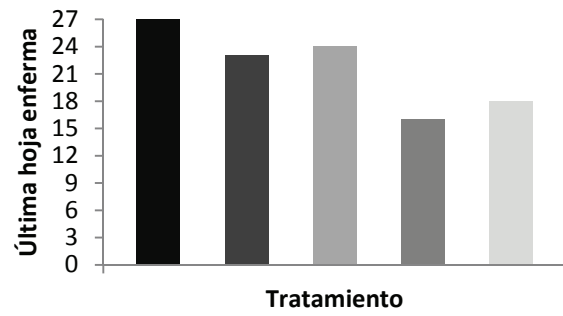
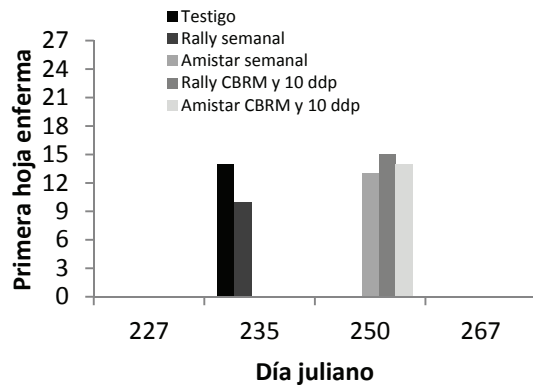
La variedad Romana Elite mostró un patrón de ocurrencia de enfermedad muy similar al observado en la variedad Sahel, pero en este caso la mayor incidencia final se observó en las plantas tratadas semanalmente con Rally (Figura 20C).

La primera hoja enferma en la Var. Sun 7705 se detectó en las plantas testigo y en las tratadas con Rally semanalmente, en el día juliano 235. En el testigo la primera hoja enferma fue la número 14, mientras que en el tratamiento semanal de Rally semanal fue la número 10. En los demás tratamientos la primera hoja con síntomas se detectó hasta el día juliano 250, de las hojas 13 a la 15. En el último muestreo realizado, el testigo presentó enfermedad hasta la hoja 27, mientras que con el tratamiento de Rally semanal se observó enfermedad hasta la hoja 23, con Amistar semanal hasta la hoja 24, y con los tratamientos de Amistar semanal y CBRM y 10 ddp hasta la hoja 16 y 18 respectivamente (Figura 21A).

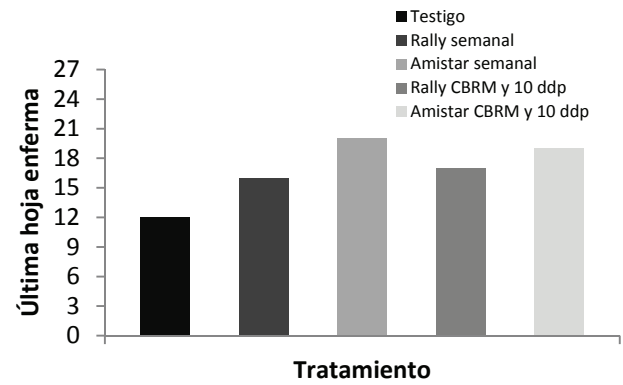
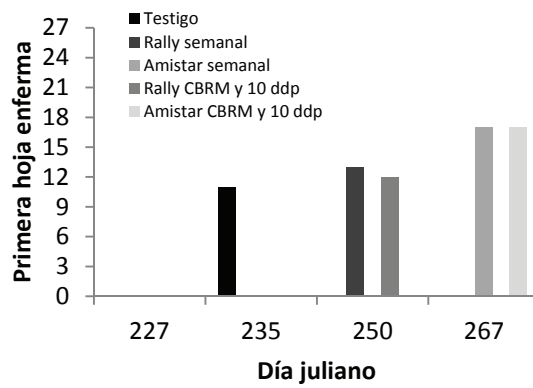
En la var. Sahel, la primera hoja enferma se detectó en la hoja 11 de las plantas testigo, el día juliano 235. En el siguiente muestreo la enfermedad se observó además en los tratamientos de Rally semanal y Rally CBRM y 10 ddp, en las hojas 13 y 12 respectivamente. La última hoja enferma en el testigo fue la 12, en Rally semanal fue la número 16, en el tratamiento de Amistar semanal los síntomas se detectaron hasta la hoja 20, con Rally y Amistar CBRM y 10 ddp hasta la hoja 17 y 19 respectivamente (Figura 21B).

En la variedad Romana Elite la primera hoja enferma (No. 14) se detectó en el testigo y en los tratamientos con Rally el día juliano 250. En los demás tratamientos la primera hoja enferma se detectó en el siguiente muestreo (día juliano 267) en la hoja 23, en ambos casos. La última hoja enferma en el testigo se detectó en la hoja 17, con Rally semanal en la hoja 20, con Rally CBRM y 10 ddp en la hoja 25, y en los tratamientos de Amistar semanal y Amistar CBRM y 10 ddp en la hoja 24 y 25 respectivamente (Figura 21C).

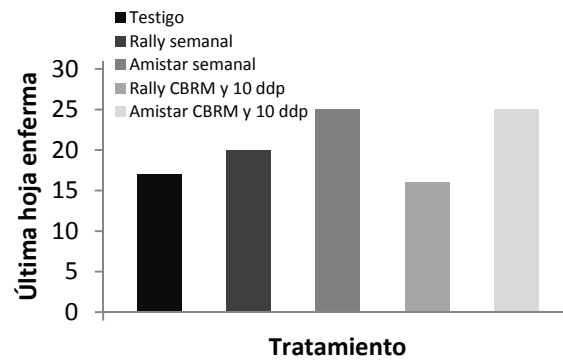
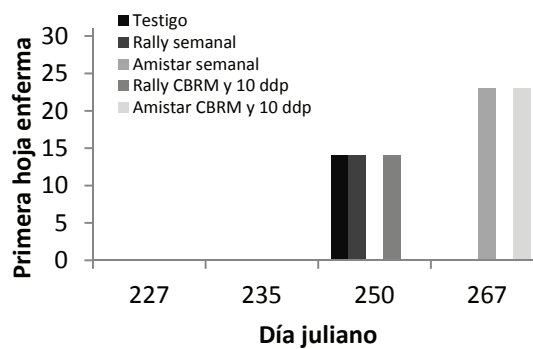




A)



B)



C)

Figura 21. Aparición de la primera y última hoja enferma y posición de esta en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. a) Var. Sun 7705, b) Var. Sahel, c) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

En general, la variedad Sun 7705 tuvo mayor número de folíolos enfermos que las variedades Romana Elite y Sahel. Estas a su vez tuvieron un comportamiento muy similar en todos los muestreos (Figura 22A).

Las plantas testigo y las tratadas con Rally mostraron en general mayor número de folíolos enfermos que las plantas tratadas con Amistar. Los folíolos enfermos iniciales en las primeras se observaron en el muestro del día juliano 235, mientras en las segundas se detectaron hasta el día juliano 250. En el último muestreo realizado, las plantas asperjadas con Rally semanal tuvieron el mayor número de folíolos enfermos, el cual resultó estadísticamente más alto que en los demás tratamientos. Las plantas testigo y las asperjadas con Rally CBRM y 10 ddp fueron estadísticamente iguales entre sí; mientras que las tratadas con Amistar fueron las que obtuvieron una menor cantidad de folíolos enfermos (Figura 22B).

Al evaluar el total de folíolos enfermos en la variable Sun 7705, se observó que con el tratamiento semanal de Rally ocurrió el mayor número de estos en la mayoría de los muestreos realizados, mientras que el testigo tuvo un comportamiento similar, excepto en el último muestreo. El menor número de folíolos enfermos al final de la evaluación se obtuvo con el tratamiento de Rally CBRM y 10 ddp, así como con Amistar CBRM y 10 ddp (Figura 23A).

En la variedad Sahel, el testigo fue el primero en presentar folíolos enfermos; esto ocurrió aproximadamente el día juliano 235. En los siguientes muestreos, las plantas tratadas con Rally mostraron un mayor número de folíolos enfermos que en los demás tratamientos, mientras que con las aplicaciones de Amistar la cantidad de folíolos enfermos resultó menor; además su aparición se contuvo hasta el día juliano 250 (Figura 23B).

En la variedad Romana Elite, la enfermedad se presentó en el día juliano 235, excepto con las aspersiones con Amistar, en donde se observó hasta la fecha 267. El mayor número de folíolos enfermos en el último muestreo se observó con las aspersiones de Rally semanal, seguidas por el testigo y Rally CBRM y 10 ddp. Con las aspersiones de Amistar se obtuvo una menor cantidad de folíolos enfermos que en el resto de tratamientos y su comportamiento fue muy similar entre sí (Figura 23C).

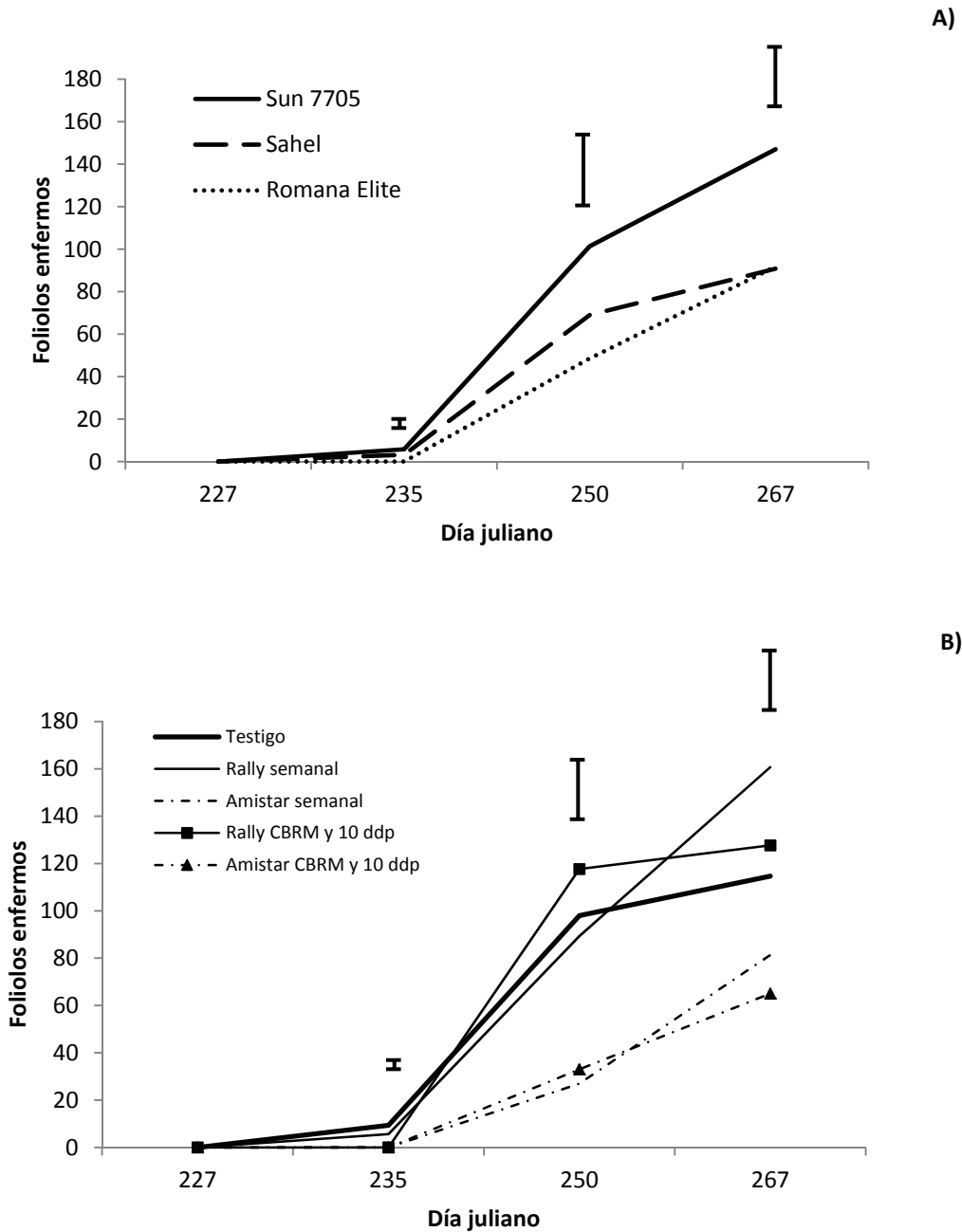


Figura 22. Foliolos de tomate (*Solanum lycopersicum*) afectados por *Leveillula taurica*. Plantas cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

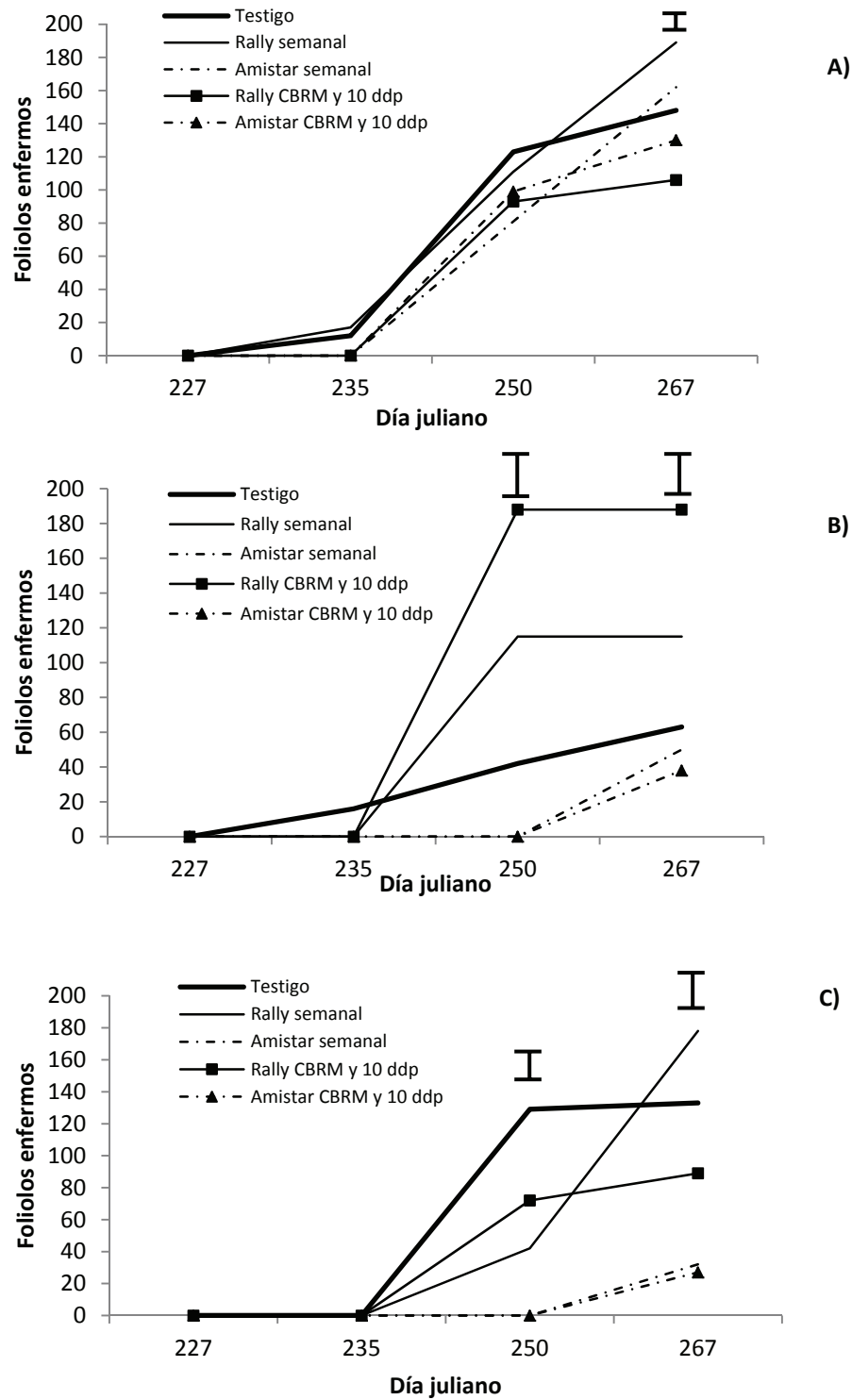


Figura 23. Total de foliolos enfermos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En general, la variedad Sahel tuvo un mayor número de lesiones por planta que las otras variedades. La variedad Sun 7705 tuvo valores intermedios, mientras que la variedad Romana Elite mostró los valores más bajos de esta variable en todos los muestreos (Figura 24A).

Las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp tuvieron en general la mayor cantidad de lesiones por planta en todos los muestreos realizados, mientras que el testigo tuvo valores intermedios. Los tratamientos con Amistar tuvieron el menor número de lesiones a lo largo del período de evaluación, pero al final de este mostraron números de lesiones similares al testigo (Figura 24B).

En el caso particular de la variedad Sun 7705 fueron los tratamientos de Amistar y Rally CBRM y 10 ddp tuvieron mayor número de lesiones en los dos últimos muestreos realizados que el resto de tratamientos, sin embargo, estas lesiones se detectaron el día 250 juliano. En el testigo y el tratamiento Rally semanal hubo una menor cantidad de lesiones, sin embargo su detección ocurrió con anterioridad (día juliano 235) (Figura 25A).

En la variedad Sahel, fueron los tratamientos con Rally y el testigo se detectaron las primeras lesiones en el día juliano 235, mientras que en las plantas tratadas con Amistar se observaron hasta el día juliano 267. En el último muestreo, las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp tuvieron mayor número de lesiones por planta que los demás tratamientos, seguidas por las plantas tratadas con Rally semanal. En esta variedad, las plantas tratadas con Amistar y las testigo tuvieron la menor cantidad de lesiones (Figura 25B).

En la variedad Romana Elite se detectaron los primeros síntomas en las plantas testigo y en las tratadas con Rally. En el último muestreo realizado, las plantas testigo y las tratadas con Rally semanal fueron las que presentaron el mayor número de lesiones por planta, seguidas por las plantas asperjadas con Rally semanal y las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp, mientras que las tratadas con Amistar presentaron una menor cantidad de lesiones por planta no solo en el último muestreo, sino en todos los muestreos realizados (Figura 25C).

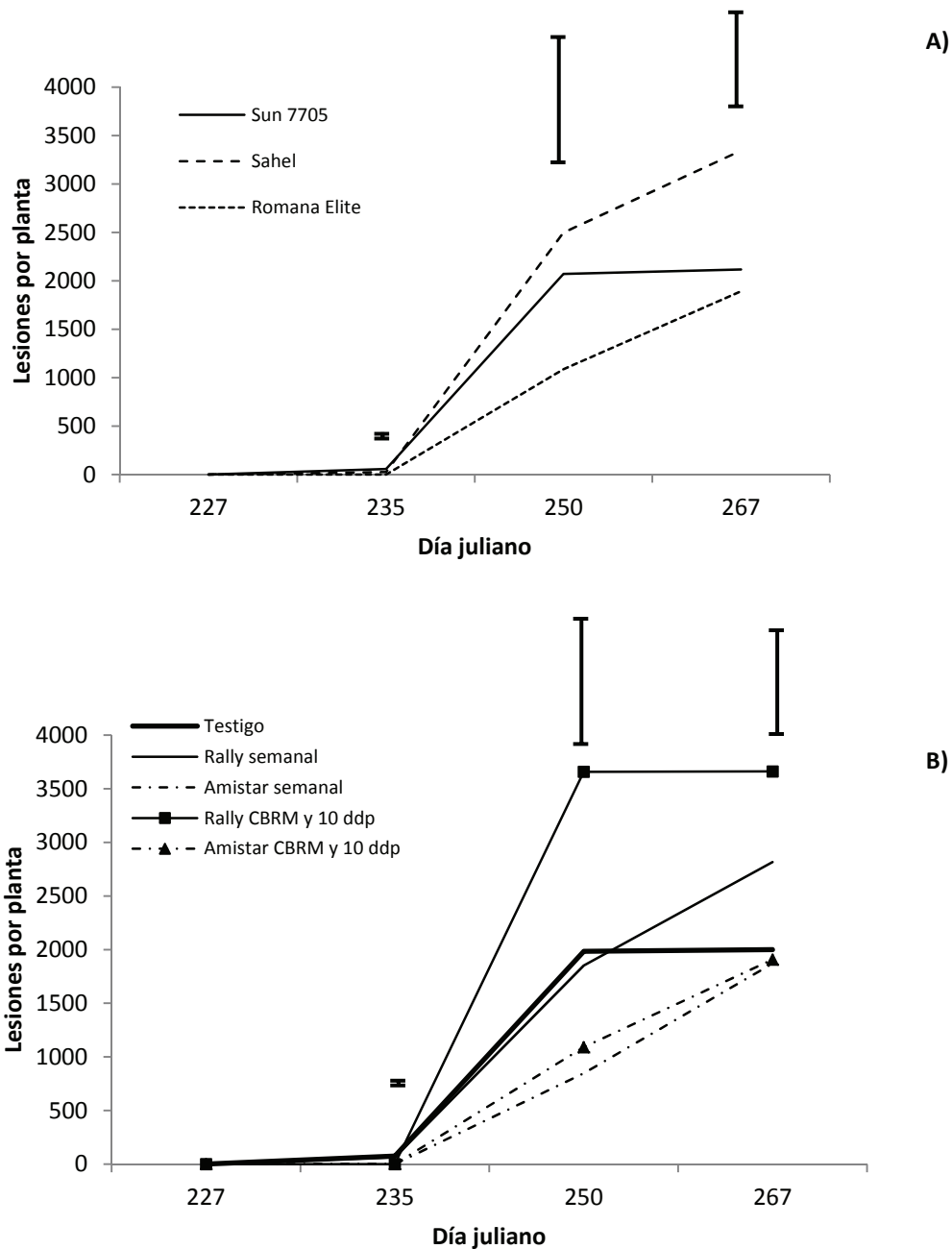


Figura 24. Lesiones por planta causadas por *Leveillula taurica* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

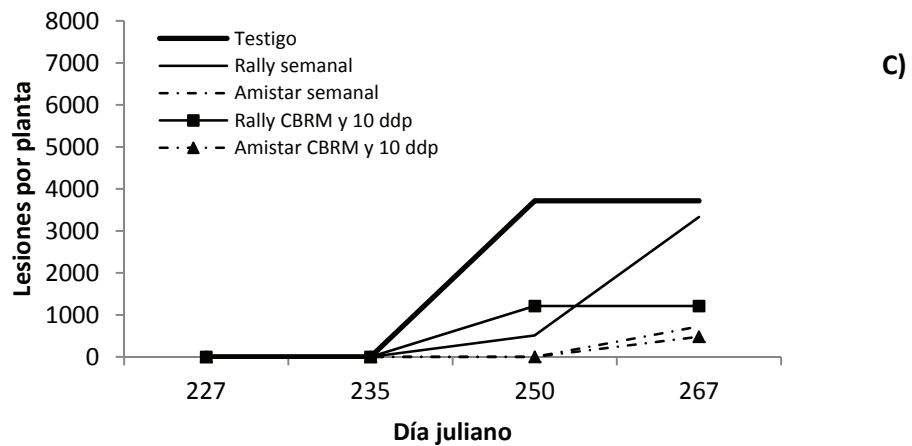
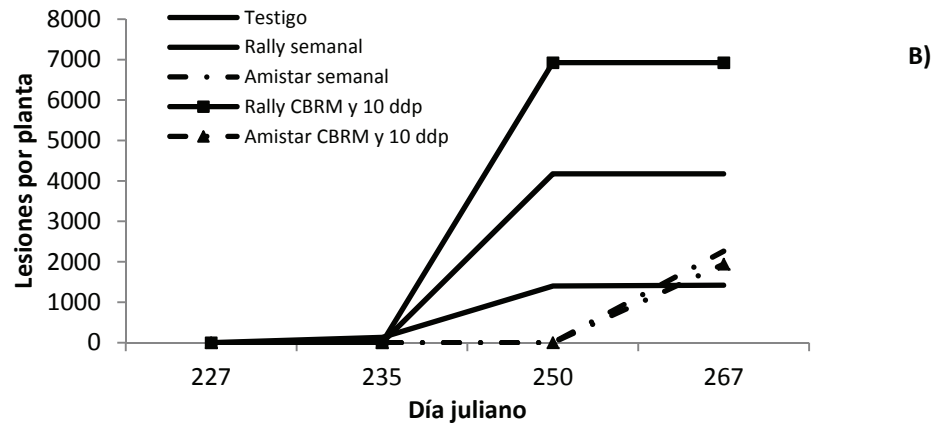
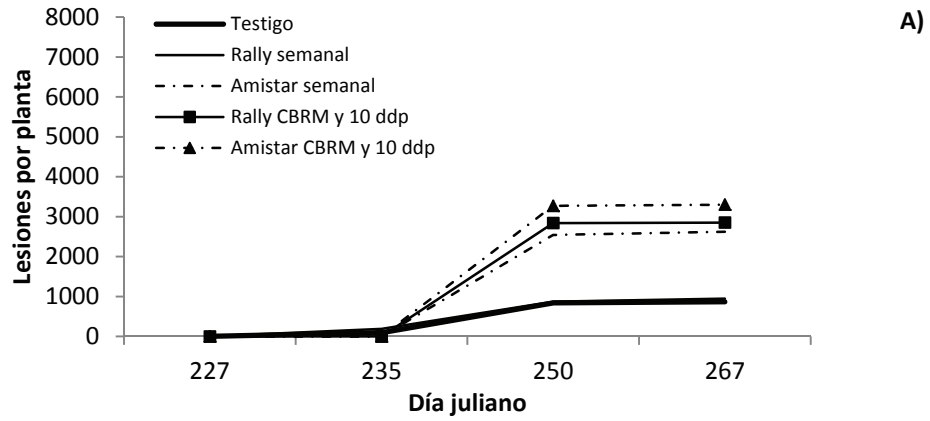


Figura 25. Lesiones provocadas por *Leveillula taurica* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Marte, Ciclo julio-octubre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

En las figuras 26 a 28 se reporta el desarrollo de la enfermedad a nivel de hoja en cada una de las variedades evaluadas. El modelo monomolecular se ajustó mejor al desarrollo epidémico observado en cada hoja que los modelos exponencial, logístico o Gompertz. En un número menor de casos el logístico tuvo un mejor ajuste. En las figuras 26F, 27F y 28F se reporta la tasa media absoluta ponderada de desarrollo de la enfermedad en cada hoja de cada variedad.

Las plantas no tratadas con fungicida en la variedad Sun 7705 tuvieron mayor número de hojas enfermas (10) y mayor cantidad de enfermedad que en el resto de tratamientos, mientras que las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp tuvieron la menor cantidad total de enfermedad y de hojas enfermas. Las plantas tratadas con Rally tuvieron niveles intermedios en esta variable. La aplicación de Rally semanal produjo menor número de hojas afectadas que la aspersión de este fungicida CBRM y 10 ddp. En las plantas tratadas con Amistar la cantidad de enfermedad se redujo a la mitad de la observada con Rally, particularmente en el tratamiento CBRM donde solo tres hojas resultaron afectadas. En la mayoría de las hojas enfermas de esta variedad la tasa intrínseca de desarrollo de la enfermedad no fue mayor a 0.025 lesiones/lesión.día, pero en todos los casos donde hubo hojas enfermas la severidad alcanzó el 100%. En todos los tratamientos con excepción de las plantas asperjadas con Amistar la enfermedad inició alrededor de la hoja 12, mientras que en las plantas tratadas con este fungicida ocurrió una demora de 4 a 5 hojas.

En la variedad Sahel la mayor cantidad de enfermedad se observó en las plantas tratadas con Rally semanal, seguidas del testigo y Rally CBRM y 10 ddp, mientras que en las plantas tratadas con Amistar la aparición de la enfermedad demoró hasta la hoja 25 y la severidad no superó 40% en las 3 a 4 hojas que resultaron afectadas. En las plantas testigo solo cuatro hojas resultaron afectadas, mientras que en las tratadas con Rally hubo siete y tres hojas con enfermedad, para los tratamientos semanales y CBRM, respectivamente. En todos los tratamientos con excepción de las plantas tratadas con amistar la tasa intrínseca de desarrollo de la enfermedad por hoja varió alrededor 0.2 y 0.25 lesiones/lesión.día con una enfermedad máxima de 100%, mientras que en los tratamientos con Amistar varió entre 0.01 y 0.015 lesiones/lesión.día con no más de 40% de enfermedad máxima.

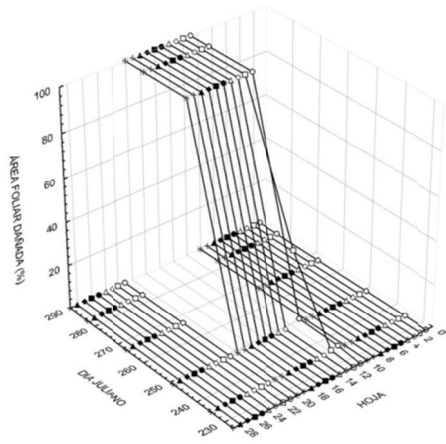
A diferencia de las otras dos variedades, la variedad Romana Elite mostró mayor cantidad de enfermedad total, particularmente en el testigo y las plantas tratadas con Rally semanal que tuvieron 14 hojas afectadas. En este caso, el uso de Rally CBRM redujo la expresión de



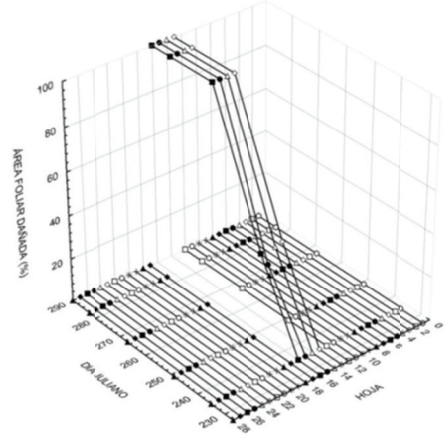
enfermedad (10 hojas afectadas) pero no se superó el control de esta respecto a lo observado en los tratamientos con Amistar, con y sin el modelo, quienes mostraron una cantidad significativamente menor de de hojas enfermas (6 y 5, respectivamente) que en el resto de tratamientos. En esta variedad la tasa de enfermedad alcanzó las 0.035 lesiones/lesión.día, particularmente en los tratamientos testigo y con Rally semanal. Por el contrario, las plantas tratadas con Amistar tuvieron tasas que variaron entre 0.02 y 0.025 lesiones/lesión.día. Sin embargo, la severidad máxima fue de 100% en todos los casos.

La enfermedad tendió a concentrarse en las hojas de la porción media a superior, independientemente de la variedad, con la mayoría de las hojas relativamente libres de cenicilla. Sin embargo no todas las hojas se mantuvieron activas durante todo el ciclo del cultivo, ya que ocurrió un proceso de senescencia ascendente conforme la planta se desarrolló, lo que a su vez impidió el desarrollo de infección subsecuente en estos órganos.

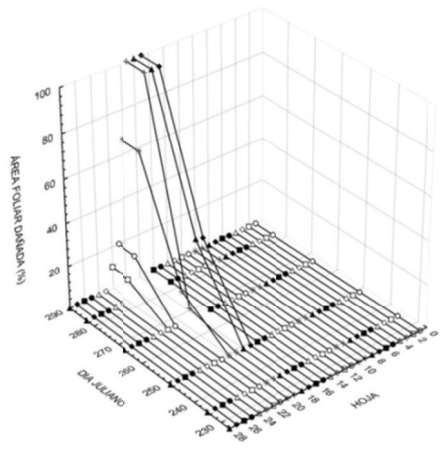
En la figura 29, se reporta la severidad, las plantas testigo se ubicaron con valores altos en las tres variedades, los tratamientos CBRM y las aspersiones semanales tuvieron valores más bajos, y fueron las plantas tratadas con Amistar CBRM las que ubicaron en un grupo inferior en las tres variedades evaluadas. Esta variable tuvo valores más altos en las variedades Sun 7705 y Romana Elite, mientras que la Sahel alcanzó un valor máximo de 22% de enfermedad.



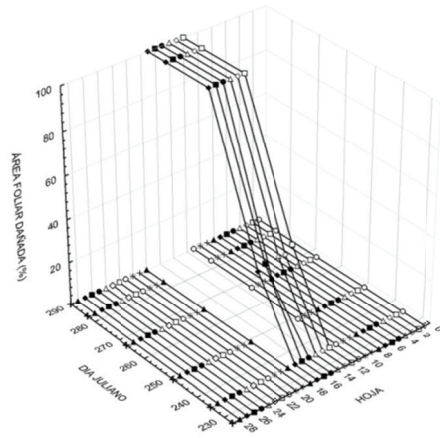
A)



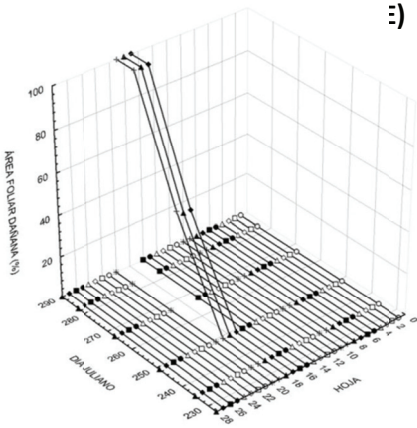
)



C)

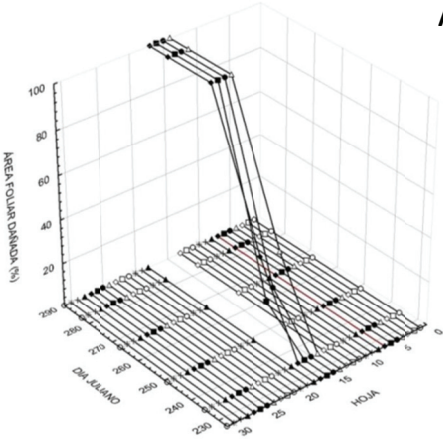


)

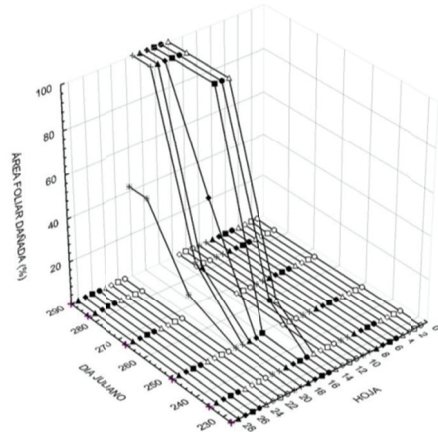


E)

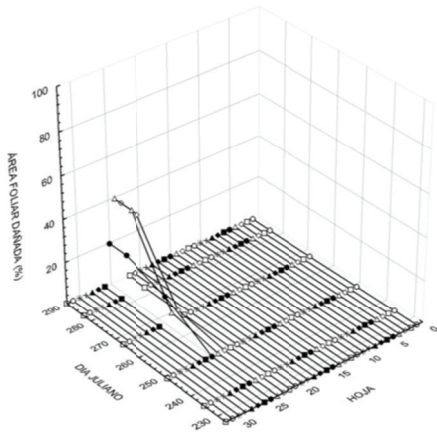
nias,  
y 10  
ción



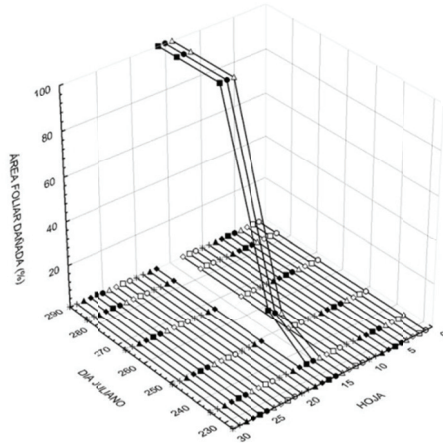
A)



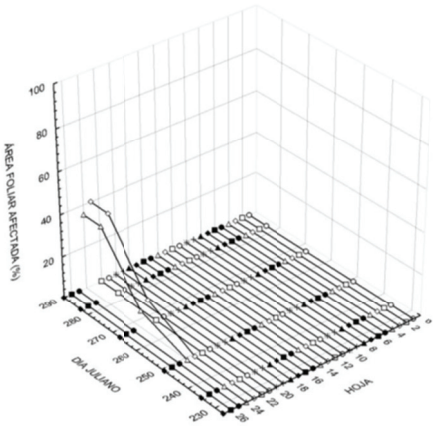
B)



C)



D)

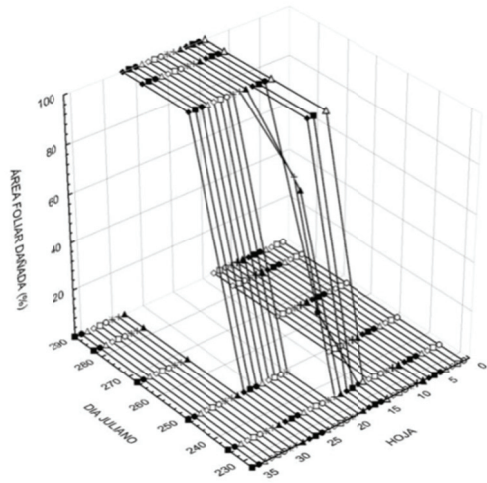
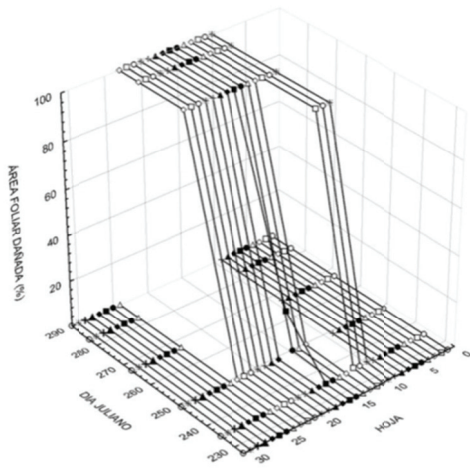


E)

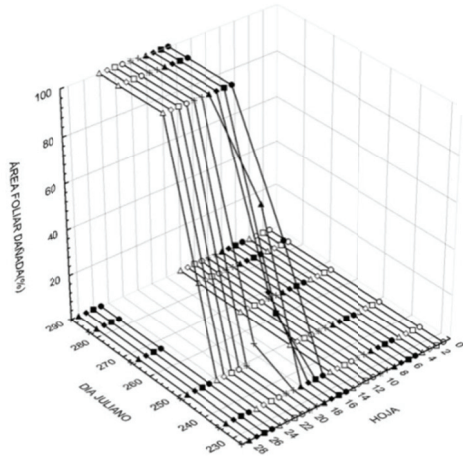
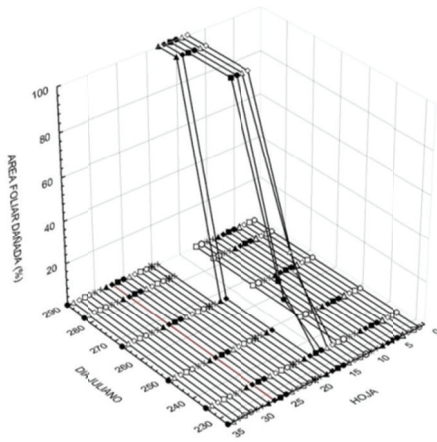
F)

30

onias,  
y 10  
as de

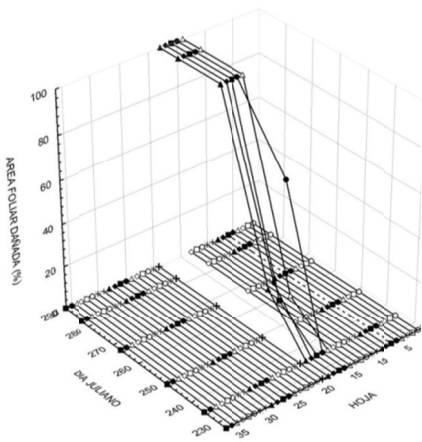


B)



E)

F)



dp

Figura 28. Dinámica de la severidad por hoja en las colonias, Variedad Romana Elite. Ciclo jul 10 ddp E) Amistar CBRM y 10 ddp F) Tasa de ataque absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad, después de la aplicación de medidas de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

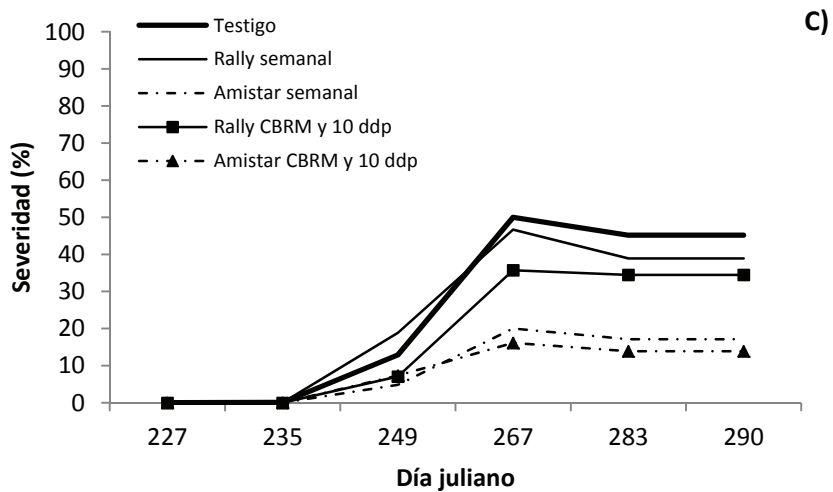
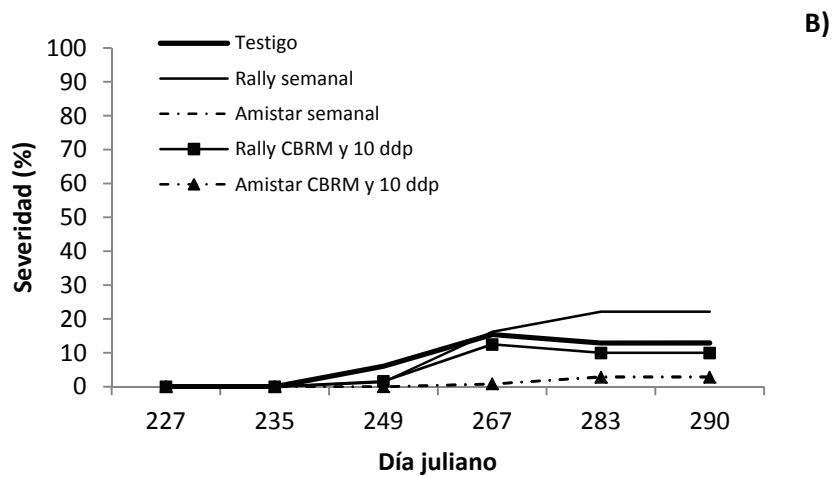
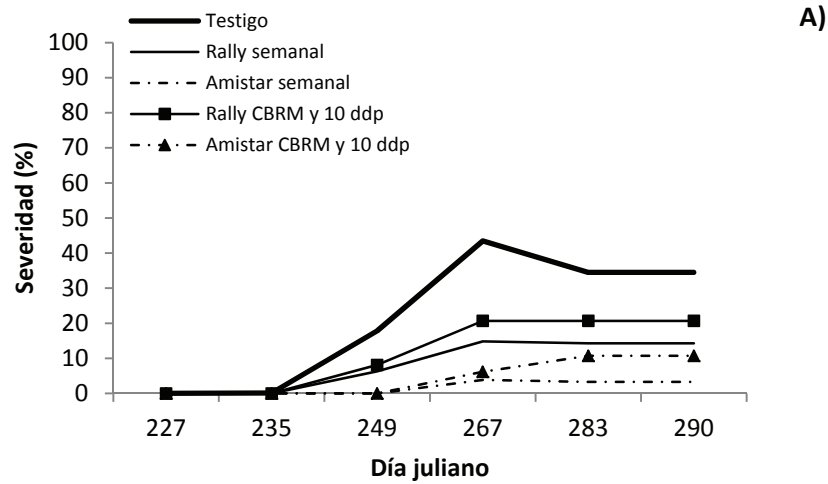


Figura 29. Enfermedad por planta en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM=Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite.

## Rendimiento

Al considerar el rendimiento total por variedad, fue la Sahel la que tuvo el mayor valor (98.461 t ha<sup>-1</sup>) seguida por la variedad Romana Elite (81.388 t ha<sup>-1</sup>) y la Sun 7705 (70.620 t ha<sup>-1</sup>). En la variedad Sun 7705 el tratamiento de Rally CBRM y 10 ddp tuvo el mayor rendimiento total en la mayoría de los muestreos. Las plantas testigo, las tratadas con Rally semanal y las asperjadas con amistar semanal tuvieron un rendimiento estadísticamente igual hasta el día juliano 284, mientras que las plantas tratadas con amistar CBRM y 10 ddp tuvieron el menor rendimiento. En los dos últimos muestreos realizados las plantas asperjadas con amistar semanal y Rally CBRM y 10 ddp tuvieron mayor rendimiento acumulado que los demás tratamientos, los cuales a su vez resultaron estadísticamente iguales entre sí (Figura 30A).

En los primeros siete muestreos realizados en la variedad Sahel todos los tratamientos tuvieron un rendimiento total estadísticamente igual, excepto las plantas asperjadas con amistar semanal, que tuvieron un menor rendimiento global. En el muestreo realizado el día juliano 291 todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, excepto las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp. En el último muestreo, Las plantas tratadas con amistar y con Rally semanal tuvieron mayor rendimiento acumulado que los demás tratamientos y resultaron iguales entre sí, mientras que las plantas testigo y las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp fueron inferiores a los demás tratamientos pero iguales entre sí (Figura 30B).

En la variedad Romana Elite las plantas testigo y las tratadas con amistar semanal obtuvieron el menor rendimiento en la mayoría de los muestreos. Mientras que en los últimos muestreos (del 291 al 295 día juliano) los tratamientos de Rally y amistar CBRM y 10 ddp fueron iguales y superiores a los demás tratamientos (Figura 30C).

En la variedad Sun 7705 las plantas tratadas con Rally BRM y 10 ddp y las testigo obtuvieron los mayores rendimientos acumulados (RA) con calidad XXL en los primeros tres cortes realizados, mientras que los demás tratamientos fueron inferiores pero iguales entre sí, en el cuarto y quinto corte solo las plantas tratadas con amistar CBRM y 10 ddp obtuvieron un RA inferior a los obtenidos por los demás tratamientos, los cuales a su vez fueron iguales. En los dos últimos cortes realizados no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 31A).

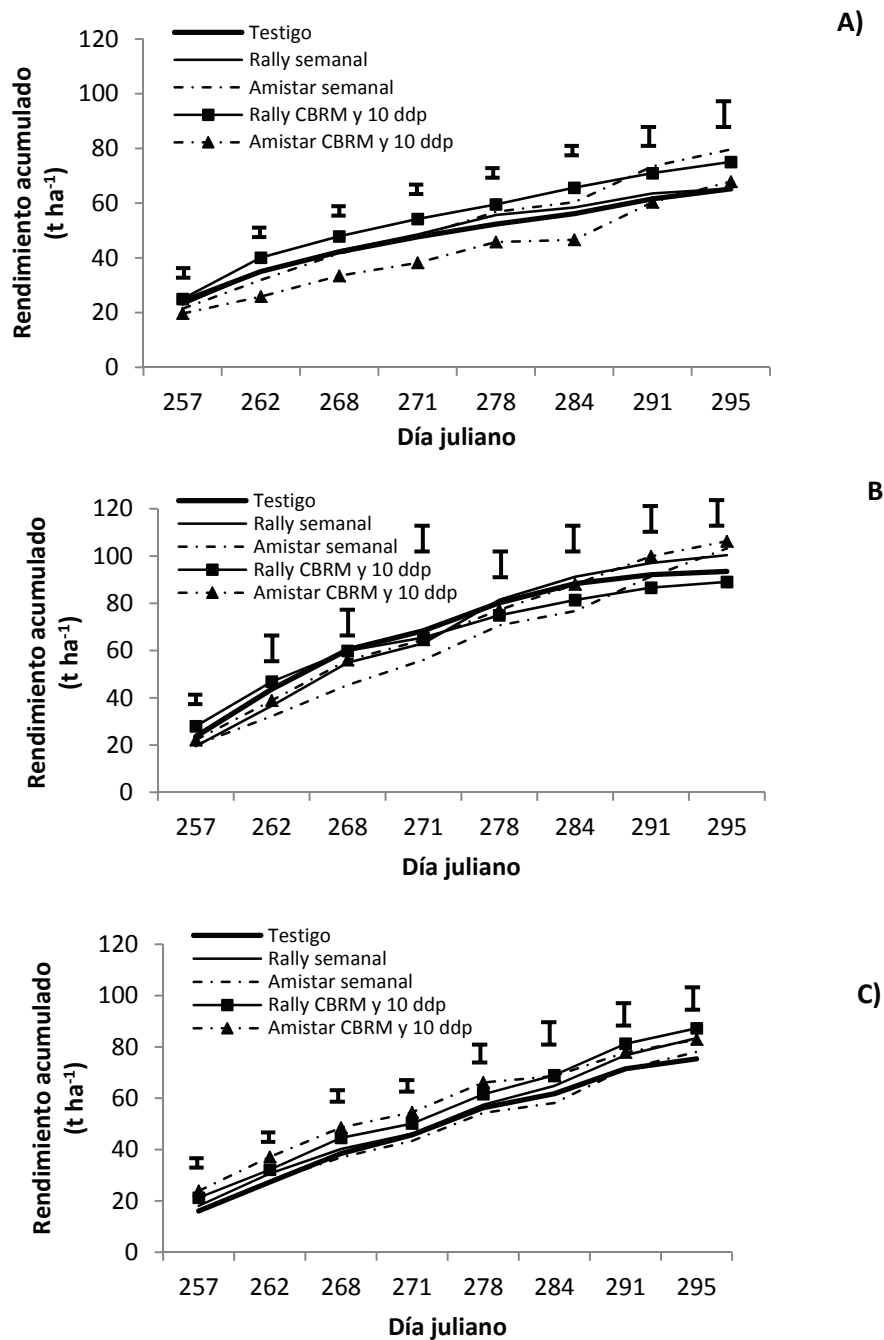


Figura 30. Rendimiento total acumulado en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En el segundo y tercer corte de la variedad Sahel, las plantas tratadas con Rally semanal y Amistar tuvieron RAs calidad XXL estadísticamente superiores a los demás tratamientos. En los tres últimos cortes realizados las plantas tratadas con Amistar semanal tuvieron RAs estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Las plantas tratadas con Rally semanal y Amistar CBRM y 10 ddp fueron iguales estadísticamente y obtuvieron RAs intermedios; mientras que las plantas testigos y las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp fueron iguales entre sí e inferiores estadísticamente (Figura 31A).

En la variedad Romana Elite, en el tercer al último corte, las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp tuvieron un RA estadísticamente mayor que los demás tratamientos. Las plantas testigo y las tratadas con Rally semanal no mostraron diferencias entre sí y se ubicaron en un grupo intermedio, mientras que las plantas tratadas con Amistar fueron estadísticamente iguales entre sí e inferiores a los demás tratamientos (Figura 31C).

En el caso de la calidad XL en la variedad Sun 7705, en los primeros cinco cortes realizados no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en RA. En el sexto y séptimo corte las plantas tratadas con Amistar fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos, los cuales a su vez fueron iguales entre sí. En el último corte realizado no se encontraron diferencias significativas (Figura 32A). En la variedad Sahel, en los primeros cuatro cortes realizados, las plantas testigo, las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp obtuvieron RAs superiores a los demás tratamientos. En el quinto y sexto corte no se encontraron diferencias, mientras que en el último corte las plantas tratadas con Amistar obtuvieron un RA significativamente más alto en los demás tratamientos (Figura 31B). En la variedad Romana Elite, en los últimos cortes realizados, el testigo y las plantas tratadas con amistar CBRM y 10 ddp y Rally CBRM y 10 ddp tuvieron un RA estadísticamente más alto superiores a los demás tratamientos e iguales entre sí (Figura 32C).

En el caso de la calidad L, para la variedad Sun 7705, del tercer al sexto corte, solo las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp obtuvieron los Ras más bajos. Sin embargo en el sexto y séptimo corte, la situación se invirtió y fueron los tratamientos con Amistar los que obtuvieron los mayores rendimientos (Figura 33A). En la variedad Sahel, las plantas tratadas con Amistar fueron las que obtuvieron el mayor RA (Figura 33B).



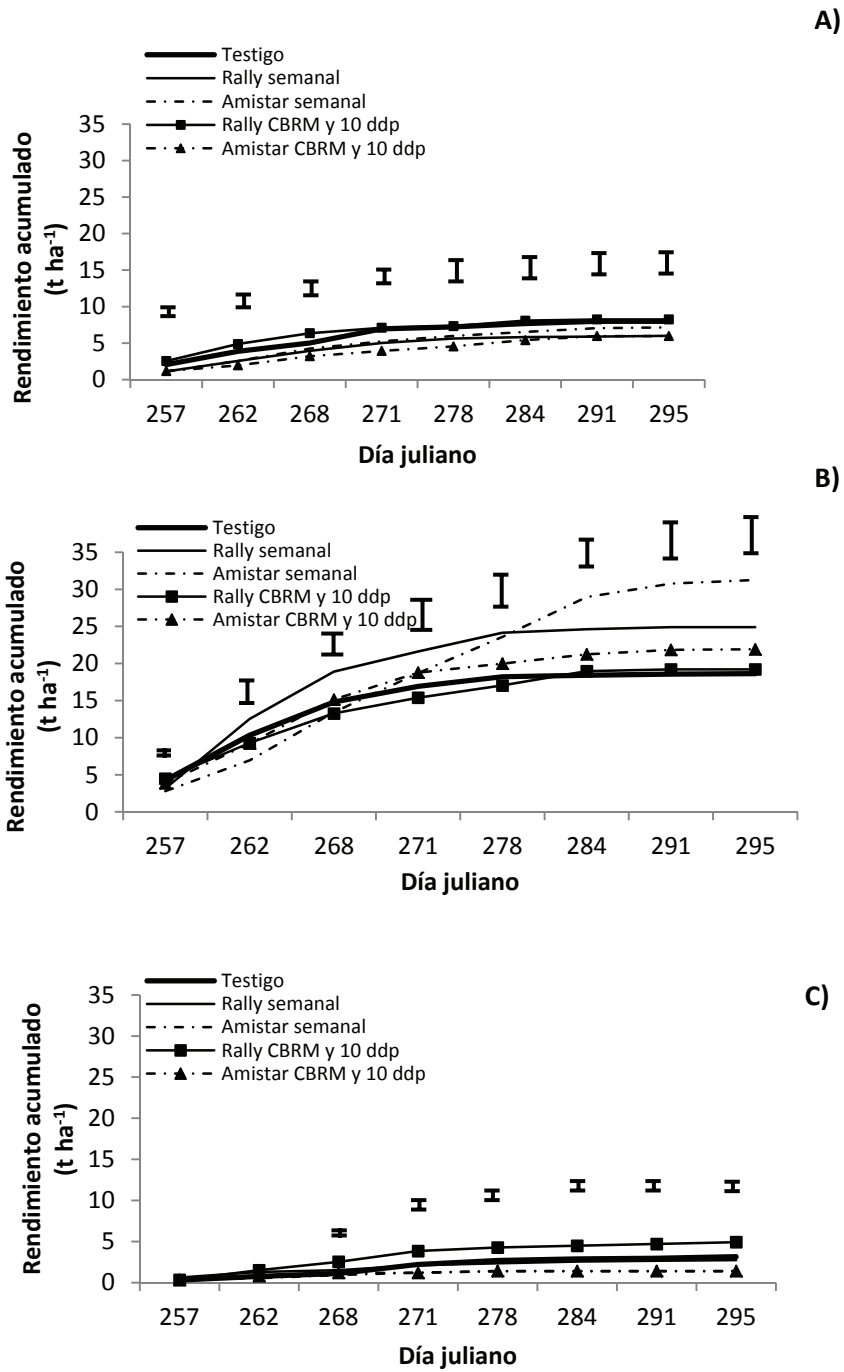


Figura 31. Rendimiento acumulado calidad XXL obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

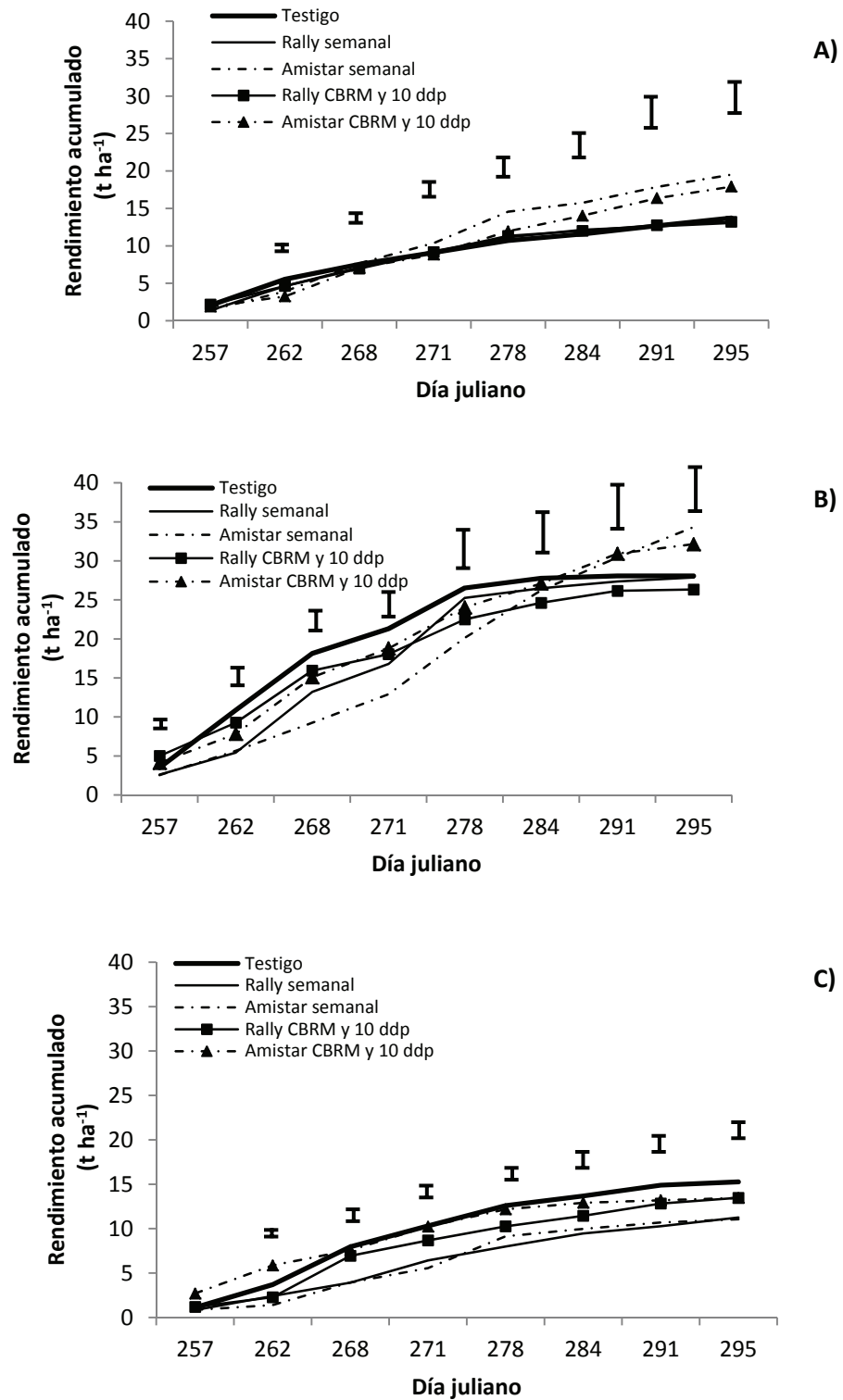


Figura 32. Rendimiento acumulado calidad XL obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

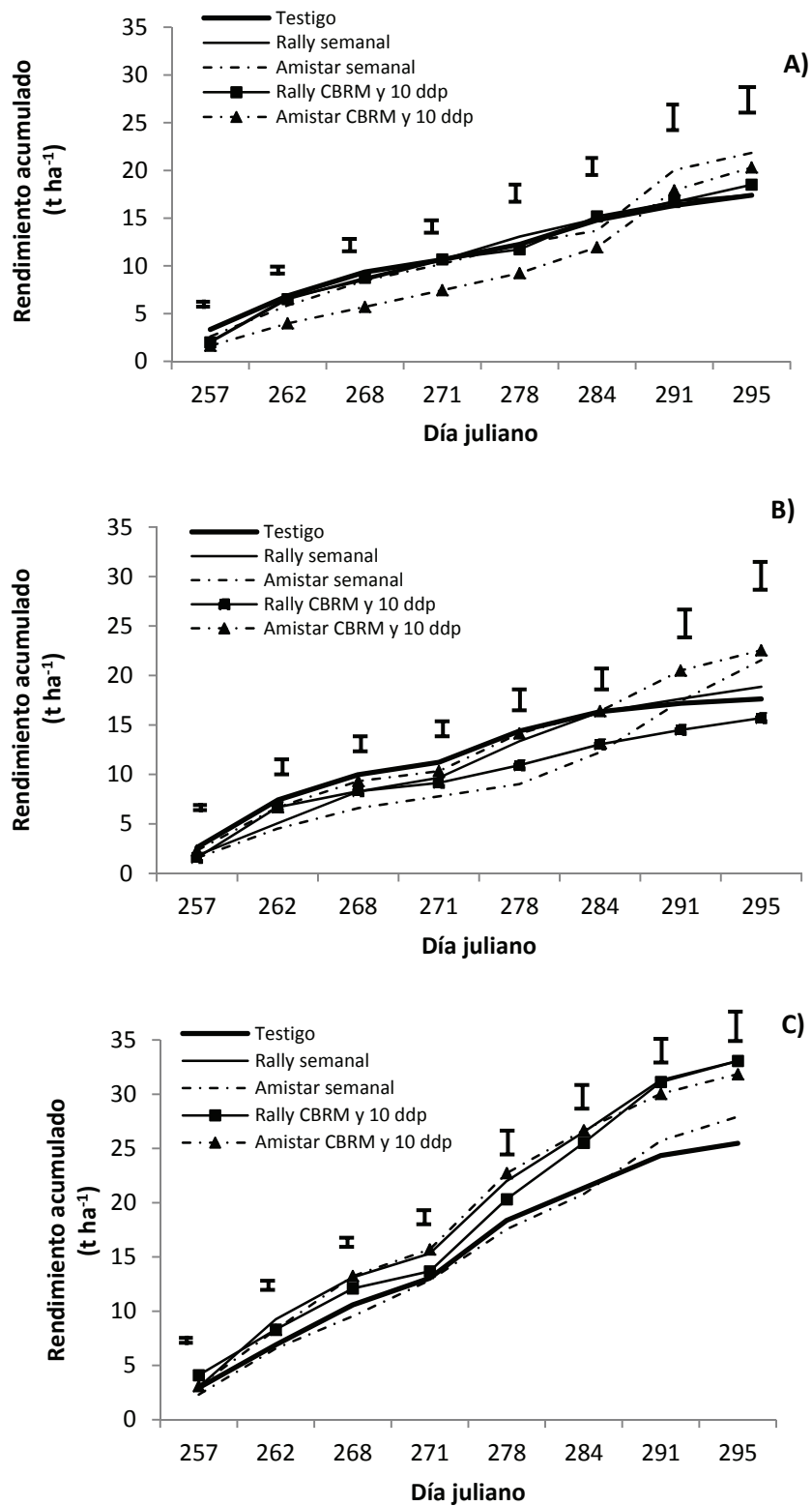


Figura 33. Rendimiento acumulado calidad L obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la variedad Romana Elite, a partir del quinto corte las plantas tratadas con Rally y amistar CBRM y 10 ddp tuvieron un RA estadísticamente más alto que los demás tratamientos, los cuales a su vez no tuvieron diferencias entre sí (Figura 33C).

En el caso de la calidad M, en la variedad Sun 7705, en el primer corte los tratamientos de Rally CBRM y 10 ddp y amistar semanal, tuvieron el mayor RA, sin embargo del corte dos al seis, sólo el tratamiento de Rally CBRM y 10 ddp fue superior a los demás tratamientos, y en el último corte realizado, nuevamente ambos tratamientos tuvieron los RA más altos (Figura 34A). En la variedad Sahel del segundo al tercer corte, las plantas tratadas con CBRM y 10 ddp tratadas con Rally CBRM y 10 ddp y con amistar CBRM y 10 ddp fueron superiores a los demás tratamientos, y las tratadas con Rally y Amistar semanal fueron iguales entre sí, pero obtuvieron los RA más bajos. En los últimos dos últimos cortes las plantas tratadas con Rally semanal y Amistar CBRM y 10 ddp tuvieron un RA significativamente más alto que el de los demás tratamientos (Figura 34 B). En la variedad Romana Elite, en los dos últimos cortes, plantas tratadas con Amistar semanal tuvieron los RAs, mientras que los demás tratamientos fueron iguales entre sí (Figura 34C).

En el caso del rendimiento con calidad S, en la variedad Sun 7705 en todos los cortes realizados las plantas tratadas con amistar semanal tuvieron los RA más altos. En los primeros cinco cortes los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales entre sí estadísticamente, sin embargo en el sexto corte, las plantas tratadas con Rally semanal y Amistar CBRM y 10 ddp se ubicaron con rendimientos intermedios, y las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp y las testigo fueron las de menor rendimiento (Figura 35A). En la variedad Sahel, en los primero cortes, las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos, en el sexto corte las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp y el testigo obtuvieron los rendimientos más altos, seguidas por las plantas tratadas con Rally semanal y las tratadas En la variedad Romana Elite, las plantas tratadas con Rally semanal y Amistar CBRM y 10 ddp obtuvieron los rendimientos más altos y resultaron iguales estadísticamente entre sí; los demás tratamientos no mostraron diferencias significativas, sin embargo, del sexto corte en adelante, los tratamientos que tuvieron RA más altos fueron Rally semanal, Amistar semanal y Amistar CBRM y 10 ddp. Los demás tratamientos resultaron estadísticamente iguales.

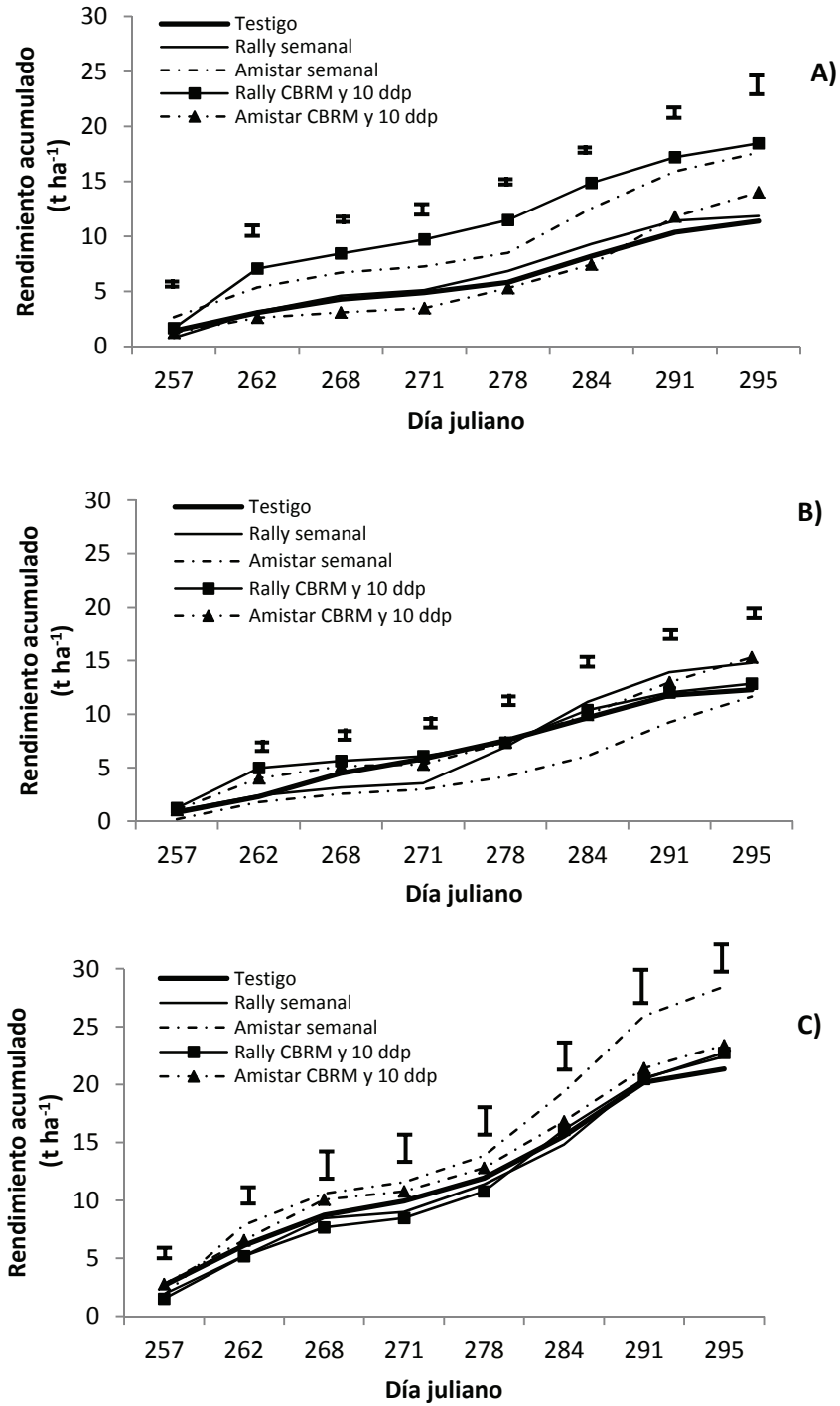


Figura 34. Rendimiento acumulado calidad M obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

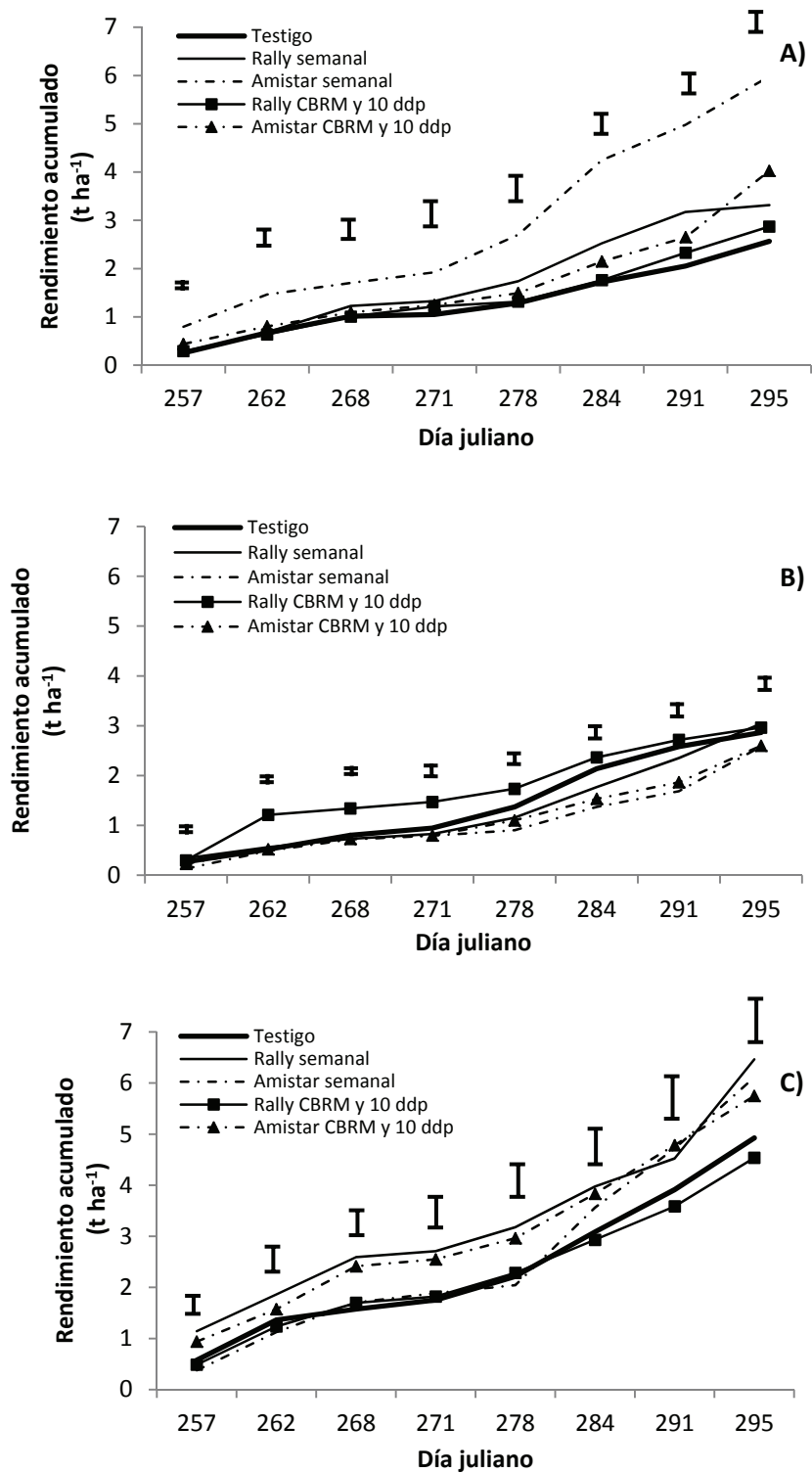


Figura 35. Rendimiento acumulado calidad S obtenido en tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Marte, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo julio-octubre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

### **Correlación entre variables**

En la variedad Sun 7705 se observó una correlación positiva estrecha entre la primera y la máxima hoja enferma ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$ ), y entre el total de folíolos enfermos y la severidad ( $r=0.93$ ,  $p<0.001$ ). La correlación entre la primera y máxima hoja enferma en la variedad Sahel y Romana Elite fue positiva y muy estrecha ( $r=0.99$ ,  $p<0.001$ ). En esta última variedad la incidencia tuvo una correlación estrecha entre la incidencia y el número de hojas afectadas, así como entre el total de folíolos enfermos y las lesiones por planta ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$  en ambos casos).

## **Experimento Predio Pachuca**

### **Comportamiento del modelo**

La primera detección de síntomas de *Leveillula taurica* ocurrió el día 12 de Septiembre de 2006. Mediante el esquema calendarizado se realizaron 14 aspersiones semanales de fungicida (los días 2, 8, 15, 22, 29 de Septiembre; 6, 14, 21, 28 de Octubre; 4, 11, 18, 25 de Noviembre; 2 de Diciembre), mientras que con el diagnóstico del modelo Tomato.PM y 6 ddp se realizaron solo 2 aspersiones en la variedad Sun 7705 (el 7 y 14 de Octubre), 3 aspersiones en la variedad Sahel (los días 8 de Septiembre, 7 de Octubre y 4 de Noviembre), y en la variedad Romana Elite solo 2 aspersiones (23 de Septiembre y 4 de Noviembre). Con el diagnóstico del modelo y 10 ddp en la variedad Sun 7705 se asperjó 2 veces (el 8 de septiembre y el 7 de octubre), en la variedad Sahel se requirieron 3 aspersiones (8 de septiembre, 7 de octubre y 4 de noviembre), y en la variedad Romana Elite se requirieron solo 2 aspersiones (el 23 de septiembre y 4 de noviembre) (Figura 37).

### **Comportamiento de la enfermedad**

La variedad Sun 7705 presentó mayor incidencia de cenicilla que las otras dos variedades. En la variedad Romana Elite y Sahel la aparición de la enfermedad se demoró hasta el día juliano 283 y mantuvieron la menor incidencia en los muestreos subsecuentes, sin que se observaran diferencias significativas entre sí. La incidencia no superó el 30% (Figura 36A).

Las plantas con mayor incidencia fueron las tratadas con amistar y Rally las cuales a su vez fueron iguales al testigo, excepto las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp que se ubicaron en un punto intermedio. Las plantas tratadas con azufre tuvieron la menor incidencia (menos del 10%) en todos los muestreos, además no se observaron diferencias significativas entre sí. (Figura 36 B).

A nivel de variedades individuales, la mayor incidencia final en la variedad Sun 7705 ocurrió en el testigo y en las plantas tratadas con Rally semanal y con Amistar CBRM y 10 ddp. Le siguieron en orden decreciente las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp, Amistar y Rally CBRM y 6 ddp y Amistar aplicado semanalmente. (Figura 37A).



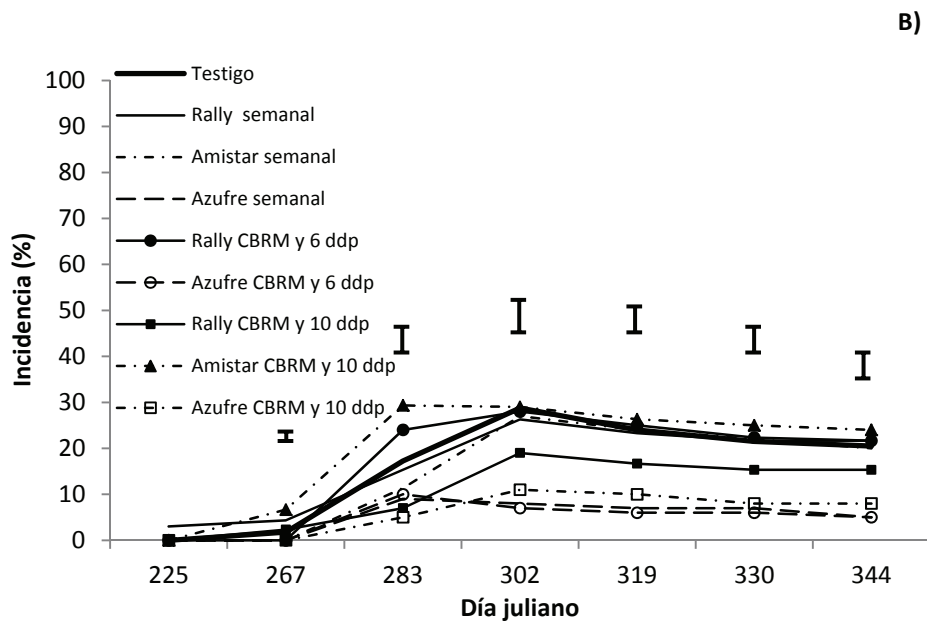
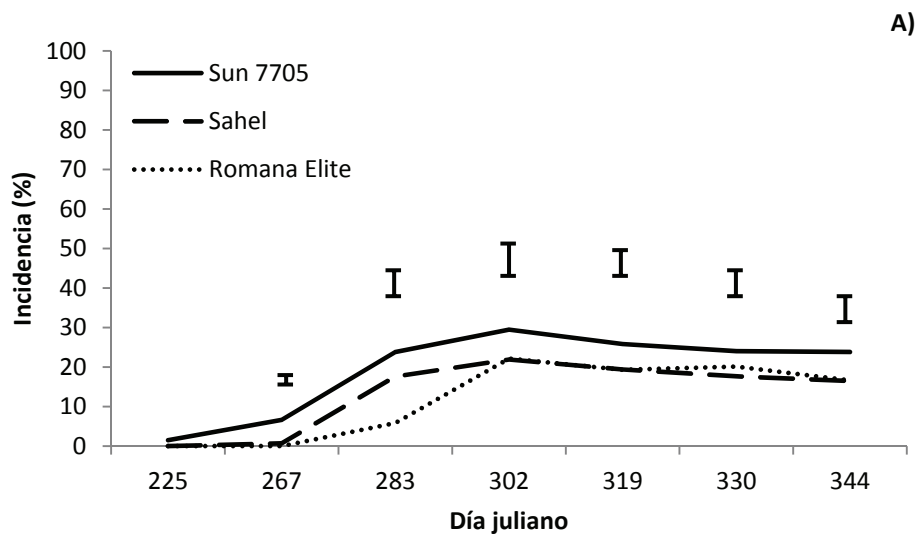


Figura 36. Incidencia de *Leveillula taurica* en tomate (*Solanum lycopersicum*) en A) tres variedades cultivadas en el predio Pachuca y B) diferentes tratamientos con fungicida promediados sobre todas las variedades, Ciclo agosto-diciembre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la variedad Sahel las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp, Rally semanal y Rally CBRM y 6 ddp tuvieron la mayor incidencia final, seguidas por las plantas testigo que se ubicaron en un grupo intermedio. Las plantas que presentaron la menor incidencia fueron las asperjadas con los demás tratamientos, además no presentaron diferencias significativas entre sí. (Figura 37B).

En la variedad Romana Elite la menor incidencia final ocurrió en las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp (7%) así como las tratadas con Rally semanal (6%). Las plantas tratadas con Amistar semanal tuvieron la mayor incidencia a lo largo del ciclo de cultivo alcanzando un máximo de 46%, los demás tratamientos se ubicaron con valores intermedios. (Figura 37C).

La primera hoja enferma en la Var. Sun 7705 se detectó el día juliano 255 en las plantas tratadas con Rally aplicado semanalmente. En el día juliano 267 se detectó la primera hoja enferma en las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp y Amistar CBRM con 6 y 10 ddp (Figura 3A). La primera hoja enferma en las plantas testigo, en las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp y Amistar semanal se detectó el día juliano 283. La última hoja enferma en el testigo y en las plantas tratadas con Amistar semanal fue la número 20. En las tratadas con Rally semanal o CBRM y 6 ddp fue la número 19, mientras que en las plantas tratadas con y 10 ddp fue la número 16 (Figura 38A).

En la var. Sahel, la primera hoja enferma se detectó el día juliano 267 en las plantas testigo, en todos los demás tratamientos se detectó en el día juliano 283, excepto en las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp en las que apareció hasta el día juliano 302. La última hoja enferma en el testigo y en las plantas asperjadas con Rally semanal fue la número 23. En las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp y Amistar CBRM con 10 ddp fue la 20. Mientras que las asperjadas con Amistar CBRM y 10 ddp los síntomas se detectaron hasta la hoja 20, en los demás tratamientos los síntomas se detectaron entre las hojas 15 y 17 (Figura 38B).

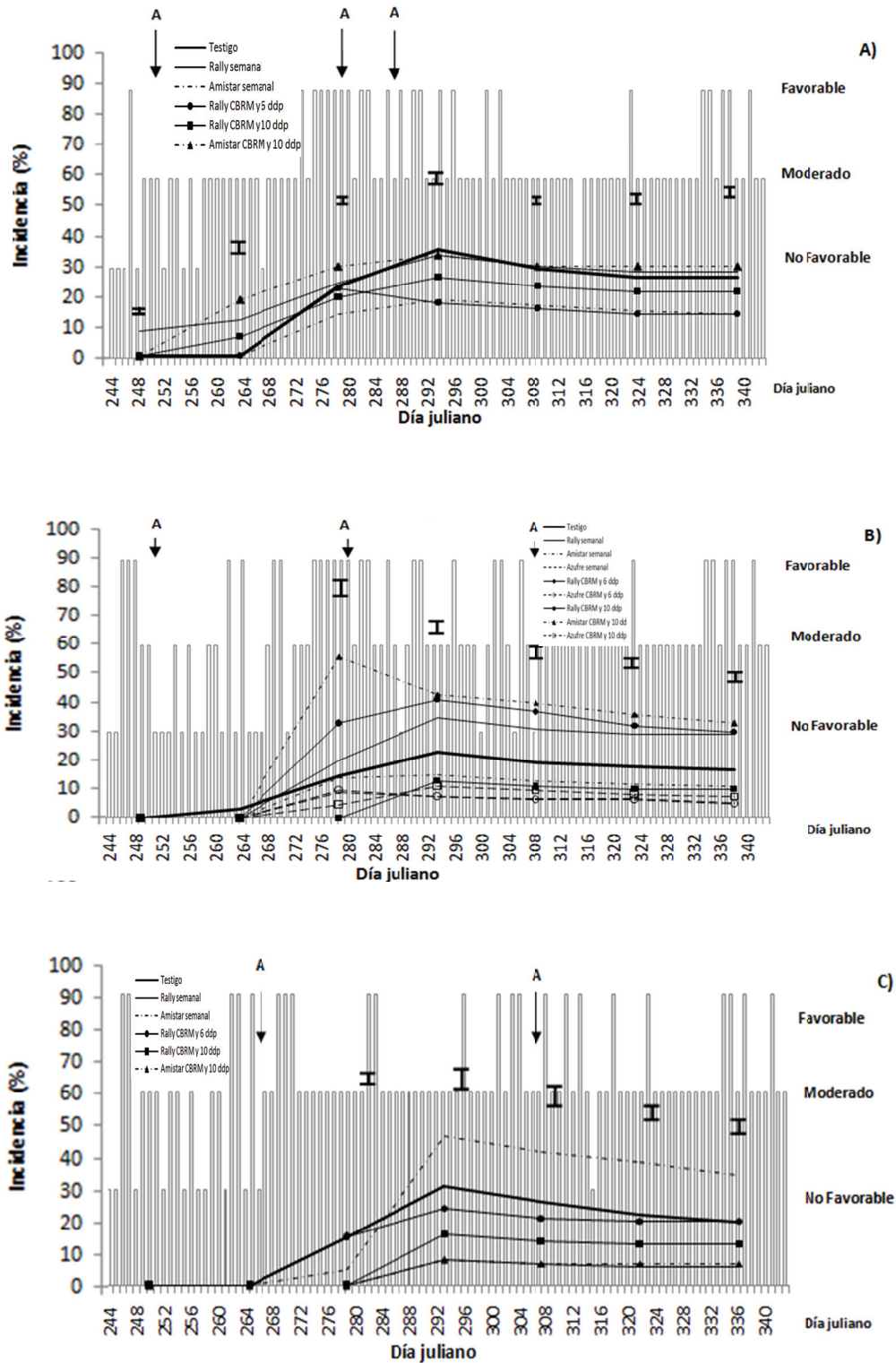


Figura 37. Resultados de la categorización del microclima diario (barras verticales), mediante el modelo TOMATO.PM, por su conductividad al ataque de *Leveillula taurica* y porcentaje de incidencia (líneas continuas) en tomate (*Solanum lycopersicum*) A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var Romana Elite cultivado en el Predio Pachuca, ciclo agosto-diciembre, en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila. A=Aplicación de fungicida con base en el modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la variedad Romana Elite la primera hoja enferma se detectó el día juliano 267, en las plantas asperjadas con Amistar semanal (hoja 7), en las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp (hoja 14) y en el testigo (hoja 17). En los demás tratamientos la primera hoja enferma se detectó en el siguiente muestreo en las hojas número 15 a 16. La última hoja enferma en el testigo y en las plantas tratadas con Rally semanal fue en la hoja 24, en los demás tratamientos fue de la 17 a 19 (Figura 38C).

La variedad Romana Elite tuvo menor número de folíolos enfermos que las variedades Sun 7705 y Sahel . Estas a su vez tuvieron un comportamiento muy similar entre sí en todos los muestreos (Figura 39A).

Las plantas tratadas con Rally CBRM y 6 ddp tuvieron la mayor cantidad de folíolos enfermos en todos últimos muestreos. Le siguieron en orden decreciente las testigo. En un grupo intermedio se ubicaron los tratamientos de amistar y Rally semanal y amistar CBRM y 10 ddp. Los tratamientos con azufre tuvieron la menor cantidad de folíolos enfermos (Figura 39B).

Al evaluar el total de folíolos enfermos en la variedad Sun 7705 se observó que en las plantas testigo ocurrió el mayor número de estos en la mayoría de los muestreos, mientras que las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp, Rally semanal, Rally CBRM y 6 ddp o 10 ddp y Amistar semanal le siguieron en orden decreciente. (Figura 40A).

En la variedad Sahel, las plantas asperjadas con Rally CBRM y 6 ddp tuvieron la mayor cantidad de folíolos enfermos en los últimos muestreos, seguido por las plantas asperjadas con Rally semanal, el testigo y Amistar CBRM y 10 ddp. En un grupo inferior se ubicaron los tratamientos de Amistar semanal, Rally CBRM y 10 ddp, y los tratamientos con azufre (Figura 40B).

En la variedad Romana Elite, se observan dos grupos, en el superior se ubicaron el testigo, Amistar semanal y Rally CBRM y 6 ddp, en el grupo inferior se ubicaron los tratamientos con Amistar semanal y Amistar y Rally CBRM y 10 ddp. (Figura 40C).

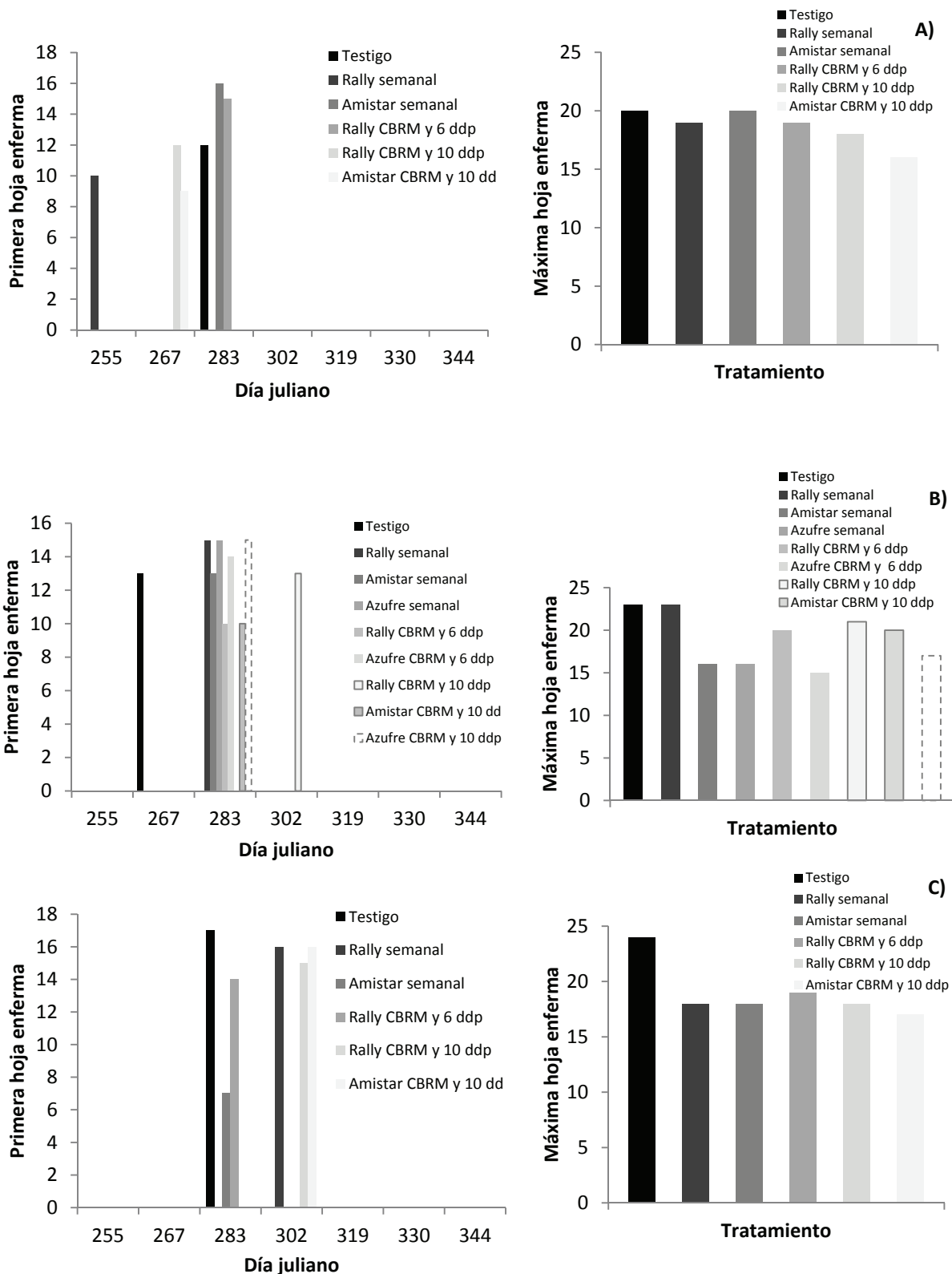


Figura 38. Aparición de la primera y última hoja enferma y posición de esta en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM.

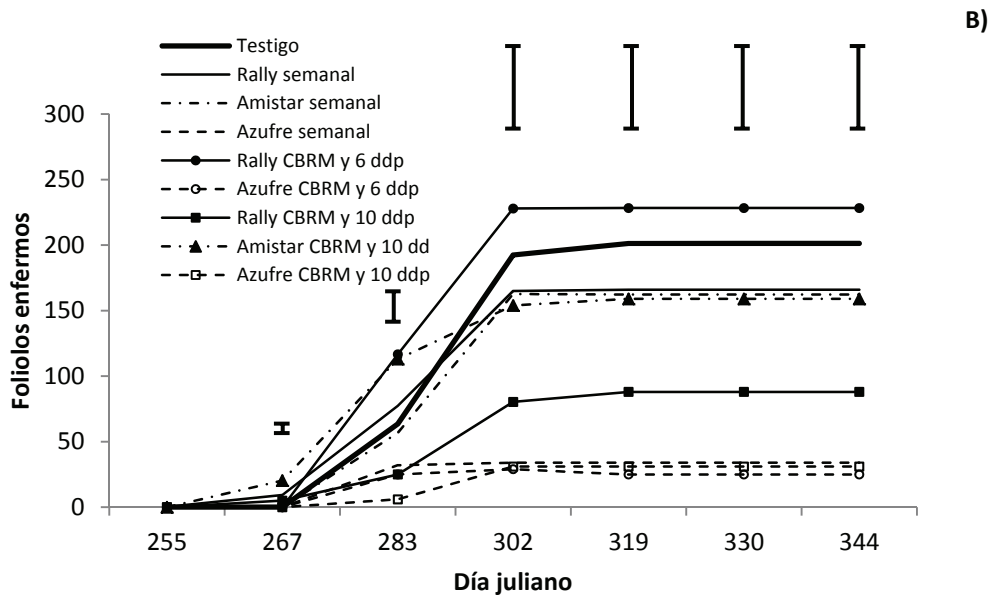
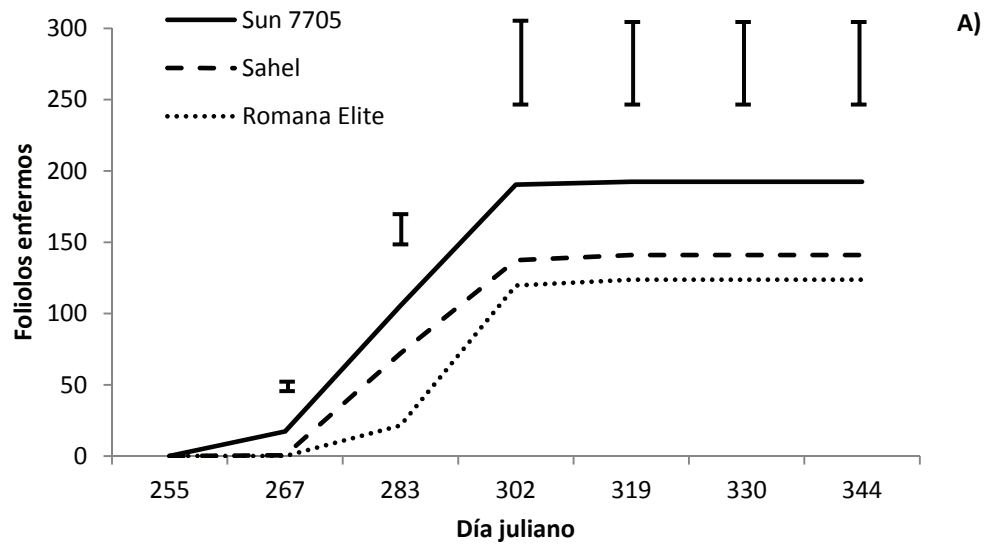


Figura 39. Foliolos de tomate (*Solanum lycopersicum*) afectados por *Leveillula taurica*. Plantas cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

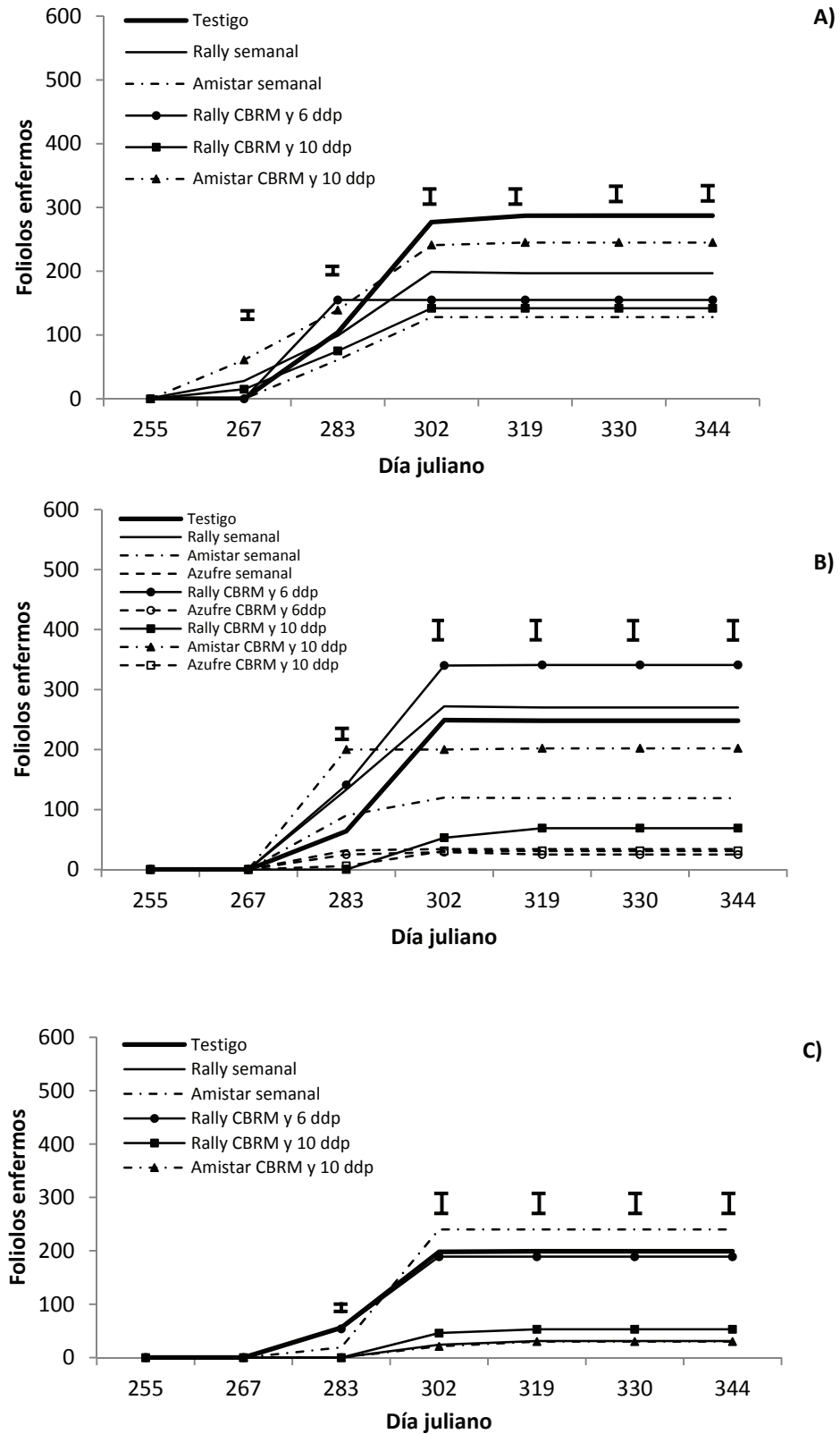


Figura 40. Total de foliolos enfermos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

Al considerar las diferencias entre variedades, la Romana Elite tuvo menor número de lesiones que la variedad Sahel, mientras que el mayor número se tuvo en la variedad Sun 7705 (Figura 41A). Al comparar el efecto promedio de tratamientos por sobre todas las variedades se observó que las plantas tratadas Rally CBRM y 6 ddp tuvieron la mayor cantidad de lesiones y fueron seguidas en orden decreciente por el testigo, y Rally semanal. Los tratamientos con Amistar semanal o CBRM y 10 ddp se ubicó con valores intermedios. Mientras que los tratamientos de Amistar semanal, Rally CBRM y 10 ddp y con azufre tuvieron los menores números de lesiones a lo largo del período de evaluación (Figura 41B).

A nivel de la variedad Sun 7705 el testigo tuvo la mayor cantidad de lesiones en la mayoría de los muestreos, mientras que la menor cantidad se tuvo en las plantas tratadas con con Rally CBRM y 10 ddp. Los demás tratamiento ocuparon posiciones intermedias (Figura 42A).

En la variedad Sahel, las plantas tratadas con Rally semanal, Amistar CBRM y 6 ddp, el testigo y Rally CBRM y 6 ddp se ubicaron en un grupo superior, seguidas por el testigo. Los demás tratamientos se ubicaron en un grupo inferior, con un comportamiento similar entre sí (Figura 42B)

En la variedad Romana Elite las plantas tratadas con Rally CBRM y 6 ddp tuvieron la mayor cantidad de lesiones por planta. En un grupo intermedio se ubican las testigo, las tratadas con amistar semanal y Rally CBRM y 10 ddp. Los demás tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre sí, y tuvieron un menor número de lesiones por planta (Figura 42C).



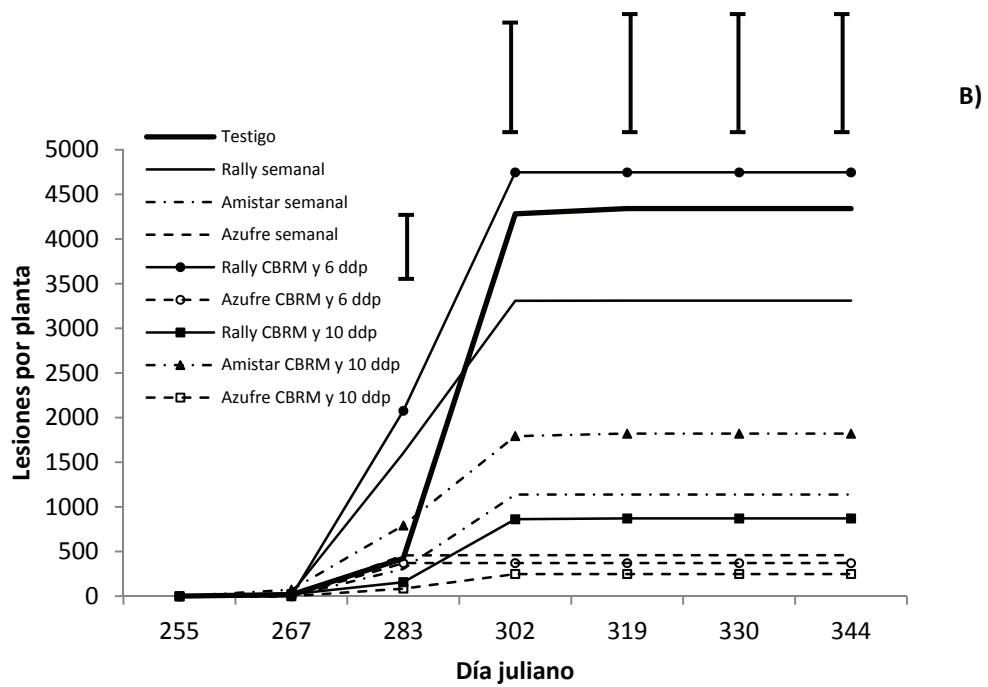
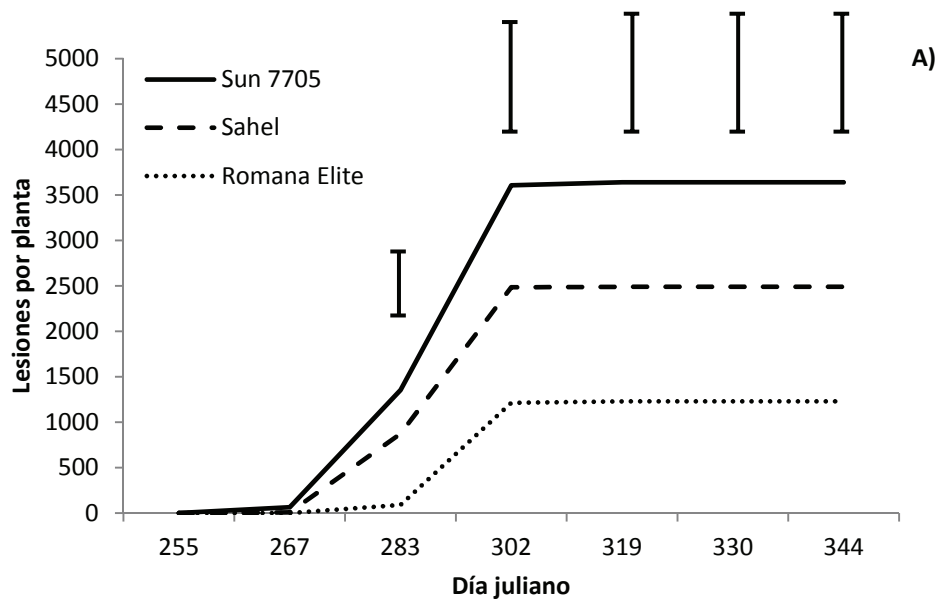


Figura 41. Lesiones por planta causadas por *Leveillula taurica* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Pachuca, Cielo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Datos globales por variedades, B) Datos globales por tratamiento. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Promedio de variedades. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

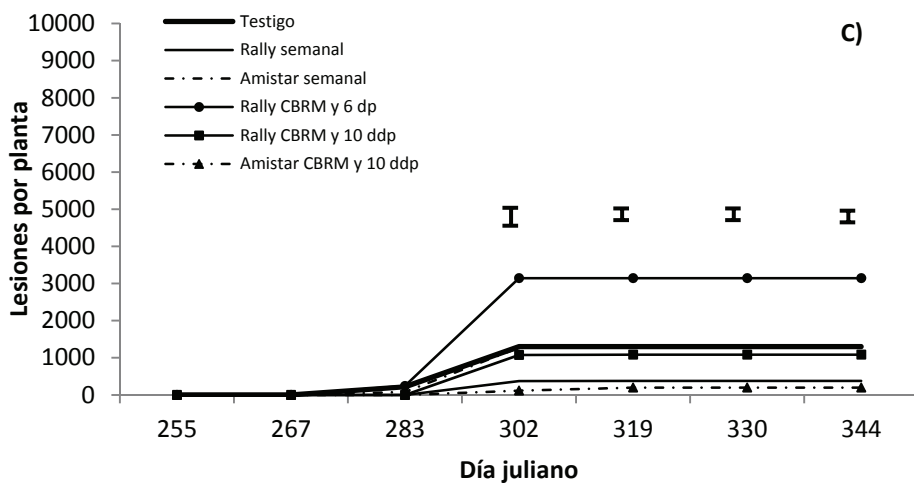
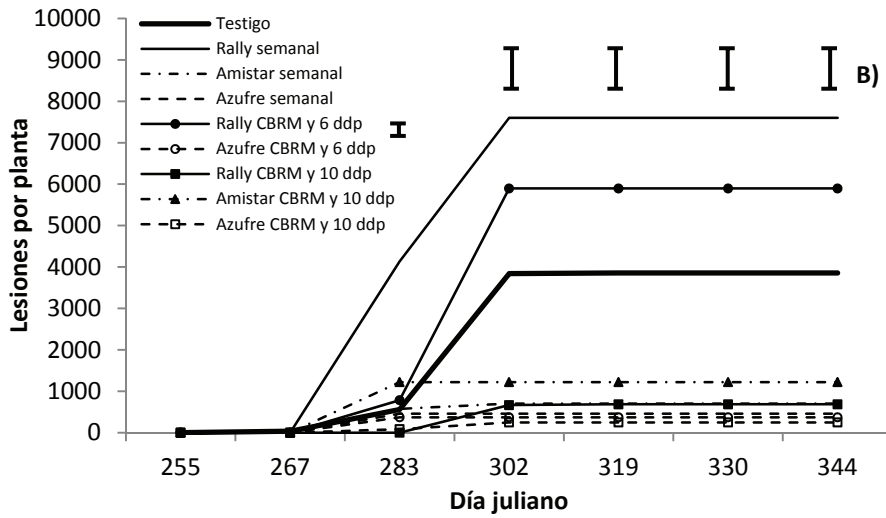
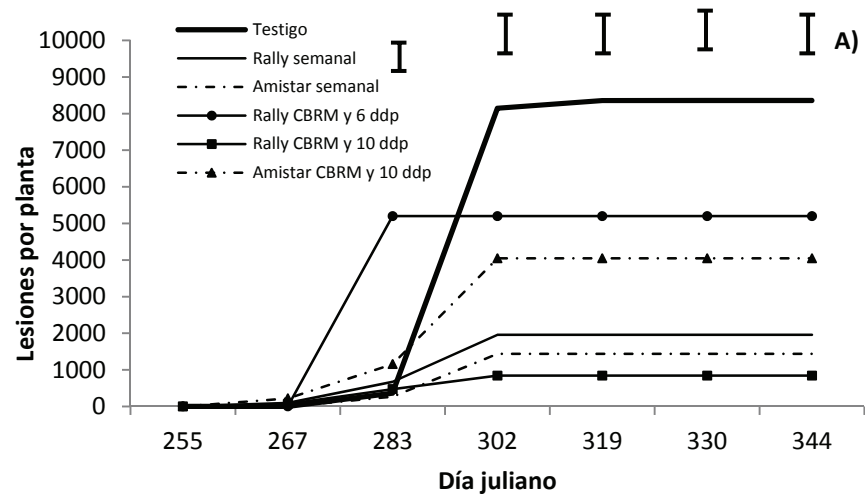


Figura 42. Lesiones provocadas por *Leveillula taurica* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en el predio Pachuca, Ciclo agosto-diciembre en la Comarca Lagunera, San Pedro de las Colonias, Coahuila; y tratadas bajo diferentes estrategias de manejo. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel, C) Var. Romana Elite. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En las figuras 43 a 45 se reporta el desarrollo de la enfermedad a nivel de hoja en cada una de las variedades evaluadas. El modelo monomolecular se ajustó mejor al desarrollo epidémico observado en cada hoja que los modelos exponencial, logístico o Gompertz. En un número menor de casos el logístico tuvo mejor ajuste. En las figuras 43G, 44J y 45G se reporta la tasa media absoluta ponderada de desarrollo de la enfermedad en cada hoja de cada variedad.

En la variedad Sun 7705 las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp o con Amistar semanal tuvieron la menor cantidad de enfermedad, ya que aunque resultaron 7 y 5 hojas enfermas y tuvieron una enfermedad máxima por hoja de 4.7 y 30.6 %, respectivamente, su severidad total por planta fue de 0.5 y 1.9%, respectivamente (Figura 43 C, E). En segundo orden de severidad estuvieron las plantas tratadas con Rally semanal o con Amistar CBRM y 10 ddp, quienes tuvieron 5.9 y 13 % de enfermedad total, con enfermedad máxima por hoja de 38.7 y 77.3 y 9 y 6 hojas enfermas, respectivamente (Figura 43 B, C) . Le siguieron en ese orden los tratamientos con Rally CBRM y 6 ddp y el testigo, quienes tuvieron una enfermedad total por planta de 15 y 20.1%, con 5 y 9 hojas enfermas, donde la máxima severidad llegó a 100 y 86%, respectivamente (43 A, D).

La enfermedad en esta variedad, evaluada mediante la tasa media absoluta ponderada, no fue mayor a 0.02 lesiones/lesión.día en el caso de las plantas tratadas con Rally CBRM y 6 ddp y el testigo. En el resto de tratamiento la tasa no superó el valor de 0.01 lesiones/lesión.día (Figura 43G).

En el caso de la variedad Sahel, todas las plantas tratadas con azufre o con Amistar semanal tuvieron los niveles más bajos de enfermedad y el menor número de hojas afectadas, ya que la severidad total por planta no excedió el 1.8%, el número de hojas afectadas no fue mayor de 4 y la máxima enfermedad por hoja varió de 7.1 a 44.2% (Figura 44 C, D, F, I). Por el contrario, aunque los niveles de severidad no fueron considerables, los valores más altos en esta variedad correspondieron al testigo y al tratamiento semanal con Rally, quienes tuvieron valores de enfermedad global de 22, y 16 %, con 11 y 9 hojas afectadas y enfermedad máxima por hoja de 100, 100 %, respectivamente (Figura 44 A, B). El resto de tratamientos mostró resultados intermedios entre los dos grupos anteriores, con 5.8 a 9.3% de severidad total, 3 a 11 hojas afectadas y severidad máxima por hoja de 39 a 100%.

En la evaluación de la tasa media absoluta ponderada, los valores más altos correspondieron al testigo, Rally CBRM y 10 ddp y Rally semanal, quienes mostraron picos entre 0.018 y 0.026 lesiones/lesiones.día. En el resto de los tratamientos la tasa no excedió de 0.01 lesiones/lesión.día en todos los casos.

En la variedad Romana Elite, los tratamientos con Rally mostraron los niveles más altos de enfermedad total por planta, pero estos no fueron considerables, ya que variaron entre 5.8 y 11%, mientras que en el resto de tratamientos los niveles promedio variaron entre 0.2 y 2.9%.

Sin embargo, a nivel de hojas individuales, el mayor número de éstas que resultaron afectadas ocurrió en el testigo y en el tratamiento con Rally CBRM y 6 ddp (8 y 11, y 40.8 y 100 % de enfermedad máxima, respectivamente), pero en el resto de tratamientos el total de hojas afectadas varió de 2 a 4, con rangos de enfermedad máxima de 5.8 a 81.38% (figura 45).

En lo referente a la tasa media absoluta ponderada, el valor más alto llegó a un pico de 0.015 lesiones/lesión.día en el caso del tratamiento Rally CBRM y 6 ddp, mientras que en el resto de tratamientos la tasa no excedió de 0.01 lesiones/lesión.día.

El porcentaje de enfermedad por planta se reporta en la figura 46, en ninguna de las variedades este porcentaje superó el 30%, la variedad Romana Elite sin embargo, fue la que tuvo valores más bajos, sin ser mayor a 12%.

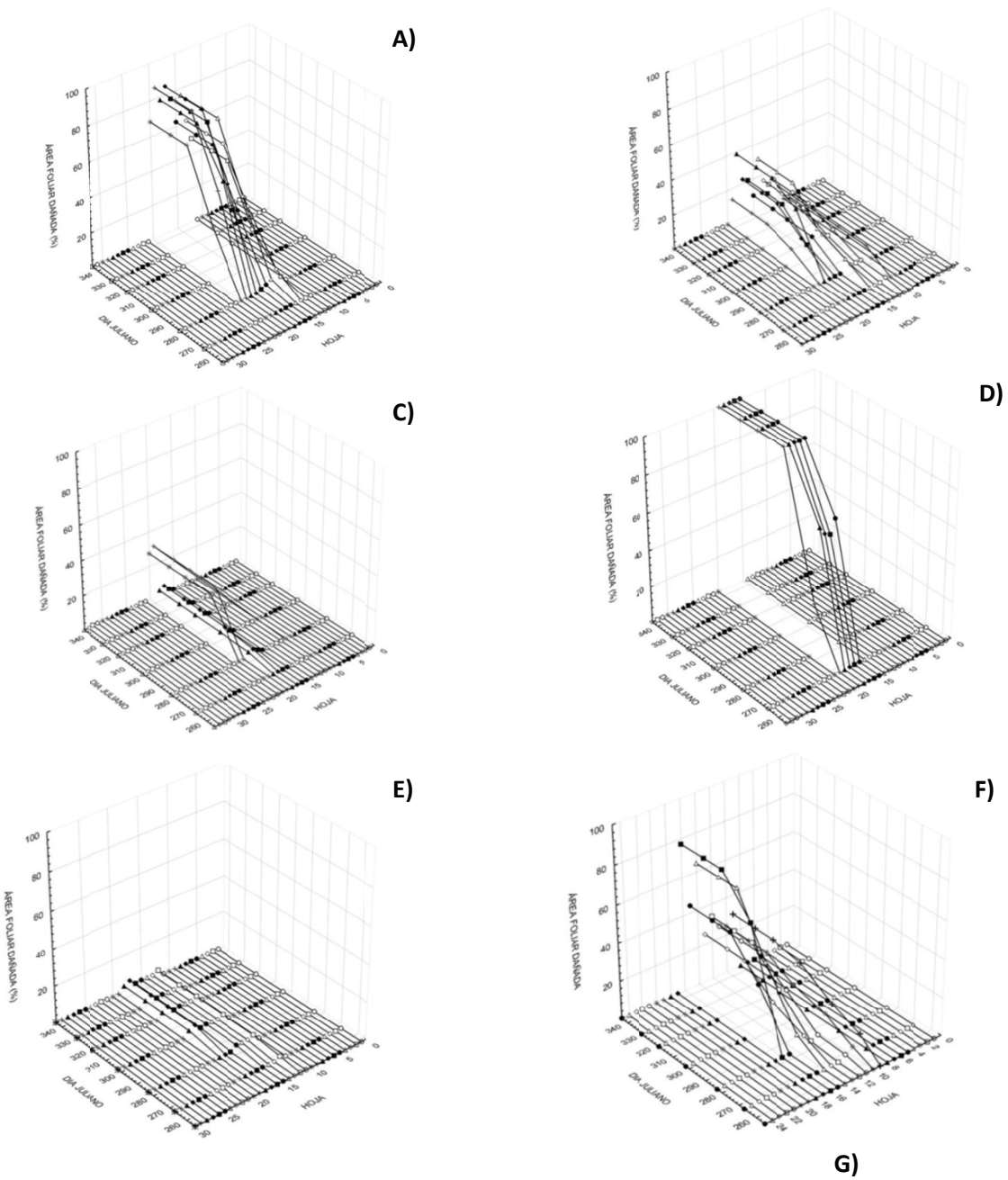
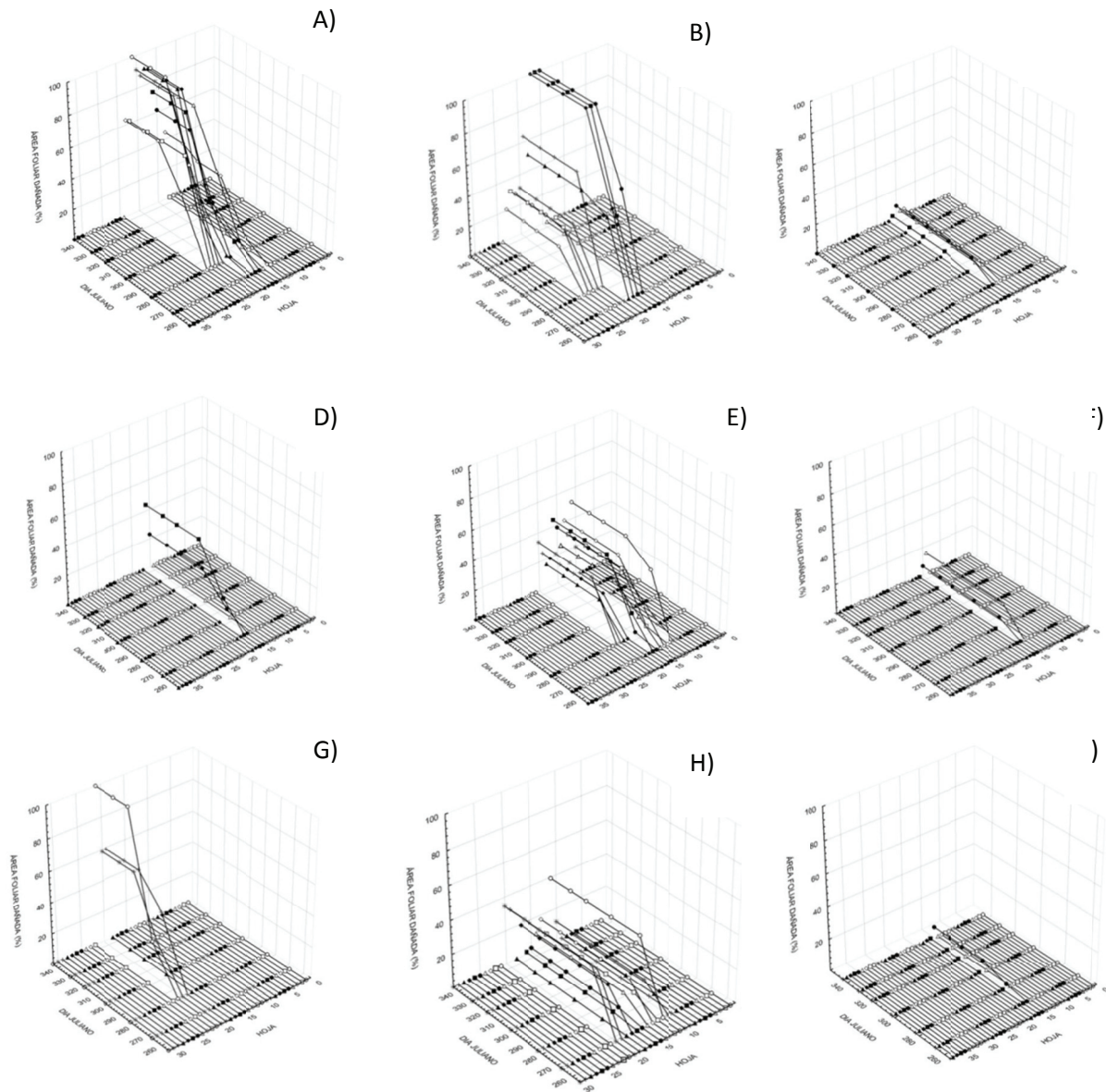


Figura 43. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Sun 7705. Ciclo agosto-diciembre. A) Testigo B) Rally semanal C) Amistar semanal D) Rally CBRM y 6 ddp E) Rally CBRM y 10 ddp F) Amistar CBRM y 10 ddp G) Tasa media ponderada. ddp= días de protección después de la aplicación con base en las recomendaciones del modelo. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.



35

Figura 44. Dinámica de la severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Sahel. Ciclo agosto-diciembre. A) Testigo B) Rally semanal C) Amistar semanal D) Azufre semanal E) Rally CBRM y 6 ddp F) Azufre CBRM y 6 ddp G) Rally CBRM y 10 ddp H) Amistar CBRM y 10 ddp. I) Azufre CBRM y 10 ddp J) Tasa media absoluta ponderada del desarrollo de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.

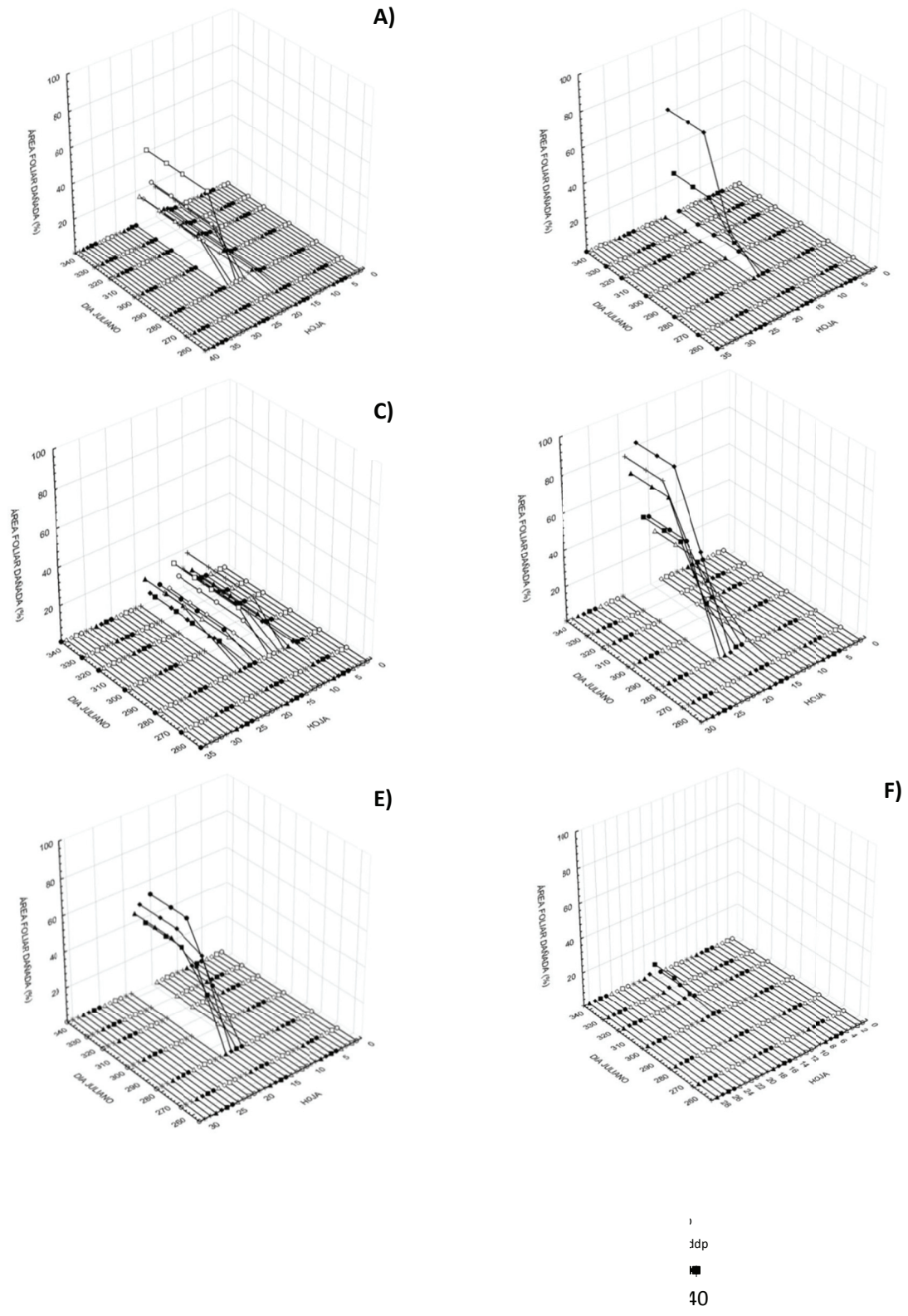


Figura 45. Dinámica de severidad por hoja en el experimento realizado en el predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, variedad Romana Elite. Ciclo agosto-diciembre. A) Testigo B) Rally semanal C) Amistar semanal D) Rally CBRM y 6 ddp E) Rally CBRM y 10 ddp F) Amistar CBRM y 10 ddp. G) Tasa media absoluta ponderada de la enfermedad. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo. TOMATO.PM.

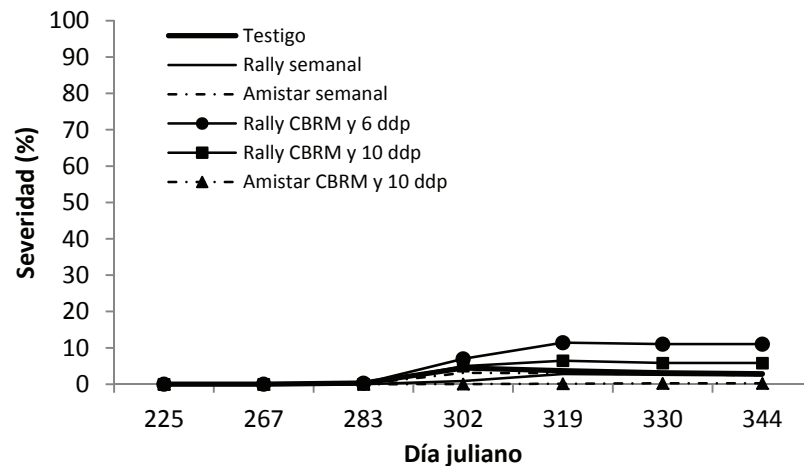
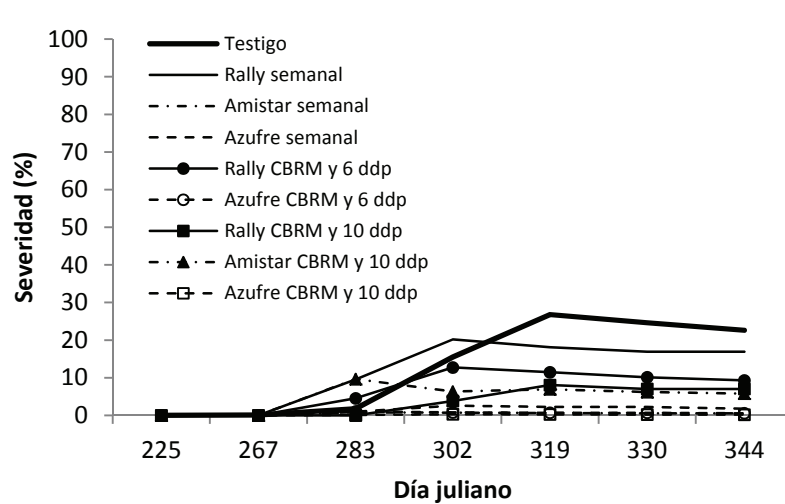
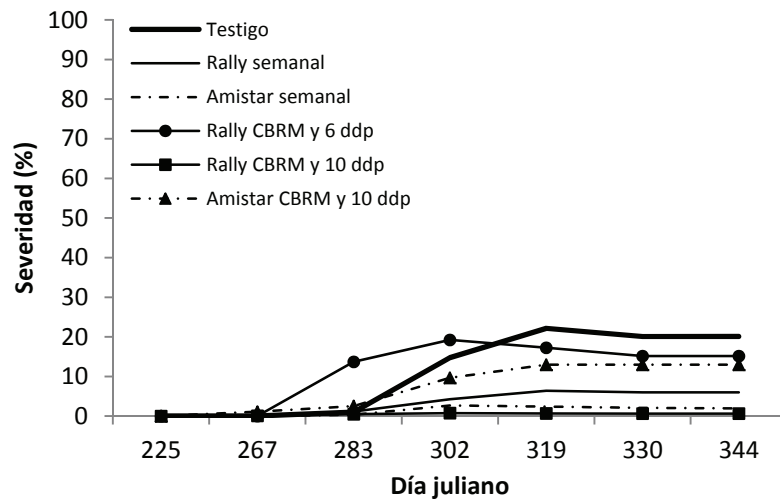


Figura 46. Severidad en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, Ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillulla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.



## Rendimiento

Al considerar el rendimiento total por variedad, fue la Sahel la que tuvo el valor más alto (79.243 t ha<sup>-1</sup>) seguida por la Sun 7705 (57.057 t ha<sup>-1</sup>) y la Romana Elite (55.646 t ha<sup>-1</sup>). En la variedad Sun 7705 el rendimiento total acumulado durante el período de evaluación fue mayor en los tratamientos de Amistar CBRM y 10 ddp, Rally semanal y Amistar semanal sin que existieran diferencias significativas entre sí. Le siguieron en un grupo intermedio las plantas tratadas con Rally CBRM con 6 y 10 ddp. El testigo tuvo los valores más bajos en todos los muestreos realizados para esta variable (Figura 47A).

En la variedad Sahel, los mayores rendimientos totales se tuvieron en las plantas asperjadas con Rally semanal, Azufre semanal y Amistar semanal en la mayoría de los muestreos, sin embargo, en la última fecha de evaluación se ubicaron los tratamientos Azufre y Amistar semanal, Azufre y Amistar CBRM y 10 ddp se ubicaron en un primer grupo de mayor rendimiento. En un segundo grupo se ubicaron Rally y Azufre CBRM y 6 ddp, y finalmente en el grupo de menor rendimiento se ubicaron las plantas testigo, las tratadas con Rally semanal y Rally CBRM y 10 ddp (Figura 47B).

En la variedad Romana Elite las plantas con los rendimientos totales más altos fueron las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp, Rally y Amistar CBRM y 10 ddp, seguidas por las asperjadas con Rally CBRM y 6 ddp, Amistar semanal y por último las testigo. Sin embargo en el último muestreo, el orden fue el siguiente: Rally CBRM y 10 ddp, Rally semanal, Rally CBRM y 6 ddp, Amistar CBRM y 6 ddp, Amistar semanal y muy por debajo el testigo, éste último siempre se ubicó con los valores más bajos en todas las fechas de corte (Figura 47C).

En la calidad XXL, variedad Sun 7705, los mayores rendimientos en las primeras fechas se obtuvieron en las plantas asperjadas con Rally CBRM y 10 ddp, seguidas por los demás tratamientos. El testigo presentó los valores más bajos. En el último corte, el mayor rendimiento acumulado se obtuvo en las plantas tratadas con Amistar y Rally semanal, Rally y Amistar CBRM y 10 ddp sin diferencias significativas entre sí, seguidas por las plantas tratadas con Rally CBRM y 10 ddp y el testigo, los cuales no tuvieron diferencias significativas entre sí (Figura 48A).

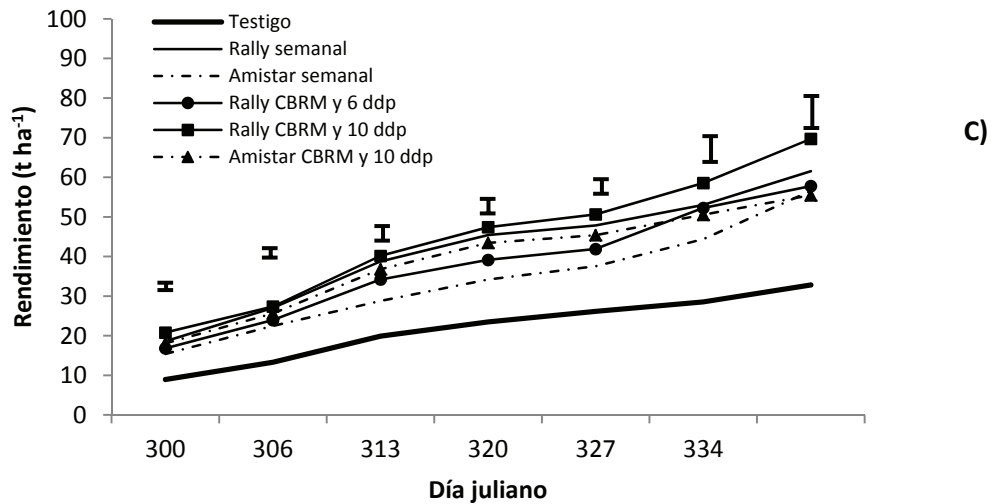
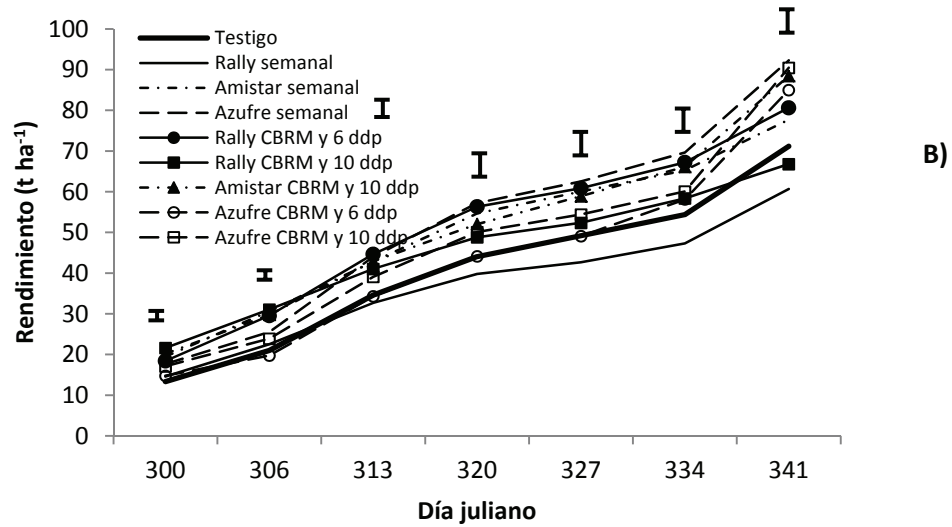
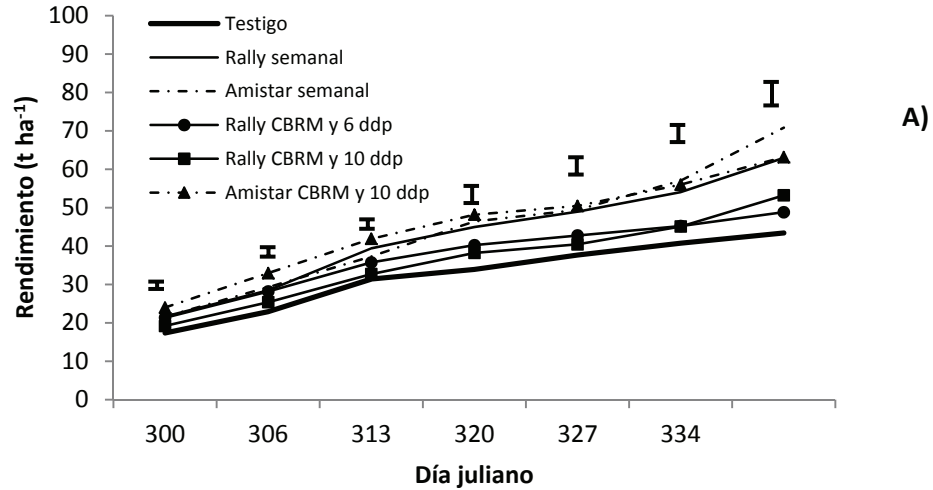


Figura 47. Rendimiento total acumulado en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

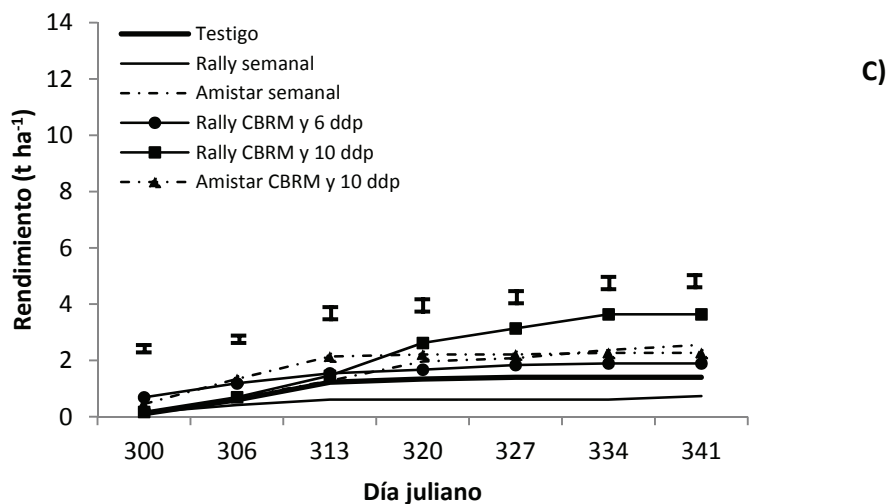
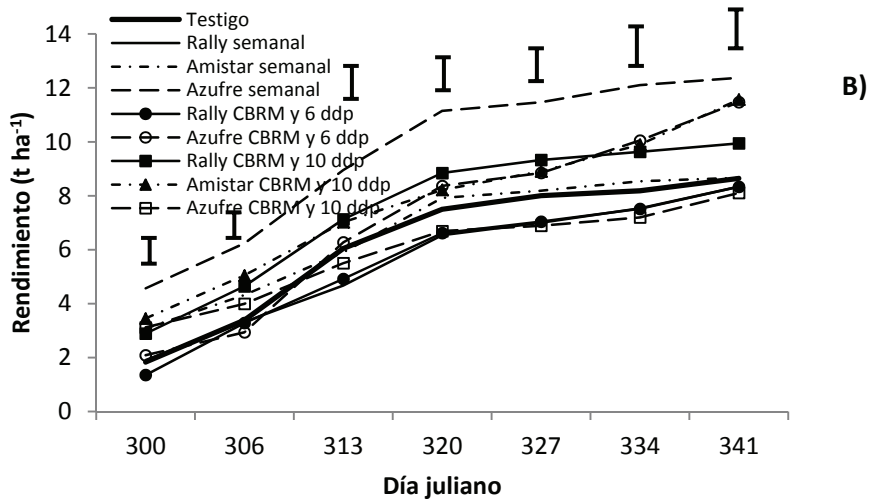
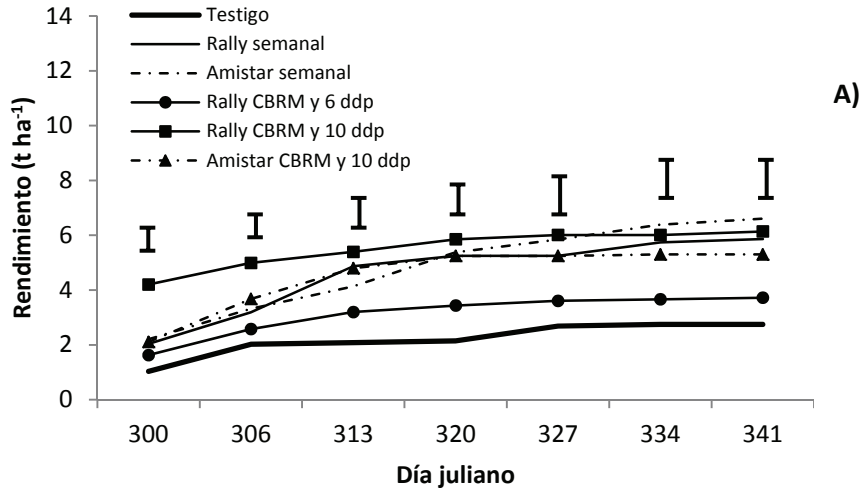


Figura 48. Rendimiento total acumulado calidad XXL en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Levelilla taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la misma calidad pero en la variedad Sahel, las plantas tratadas con azufre semanal tuvieron los mayores rendimientos durante todo el período de evaluación. En el último muestreo el orden de mayor a menor fue el siguiente, las asperjadas con azufre semanal y azufre CBRM y 6 ddp se ubicaron en un grupo superior, seguidas por las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp las cuales tuvieron valores intermedio, y en un tercer grupo los demás tratamientos (Figura 48B).

En la variedad Romana Elite el mayor rendimiento acumulado de esta calidad en los últimos muestreos realizados se tuvo con las aspersiones de Rally CBRM y 10 ddp, le siguieron las tratadas semanalmente con amistar y azufre, las tratadas con Rally semanal, las testigo y las asperjadas con Rally semanal (Figura 48C).

En la calidad XL, el mayor rendimiento acumulado en la variedad Sun 7705 se obtuvo en las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp y amistar semanal sin que se encontraran diferencias significativas entre sí. Le siguieron las tratadas con Rally CBRM con 6 y 10 ddp y por último las testigo (Figura 49A).

En la variedad Sahel, el mayor rendimiento total acumulado, calidad XL, se tuvo en las plantas tratadas con Azufre semanal, azufre CBRM con 6 y 10 ddp y Amistar CBRM y 10 ddp, sin que existan diferencias significativas entre sí. En la mayoría de los casos los demás tratamientos se ubicaron en el mismo grupo y con valores intermedios, el testigo tuvo los valores más bajos en la mayoría de los casos (Figura 49B).

En la variedad Romana Elite las plantas tratadas con Amistar CBRM y 10 ddp, amistar semanal y Rally CBRM y 10 ddp tuvieron el mayor rendimiento total acumulado calidad XL, seguidas por las asperjadas con Rally CBRM y 6 ddp y finalmente por el testigo el cual tuvo los valores más bajos en todo el período de evaluación (Figura 49C).

En la calidad L y variedad Sun 7705, las plantas asperjadas con amistar semanal y amistar CBRM y 10 dp tuvieron los mayores rendimientos en la mayoría de los caso, seguidas por las tratadas con rally semanal. En un grupo inferior se ubicaron en el mismo grupo los demás tratamientos (Figura 50A).

En la variedad Sahel, el mayor rendimiento total acumulado calidad L se obtuvo con los tratamientos de Rally CBRM y 6 ddp, amistar semanal y Amistar CBRM y 10 ddp. Los demás

tratamientos se ubicaron en un grupo inferior, sin que existieran diferencias significativas entre sí (Figura 50B).

En la variedad Romana Elite, los mayores rendimientos acumulados calidad L se obtuvieron en las plantas asperjadas con Rally CBRM y 10 ddp y Rally semanal. En un segundo grupo se ubicaron las plantas tratadas con Amistar, Rally CBRM y 6 ddp y en un tercer grupo las testigo (Figura 50C).

En la calidad M y variedad Sun 7705, las plantas tratadas con Amistar CBRM con 6 o 10 ddp y Rally semanal tuvieron el mayor rendimiento total acumulado calidad L, seguidas en un segundo grupo por los demás tratamientos (Figura 51A).

En la variedad Sahel, las plantas tratadas con Azufre CBRM y 10 ddp y azufre semanal tuvieron el mayor rendimiento total acumulado con calidad M. En un segundo grupo se ubicaron los tratamientos de Rally CBRM y 6 ddp, Amistar y Azufre CBRM y 6 ddp. Finalmente en un tercer grupo se ubicaron los demás tratamientos (Figura 51B).

En la variedad Romana Elite, en el último muestreo realizado, las plantas tratadas con Rally CBRM con 6 o 10 ddp tuvieron los rendimientos más altos, seguidas por las tratadas con Rally semanal la cuales tuvieron valores intermedios en la mayoría de los muestreos, en otro grupo se ubicaron las tratadas con amistar y finalmente con los valores más bajos el testigo (Figura 51C).

En la calidad S, todos los tratamientos en la variedad Sun 7705 tuvieron un comportamiento similar entre sí a lo largo de los muestreos, sin embargo en el último muestreo, las plantas tratadas con Amistar semanal tuvieron el mayor rendimiento, seguidas por las tratadas con Rally CBRM y 10 ddp y rally y amistar semanal. En un grupo inferior se ubicaron las tratadas con Rally CBRM y 6 ddp y las testigo (Figura 52A).

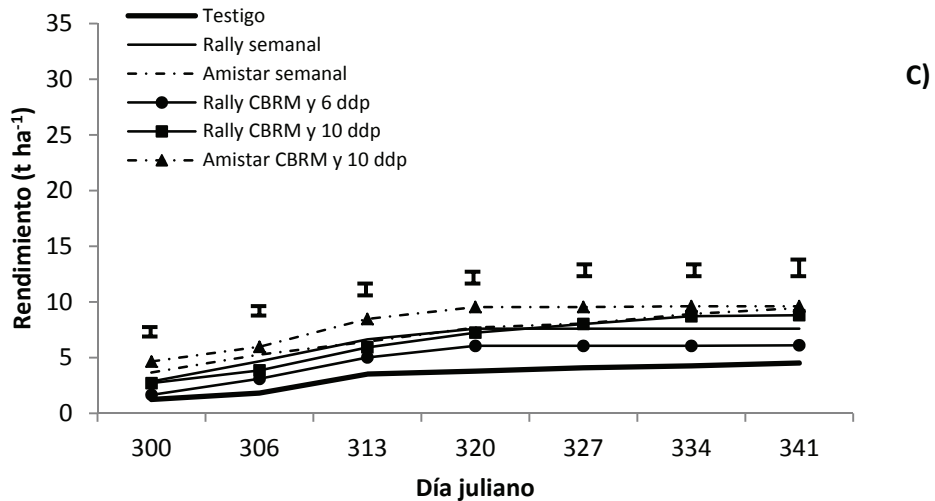
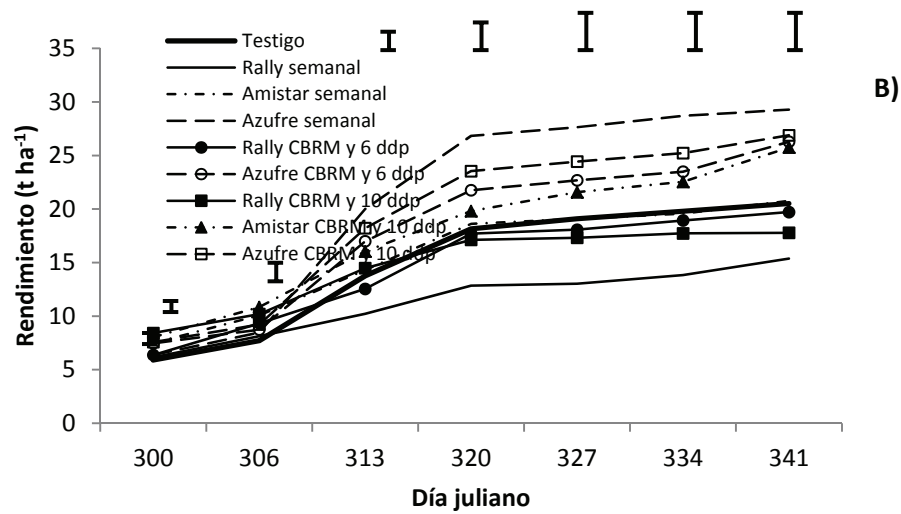
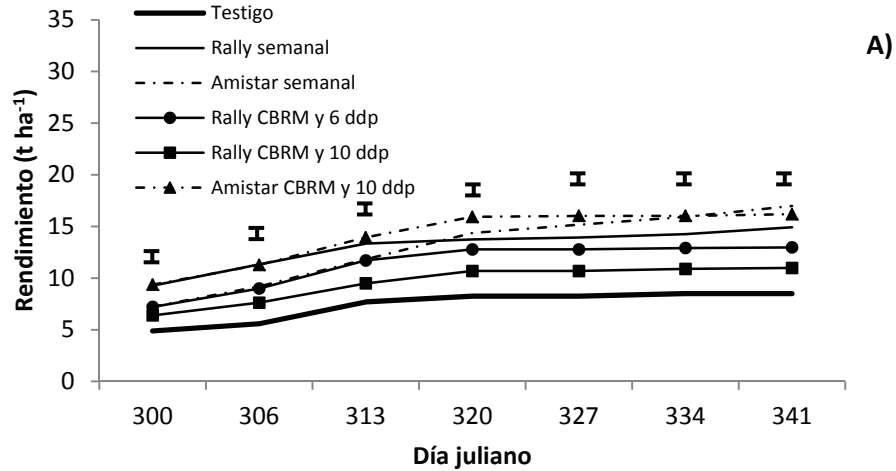


Figura 49. Rendimiento total acumulado calidad XL en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite.

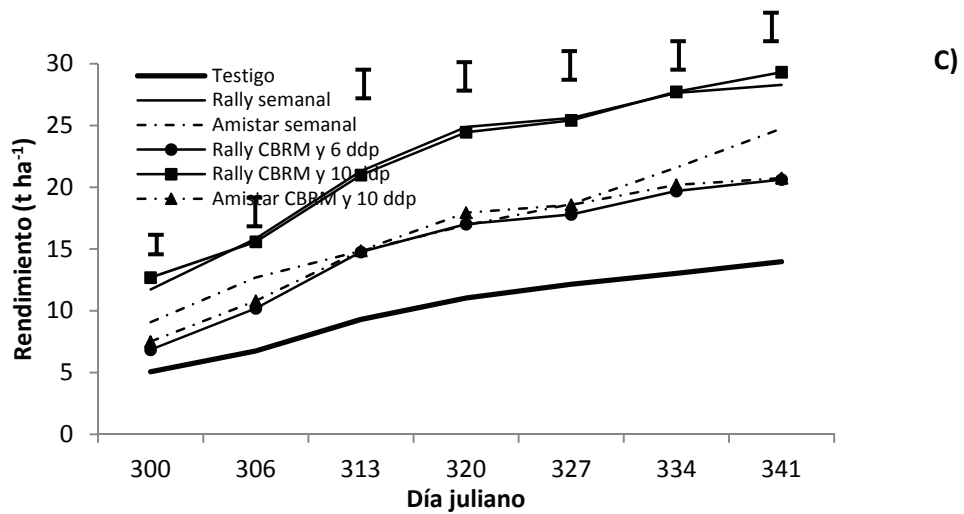
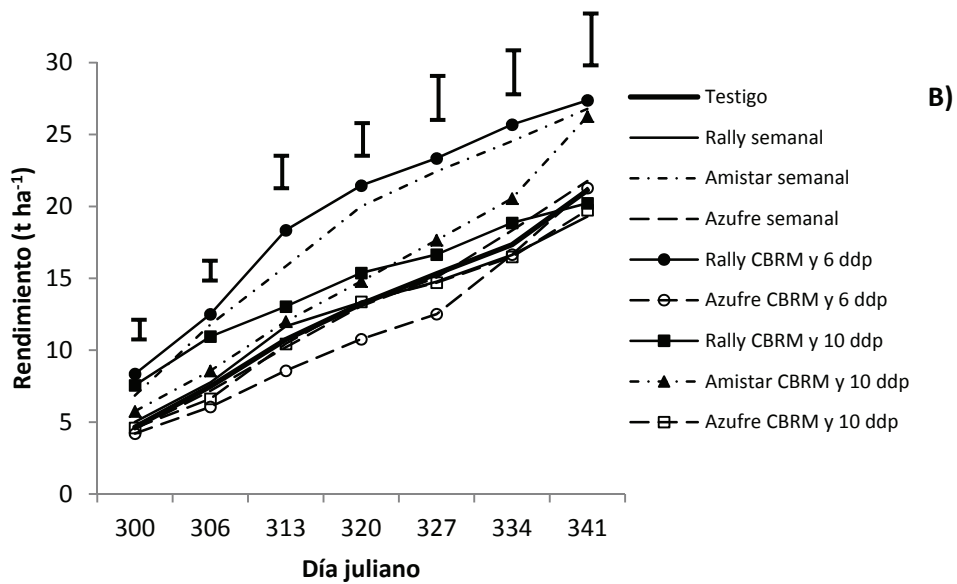
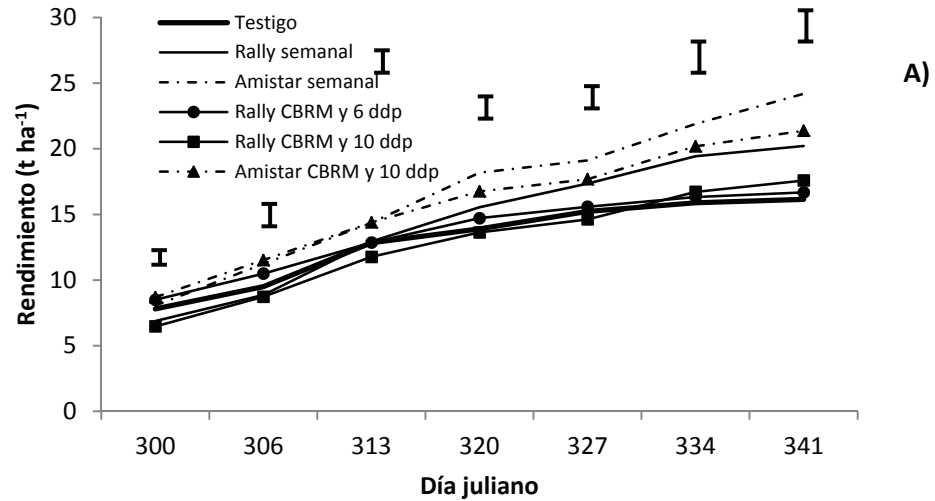


Figura 50. Rendimiento total acumulado calidad L en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la variedad Sahel el mayor rendimiento total acumulado, calidad S, se tuvo en las plantas tratadas con Azufre CBRM y 10 ddp, seguidas por las tratadas con Azufre CBRM y 6 ddp, azufre semanal, Rally CBRM y 6 ddp, Amistar CBRM y 10 ddp, el testigo, Rally CBRM y 10 ddp, amistar semanal y Rally semanal (Figura 52B).

En la variedad Romana Elite, el rendimiento calidad S fue mayor en las plantas tratadas con Rally CBRM y 6 ddp en la mayoría de los muestreos, seguidas por las asperjadas con Rally CBRM y 6 ddp. Rally semanal, las tratadas con Amistar y finalmente por las testigo, las cuales tuvieron los valores más bajos en todos los casos (Figura 52C).

### **Correlación entre variables**

En la variedad Sun 7705 las variables primera y máxima hoja enferma tuvieron una correlación positiva y estrecha ( $r=0.94$ ,  $p<0.0001$ ), algo similar ocurrió entre el número de hojas afectadas con la incidencia. En la variedad Sahel, el número de hojas afectadas tuvo una correlación positiva con la incidencia ( $r=0.96$ ,  $p<0.0001$ ) y con el total de folíolos enfermos ( $r=0.94$ ,  $p<0.0001$ ). En la variedad Romana Elite la variable total de folíolos enfermos tuvo una correlación positiva con el total de hojas afectadas ( $r=0.95$ ,  $p<0.0001$ ) y con la incidencia ( $r=0.94$ ,  $p<0.0001$ ), ésta última a su vez tuvo una correlación positiva con el número de hojas afectadas ( $r=0.97$ ,  $p<0.0001$ ).



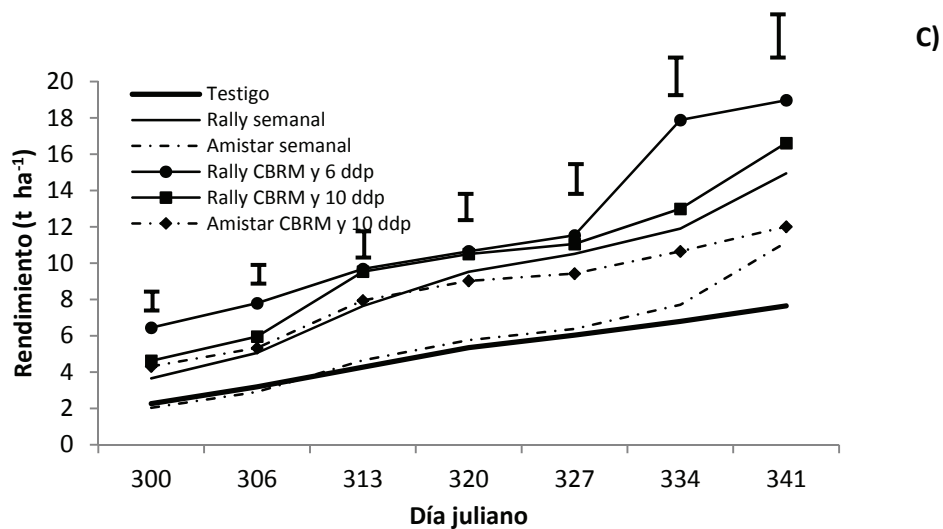
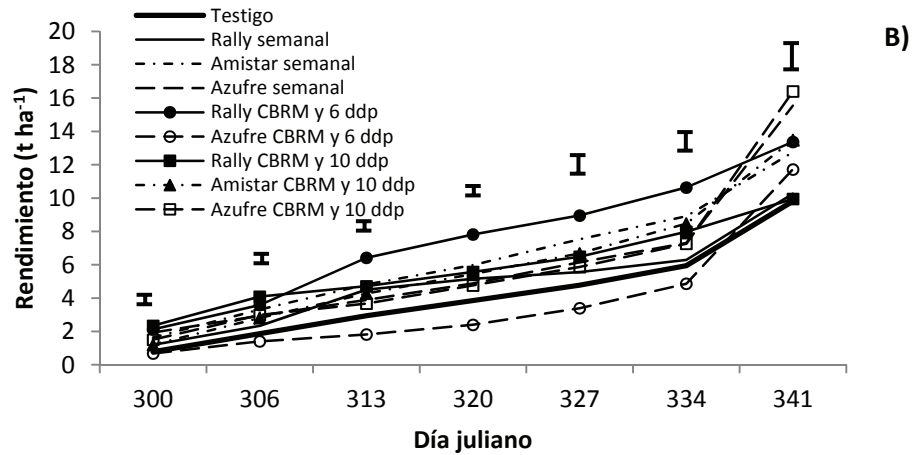
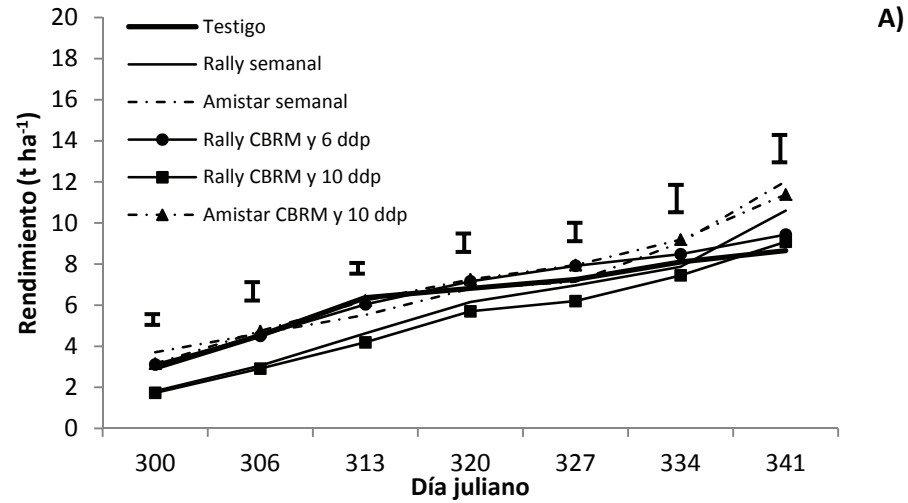


Figura 51. Rendimiento total acumulado calidad M en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

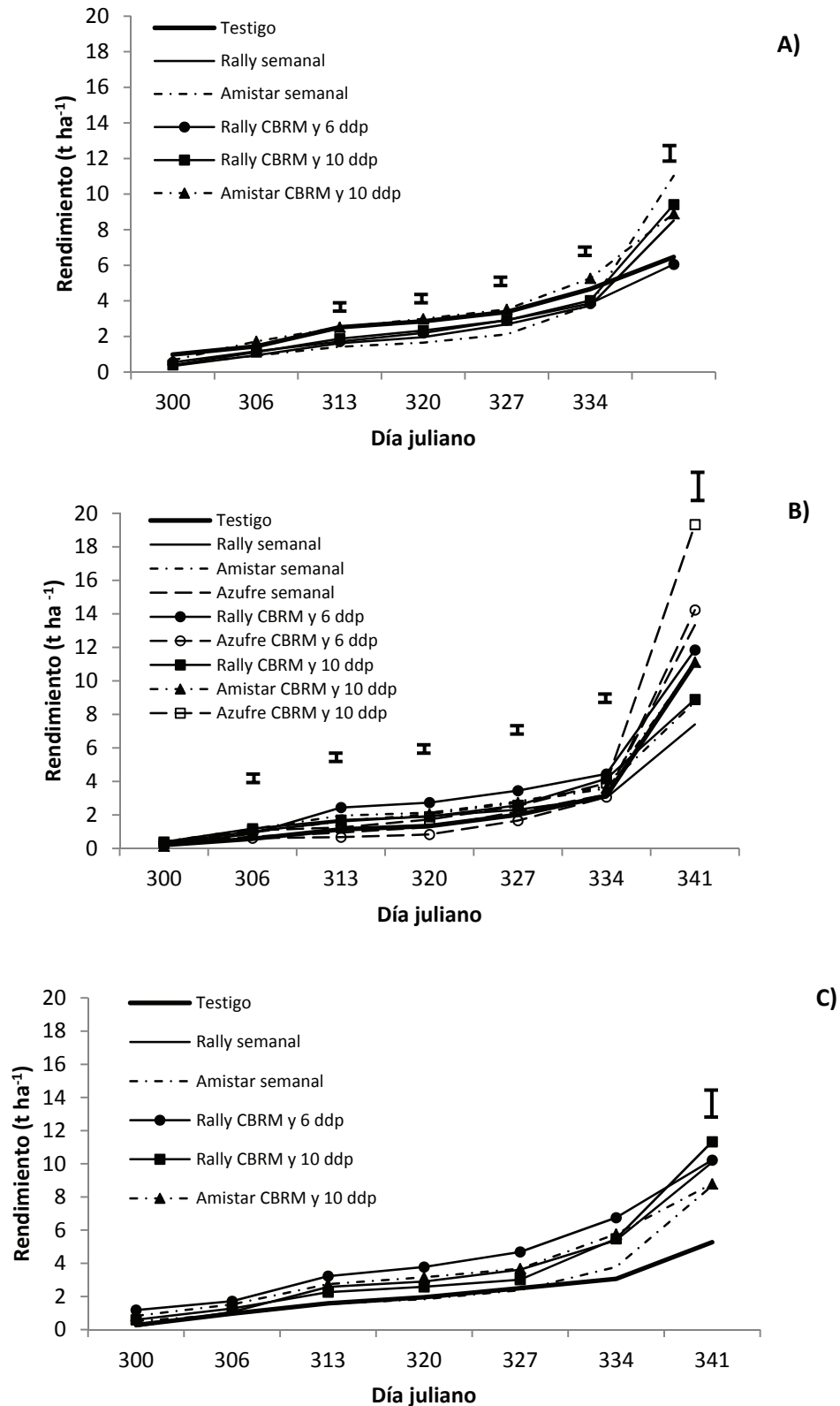


Figura 52. Rendimiento total acumulado calidad S en tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el Predio Pachuca, San Pedro de las Colonias, Coahuila, ciclo agosto-diciembre, bajo diferentes estrategias de manejo de *Leveillula taurica*. ddp= días de protección después de la aplicación. CBRM= Con base en las recomendaciones del modelo TOMATO.PM. A) Var. Sun 7705, B) Var. Sahel. C) Var. Romana Elite. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

## DISCUSIÓN

La aplicación de fungicidas para el control de la cenicilla del tomate (*Leveillula taurica*) varía considerablemente de un sistema de producción a otro. Bajo las condiciones de la Comarca Lagunera, Coahuila se aplican alrededor de 18 aspersiones para este fin. En condiciones de invernadero Demir *et al* (1999) requirieron dos aspersiones con azufre humectable o cinco con triforina y bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) para el mismo fin en tres variedades de tomate (Elif 190, DRW3474 y drw3552). En el Valle Central de California se requieren cinco aplicaciones de myclobutanil para controlar la cenicilla en tomate destinado al mercado en fresco (Guzmán-Plazola, 1997). Sin embargo, mediante el uso del modelo de riesgo TOMATO.PM este investigador requirió de 0 a 2 aspersiones bajo esas condiciones. En los experimentos realizados en la Comarca Lagunera, el uso del mismo modelo permitió reducir el número de aspersiones de 13-18 a sólo 1-3 por ciclo, con rendimiento superiores al testigo e incluso mayores y con pocas diferencias en el porcentaje de enfermedad respecto a las plantas tratadas semanalmente con fungicidas. Esta estrategia de manejo representa un ahorro considerable por concepto de fungicidas y costos de aplicación, además de una reducción significativa en las posibilidades de desarrollo de resistencia por parte de *Leveillula taurica* a los productos químicos utilizados en el manejo de la enfermedad. Existen otros modelos implementados en tomate y en diferentes cultivos que permiten reducir el número de aspersiones en comparación con las realizadas bajo el sistema calendarizado. Por ejemplo, con el modelo TOMCAST (TOMato disease foreCASTing) se puede reducir en 25% el número de aspersiones para controlar el tizón temprano del tomate (Thayer *et al*, 2001). Este modelo se ha utilizado como parte del manejo integral de plagas en Ohio, específicamente en el monitoreo de insectos, en combinación con el modelo BLITECAST, diseñado para el control de *P. infestans* en tomate y en papa. Esto resalta la importancia de la implementación de sistemas de soporte de decisiones, asistidos por modelos de riesgo, para el manejo integrado del cultivo de tomate, que puede permitir un bajo impacto ambiental de la agricultura mediante el uso moderado de agroquímicos.

Aunque la estrategia de búsqueda de resistencia genética a *L. taurica* ha estado enfocada a la incorporación de genes individuales de resistencia vertical (Chunwongse *et al.*, 1997; Park y Jones, 2009), en el presente trabajo, al igual que en los de Correll (1986) fue evidente la existencia de variaciones en la tolerancia a la enfermedad entre los genotipos de tomate

evaluados. En nuestro caso, las variedades Sahel y Romana Elite mostraron niveles de enfermedad similares y significativamente menores que en la variedad Sun 7705, pero el rendimiento total de frutos y la proporción de éstos con la calidad más alta (XXL) fueron significativamente mayores en el cv. Sahel; esto lo convierte en un genotipo preferente para reducir los costos de manejo de la cenicilla y la rentabilidad del cultivo en la Comarca Lagunera, particularmente si tomamos en cuenta que mediante el uso del modelo de riesgo TOMATO.PM se requirieron 1 a 3 aspersiones para controlar la enfermedad, con rendimientos mayores que los obtenidos sin la aplicación de alguna medida de control e iguales a los obtenidos con la aspersión calendarizada de diferentes fungicidas. Aunque no disponemos de información sobre genética de la resistencia a la cenicilla en estas variedades, la ocurrencia de tolerancia a enfermedades en tomate y otros cultivos generalmente está asociada a la existencia de caracteres cuantitativamente heredados (Danesh and Young, 1994; García-E *et al.*, 2003; Román-Avilés y Kelly, 2005), la búsqueda de resistencia poligénica, o la identificación de genotipos con altos niveles de tolerancia a la enfermedad y con buen potencial de rendimiento representa un canal de oportunidad entre las opciones de manejo de la cenicilla del tomate en el futuro.

Los fungicidas evaluados en nuestro experimento son los utilizados de manera convencional en la empresa Hortalizas de la Laguna y han sido reportados como eficientes para el control de la enfermedad. Por ejemplo, Cartia (1984), Demir *et al.*, (1999) y Smith, (1999) reportaron una disminución de la incidencia en diversas cenicillas al utilizar azufre como ingrediente activo. Smith (1999), encontró que el azoxistrobin brindó un control intermedio de la cenicilla del pimiento pero el myclobutanil controló de manera excelente la enfermedad. Similarmente, Rathore (2006) reportó que la aspersión con myclobutanil para el control de la cenicilla del chile (*Leveillula taurica*) mejoró el rendimientos de frutos con respecto al testigo. En nuestros experimentos bajo las condiciones de la Comarca, Lagunera, Coahuila, los tratamientos con myclobutanil y azoxistrobin CBRM y 10 ddp tuvieron un buen control de la enfermedad; este último además de tener un mejor control que el myclobutanil retrasó el inicio de la cenicilla; sin embargo su efectividad fue superada por el azufre humectable, particularmente en los tratamientos CBRM y 10 ddp, quienes permitieron un mayor rendimiento total y una mejora en la proporción de las calidades XXL, XL M y S. De acuerdo a Thayer *et al.* (2001) el uso de agroquímicos permanecerá necesariamente para mantener la calidad de los frutos de tomate; sin

embargo, nuestros resultados muestran que esta puede ser igual o mejor con azufre que con fungicidas más caros. Tales resultados tienen alta relevancia ya que los fungicidas a base de azufre son por lo general de bajo costo respecto a formulaciones orgánicas comunes en el mercado. Sin embargo existen ciertas limitaciones con su uso, debido a que puede ser fitotóxico a temperaturas superiores a los 32°C y además, por ser un fungicida no sistémico se requiere una cobertura adecuada del cultivo para tener un control satisfactorio (Smith, 1999).

## CONCLUSIONES

1. La cenicilla del tomate reduce el rendimiento del cultivo del tomate en la Comarca Lagunera, por lo que se hace necesario la aplicación de medidas de control.
2. La estrategia utilizada para el control de la cenicilla del tomate en la región implica un uso excesivo de fungicidas, 13 a 18 aspersiones por ciclo, pero esta estrategia puede ser modificada mediante la inclusión del modelo de riesgo TOMATO.PM, generado por Guzmán-Plazola (1997), mediante el cual es posible reducir el número de aspersiones a un máximo de tres por ciclo, con una mejora significativa en el rendimiento y la calidad del fruto respecto al testigo e incluso respecto al esquema calendarizado tradicional de manejo del patógeno en la región.
3. El uso combinado del modelo TOMATO.PM con aspersiones de azufre humectable reduce considerablemente el costo de manejo de la enfermedad respecto a la aplicación de los fungicidas myclobutanil y azoxistrobin.
4. La variedad Sahel tiene mayor tolerancia a la cenicilla y mayor potencial de rendimiento que los cultivares Romana Elite y Sun 7705.

## REFERENCIAS

- Besri, M. y Hormattallah, A. 1985. Occurrence and survival of *Leveillula taurica*, cause of tomato powdery mildew in Morocco. *Phytopathologische Zeitschrift*. 112:348-354.
- Bolay, A. 1998. The powdery mildews of tomatoes and eggplants in Switzerland. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*. 30:373-378.
- Brand, M., Messika, Y., Elad, Y., Rav, D. D. y Szejnberg, A. 2009. Spray treatments combined with climate modification for the management of *Leveillula taurica* in sweet pepper. *Eur. J. Plant Pathology*. 124:309–329.
- Campbell, C. L. y Madden, L. V. 1990. *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley. N Y. USA.
- Campbell, R. N. y Scheuerman, R. W. 1979. *Oidiopsis taurica* on processing tomatoes in the Central Valley of California. *Plant Dis. Rep.* 63:1087.
- Carmo, M. G. F., Zerbini Júnior, F. M., Maffia, L. A. 2006. Principal diseases of chilli crops. *Informe Agropecuario*. 27: 87-98.
- Cartia, G. 1984. The activity of formulations used against powdery mildew of Solanaceae grown in the greenhouse and in the field. *Colture Protette*. 13: 45-48.
- Cerkauskas, R. F., Brown, J., Ferguson, G., Khosla, S. 1999. First report of powdery mildew of greenhouse pepper caused by *Leveillula taurica* in Canada. *Plant Disease*. 83: 781.
- Cerkauskas, R. F., Buonassisi, A. 2003. First report of powdery mildew of greenhouse pepper caused by *Leveillula taurica* in British Columbia, Canada. *Plant Disease*. 87: 1151.
- Chunwongse, J., Doganlar, S., Crossman, C., Jiang, J., Tanksley, S. D., 1997. High-resolution genetic map the Lv resistance locus in tomato. *Theor Appl Genet*. 95:220-223.

- Correll, J.C. 1986. The epidemiology of tomato powdery mildew (*Leveillula taurica*) in relation to host growth and development. Ph.D. Dissertation, University of California, Berkely, 143 pp.
- Correll, J. C., Villarroel, M. I., McLeod, P. J., Cazon, M. I., Rivadeneria, C. 2005. First report of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on tomato and pepper in Bolivia. Plant Disease. 89: 776.
- Danesh, D., y Young, N.D. 1994. Partial resistance loci for tomato bacterial wilt show differential race specificity. Rep. Tomato Genet. Coop. 44:12–13.
- Demir, S., Gül, A., Onoğur, E. 1999. The effect of sodium bicarbonate on powdery mildew in tomato. Acta Horticulturae. 491: 449-452.
- Elad, Y., Messika, Y., Brand, M., Rav David, D., y Sztejnberg, A. 2007. Effect of microclimate on *Leveillula taurica* powdery mildew of sweet. pepper. Phytopathology 97:813-824.
- Ferguson, G., Shipp, L. 2002. New pests in Ontario greenhouse vegetables. Bulletin OILB/SROP. 25:69-72.
- Garibaldi, A., Minuto, A., Gullino, M. L. 2006. First report of powdery mildew caused by *Leveillula clavata* on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in Italy. Plant Disease. 90: 827.
- García-E. R., Robinson, R. A Aguilar-P., J. A., Sandoval-I, S. y Guzman-P, R. A. 2003. Recurrent selection for quantitative resistance to soil-borne diseases in beans in the Mixteca region, Mexico. Euphytica 130: 241–247.
- Glawe, D. A., Toit, L. J. ., Pelter, G. Q. 2004. First report of powdery mildew on potato caused by *Leveillula taurica* in North America. Plant Health Progress. Progress doi:10.1094/PHP-2004-1214-01-HN.
- Glawe, D. A., Dugan F.M., Liu, Y., Rogers, J.D. 2005. First record and characterization of a powdery mildew on a member of the Juncaginaceae: *Leveillula taurica* on *Triglochin maritima*. Mycological Progress 4: 291–298.

- Glawe, D. A., Grove, G. G., Nelson, M. 2006. First report of powdery mildew of *Gaillardia x grandiflora* (Blanket flower) caused by *Leveillula taurica* in North America. Plant Health Progress. Progress doi:10.1094/PHP-2006-0112-01-BR.
- Glawe, D. A. 2008. The Powdery Mildews: A Review of the World's Most Familiar (Yet Poorly Known) Plant Pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 46:27–51.
- Guigón-López, C., González-González, P. A., 2001. Regional study of pepper (*Capsicum annuum* L.) diseases and their temporal behaviour in Southern Chihuahua, Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología. 19 (1 ): 49-56.
- Gupta, A. K., Bhardwaj, L. N. 1998. Additional host of *Leveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud from India. Indian Phytopathology. 51 (1): 104-106.
- Guzmán-Plazola, R.A. 1997. Development of a spray forecast model for tomato powdery mildew (*Leveillula taurica* (Lev) Arn.). Ph.D. Dissertation, University of California, Davis. 138 p.
- Guzman-Plazola R. A., Michael R. D., Marois J.J. 2003. Effects of relative humidity and high temperature on spore germination and development of tomato powdery mildew (*Leveillula taurica*). Crop Protection 22: 1157–1168.
- Hill, F., Wilson, J. 2004. Powdery mildew found on capsicums. Biosecurity. 51: 13
- Kavak, H. 2004. Epidemic outbreaks of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on *Capparis spinosa* in Turkey. Plant Pathology. 53: 809 .
- Keshwal, R. L., Choubay, P. C. 1983. Studies on control of powdery mildew of chillies. Pesticides. 17: 30-32.
- Khodaparast, A., Ghosta, Y., Abbasi, M. 2003. Occurrence of *Leveillula* powdery mildew on monocotyledon host plants in Iran. Rostaniha. 4: 108-109.



- Koike, S. T., Beckman, P. 2002. Characterization of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on calla lily in California. *Plant Disease*.86: 187 .
- Koike, S. T.; 2007. Powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on matilija poppy in California. *Plant Disease*. 91: 329.
- Kontaxis, D.G. y Van Maren, A. 1978. Powdery mildew of tomato- a new disease in the United States. *Plant Dis. Rep.* 62:892-893.
- Kumar, V., Pandey, K. N. 2003. New hosts: powdery mildews. *Indian Phytopathology*. 56: 302.
- Kurt, S., Soylu, S., Soylu, E. M., Tok, F. M. 2004. First report of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on leek (*Allium porrum*) in Turkey. *Plant Pathology*. 53: 527.
- Laemmlen, F. F., Endo, R. M. 1985. Powdery mildew (*Oidiopsis taurica*) on onion in California. *Plant Disease*. 69: 451.
- Liberato, J. R., Wright, J. G., Seth, M., Shivas, R. G. 2005. *Oidiopsis* (Erysiphaceae) on *Euphorbia* spp. in Australia and Vanuatu. *Australasian Plant Pathology*. 34: 409-411.
- Little, C. R. 2006. Occurrence of *Leveillula taurica* cleistothecia on honey mesquite in southern Texas. *Plant Disease*. 90: 1358.
- Lucero, H., Lucero, G., Pizzuolo, P. 2005. *Physalis viscosa*, a new host of *Leveillula taurica* from Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo*. 37: 113-115.
- Mandhare, V. K., Suryawanshi, A. V., Jamadagani, B. M. 2005. Occurrence of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on chickpea in Maharashtra. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*. 30: 340

- Manici, L. M., Lops, F. 1993. Severe infection by *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. on olive seedlings in protected cultivation in Calabria. *Informatore Fitopatologico*. 43: 53-55.
- Masirevic, S., Jasnic, S. 2006. Powdery mildew of sunflower. *Biljni Lekar (Plant Doctor)*. 34: 319-321.
- McGrath, M. T., Shishkoff, N., Bornt, C., Moyer, D. D. 2001. First occurrence of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on pepper in New York. *Plant Disease*. 85: 1122.
- Mohan, S. K., Molenaar, N. D. 2005. Powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on glossy leaf genotypes of onion in Idaho. *Plant Disease*. 89: 431.
- Nogueira, E. M. de C., Ferrari, J. T., Figueiredo, M. B., Namekata, T. 1997. A new disease of *Carica papaya* in Brazil caused by *Leveillula taurica*. *Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo)*. 64: 149-152.
- Onar, M. C., Karakaya, A. 2006. Determination of the important alfalfa diseases occurring in the alfalfa growing areas of the Faculty of Agriculture of Ankara University. *Tarim Bilimleri Dergisi*. 12: 162-165.
- Park, T. H y Jones, J. D.G. 2009. A new resistance gene to powdery mildew identified in *Solanum neorossii* has been localized on the short arm of potato chromosome 6. *Euphytica* 166: 331–339.
- Rathore, B. S. 2006. Evaluation of bioefficacy of myclobutanil (Systhane 10% WP) against diseases of chilli. *Journal of Mycology and Plant Pathology*. 36: 74-76.
- Reis, A., Boiteux, L. S., Paz-Lima, M. L., Silva, P. P., Lopes, C. A. 2004. Powdery mildew of *Allium* species caused by *Oidiopsis taurica* in Brazil. *Horticultura Brasileira*. 22: 758-760.

- Reis, A. ; Lopes, C. A. ; Lima, M. L. P. ; Boiteux, L. S. ; 2004. *Eryngium foetidum*, *Petroselinum crispum* and *Coriandrum sativum*: new apiaceae hosts of *Oidiopsis taurica* in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*. 29: 339
- Román-Avilés, B., and J. Kelly. 2005. Identification of quantitative trait loci conditioning resistance to *Fusarium* root rot in common bean. *Crop Sci*. 45:1881–1890.
- Sampangi, R., Glawe, D. A., Mohan, S. K. 2007. First North American record of powdery mildew of *Cleome hassleriana* caused by *Leveillula taurica*. *Plant Health Progress*. Progress doi:10.1094/PHP-2007-0219-02-BR.
- Sanabria de Albarracín, N., Albarracín, M., Mendoza, A. 1994. Powdery mildew of garlic (*Allium sativum* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera* Zenker). *Ernstia*. 4: 3-4.
- Sato, T., Takiguchi, T., Matsuura, K., Narimatsu, J., y Mizuno, N. 2003. Effects of high temperature caused by non ventilation of greenhouse on the growth and prevention of disease and insect damage in summer grown cucumber. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 72:56–63.
- Sánchez, C. M. A. 1983. La cenicilla del tomate causada por *Oidiopsis taurica* (Lev) Salmon. Una nueva enfermedad en el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Fitopatol*. 2: 3-6.
- Sharmila, A. S., Kachapur, M. R., Patil, M. S. 2006. A survey on the incidence of powdery mildew of chilli. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*. 19: 168-169.
- Smith, R. F., Koike, S. T., Davis, M., Subbarao, K., Laemmlen, F. 1999. Several fungicides control powdery mildew in peppers. *California Agriculture*. 53: 40-43.

- Soto, J. A., Lucero, H. 2004. *Oidiopsis taurica* a new pathogen on pepper (*Capsicum annum* L.) and chilli (*Capsicum frutescens* L.) in Mendoza (Argentina). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. 36 (1): 87-100.
- Thayer, B. A., Riedel, M. R., Bennett, A. M., Welty, C., Jasinski, R. J., y Precheur, J. R. 2001. Complementing TOMCAST by Developing a Comprehensive Tomato Integrated Pest Management (IPM). Program Journal of Vegetable Crop Production. 7:57-73.
- Toit, L. J., Glawe, D. A., Pelter, G. Q. 2004. First report of powdery mildew of onion (*Allium cepa*) caused by *Leveillula taurica* in the Pacific Northwest. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2004-1129-01-HN.
- Uchida, J. Y., Aragaki, M., Ogata, D. Y. 1995. First report of *Leveillula taurica* in Hawaii. Plant Disease. 79: 966.