



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN FITOSANIDAD

FITOPATOLOGÍA

**EPIDEMIOLOGÍA DE ENFERMEDADES DE FIN
DE CICLO Y ROYA ASIÁTICA EN
DIFERENTES VARIEDADES Y FECHAS DE
SIEMBRA DE SOYA EN TAMAULIPAS**

GUADALUPE GONZÁLEZ BACA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2011

La presente tesis titulada: Epidemiología de enfermedades de fin de ciclo y roya asiática en diferentes variedades y fechas de siembra de soya en Tamaulipas, realizada por la alumna: GUADALUPE GONZALEZ BACA, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
FITOPATOLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. REMIGIO ANASTACIO GUZMÁN PLAZOLA

ASESOR



DR. ANTONIO PALEMÓN TERÁN VARGAS

ASESOR



DR. JOSÉ SERGIO SANDOVAL ISLAS

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Diciembre 2011

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT, por el apoyo económico brindado, durante mi estancia en la maestría.

Al colegio de postgraduados por la oportunidad que me brindaron para realizar mis estudios y en especial al programa en Fitosanidad-Fitopatología.

Al Dr. Remigio A. Guzmán Plazola por la dirección de esta tesis principalmente por su disponibilidad y sus sabios consejos durante mi estancia en el colegio de postgraduados .

Al Dr. Antonio Palemón Terán Vargas por su sugerencia en el trabajo de campo así como la revisión de este trabajo.

Al Dr. J. Sergio Sandoval Islas por las observaciones, sugerencia y comentarios para la realización de este trabajo.

A los profesores del colegio de postgraduados quienes contribuyeron en mi formación profesional.

Gracias a todos los que intervinieron para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Por ser la persona más importante en mi vida, por demostrarme que no existe la
derrota.

Porque ha dedicado cada segundo de su vida a luchar para salir adelante ante
cualquier situación.

Por ser una guerrera incansable, que en su largo camino ha forjado consigo gran
peso, y aún así le sonrío con fervor a la vida.

Porque me ha enseñado que la satisfacción se encuentra en mis propios progresos
y no en las apreciaciones de los demás.

A ti te dedico mis victorias, mi vida y mi ser, porque eres la fuente de mi inspiración.
Gracias, por todo eso y mucho más, simplemente por ser... mi mamá

A mi tío

Martell por su ayuda y sus consejos

A mi Papá Martell muchas gracias

A mis hermanos

Francisco y Héctor Iván por su apoyo

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
Tabla 1. Taxonomía.....	xvii
Tabla 2. Estado vegetativo de la soya.....	xvii
Tabla 3. Estado reproductivo de la soya.....	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo:	2
Hipótesis:.....	2
1. REVISION DE LITERATURA.....	3
1. 1 Cultivo de soya (<i>Glycine max</i> L. Merr).....	3
1. 1. 1 Importancia económica	3
1. 2 Ubicación taxonómica.....	3
1. 3 Morfología de las variedades desarrolladas en México por el INIFAP “Campo Experimental Las Huastecas”	4
1. 4 Fenología.....	4
1. 4. 1 Descripción de las fases de desarrollo.....	4
1. 5 Enfermedades de fin de ciclo (EFC)	7
1. 5. 1 Mancha ojo de rana (<i>Cercospora sojina</i>)	8
1. 5. 1. 1 Cultivares resistentes.	9
1. 5. 1. 2 Control de C. sojina con fungicidas	9
1. 5. 1. 3 Control cultural	10
1. 5. 2 Mancha marrón de la hoja (<i>Septoria glycines</i>).....	10
1. 5. 2. 1 Cultivares resistentes.	11
1. 5. 2. 2 Control con fungicidas	11
1. 5. 3 Roya asiática de la soya (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	11
1. 5. 3. 1 Plantas hospederas	14
1. 5. 3. 2 Efecto en el rendimiento	14

1. 5. 3. 3 Impacto económico.....	15
1. 5. 3. 4 Uso de fungicidas	16
1. 5. 3. 5 Mejoramiento genético.	17
2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2. 1 Establecimiento de experimentos	18
2. 2 Variables evaluadas	19
2. 2. 1 Severidad	19
2. 2. 2 Incidencia	20
2. 2. 3 Rendimiento de grano	20
2. 3 Análisis estadístico.	20
3. RESULTADOS	21
3. 1. Mancha ojo de rana (<i>Cercospora sojina</i>).....	21
3. 1. 1 Fecha de siembra 1	21
3. 1. 1. 1 Severidad	21
3. 1. 1. 2 Incidencia	24
3. 1. 2 Fecha de siembra 2	32
3. 1. 2. 1 Severidad	32
3. 1. 2. 2 Incidencia	35
3. 1. 3 Fecha de siembra 3	41
3. 1. 3. 1 Severidad	41
3. 1. 3. 2 Incidencia	41
3. 2 Mancha marrón de la hoja (<i>Septoria glycines</i>).....	47
3. 2. 1 Fecha de siembra 1	47
3. 2. 1. 1 Severidad	47
3. 2. 1. 2 Incidencia	50
3. 2. 2 Fecha de siembra 2	59
3. 2. 2. 1 Severidad	59
3. 2. 2. 2 Incidencia	63
3. 2. 3 Fecha de siembra 3	68
3. 2. 3. 1 Severidad	68
3. 2. 3. 2 Incidencia	71
3. 3 Roya asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	77
3. 3. 1 Fecha de siembra 1	77

3. 3. 2 Fecha de siembra 2	77
3. 3. 3 Fecha de siembra 3	77
3. 3. 3. 1 Severidad	77
3. 3. 3. 2 Incidencia	79
3. 4 Rendimiento de grano	87
3. 4. 1 Localidad 1	87
3. 4. 2 Localidad 2.....	87
4. Discusión.....	91
5. Conclusiones.....	94
LITERATURA CITADA.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 22
- Figura 2. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*). Localidad 1 cultivada en el campo experimental, “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas; A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 23
- Figura 3. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 25

Figura 4. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas; A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 26

Figura 5. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 27

Figura 6. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 29

Figura 7. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 30

Figura 8. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) localidad 2 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 31

Figura 9. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones 33

Figura 10. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas; A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 34

Figura 11. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 36

Figura 12. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 37

Figura 13. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 39

Figura 14. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 40

Figura 15. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 42

Figura 16. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.); H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F)

Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010.
Promedios de cuatro repeticiones..... 43

Figura 17. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, piraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 44

Figura 18. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, piraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 45

Figura 19. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, piraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 46

Figura 20. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 48

Figura 21. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. 49

Figura 22. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 51

Figura 23. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 52

Figura 24. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 53

Figura 25. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycine*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 55

Figura 26. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo

experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 56

Figura 27. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 57

Figura 28. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 58

Figura 29. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 60

Figura 30. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 61

Figura 31. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var.H-300 CF; D) Var.H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. 62

Figura 32. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 64

Figura 33. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 65

Figura 34. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 67

Figura 35. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 69

Figura 36. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 70

Figura 37. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 72

Figura 38. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 73

Figura 39. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycine*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 74

Figura 40. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycinis*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 76

Figura 41. Dinámica de la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 78

Figura 42. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 80

Figura 43. Dinámica de la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.); H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 81

Figura 44. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo..... 82

Figura 45. Incidencia de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 83

Figura 46. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). (A); localidad 1, B); localidad 2 , del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas, FS3, 28 de septiembre 2010, en las dos fechas anteriores no se presento esta enfermedad. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 85

Figura 47. Incidencia de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones..... 86

Figura 48. Rendimiento de grano (kg/ha) de tres variedades de soya (*Glycine max*) cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). Localidad 1 del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 88

Figura 49. Rendimiento de grano (kg/ha) de tres variedades de soya (*Glycine max*) cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). Localidad 2 del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media..... 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía.....	3
Tabla 2. Estado vegetativo de la soya.....	5
Tabla 3. Estado reproductivo de la soya.....	6

EPIDEMIOLOGÍA DE ENFERMEDADES DE FIN DE CICLO Y ROYA ASIÁTICA EN DIFERENTES VARIEDADES Y FECHAS DE SIEMBRA DE SOYA EN TAMAULIPAS

Guadalupe González Baca, M. C.
Colegio de Postgraduados, 2011

RESUMEN

La soya (*Glycine max* L. Merr) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial. Las enfermedades de fin de ciclo (*Cercospora sojina*, *Septoria glycines* y *Phakopsora pachyrhizi*) son uno de los principales factores que limitan la producción de este cultivo en el mundo. En México aún no se ha estimado el impacto potencial de estos patógenos, por lo que en el presente trabajo se realizaron estudios epidemiológicos para determinar la prevalencia de cada uno de ellos, la dinámica de la enfermedad en el tiempo y su efecto en el rendimiento de diferentes cultivares de soya. Para cumplir con estos objetivos, tres cultivares de soya (Huasteca (H) 200, H-300 y H-400 fueron sembrados en tres fechas de siembra (FS) (04 de agosto, 23 de agosto y 28 de septiembre del 2010) en dos localidades diferentes con o sin aplicación de fungicidas (pyraclostrobin 75 g ia/ha más flutriafol 100 g ia/ha) bajo un diseño experimental en parcelas divididas. La incidencia y severidad se evaluaron cada semana y con ellas se llevó a cabo un análisis de varianza y comparación de medias de los tratamientos. Al final de la estación de crecimiento se cuantificó el rendimiento. Nuestros resultados permiten concluir que las aspersiones de pyraclostrobin más flutriafol disminuyen la tasa de desarrollo epidémico de *S. glycines* y *P. pachyrhizi*, pero no las de *C. sojina*. La modificación de la fecha de siembra afectó el desarrollo de los tres patógenos evaluados. En el caso de *C. sojina* la fecha de siembra de menor severidad es la FS3, mientras que para *S. glycines* la FS1 es la mejor. Para *P. pachyrhizi* la FS1 y FS2 son las apropiadas, ya que desfavorecen el desarrollo epidémico de cada uno de estos patógenos. Las siembras tardías o ciclos largos favorecen al desarrollo de *P. pachyrhizi*, como consecuencia son periodos críticos para los cultivares sembrados en esas fechas. El rendimiento de la soya varió en función de la fecha de siembra y los cultivares empleados pero no fue afectado significativamente por las enfermedades evaluadas. La variedad H-300 tiene mayor tolerancia a *S. glycines* pero menor rendimiento que las H-200 y H-400.

Palabras claves: *Glycine max* *Cercospora sojina*, *Septoria glycines* y *Phakopsora pachyrhizi*.

EPIDEMIOLOGY OF FINAL CYCLE DISEASES AND ASIATIC RUST IN DIFFERENT VARIETIES AND PLANTING DATES OF SOYBEAN IN TAMAULIPAS

Guadalupe González Baca, M. C.
Colegio de Postgraduados, 2011

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* L. Merr) is one of the most important crops worldwide. End of cycle diseases (*Cercospora sojina*, *Septoria glycines* and *Phakopsora pachyrhizi*) are main factors that limit soybean production in the world. In México, the impact of these diseases has not been assessed. The main goals of this study were to study their epidemiology and effect on yield on soybean. To fulfill this objectives three cultivars of soybean (H-200, H-300 and H-400) were planted at three dates (FS) (August 04, August 23 and September, 2010) at two different sites, with or without fungicide sprayings (pyraclostrobin 75 g ia/ha plus flutriafol 100 g ia/ha). Disease incidence and severity were evaluated every week and the area under disease curve was calculated and processed by variance analysis and mean comparison. At the end of the growing season, yield was quantified. Our results show that pyraclostrobin plus flutriafol decrease the epidemic rate of *S. glycines* and *P. pachyrhizi*, but not the rate of *C. sojina*. Planting date affected the development of these three pathogens. *C. sojina* shows the lowest values of intensity at FS3, while *S. glycines* show the lower values at FS1. *P. pachyrhizi* was less prevalent at FS1 and FS2. Late plantings favor the development of *P. pachyrhizi*, and should be avoided. The yield of soybean cultivars varied according to planting date and cultivar, but no significant decrease was observed on plants that were affected by the diseases. H-300 has the largest tolerance to *S. glycines* but it had the least yield compared to H-200 and H-400.

Key words: *Glycine max*, *Cercospora sojina*, *Septoria glycines* and *Phakopsora pachyrhizi*

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* L. Merr) es importante en el mundo por el volumen que se comercializa y por su gran variedad de usos (Liu *et al.*, 2008). A nivel mundial, E.E.U.U. ocupa el primer lugar como productor de soya, seguido por Brasil, Argentina, China, Japón y México (ASERCA, 2010). En 1994, las pérdidas de rendimiento del cultivo de soya a causa de hongos, nematodos y virus fueron de 11% (Hartmant *et al.*, 1999), posteriormente, en el periodo de 2001 a 2003 la estimación aumentó a 35%. De manera general, el grado de daño en las plantas depende del patógeno involucrado, número de plantas afectadas, severidad de la enfermedad y condiciones ambientales, así como también de la susceptibilidad, niveles de estrés y etapa de desarrollo de la planta (Oerke, 2006). En México, los problemas que limitan al cultivo de soya son: a) la falta de lluvias en la etapa reproductiva (periodo de llenado de grano), b) la sensibilidad al fotoperiodo corto en siembras tardías, lo que ocasiona un reducido ciclo vegetativo y plantas pequeñas, c) y diversas enfermedades que se presentan en el cultivo, que son causadas por: *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora* spp., *Septoria* spp., *Peronospora manshurica*, *Macrophomina phaseolina*, *Diaporthe* spp y *Phakopsora pachyrhizi* (Terán-vargas *et al.*, 2007 y Maldonado *et al.*, 2007), entre otras. Las enfermedades más importante del cultivo de soya son: La mancha ojo de rana causada por *Cercospora sojina* Hara (Mian *et al.*, 2009), la mancha marrón de la hoja causada por *Septoria glycines* Hemmi (Mirza *et al.*, 2002) y la roya asiática *Phakopsora pachyrhizi* (Hartman, *et al.*, 1999); esta ultima es la enfermedad fungosa más devastadora que ataca al cultivo de la soya (Pérez-Vicente *et al.*, 2010). El patógeno se reportó por primera vez en 1902 en Japón (Hennings,1903). En 1914, Hans y Sydow describieron al hongo con su nombre actual, *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow. & P. Sydow, con base en aislamientos obtenidos de la leguminosa *Pachyrhizu serosus* (L.) Urb. (*Pachyrhizu sangulatus*) en Taiwán. En México se detectó por primera vez en el 2005, en el estado de San Luis Potosí, en el cultivo de soya (Rodríguez *et al.*, 2006), posteriormente, fue reportada en Tamaulipas, Veracruz y Chiapas (Terán-vargas *et al.*, 2007 ; Morales *et al.*, 2009). En México aún no se ha estimado el impacto potencial de los principales patógenos, por lo que en el presente trabajo se

realizaron estudios epidemiológicos para determinar la prevalencia de cada uno de ellos, la dinámica de la enfermedad en el tiempo, y su efecto en el rendimiento de diferentes cultivares de soya.

Objetivo:

Analizar y cuantificar el desarrollo epidémico de las enfermedades de fin de ciclo (EFC) y de la roya asiática, en tres variedades de soya sembradas en diferentes fechas, así como también, determinar su efecto en el rendimiento del cultivo.

Hipótesis:

El desarrollo epidémico de las enfermedades fungosas y su impacto en el rendimiento de soya en la Huasteca, varían en función del genotipo de cultivo y la fecha de siembra.

1. REVISION DE LITERATURA

1. 1 Cultivo de soya (*Glycine max* L. Merr).

1. 1. 1 Importancia económica

Los componentes principales de la semilla de soya son las proteínas y aceites. La mayor parte de las variedades mejoradas contienen un promedio de 42% de proteína y 22% en aceite (SIAP, 2010; FAO 2009). México es considerado el cuarto importador de soya a nivel mundial, después de Japón, la Unión Europea y China. En el 2010 y parte del 2011 se estimó una importación de 3.6 millones de toneladas de soya (ASERCA, 2010). La superficie de este cultivo aumentó considerablemente en el 2005 con una superficie sembrada de 106,161 ha, posteriormente se observó otro aumento significativo en el 2010, que incrementó a 165, 010 ha. En México la producción de soya se concentra en los estados de Tamaulipas (56%), Campeche (13%), Chiapas, San Luis Potosí (12%), y Veracruz (7%) (ASERCA, 2010).

1. 2 Ubicación taxonómica.

De acuerdo con la clasificación taxonómica de Verdcourt (1966), citada por Ratnaparkhe (2011) la soya se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 1. Taxonomía

Orden	Fabales
Familia	Fabaceae (Leguminosae)
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Glycininae
Género	<i>Glycine</i> Willd.
Subgénero	Soya (Moench) F. J. Herm
Nombre botánico	<i>Glycine max</i> (L.) Merr

1. 3 Morfología de las variedades desarrolladas en México por el INIFAP “Campo Experimental Las Huastecas”

La variedad Huasteca 200 es de hábito de crecimiento semideterminado. La planta es de tallo erguido, con algunas ramificaciones, de porte alto, con altura de 95 a 109 cm, sus folíolos son de forma ovoide y medianos, las flores son blancas, pubescencia café, vainas con dos o tres granos. Esta variedad tiene baja sensibilidad al fotoperiodo corto del trópico, por lo que tiene una excelente adaptación en las siembras “tardías” del verano (Maldonado *et al.*, 2011).

La variedad Huasteca 300 es de línea angosta poco ramificada, con dosel abierto, de hábito de crecimiento indeterminado, folíolos de forma lanceolada, de tamaño pequeño, flor color púrpura con vaina de dos a tres granos, de pubescencia café, de semilla grande, color amarillo con hilo café claro y forma esférica aplanada. La floración inicia a los 41 días después de la siembra, características que le permiten disponer de más humedad en el suelo durante el periodo de llenado de grano bajo condiciones de temporal, lo que favorece al rendimiento. La altura máxima de esta variedad es de 78 cm con resistencia al acame y buen desgrane (Maldonado *et al.*, 2009).

La variedad Huasteca 400 es de tallo erguido, con muy buena ramificación; su hábito es de crecimiento determinado, sus folíolos son de forma oval puntiaguda, tiene flores de color púrpura con vainas de dos a tres granos y pubescencia de color café; la semilla es de color amarillo y subesférica (Maldonado *et al.*, 2010). Al igual que la Huasteca 300 su floración inicia a los 46 días después de la siembra, este cultivar tiene una altura máxima de 80 cm y es resistente al acame y al desgrane, además de ser tolerante a la sequía y a mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Maldonado *et al.*, 2007;2011).

1. 4 Fenología

1. 4. 1 Descripción de las fases de desarrollo

La escala desarrollada por Fehr *et al.*, (1971) es la más utilizada para la

descripción de las etapas fenológicas del cultivos de la soya. Esta escala distingue dos etapas principales: la etapa vegetativa y la reproductiva; ambas se describen a continuación:

Tabla 2. Estado vegetativo de la soya

Símbolo	Denominación	Descripción
VE	Emergencia	Emergencia de los cotiledones sobre la superficie del suelo.
VC	Etapla cotiledonar	Cotiledones expandidos, con las hojas unifoliadas de tal modo que los bordes de las hojas no se toquen.
V ₁	Primer nudo	Hojas unifoliadas expandidas, con la primera hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada foliolo no se toquen.
V ₂	Segundo nudo	Primer trifolio expandido, y la segunda hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada foliolo no se toquen.
V ₃	Tercer nudo	Segundo trifolio expandido, y la tercera hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada trifolio no se toquen.
V _n	Enésimo nudo	Enésimo nudo con trifolio abierto sobre el tallo principal, con hojas trifoliadas abiertas, antes de la floración.

Tabla 3. Estado reproductivo de la soya

Símbolo	Denominación	Descripción
R ₁	Inicio de floración	Una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal.
R ₂	Floración completa	Una flor abierta en uno de los nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas
R ₃	Inicio de floración de vainas	Una vaina de 5 mm de largo en uno de los 4 entrenudos superiores.
R ₄	Vainas formadas	Vaina con 2 cm en alguno de los cuatro entrenudos superiores.
R ₅	Inicio de formación de semilla	Cuando la vaina, en alguno de los cuatro entrenudos superiores, empieza a llenar y el grano tenga el tamaño de una lenteja.
R ₆	Semilla completamente desarrollada	Cuando la vaina en alguno de los cuatro entrenudos superiores, tenga el grano del tamaño de un chícharo, el follaje de la planta este aún verde.
R ₇	Inicio de maduración	Las vainas en alguno de los cuatro entrenudos superiores empieza a tomar un color amarillo tuene, las hojas se tornan amarillas y empiezan a caer.
R ₈	Maduración completa	cuando las vainas tienen un color café o gris en alguno delo cuatro entrenudos superiores.

1. 5 Enfermedades de fin de ciclo (EFC)

Las enfermedades de fin de ciclo frecuentemente provocan necrosis y clorosis, de esta manera afectan la actividad fotosintética de las hojas y reducen el área foliar sana (Carmona *et al.*, 2011a). Los patógenos involucrados son: tizón de la hoja o mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), antracnosis (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*), tizón del tallo y de la vaina (*Phomopsis sojae*, *Diaporthepha phaseolorum* var. *sojae*), mancha marrón (*Septoria glycines*), mancha de ojo de rana (*Cercospora sojina*), mildiu (*Peronospora manshurica*) (Maldonado *et al.*, 2009) y roya asiática de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*) (Terán-vargas *et al.*, 2007). Estos patógenos representan una limitante para la producción de grano del cultivo de soya, debido a que se presentan en la etapa R5, provocando una maduración temprana del cultivo, lo que ocasiona un bajo número y peso de las semillas (Carmona *et al.*, 2011b). Actualmente, no hay reporte de variedades resistentes a las EFC, por lo que se recomienda usar semillas de muy buena calidad y tener en cuenta la aplicación de fungicidas foliares. Estas medidas de control pueden disminuir la cantidad y la oportunidad de desarrollo del patógeno en el cultivo (Finoto *et al.*, 2011).

Estudios epidemiológicos de las EFC muestran que los síntomas pueden ser más notables en etapas reproductivas intermedias y avanzadas del cultivo. Algunos patógenos se encuentran en etapas previas a las mencionadas provocando infecciones asintomáticas que contribuyen a incrementar la presión del inóculo en las etapas de mayor susceptibilidad de la planta (Carmona *et al.*, 2010). En estudios recientes se estimó que el daño provocado por las EFC en Argentina fue de 30% (Carmona *et al.*, 2004, 2006, 2010), y en las regiones cálidas y subhúmedas de Brasil y Nigeria, las pérdidas de rendimiento fueron de 40% y 60%, respectivamente (Mwase *et al.*, 2001).

La severidad de la enfermedad es a menudo directamente proporcional al tamaño de la población del patógeno, y a la cuantificación de la enfermedad por lo general implica una evaluación de las lesiones visibles (Nutter *et al.*, 2006). La experiencia y un conocimiento detallado de los síntomas típicos de una determinada enfermedad son esenciales en la evaluación de la enfermedad (Campbell *et al.*,

1990). Las escalas para calificar la enfermedad y diagramas estándar pueden aumentar la eficiencia, consistencia a través del tiempo y la precisión de la evaluación de la enfermedad, para los evaluadores sin experiencia y con experiencia al proporcionar un puntos de referencia estándar para la comparación y mejorar la coherencia de las evaluaciones en el tiempo y entre diferentes evaluadores (Campbell *et al.*, 1990).

1. 5. 1 Mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*)

La mancha ojo de rana de la soya, causada por *Cercospora sojina* Hara (Rosso *et al.*, 2011), se reportó por primera vez en Japón a finales de 1915 y posteriormente en E.E.U.U. en 1924 (Mian *et al.*, 2009). El patógeno se presenta en todo el mundo, especialmente en los países de climas cálidos y húmedos, afectando los folíolos, aunque también puede manifestarse en tallos, vainas y semillas. El área afectada del grano por este patógeno varía en tamaño y en casos más severos puede llegar a cubrir toda la semilla reduciendo el peso de la misma (Bisht *et al.*, 1985; Yang *et al.*, 2001; Gravina *et al.*, 2004). Las lesiones de plantas inoculadas son visibles después de 8 a 12 días, produciendo las primeras esporas dentro de las siguientes 48 horas con condiciones de humedad estables. Durante la cosecha, las semillas que no son infectadas pueden llegar a contaminarse por los conidios o micelio del hongo (Phillips *et al.*, 1999). *C. sojina* reduce la calidad de la semilla, al penetrar a través de los poros y grietas de la cáscara de la misma, así como a través de traqueidas hilares, la sintomatología final es una decoloración de la semilla (Singh *et al.*, 1985; Mian *et al.*, 2008).

Los conidios son de color marrón claro a marrón oscuro y se pueden confundir con *Cercospora kikuchii* debido a que ambos se presentan al mismo tiempo, sin embargo, *C. kikuchii* produce esporas más largas que las de *C. sojina* (Westphal, 2010). *C. sojina* puede ser transmitido por semilla (Yorinori *et al.*, 1980) y sobrevivir durante el invierno en la semilla. El desarrollo de la enfermedad es favorecida por los climas cálidos a húmedos y por tener varios ciclos de infección. Se ha observado que las esporas producidas por el hongo son diseminadas a plantas sanas por el viento, así como también por el salpique de las gotas de lluvia

(Westphal, 2010). Recientemente, se ha encontrado inóculo infeccioso de *C. Sojina* antes y después de la floración provocando un impacto en el rendimiento mayor de 60% (Dorance *et al.*, 2010; Mwase *et al.*, 2001).

1. 5. 1. 1 Cultivares resistentes

Para aminorar el daño de *C. sojina* se han desarrollado variedades resistentes de soya. El cultivar Rcs₁ y Lincoln son resistentes a la raza 1 y 5 del hongo (Phillips *et al.*, 1982; Mian *et al.*, 2009), el cultivar Rcs₂ es resistente a la raza 2 (Probst *et al.*, 1965), mientras que el cultivar Rcs₃ es resistente a todas las razas del *C. sojina* reportadas en los Estados Unidos y Brasil (Boerma *et al.*, 1983). Sin embargo, posteriormente se reportaron alrededor del mundo nuevas razas de *C. sojina* que causan daños significativos a los genotipos previamente reportados como resistentes (Mian *et al.*, 2008; Phillips *et al.*, 1999). Por ejemplo, en Brasil y China se notificaron más de 33 y 14 razas, respectivamente (Yorinori *et al.*, 1999; Ma *et al.*, 1997), mientras que en los Estados Unidos se han caracterizado las razas 1, 2, 3, 4 y 5 (Mian *et al.*, 2008; Nutter *et al.*, 2006). Al respecto, en 1980 fue caracterizada la raza 5 en la mancha ojo de rana, en la cual se basaron en las reacciones diferenciadas de los cultivares Hood, Roanoke, Lee, Hill, Blackhawk, kanrich, Davis, Bragg, Lincoln y Kent (Phillips *et al.*, 1981). También en este estudio se observó que la predominancia de una raza o de razas en el sur de E.U. pueden cambiar drásticamente de un año a otro en un solo lugar (Phillips *et al.*, 1999), esto hace difícil la relación estable entre razas y el manejo de las mismas (Yang *et al.*, 2001), sin embargo, esta problemática fue resuelta al ingresar cultivares diferenciados con genes de resistencia (Yang *et al.*, 2001; ,Mian *et al.*, 2008).

1. 5. 1. 2 Control de *C. sojina* con fungicidas

Los fungicidas con ingrediente activo azoxystrobin, pyraclostrobin y thiophanate-methyl son efectivos para suprimir la enfermedad causada por *C. sojina* (Phipps *et al.*, 2006). Así como también, se recomiendan fungicidas del grupo triazoles, sin embargo, la eficacia biológica de estos productos contra *C. sojina* es incierta. Los fungicidas recomendados son aplicados principalmente en la etapa R2

(floración) y R5 (desarrollo de la semilla) (Phillips *et al.*, 1999). Las aplicaciones en la etapa R1 (principio de la floración) bajo condiciones tropicales no resultan significativas en el incremento del rendimiento (Akem *et al.*, 1995).

1. 5. 1. 3 Control cultural

Se recomienda el uso de semillas libres de inóculo, tratadas con fungicida, así como dos años de rotación con otros cultivos y el arado profundo de los residuos de las cosechas anteriores del cultivo de soya (Phillips *et al.*, 1999).

1. 5. 2 Mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*)

La mancha marrón de la hoja es causada por *Septoria glycines* Hemmi, el primer reporte de esta enfermedad fue en Japón en 1915, posteriormente en Estados Unidos, Brasil, Canadá, China, Alemania, Italia, Corea, Taiwán, la Unión Soviética y Yugoslavia (Mirza *et al.*, 2002). Es una enfermedad foliar de la soya que se caracteriza por tener un color marrón a marrón rojizo. Este patógeno forma lesiones angulares de diferentes tamaños y diámetros (Schuh *et al.*, 1993). En plantas altamente susceptibles, los síntomas pueden presentarse al inicio de la temporada cuando las primera hojas verdaderas (unifoliadas) están completamente formadas. Las lesiones son de color marrón rojizo muy evidentes en ambas superficies de las hojas. La infección en los cotiledones se muestra como manchas irregulares de color marrón oscuro que varían en tamaño y diámetro (Giesler, 2011; Lee *et al.*, 1996). El tejido que rodea las lesiones se vuelve clorótico y si las condiciones son favorables para el desarrollo del hongo, la enfermedad puede progresar a la parte inferior del dosel de la planta. *S. glycines* produce disminución del área foliar fotosintéticamente activa, defoliación, disminución del rendimiento, número y peso de la semilla en el cultivo de soya (Díaz *et al.*, 2005). El patógeno pasa el invierno en las hojas y rastrojos infectados en forma de picnidios o micelio (Dorrance *et al.*, 2010; Phillips *et al.*, 1999). La enfermedad es más severa bajo condiciones de clima húmedo y a finales del ciclo del cultivo. En contraste, el tiempo cálido y seco detiene la propagación del hongo. La estructura infectiva del patógeno es diseminada por el viento y gotas de lluvia, infectando plantas sanas de cultivos

de soya. El patógeno se expresa al inicio del ciclo de soya (Mantecón *et al.*, 2008), sin embargo, la infección se logra observar en las hojas de mayor edad cuando las temperaturas van de 15 a 30 °C, siendo 25 °C la temperatura óptima para infección del hongo (Schuh *et al.*, 1993). Las pérdidas de rendimiento causadas por *S. glycines* son asociadas con la sincronización de la infección y tasa de defoliación (Cooper,1989), éstas, por infección natural, son de 8 a 18%, mientras que en una inoculación artificialmente son de 12 a 34% (Lim,1980).

1. 5. 2. 1 Cultivares resistentes.

No se ha reportado resistencia a *S. glycines* en cultivares de soya o en líneas (Lim,1979), sin embargo, fitotoxinas que el cultivo de soya produce como defensa al inicio de la penetración de *S. glycines* se han usado para producir cultivares con cierto grado de resistencia (resistencia incompleta) (Sherwin *et al.*, 1993). Particularmente las plantas con mayor porcentaje de expresión de fitotoxinas expresan una menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) que las plantas susceptibles (Song *et al.*, 1994). También se ha observado que los cultivares con resistencia incompleta muestran baja herabilidad de resistencia a *S. glycines*, maduran más tarde y tienen mayor rendimiento que los cultivares susceptibles (Lee *et al.*, 1996).

1. 5. 2. 2 Control con fungicidas

Las aplicaciones de los fungicidas con azoxystrobin y pyraclostrobin como ingrediente activo, se recomiendan a partir del inicio de la floración y llenado de vainas. Se ha observado que estos fungicidas reducen la severidad de la enfermedad, así como también, se ha reportado que incrementan el rendimiento de grano en el cultivo de soya (Gustafson *et al.*, 2007).

1. 5. 3 Roya asiática de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*)

En la actualidad la roya asiática es una de las enfermedades fúngicas más

importantes del cultivo de soya (Goellner, *et al.*, 2010). La roya asiática es causada por dos especies de hongos del género *Phakopsora*, que fueron separadas taxonómicamente por Ono (1992), *Phakopsora meibomia* (Arth.) conocida como la roya americana y *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd llamada roya asiática de la soya. Ambas especies poseen estructuras morfológicas muy semejantes, sin embargo difieren fundamentalmente en la intensidad de los daños que provocan en el cultivo (Goellner *et al.*, 2010). *P. meibomia* no ocasiona pérdidas severas en el rendimiento (Miles *et al.*, 2003; Goellner *et al.*, 2010), mientras que *P. pachyrhizi* es más agresiva y devastadora para la soya (*Glycine max* (L.). La roya asiática, por la capacidad de sus uredosporas de sobrevivir al ser transportadas por el viento a través de largas distancias, esta roya comenzó a expandirse rápidamente, moviéndose a nivel intercontinental (Miles *et al.*, 2003). Se reportó por primera vez en Japón en 1902 (Sherm *et al.*, 2009), en seguida, en la India (1906), Australia (1934), China (1940), sureste de Asia (1950) y Rusia (1957); posteriormente y por primera vez en el continente Americano; Paraguay y Brasil (Yorinori *et al.*, 2004; Yorinori, *et al.*, 2005), de donde se diseminó rápidamente al Sureste de los Estados Unidos (Isard *et al.*, 2005, 2006, 2007). En el 2005 se confirmó en México en la región productora de soya conocida como “Planicie Huasteca”, que comprende el sur de Tamaulipas, norte de Veracruz y oriente de San Luis Potosí (Cárcamo-rodríguez *et al.*, 2006; Terán-vargas *et al.*, 2007). En esta región *P. pachyrhizi* se presentó en siembras comerciales de soya en los municipios de Ébano y Tamuín, San Luis Potosí y Altamira en la variedad Huasteca 200 y Huasteca 400 (NAPPO, 2006; Rodríguez *et al.*, 2006). También en México *P. pachyrhizi* fue reportada en el cultivo de jícama, donde causó severas pérdidas en 1800 ha (Terán-vargas *et al.*, 2007, NAPPO 2007). En el periodo de 2005 al 2010 su presencia en México ha sido confirmada en el sur de Tamaulipas (Altamira, Aldama, Mante, González, Xicoténcatl y Gómez Farías, Río Bravo, y Valle Hermoso), Oriente de San Luis Potosí (Ébano y Tamuín), Norte de Veracruz (Pánuco, Papantla, Chalma y Tampico Alto), Chiapas (Mapastepec y Tapachula) y Campeche. (Terán-vargas *et al.*, 2007, Rodríguez *et al.*, 2006; NAPPO 2008; Yáñez *et al.*, 2009). Debido a lo anterior, México y algunas Islas del Caribe son consideradas fuente de inóculo para los Estados Unidos (Isard *et al.*, 2006). Recientemente, se estimó que las uredosporas de *P. pachyrhizi* son transportadas desde esas áreas a los Estados Unidos, entre mayo y agosto, cuando tanto el cultivo de soya y los hospedantes se encuentra en

la fase vegetativa de mayor susceptibilidad a la enfermedad (Livingston *et al.*, 2004; Pivona y Yang 2004, 2006).

Estudios epidemiológicos han demostrado que las formas asexuales de *P. pachyrhizi* son las uredosporas, que al ser liberadas de la uredia a través de un ostiolo, se dispersan por el viento. Al entrar en contacto con en el envés de la hoja estas estructuras del hongo penetran directamente y comienzan con la formación de una estructura llamada cono apresorial (Koch *et al.*, 1983). Posteriormente, se da el crecimiento de las hifas a través de la célula epidermal hasta alcanzar los espacios intercelulares. Después de este evento se forma un tabique que separa de la hifa primaria (Koch *et al.*, 1983); finalmente, las células madre del haustorio se diferencian cerca de las células del mesófilo. A partir de entonces, se produce la colonización de los tejidos del mesófilo y los espacios intercelulares de las hojas (Koch *et al.*, 1983). Sin embargo, para que la reproducción asexual de *P. pachyrhizi* se dé por concluida, nuevamente se tienen que desarrollar uredias y pústulas (Koch *et al.*, 1983), lo cual ocurre después de cinco a ocho días de la colonización de las hojas (Miles *et al.*, 2003). Debido a lo anterior, se ha descrito a *P. pachyrhizi* como un patógeno policíclico, ya que durante un ciclo de cultivo se producen varias generaciones del patógeno (Miles *et al.*, 2003; Ploper, 2004; Goellner *et al.*, 2010).

Las lesiones de *P. Pachyrhizi* se manifiestan como pústulas de forma irregular, pequeñas, de color amarillento a marrón-rojizo, y conforme la enfermedad progresa las pústulas se tornan de color marrón oscuro. Las lesiones se observan cerca de las nervaduras de las hojas formando esporas principalmente en el envés. En las primeras etapas de la enfermedad se puede confundir con la pústula bacteriana de *Xanthomona saxonopodis* pv *glycines*, sin embargo en etapas posteriores la característica clave para el diagnóstico de roya de soya es la presencia de pústulas en forma abultada con un poro más claro en la punta y bronceadas de color crema (Terán-vargas *et al.*, 2007). Por lo general, el patógeno se presenta en toda la parte área de la planta, provocando defoliación prematura; de esta manera afecta al llenado y número de semilla por vaina, lo que contribuye a una reducción en el rendimiento del cultivo (Cárcamo-rodríguez *et al.*, 2006). Sin embargo, la presencia y desarrollo de la enfermedad se ve afectada por la temperatura, la duración de la humedad en la hoja, la radiación, la nubosidad, la

precipitación, factores relacionados con el hospedante (variedad, estado fenológico y arquitectura del cultivo) y factores relacionados con el patógeno (la edad de las uredosporas, densidad de inóculo, edad y localización del uredinio, edad de la lesión, tamaño de la lesión, periodo de latencia, producción de esporas, periodo infeccioso y eficiencia en la infección) (Isard *et al.*, 2006; Del Ponte *et al.*, 2006, 2008; Pivonia y Yang, 2006). De los factores anteriormente descritos el más importante es la temperatura. Este factor afecta la germinación, penetración y desarrollo de *P. pachyrhizi* en el cultivo (Melching *et al.*, 1989; Ploper, 2004; Hartman, 2004; Pivonia y Yang, 2006; Tschanz, 1982; Hartman, 1995). Las esporas pueden germinar entre 8°C y 36°C; la penetración ocurre a temperaturas de 20 a 25°C, mientras que el patógeno presenta un buen desarrollo entre 18 °C y 25 °C. Temperaturas menores de 15 °C o por arriba de los 28 °C hacen más lento el ataque del patógeno (Melching *et al.*, 1989; Hartman *et al.*, 2004; Ploper, 2004).

1. 5. 3. 1 Plantas hospederas

Las principales especies afectadas por este patógeno son la soya (*Glycine max*), jícama (*Pachyrizus erosus*), kudzú (*Pueraria lobata*) y caupí (*Vigna unguiculata*) (Terán-vargas *et al.*, 2007). En Estados Unidos el principal hospedero de la roya asiática es el kudzú (Pivonia y Yang 2004, 2006; Young *et al.*, 2011), mientras que en México es el cultivo de soya y jícama (Terán-vargas *et al.*, 2007). Sin embargo, se ha reportado un rango de 31 especies en 17 géneros de leguminosas que son hospederos de *P. pachyrhizi*; todos reportados en el continente Americano (Yorinori, 2005; Terán-vargas *et al.*, 2007).

1. 5. 3. 2 Efecto en el rendimiento

Las pérdidas causadas por *P. pachyrhizi* en el rendimiento del cultivo de soya van de 80 a 100% (Miles *et al.*, 2003, 2004). Este nivel depende de la etapa de desarrollo del cultivo en que ocurra el ataque y de las condiciones ambientales óptimas para *P. pachyrhizi* en campo. Por ejemplo, se ha notado que cuando el hongo se presenta en la etapa vegetativa del cultivo, ocurre una defoliación temprana que afecta al número de vainas por planta, granos por vaina y el tamaño

de las semillas, mientras que cuando la infección ocurre cerca de la madurez fisiológica del cultivo el efecto sobre el rendimiento es mínimo (Pedersen, 2005). Cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo del patógeno, se puede presentar una infección severa que ocasiona aborto de flores, defoliación y caída de vainas (Del Ponte *et al.*, 2006; Kawuki *et al.*, 2003).

1. 5. 3. 3 Impacto económico

El nivel de pérdidas dependerá de la etapa del cultivo y de las condiciones ambientales favorables para el momento de ocurrencia y velocidad de la enfermedad (Terán *et al.*, 2007). Por ejemplo, en el 2005 la presencia de la roya asiática en “La planicie Huasteca”, no fue de gran impacto debido a que la enfermedad se presentó cuando el cultivo estaba en la etapa de llenado de grano (R5), por lo que no fue factor preponderante que afectará la producción de esta leguminosa. Para el año siguiente, se pronosticaba un fuerte impacto en la producción de soya en los estados mencionados, debido a que se tenía al patógeno en la zona, sin embargo, las condiciones ambientales no fueron las ideales para el patógeno, por ende la enfermedad no fue un factor negativo en la producción del cultivo de soya. Los siguientes años, del 2007 a 2010, la situación fue similar en el cultivo de soya, tanto para San Luís Potosí, Tamaulipas y Veracruz. En estos últimos años se ha observado que las condiciones favorables para el patógeno se presentan fuera del ciclo del cultivo. Esta situación no ocurrió de la misma manera para cultivo de jícama. En este cultivo la roya asiática tuvo un efecto devastador en las 1,800 hectáreas cultivadas en el estado de Veracruz (Terán-vargas *et al.*, 2007). Por lo anterior, la roya asiática representa un serio problema para los cultivos de soya y jícama, así como también para el cultivo frijol, debido a que puede afectar a las 1,720,999.67 hectáreas que se siembran con los tres cultivos antes mencionados, con un valor de producción de 11, 355 millones de pesos (SIAP 2010). Los estados más afectados por la presencia de *P. pachyrhizi* serían: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Jalisco, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, dentro de los cuales 19 distritos son productores soya, mientras que en el caso de jícama los estados productores son Campeche, Chihuahua, Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos,

Nayarit, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Veracruz y Yucatán (SIAP, 2010).

1. 5. 3. 4 Uso de fungicidas

El método más utilizado para el manejo de esta enfermedad es el uso de agroquímicos que son aplicados al follaje apenas se detectan los primeros síntomas. El objetivo de la aplicación de fungicidas es la reducción de la carga de esporas en las hojas inferiores y la protección de las hojas medias y superiores (Terán-vargas, *et al.*, 2007). Diversos fungicidas han sido recomendados como efectivos. Por ejemplo, en el continente asiático indicaron que mancozeb, un fungicida de contacto, generaba un control efectivo para *P. pachyrhizi*. En contraste, Miles *et al.* (2004) recomienda el uso de fungicidas del grupo de triazoles, tales como tebuconazole y tetraconazole, así como varios productos del grupo de las estrobilurinas como azoxistrobin y pyroclostrobin. Recientemente, Terán-vargas y García-salazar (2009) recomendaron, además de los anteriores, los que contienen cyproconazole, epoxiconazole y flutriafol como ingrediente activo. Un aspecto clave para el éxito de las aplicaciones de fungicidas es saber cuándo aplicar (Terán-vargas *et al.*, 2007); al respecto, Balardín (2004) y Levy (2005) recomiendan iniciar las aplicaciones cuando el cultivo inicia la floración y posteriormente dos aplicaciones con intervalos de 21 días (Balardín, 2004; Levy, 2005), mientras que Mueller *et al.* (2009) recomiendan aplicar en la etapa R3 y R5 del cultivo. En México, Terán-vargas *et al.* (2007) recomiendan aplicar un fungicida preventivo (estrobilurina) cuando las condiciones ambientales presentes en la zona sean favorables para el desarrollo de la enfermedad; así mismo, en caso de detectarse la enfermedad en la región o el predio, lo conveniente es la aplicación de la mezcla de un fungicida preventivo con un curativo (triazol). En determinado caso de que se requiriera una segunda aplicación, ésta deberá hacerse en un periodo entre los 20 y 25 días después de la primera, utilizando una mezcla o un triazol, asegurando de esta forma un periodo de protección de ± 50 días, en el cual prácticamente se protegería al cultivo del periodo de inicio de floración (R1) al llenado de vaina (R6). Así mismo, Terán-vargas *et al.* (2007) recomiendan la aplicación de los fungicidas cuando se observen los primeros síntomas y nunca aplicarse con un 10% o más daño en las

plantas, ya que dicha aplicación no tendrá ningún beneficio debido a la rapidez con la que la enfermedad ataca a las plantas.

1. 5. 3. 5 Mejoramiento genético

La búsqueda de variedades resistentes de soya se está dando a nivel mundial. Al respecto, se reportó resistencia específica a *P. pachyrhizi*, dada por genes simples dominantes: Rpp1 (MCLean y Byth, 1980), Rpp2 (Bromfield *et al.*, 1980), Rpp3 (Bromfield y Hartwig, 1980) y Rpp4 (Hartwig, 1986). Sin embargo, se ha demostrado que este tipo de resistencia no es durable (Hartman *et al.*, 2005). Por ejemplo, el cultivar “Komata” con gen de resistencia Rpp1 fue identificado como resistente durante evaluaciones realizadas durante 1961 a 1963 (Bromfield, 1984). En 1966, en este cultivar se observaron algunas lesiones caudas *P. pachyrhizi*. Similarmente, el cultivar “PI 230970” con el gen de resistencia Rpp2, fue identificado como resistente en evaluaciones de campo desde 1971 a 1973, pero en 1978, se encontraron en campo plantas susceptibles (Hartman *et al.*, 2005).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Establecimiento de experimentos

Se establecieron dos experimentos en el Campo experimental Las Huastecas (CEHUAS), CIR noreste – INIFAP, ubicado en el km 55 de la carretera Tampico-Mante, con las coordenadas: latitud 22°34' Norte y longitud 98°05' Oeste, y altitud de 60 msnm. Se seleccionaron tres fechas de siembra (FS); 04 de agosto, 23 de agosto y 28 de septiembre del 2010. En cada FS se emplearon los siguientes genotipos; Huasteca (H) 200, H-300 y H-400 con y sin control de enfermedades, los cuales fueron representados mediante un diseño experimental en bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, considerando como parcela chica cada una de las variedades con fungicida y sin aplicación de fungicidas y como parcela grande a las fechas de siembra. Cada parcela grande se repitió cuatro veces, bajo un diseño en bloques al azar. Cada unidad experimental consistió de ocho surcos de 6 m de longitud cada uno, espaciados a 80 cm. La densidad de siembra fue de 18 semillas por metro lineal. Se utilizó como parcela útil los dos surcos centrales, de tal forma que cada unidad experimental tuviese un bordo suficientemente grande para reducir la interferencia entre parcelas.

Se realizó aspersiones del fungicida pyraclostrobin a una dosis de 75 gramos de ingrediente activo por ha (g ia/ha), mezclado con flutriafol a una dosis de 100 g ia/ha., mediante un equipo presurizado con CO₂ (Modelo T, Bellspray-INC, LA), calibrado para asperjar un volumen de agua de 200 litros por hectárea, a 27.18 kg/0.9461 m², el equipo fue operado utilizando boquillas de cono hueco con número de serie TXVS-6 (Teejet-Spraying Systems, Wheaton, Illinois, USA). Las aplicaciones de fungicida se realizaron cada dos semanas iniciando 30 días después de la siembra.

Se aplicó un primer riego de auxilio para las tres fechas de siembra en diferentes etapas fenológicas de las plantas. Se agregó una lámina de agua de 10 cm. El Segundo riego de auxilio se aplicó solo en la fecha de siembra del 28 de septiembre del 2010, durante el periodo de floración, aplicando una lámina de riego

de 6 cm. Este segundo riego se utilizó para suministrar la humedad necesaria para el llenado de grano, ya que en este periodo se requiere tener suficiente humedad para obtener rendimientos altos y semilla de buena calidad.

2. 2 Variables evaluadas

2. 2. 1 Severidad

Las enfermedades fúngicas que incidieron en el cultivo fueron evaluadas a partir de su establecimiento por infección natural, donde se realizaron muestreos preliminares a fin de confirmar la presencia de cada una de las enfermedades, las cuales fueron identificadas mediante claves dicotómicas (Barnett y Hunter, 1998). Para esta variable se evaluó una planta con competencia completa por parcela útil tomada al azar dentro de los dos primeros metros lineales de los surcos centrales. En cada evaluación se registró el estado fenológico del cultivo. Las evaluaciones se iniciaron en el estado fenológico V2 (Fehr *et al.*, 1971), que correspondió aproximadamente a los 20 días después de la siembra (dds), y se repitió en forma semanal para cada localidad y fecha de siembra. Los síntomas observados con una lupa de 30X se cuantificaron con base a una escala visual para la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) y mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) desarrollada por Martins *et al.*, 2004. Para la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) se utilizó la clave diagramática propuesta por Godoy *et al.*, 2006. Estas escalas fueron aplicadas a todos los folíolos presentes en las plantas al momento de la evaluación. Los valores de cada folíolo al nivel de cada nudo fueron promediados para obtener un indicador único de enfermedad a este nivel. Con base en estos resultados se calculó el área bajo la curva del progreso de la severidad. Este valor fue calculado según el modelo de integración de Campbell y Madden, 1990, de acuerdo a la fórmula:

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} [(x_i + x_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$$

donde, n es el número de evaluaciones, x es la proporción de la enfermedad y $(t_{i+1} - t_i)$ es el intervalo entre dos evaluaciones consecutivas.

2. 2. 2 Incidencia

Se estimó la proporción de hojas enfermas respecto al total de hojas presentes en cada una de las parcelas útiles. En cada evaluación se examinaron 40 folíolos al azar para cada tercio del dosel vegetal (tercio bajo, medio y superior) en los dos surcos centrales de cada parcela. En cada muestreo se registró el estado fenológico de cada variedad a evaluar. Se realizaron un total de 12 a 16 evaluaciones a lo largo del ciclo.

2. 2. 3 Rendimiento de grano

El rendimiento se estimó en 2 m lineales de los surcos centrales de la parcela útil, estimando el peso total para cada caso. Se trilló con una trilladora portátil. Una vez realizado este procedimiento se limpió la semilla y se pesó en una báscula Torrey modelo EQ-5/10. Para esta variable fue necesario realizar los ajustes necesarios para estandarizar los datos a un 12% de humedad. El porcentaje de humedad se estimó de una muestra de 100 g por parcela mediante un determinador de humedad John Deere Moisture Check Plus, Grain Moisture Tester Swo8120.

2. 3 Análisis estadístico

Los datos de rendimiento se analizaron mediante análisis de varianza y para el análisis del desarrollo epidémico de severidad e incidencia se determinó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Con los datos obtenidos de severidad se analizó el área foliar dañada para los distintos tratamientos mediante el uso de gráficas tridimensionales utilizando el paquete Statistica v.7. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el paquete SAS 9.2 (Statistical Analysis System, Cary North Carolina).

3. RESULTADOS

3. 1. Mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*)

3. 1. 1 Fecha de siembra 1

3. 1. 1. 1 Severidad

La mayor severidad de esta enfermedad en la localidad uno, en todas las variedades y tratamientos, se manifestó en los folíolos formados en los nudos 1 a 6 (Figura 1). El porcentaje de daño a nivel de cada nudo se incrementó desde las primeras etapas de desarrollo de las plantas hasta alcanzar un máximo al inicio de la epidemia, alrededor del día 23 después de la siembra (dds), el cual no superó al 12.3 % en todos los casos. La proporción de tejido enfermo en etapas subsecuentes del desarrollo foliar disminuyó considerablemente hasta valores no mayores a 4%. En los folíolos formados en nudos superiores al sexto, la proporción de tejido dañado se mantuvo en niveles más bajos que los observados en las etapas iniciales y en todos los casos no alcanzó un porcentaje de área foliar dañada superior a 4%. El daño por *Cercospora sojina* siguió un patrón de desarrollo similar en todas las variedades y tratamientos, con un máximo de área bajo la curva de la severidad en los nudos 4 a 6 (Figura 2). Aunque no se observaron diferencias significativas en la cantidad total de enfermedad debidas a la aplicación de fungicidas, sí se detectó una demora en el inicio de algunas epidemias foliares (Figura 1 B y F); además, en la variedad H-300 la aspersión evitó un repunte en la enfermedad a la altura del nudo 20 (Figura 1 C y D). Por otra parte, las variedades H-200 y H-400 tratadas con fungicida tendieron a producir una mayor cantidad de follaje, lo cual se expresó en la formación de un mayor número de nudos cuando fueron sometidas a aspersiones regulares de pyraclostrobin + flutriafol. En el caso de la variedad H-300, la formación de nudos fue menor en los tratamientos con fungicida que en los no asperjados, pero en las plantas sin fungicida se observó un proceso de defoliación en los nudos 5, 6 y 8.

En la localidad dos, el mayor daño por *Cercospora sojina* se concentró en los nudos 1 a 7, en todas las variedades y tratamientos aunque se observaron evidencias de área foliar dañada por este patógeno en folíolos formados en nudos

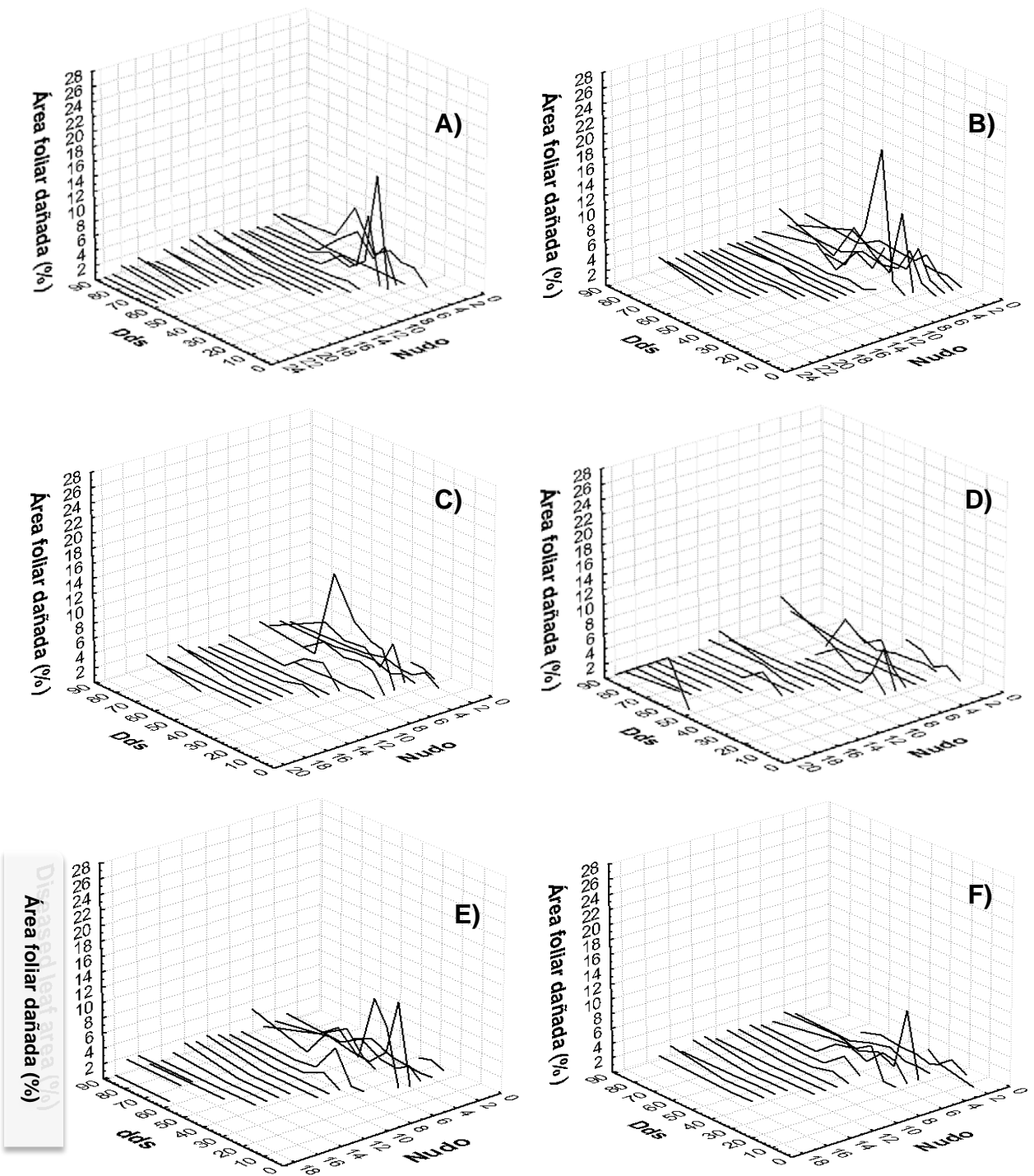


Figura 1. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

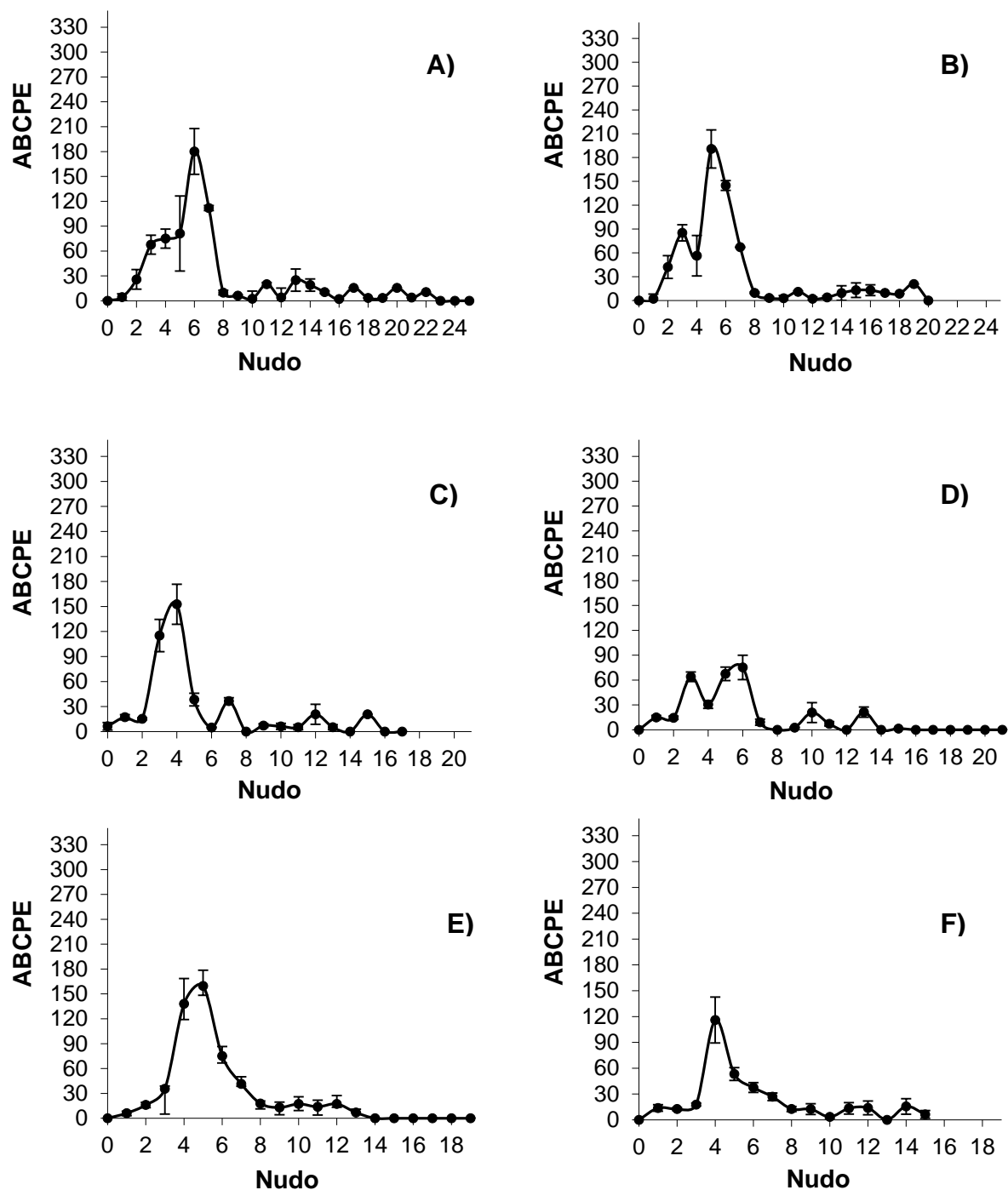


Figura 2. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*). Localidad 1 cultivada en el campo experimental, “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas; A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

subsecuentes (Figura 3) particularmente en las plantas no tratadas con fungicida (Figura 3B, D y F). En general la enfermedad alcanzó un primer pico entre 15 y 20 dds, que no superó a 14% en todos los casos, pero la proporción final de tejido enfermo en estos nudos tendió a decrecer hacia el final del ciclo. En los nudos superiores al séptimo, la proporción del tejido dañado se mantuvo en niveles más bajos que los observados en los nudos inferiores y aunque ocurrió ataque de la enfermedad, esta no alcanzó un porcentaje de área foliar dañada mayor a 1.6%. La máxima área bajo la curva del progreso de la severidad ocurrió alrededor del nudo cinco y se redujo en etapas posteriores del desarrollo de las plantas (Figura 4). No se detectaron efectos de la aplicación de fungicidas sobre el desarrollo de esta enfermedad en ninguna de las tres variedades evaluadas.

3. 1. 1. 2 Incidencia

En la localidad uno, la dinámica de la incidencia de *C. sojina* siguió un patrón general sigmoideal que varió en función del cultivar de soya y la posición del follaje en dosel. En las variedades H-200 y H-300 el mayor porcentaje de folíolos afectados por este patógeno ocurrió en el tercio bajo de las plantas (Figura 5 A-D), donde alcanzó valores de 60 a 70%. En el tercio medio del dosel la incidencia tendió a ser menor y su nivel dependió del genotipo de soya empleado y del tratamiento con fungicida, mientras que en el tercio superior los valores fueron considerablemente más bajos y no superaron el 5%. En la variedad H-400 los valores más altos de incidencia tendieron a ocurrir en el tercio medio (Figura 5E y F) pero alcanzaron niveles equivalentes a los observados en el tercio medio de las variedades H-200 y H-300, que, con excepción del tratamiento sin fungicida cuyo valor fue ligeramente superior a 70%, se ubicaron alrededor del 30%. La incidencia en el tercio bajo de esa variedad alcanzó valores ligeramente menores que en el tercio medio, mientras que en el tercio superior fue en general cercana a 0% durante la mayor parte del ciclo del cultivo.

Con excepción de la variedad H-300, donde la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol redujo la incidencia final del patógeno con respecto a las plantas no tratadas (Figura 5C y D), en esta localidad no se detectó efecto de la aplicación de fungicidas.

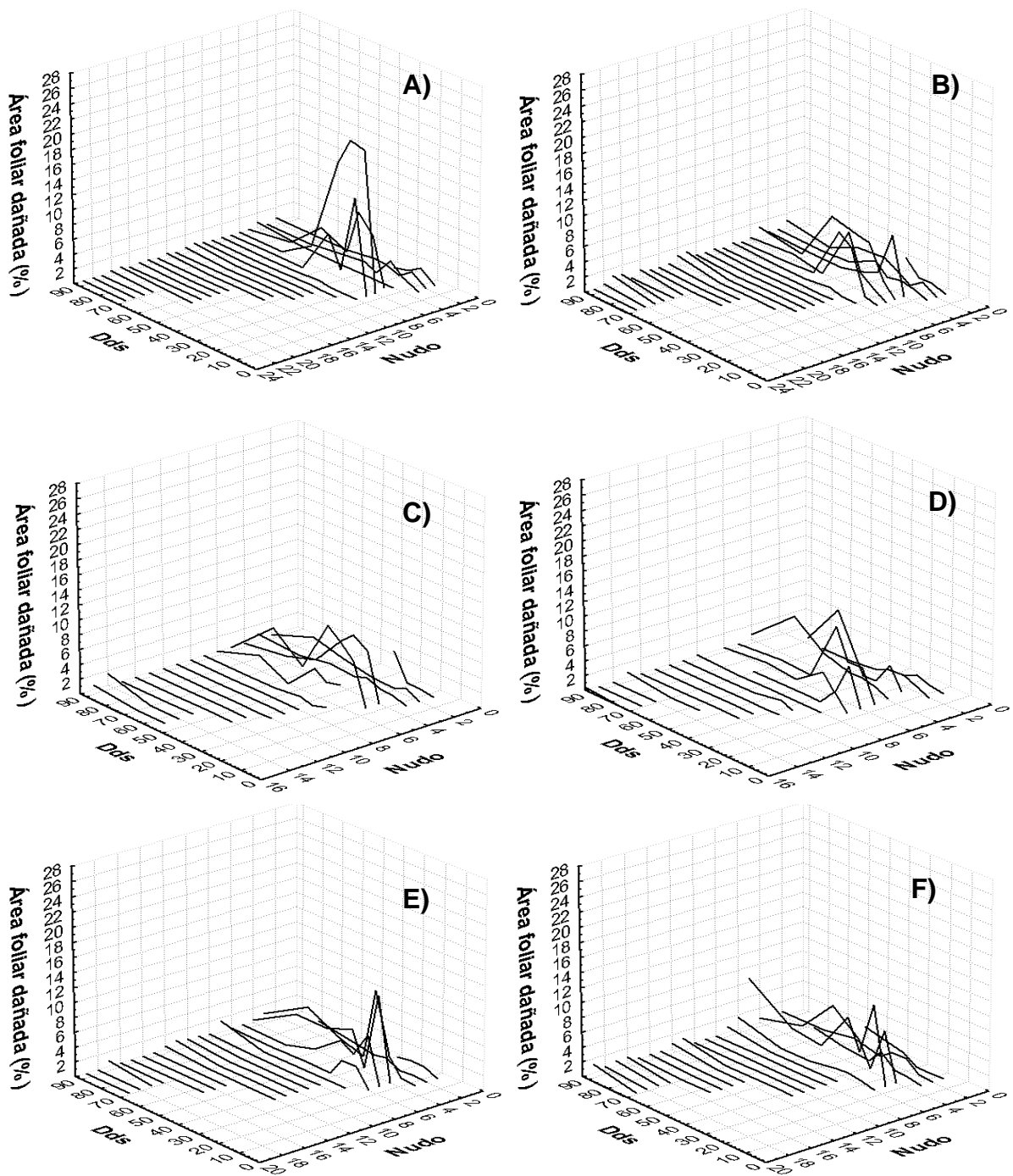


Figura 3. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones

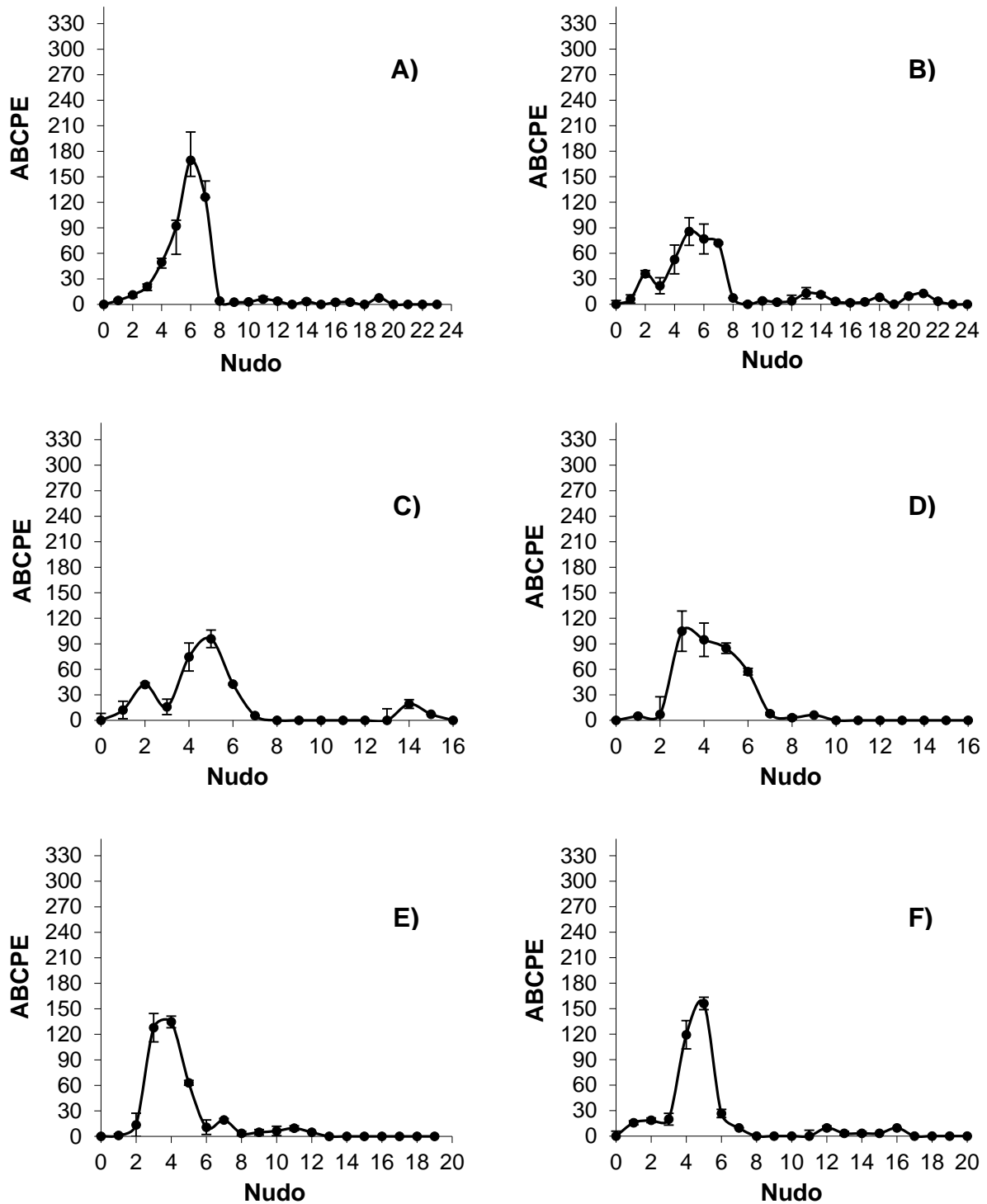


Figura 4. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas; A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

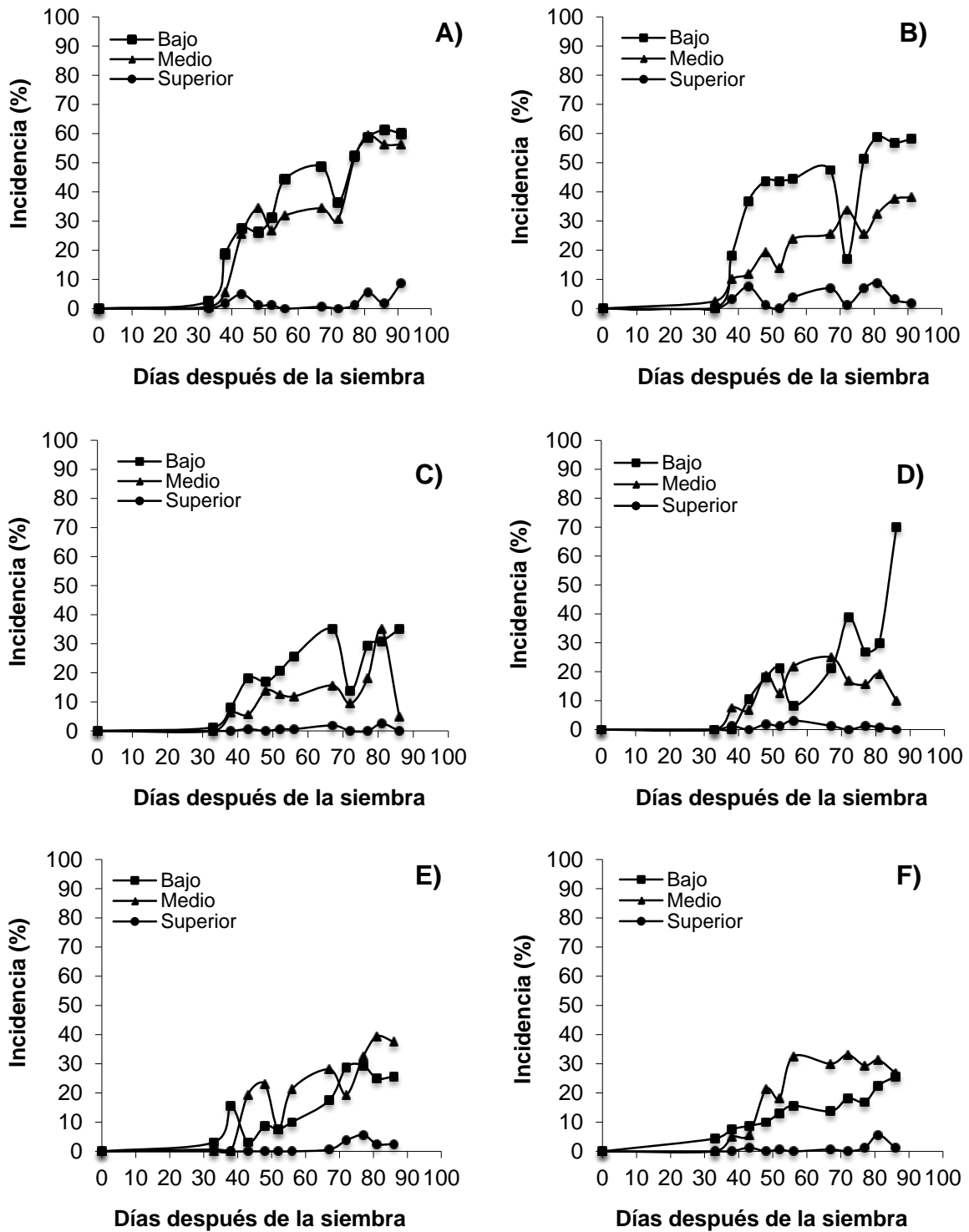


Figura 5. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

Al analizar la incidencia bajo el enfoque del área bajo la curva del progreso de la epidemia en esta localidad y fecha de siembra (Figura 6A), se observó el mismo patrón general de mayor enfermedad en el tercio bajo del dosel de todas las variedades, incluida la H-400, con un área ligeramente menor en el tercio medio, sin que ocurriesen diferencias significativas entre ambos tercios, y una incidencia general significativamente menor en el tercio superior de todas las variedades, con excepción de las plantas de la variedad H-200 no tratadas con fungicida cuyo rango de valores llegó en algunos casos a tener niveles cercanos a los observados en los tercios bajo y medio.

En la localidad dos, se observó un patrón de incidencia sigmoideal muy similar al observado en la localidad uno (Figura 7), con valores más altos en los tercios bajos de las variedades H-200 y 300, valores menores en los tercios medios del dosel y muy bajos en los tercios superiores (Figura 7A-D) y una tendencia a un mayor porcentaje de folíolos dañados en el tercio medio de la variedad H-400, con valores ligeramente menores en el tercio bajo y niveles cercados a cero en el tercio superior durante la mayor parte del ciclo del cultivo (Figura 7E y F). Similarmente, la aplicación de fungicida en general no produjo variaciones significativas en el porcentaje de incidencia, aunque sí se observó un ligero contraste, en el tercio superior, entre plantas tratadas y no tratadas, en las etapas finales del ciclo de cultivo de las variedades H-300 y H-400 (Figura 7C-F).

Al analizar los datos de incidencia de la localidad dos como área bajo la curva del progreso de la mancha ojo de rana, se observó el mismo patrón general de menor enfermedad en el tercio superior de todas las variedades (Figura 8A), pero a diferencia de la localidad uno, en esta localidad la aplicación de fungicidas tendió a reducir la cantidad de enfermedad en el tercio bajo de las plantas, ya que los promedios de este tercio fueron iguales o inferiores a los del tercio medio de las plantas tratadas con pyraclostrobin más flutriafol, aunque el rango de variación observado en este tercio se ubicó dentro de lo cuantificado para el tercio medio. Cabe enfatizar que los rangos de áreas bajo la curva del progreso de la incidencia observados en esta localidad y fecha de siembra fueron muy similares a los

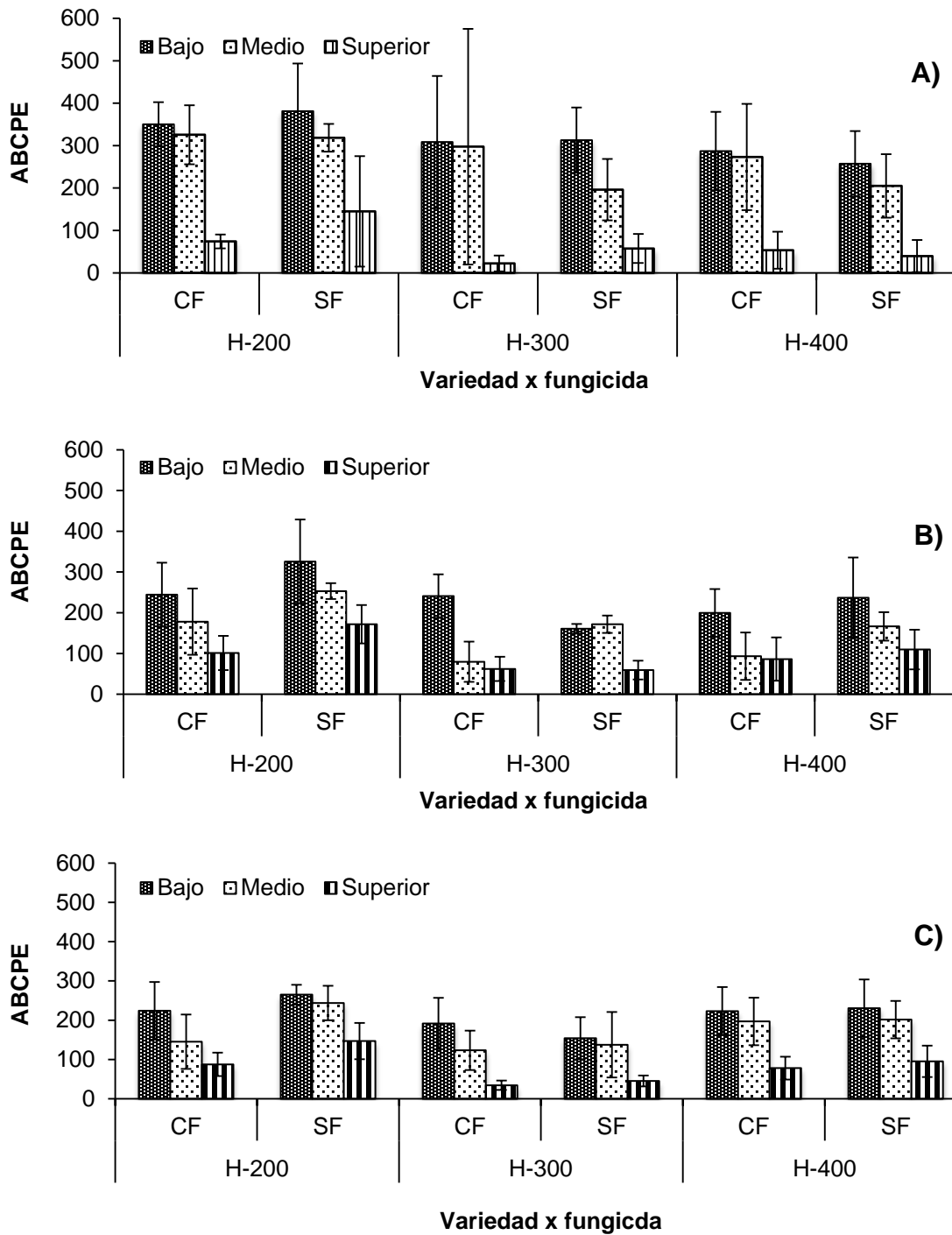


Figura 6. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

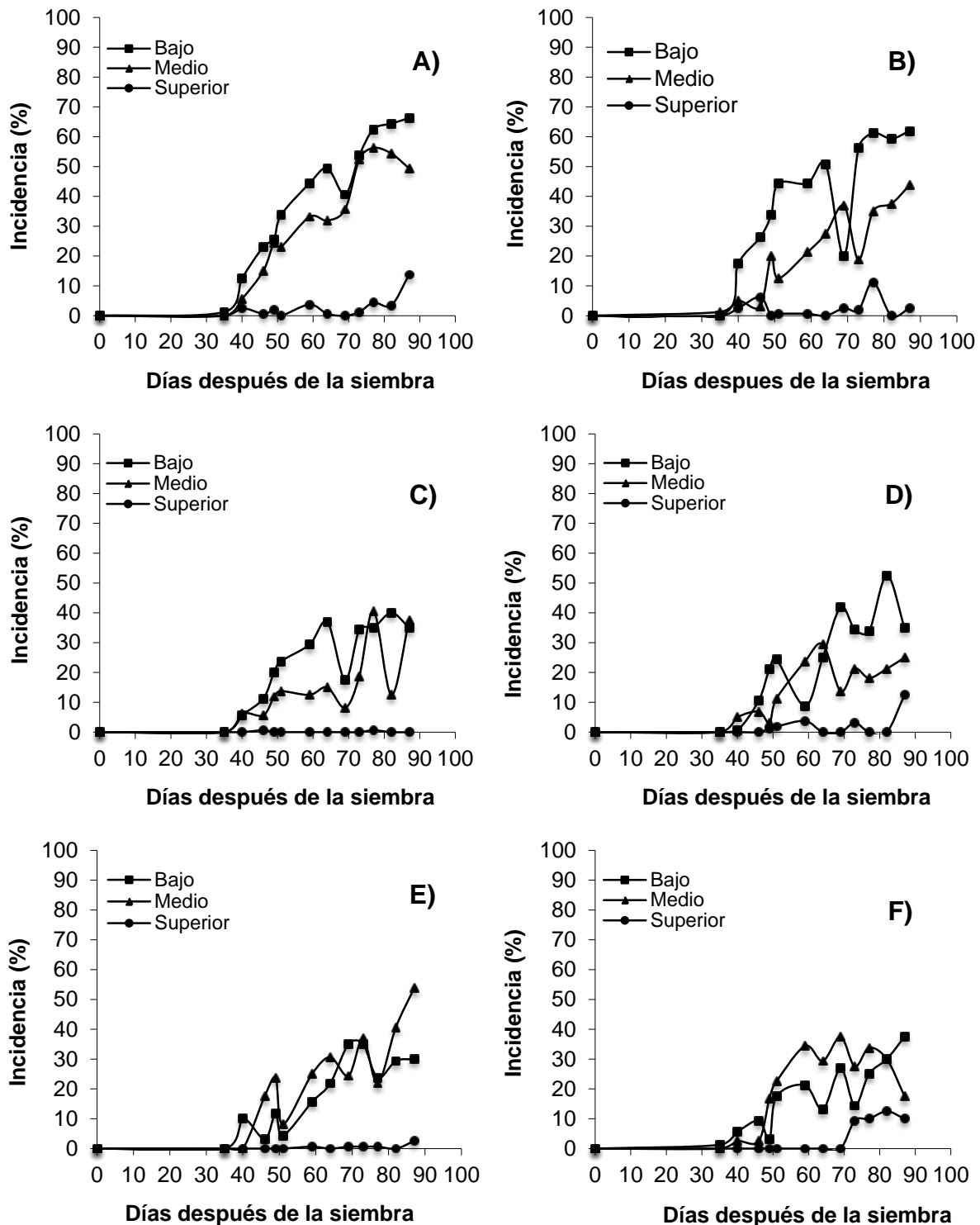


Figura 7. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

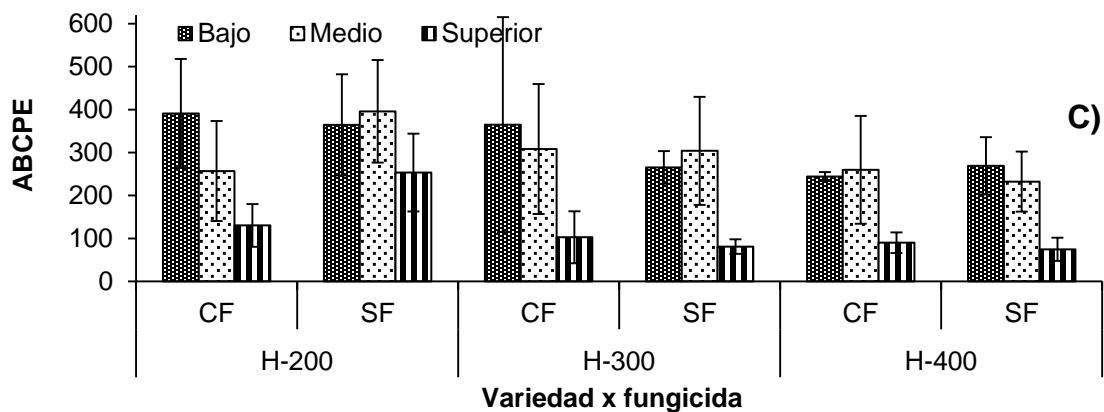
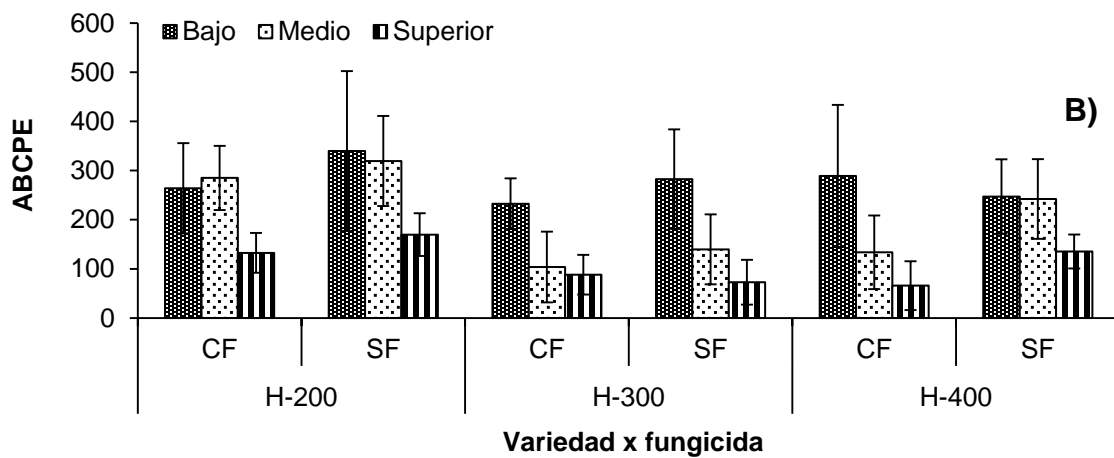
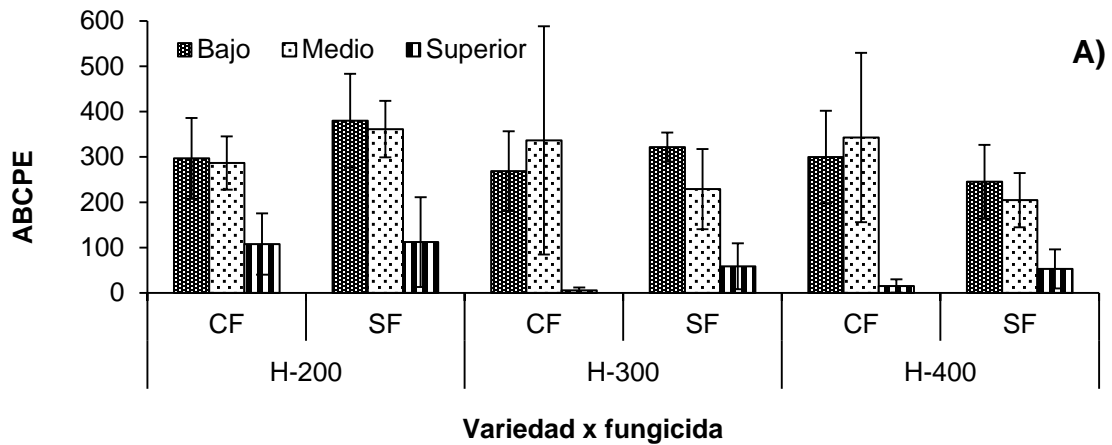


Figura 8. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) localidad 2 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

observados en la misma fecha de siembra en la localidad uno.

3. 1. 2 Fecha de siembra 2

3. 1. 2. 1 Severidad

En la localidad uno, fecha de siembra dos, la enfermedad inició en foliolos de los nudos 1 y 2 de todas las variedades, donde se concentró la mayor severidad y alcanzó valores máximos de hasta 10%, con picos variables según el genotipo de planta y el tratamiento con fungicida (Figura 9). En la variedad H-200 la aplicación de fungicida evitó la formación de picos de enfermedad en esos nudos, pero no la eliminó completamente (Figura 9A y B). En esta variedad la mancha “ojo de rana” fue observada hasta los nudos 16 a 18 sin que se detectara desarrollo subsecuente del patógeno en el follaje. En la variedad H-300, que sólo formó 14 nudos, también se detectó una reducción en los picos máximos de severidad por efecto de la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol, pero la enfermedad no fue suprimida por completo, ya que ésta fue observada hasta el nudo 13 (Figura 9C y D). Cabe señalar que la aplicación de fungicida en las variedades H-200 y H-300 causó una demora de 11 a 14 días en el inicio de la enfermedad (Figura 9A-C). En la variedad H-400, aunque no se detectó una supresión del pico máximo de severidad en el nudo uno, sí se observaron menores niveles generales de enfermedad debidos a la aplicación de fungicida (Figura 9E y F) y se detectaron síntomas hasta los nudos 12 y 13.

La máxima área bajo la curva del progreso de la severidad se observó en todos los casos en el nudo uno, con excepción de la variedad H-200 sin fungicida, donde el pico ocurrió en el nudo dos, y en la variedad H-400 sin fungicida, donde no se observó un solo pico de severidad (Figura 10). En la variedad H-200 el pico máximo de área bajo la curva se redujo de 180 unidades a 80 por efecto de la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol (Figura 10A y B) pero no hubo diferencias consistentes en el resto del follaje. Sin embargo, en la variedad H-300 y H-400 no se detectó efecto de estos tratamientos (Figura 10 C-F).

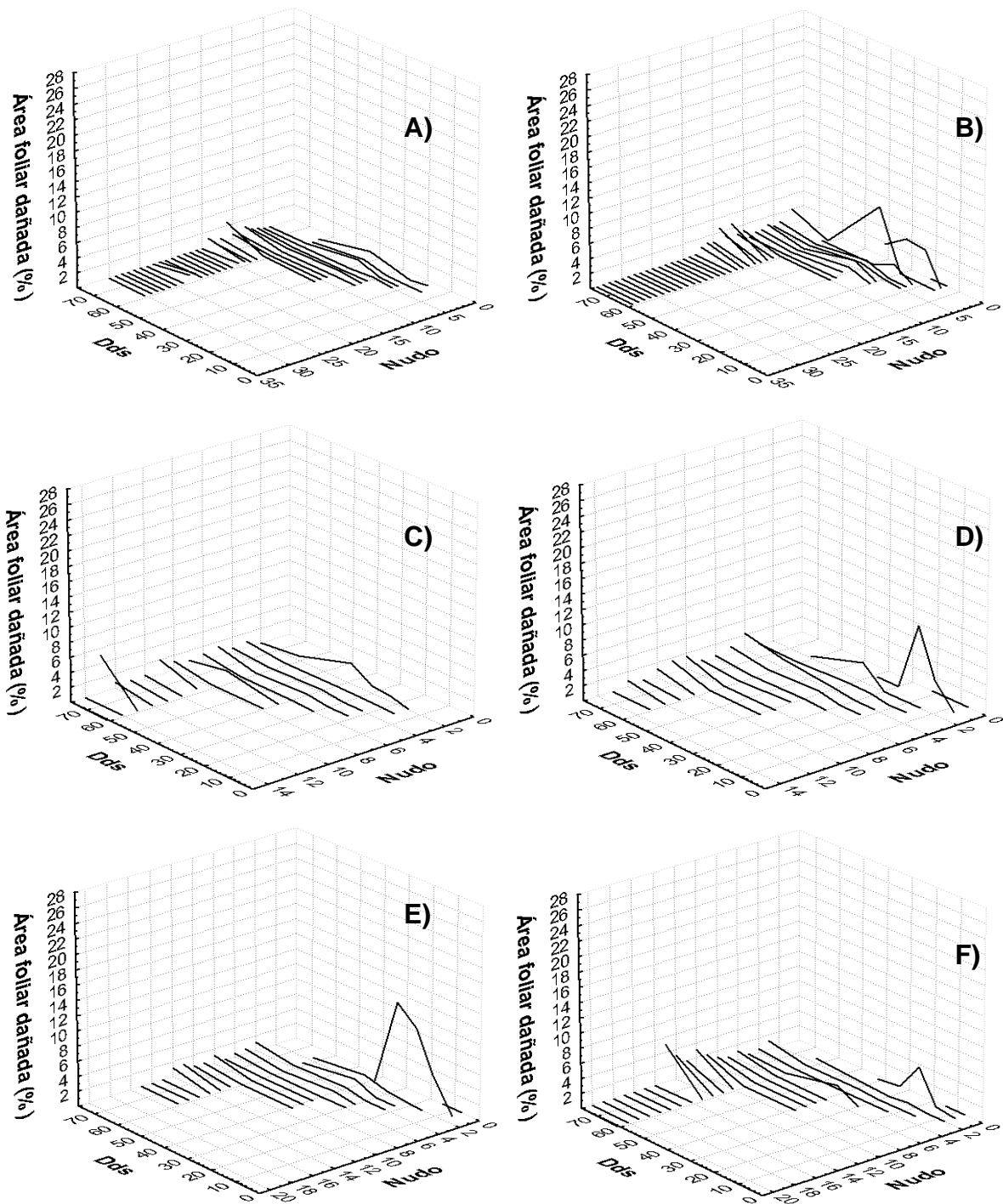


Figura 9. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en foliolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var.H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones .

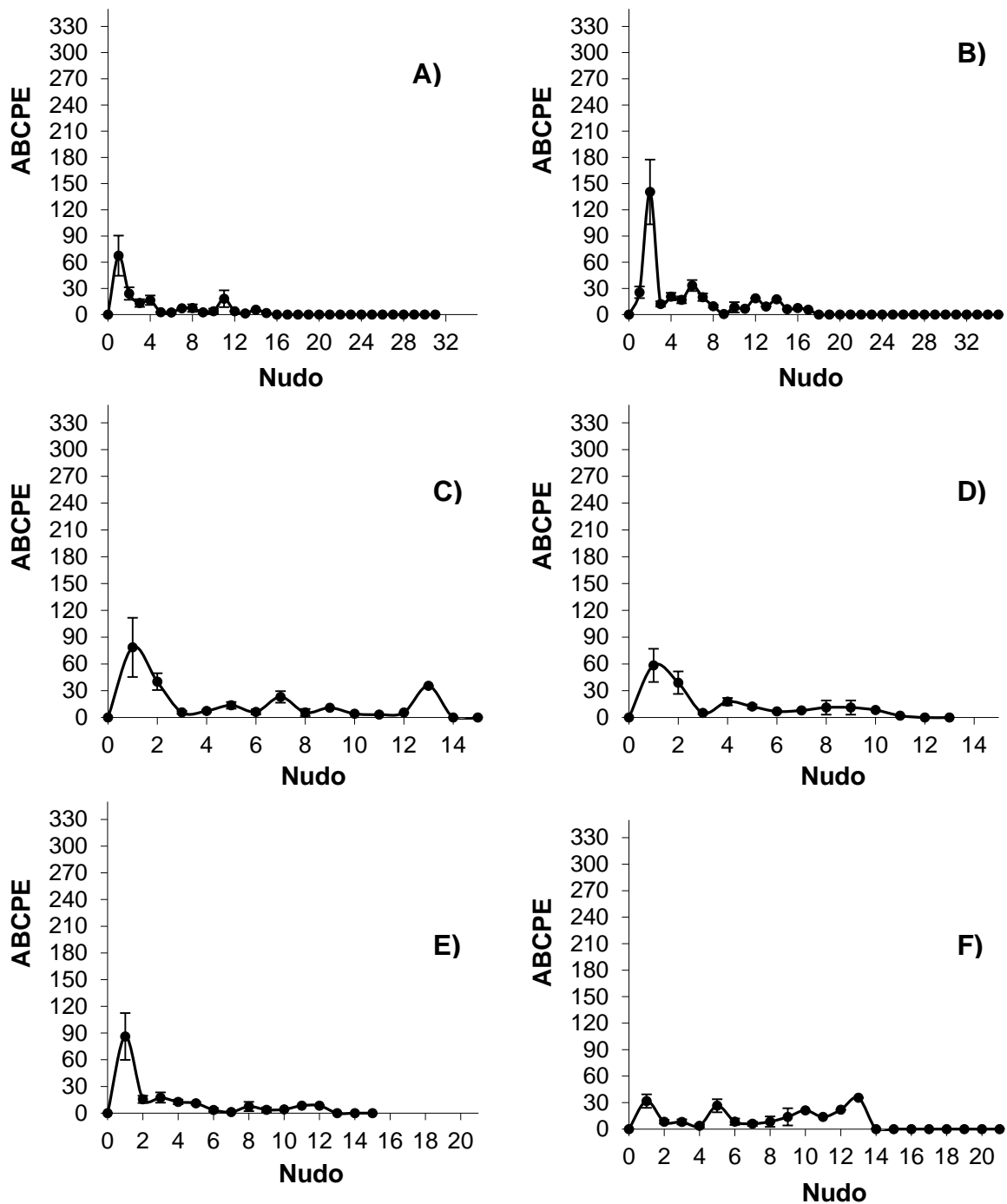


Figura 10. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas; A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

En la localidad dos, al igual que en la localidad uno de esta misma fecha de siembra, se observó un patrón de mayor severidad en las hojas del nudo uno que en las plantas de la fecha de siembra uno (Figura 1, 3, 9 y 11). Además, la severidad en estas hojas fue la máxima observada en todo el experimento, ya que se alcanzaron picos más altos que en las etapas previamente descritas, llegando a rebasar al 28 % en la variedad H-300 con fungicida. Sin embargo, no se observó un efecto claro del genotipo de planta ni de la aplicación de fungicida. La expresión de enfermedad en foliolos de nudos subsecuentes fue muy baja y no alcanzó valores mayores a 4% en cualquiera de los casos. Cabe además señalar que, de manera similar a lo observado en la variedad H-300 sin fungicida en la fecha de siembra uno, localidad uno (Figura 1D), en esta segunda fecha de siembra y localidad uno, ocurrió un proceso de defoliación en todas las variedades y tratamientos a la altura de los nudos inferiores (Figura 11), la cual fue más severa en la variedad H-200, donde la pérdida de follaje ocurrió en los nudos dos a seis, a partir de los cuarenta días después de la siembra (Figura 11A y B). No hubo un efecto claro de la aplicación de fungicidas en ninguno de los casos.

El mayor porcentaje de severidad observado en esta localidad, respecto a la localidad uno y fechas de siembra previas, se vio también reflejado en valores más altos de área bajo la curva de progreso de la enfermedad en todos los casos (Figura 12), pero al igual que en la localidad uno de esta misma fecha de siembra, la mayor área bajo la curva ocurrió en el nudo uno en todos los casos, con excepción de la variedad H-200 tratada con fungicida, donde además de un pico inicial en el nudo uno, se observó un segundo pico al nivel del nudo tres (Figura 12A).

3. 1. 2. 2 Incidencia

A diferencia de lo observado en la fecha de siembra uno, donde se detectó un patrón de desarrollo sigmoideal, en la fecha de siembra dos, localidad uno, el desarrollo de la incidencia de *C. sojina* siguió un patrón exponencial en todas las variedades y tratamientos, con excepción de la variedad H-200 sin fungicida, donde se observó un caída en los valores finales de porcentaje de foliolos afectados y en la

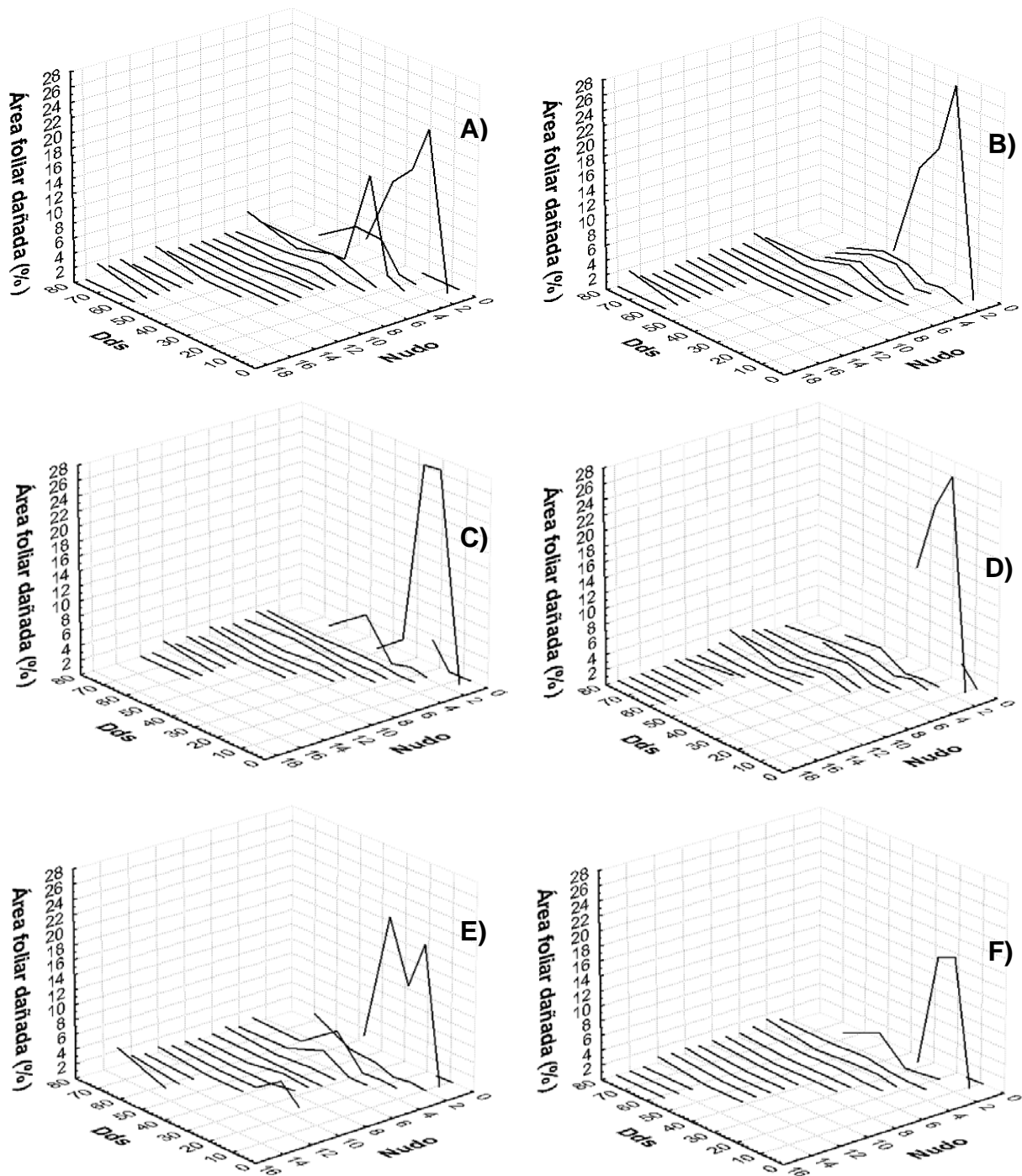


Figura 11. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

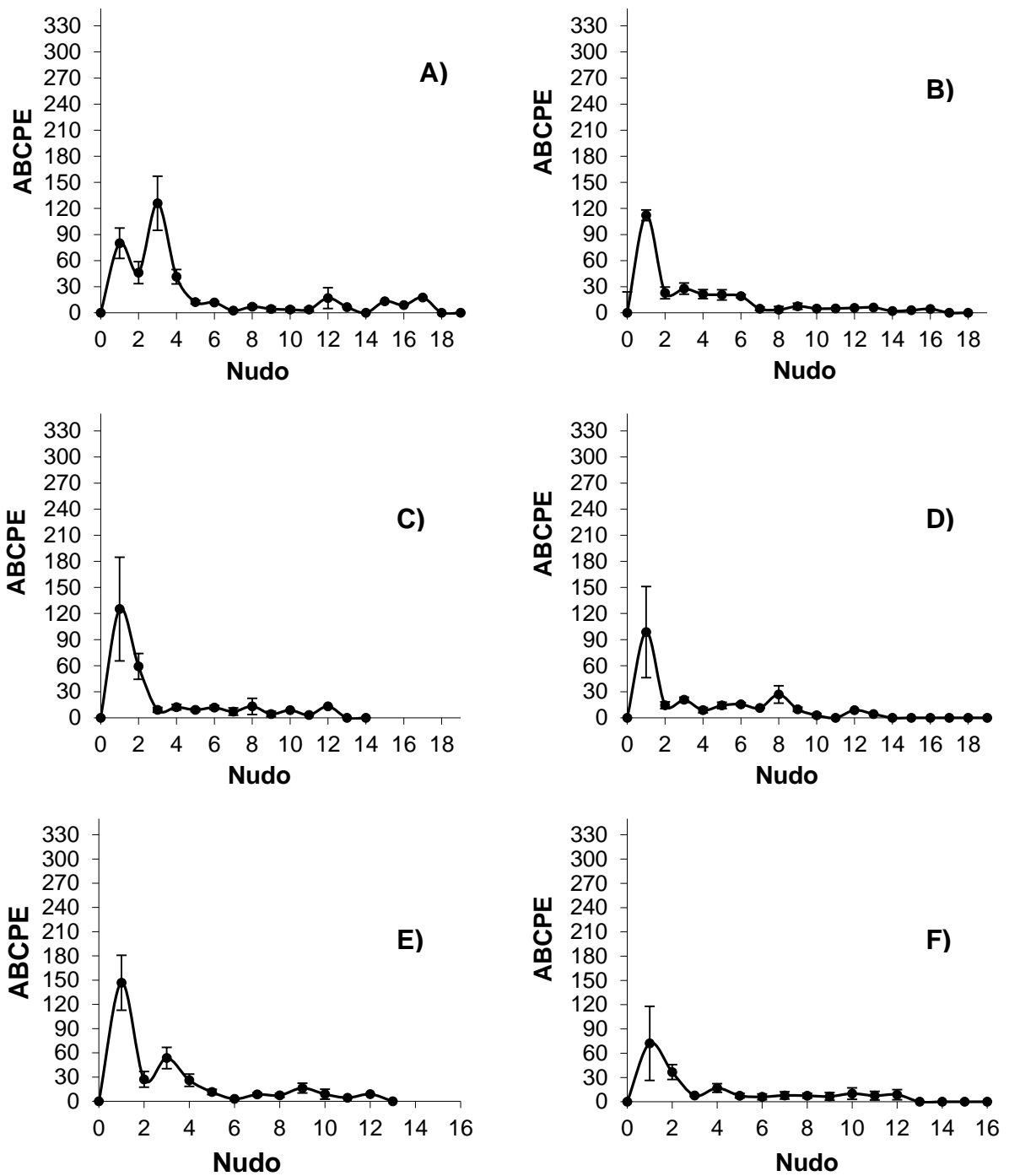


Figura 12. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

variedad H-400 sin fungicida, donde la tendencia fue lineal en el tercio bajo del dosel (Figura 13). Los valores de incidencia de la mancha “ojo de rana” fueron más altos en la variedad H-200 que en la H-300 y H-400. En el primer caso la incidencia máxima llegó a 60-70% hacia el final del ciclo, mientras que en los otros dos alcanzaron niveles máximos de 40 a 50%. En todos los casos la incidencia de esta enfermedad fue mayor en el tercio bajo del dosel, con valores intermedios en el tercio medio y muy bajos durante la mayor parte del ciclo en el tercio superior, para después incrementarse al final de este. En esta fecha de siembra y localidad no se detectó efecto de la aplicación de fungicidas en el porcentaje de folíolos dañados.

Al analizar el área bajo la curva del desarrollo de la incidencia para la fecha de siembra dos, localidad uno, se confirmó el patrón general de mayor enfermedad en los tercios bajos del dosel; enfermedad intermedia en el tercio medio y menor área bajo la curva en el tercio superior (Figura 6B). Sólo en la variedad H-300 sin fungicida la cantidad de enfermedad fue similar en los tercios bajo y medio.

En la localidad dos, fecha de siembra dos, se observó el mismo patrón de desarrollo de la incidencia detectado para la misma fecha de siembra en la localidad uno (Figura 14), con mayor severidad en la variedad H-200 que en las H-300 y 400, sin diferencias significativas entre éstas últimas, la misma caída al final del ciclo en la incidencia de la variedad H-200 sin fungicida (Figura 14B) y un patrón lineal en el desarrollo de esta variable en el tercio bajo de la variedad H-400 (Figura 14F).

Al evaluar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la incidencia, se detectó un mismo patrón general de mayor enfermedad en el tercio bajo de las plantas de todos los tratamientos, con excepción de la variedad H-200 con fungicida y H-400 sin fungicida, donde los promedios del tercio bajo y medio fueron similares (Figura 8B). Los valores de área bajo la curva observados en esta localidad y fecha de siembra cayeron dentro de los rangos detectados previamente en la fecha de siembra uno, con menores incidencias en el tercio superior y sin efectos claros de la aplicación de fungicidas.

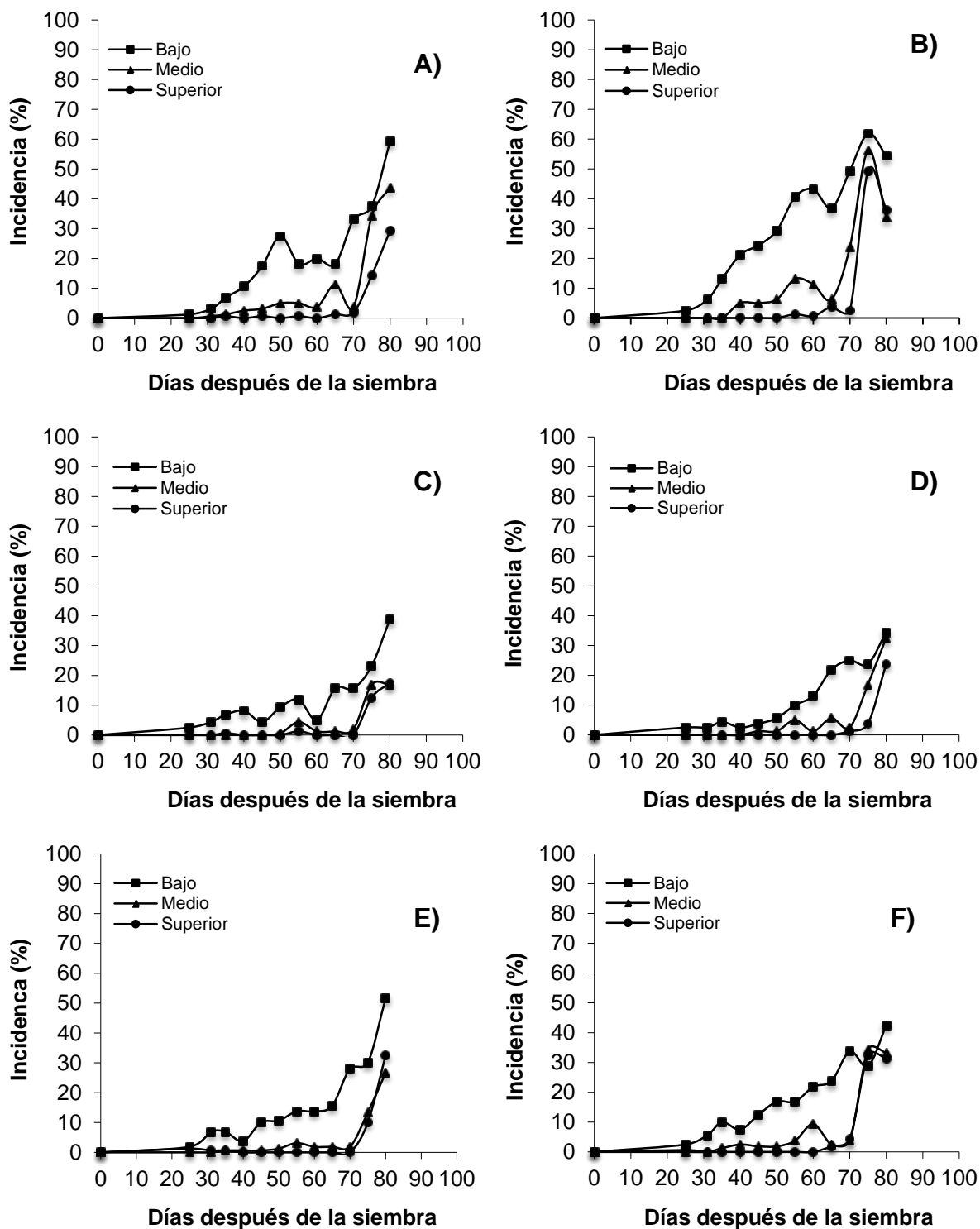


Figura 13. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

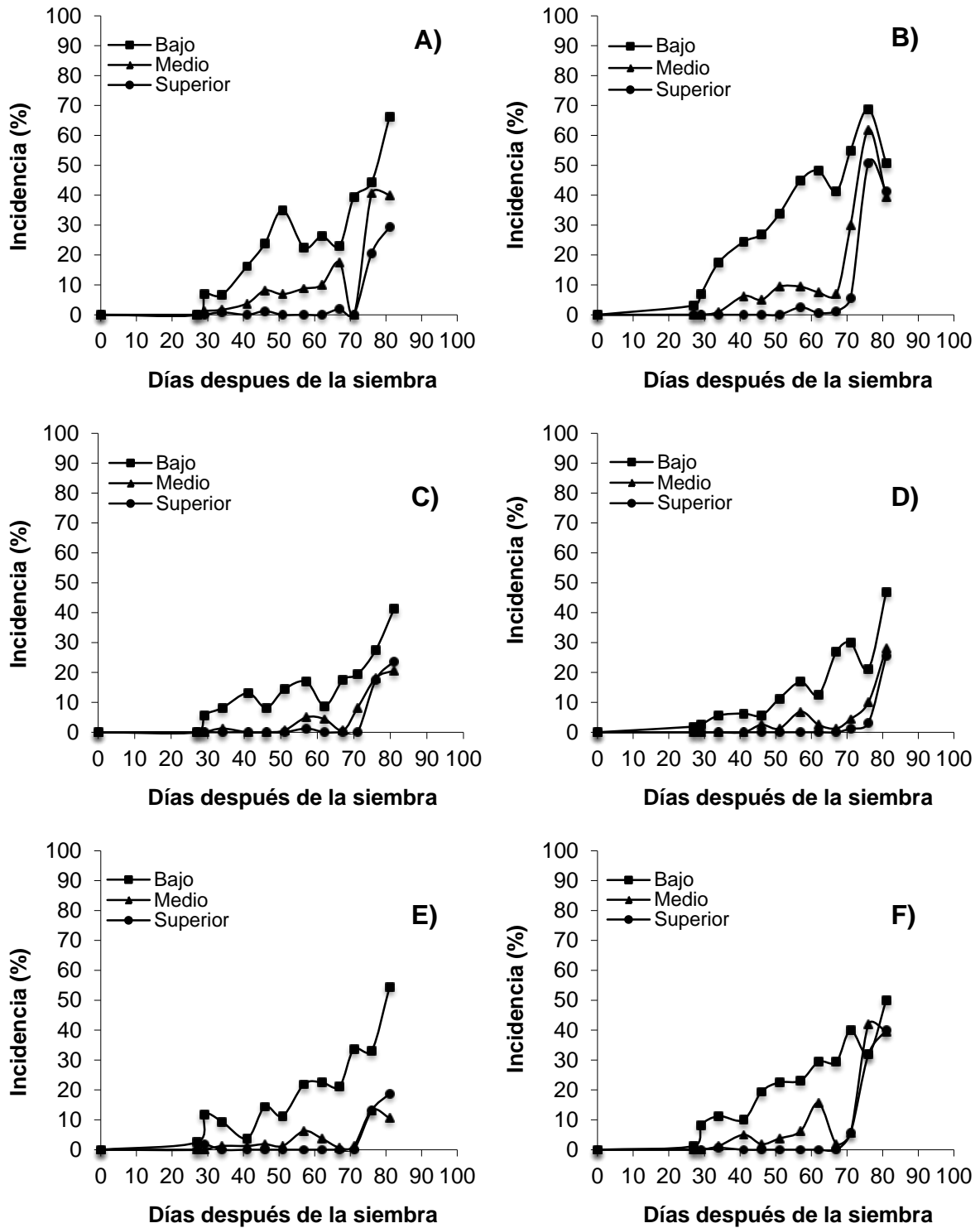


Figura 14. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

3. 1. 3 Fecha de siembra 3

3. 1. 3. 1 Severidad

En la fecha de siembra tres, la severidad de la enfermedad fue notoriamente menor que la observada en las fechas de siembra previas (Figura 15 y 16 vs Figura 1, 3, 9 y 11). El área foliar dañada se ubicó de manera dispersa en el follaje sin que se detectaran picos conspicuos en el follaje de nudos inferiores. Los niveles de severidad en general no alcanzaron valores mayores de 2%. Al evaluar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la severidad a nivel de cada nudo, la cantidad de enfermedad no rebasó las 90 unidades en la mayoría de los casos y no se detectó un pico en el follaje de nudos inferiores sino picos pequeños de ubicación variable en el dosel. No se detectaron diferencias atribuibles al genotipo de planta ni efectos de la aplicación de fungicidas en ambas localidades (Figura 17 y 18).

3. 1. 3. 2 Incidencia

El patrón de desarrollo de la incidencia en la localidad uno varió de predominantemente sigmoideal a linear, con una caída al final del ciclo en los tratamientos sin fungicida de las variedades H-200 y H-400 (Figura 19). El valor de esta variable fue nuevamente mayor en la variedad H-200 que en las H-300 y H-400 (Figura 19 A y B) pero los niveles alcanzados fueron menores a los observados en etapas previas (Figura 5 A y B; 7 A y B; 13 A y B; y 14 A y B). De manera similar a lo detectado en fechas previas, la incidencia fue mayor en el tercio bajo que en los tercios medio y superior de las plantas y no se observaron efectos de la aplicación de fungicidas.

Al evaluar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la incidencia en la localidad uno, se detectó el mismo patrón general de mayor área promedio en el tercio bajo que en los tercios medio y superior (Figura 6C), sin efectos de la aplicación de fungicidas; pero en este caso los promedios fueron considerablemente menores que los observados en fechas de siembra previas de la misma localidad.

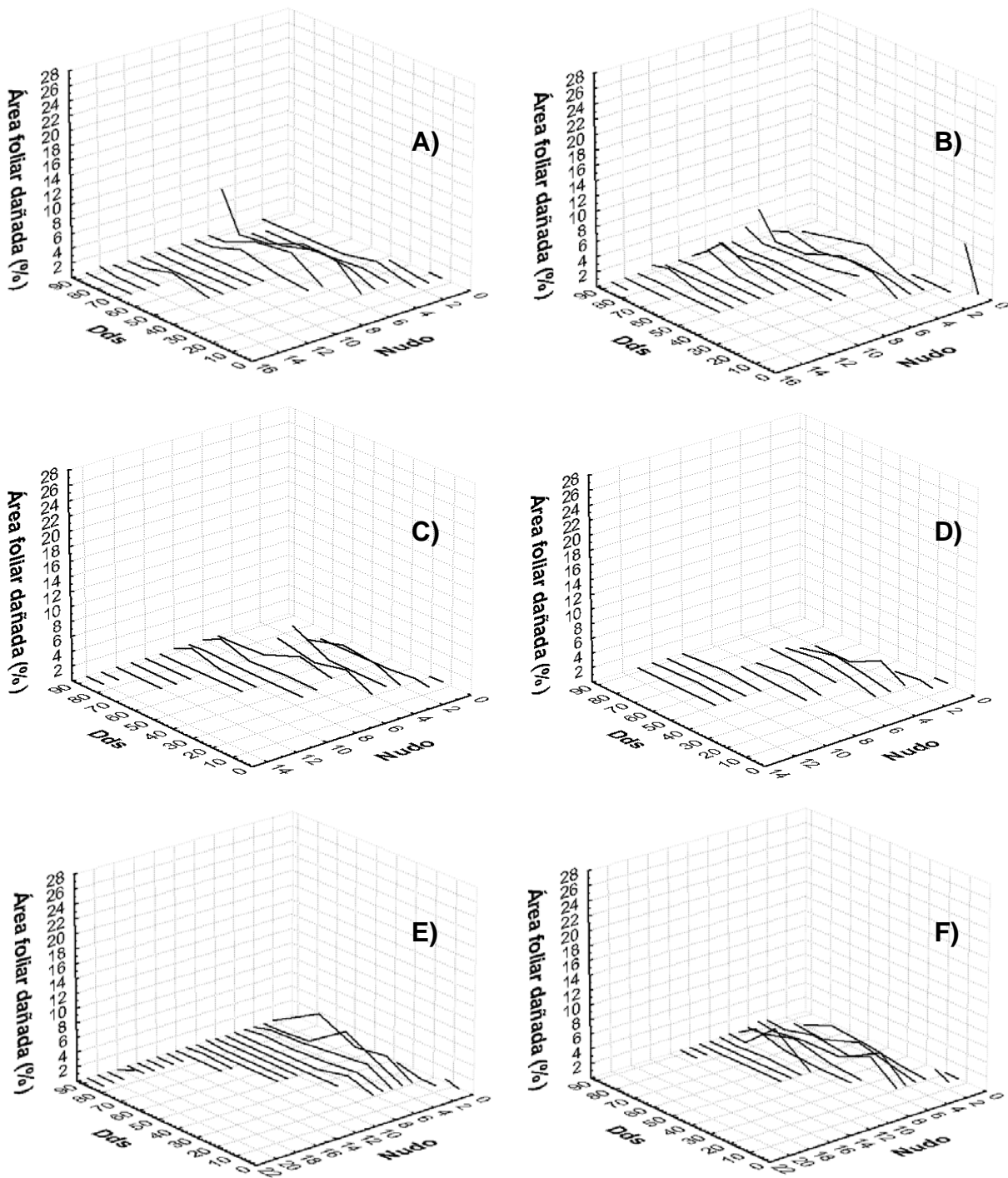


Figura 15. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

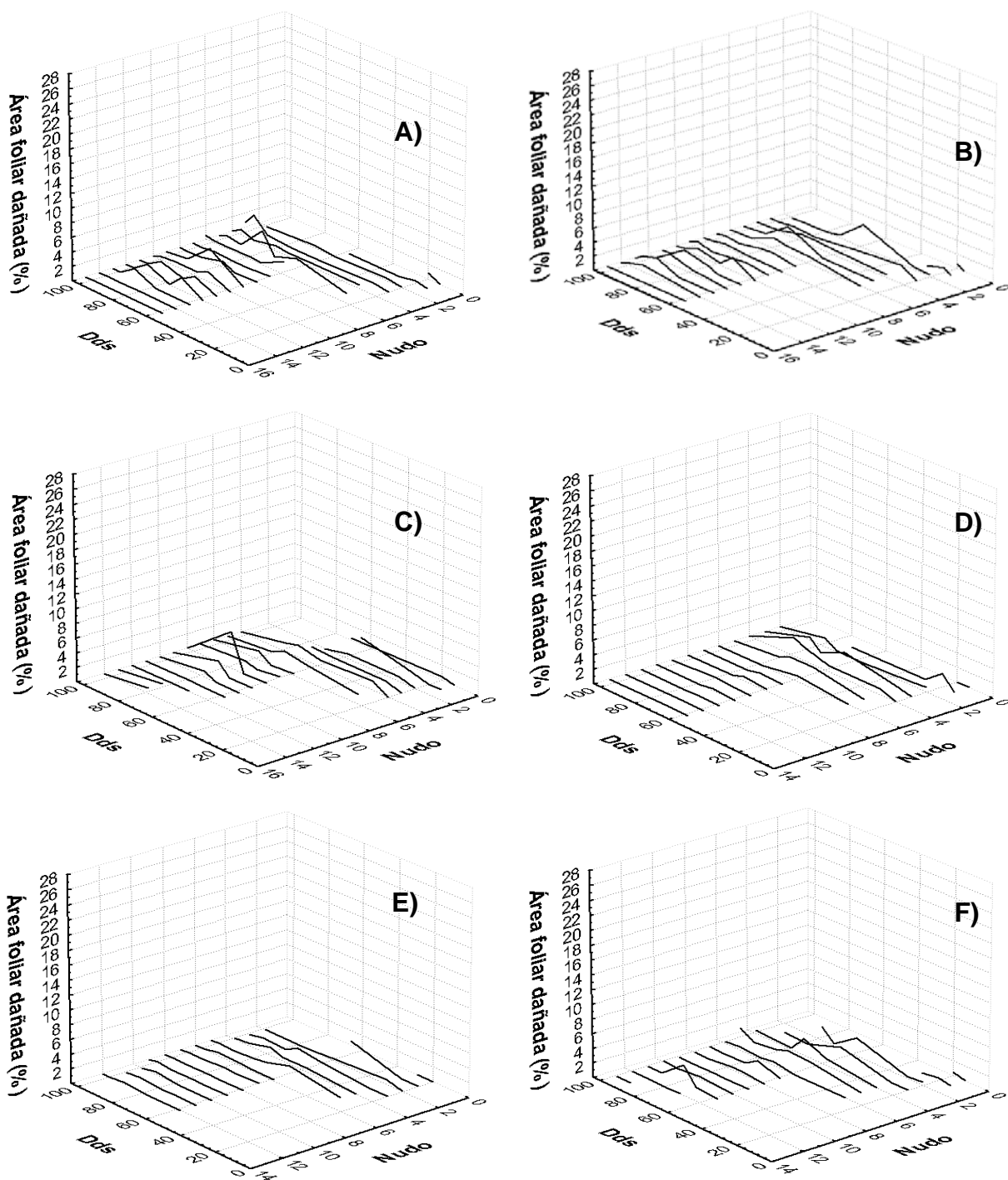


Figura 16. Dinámica de la severidad de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.); H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

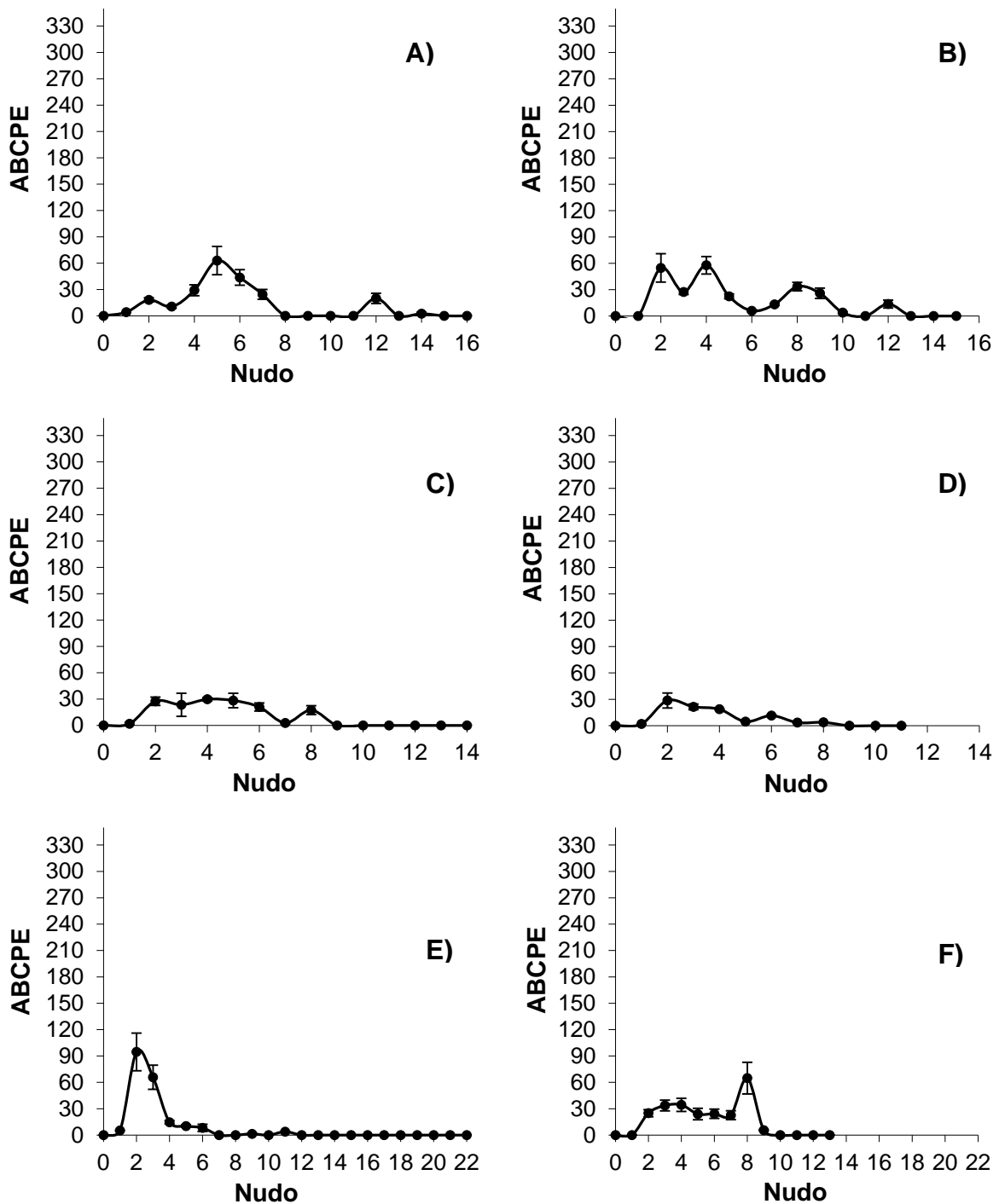


Figura 17. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, piraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

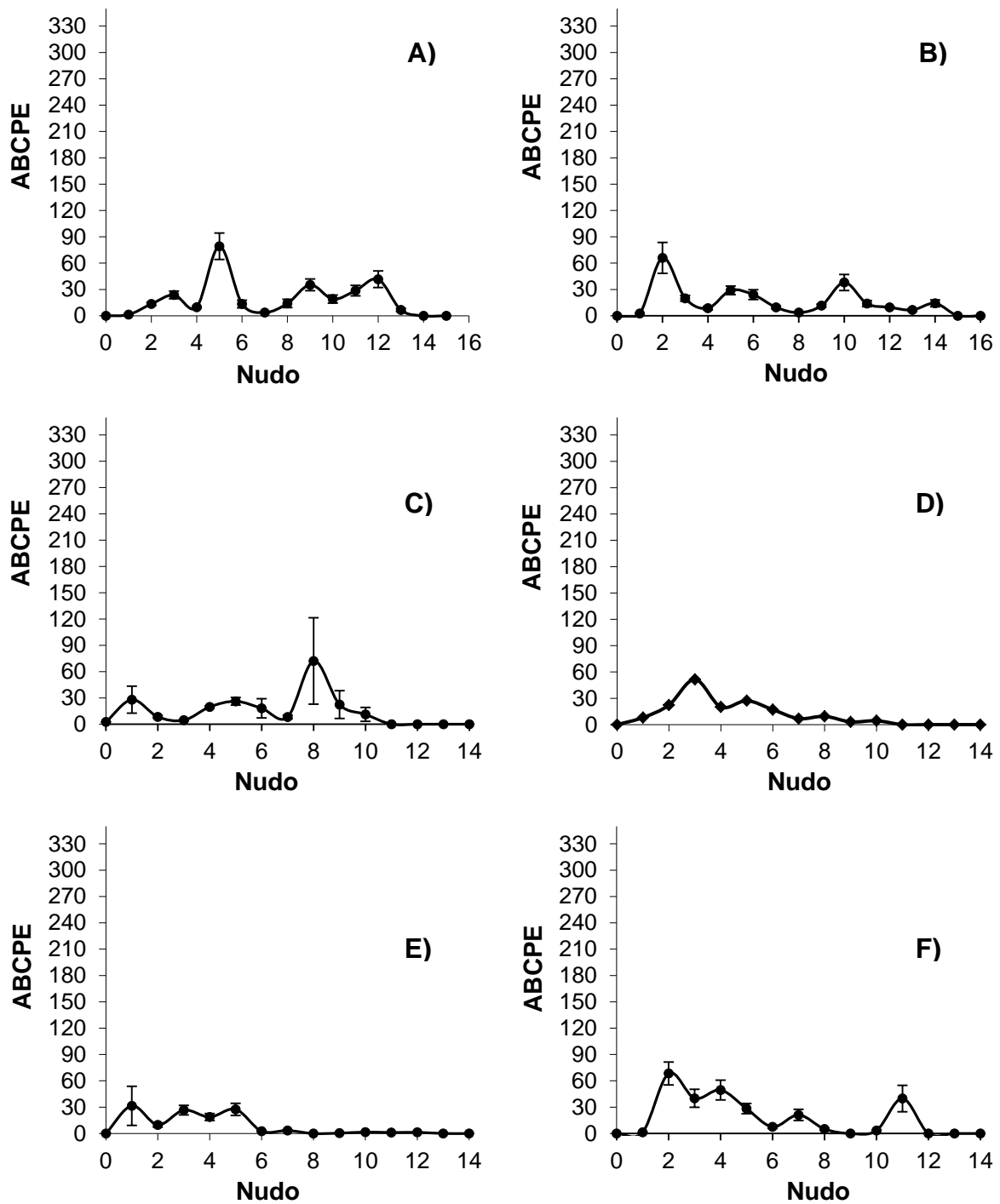


Figura 18. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

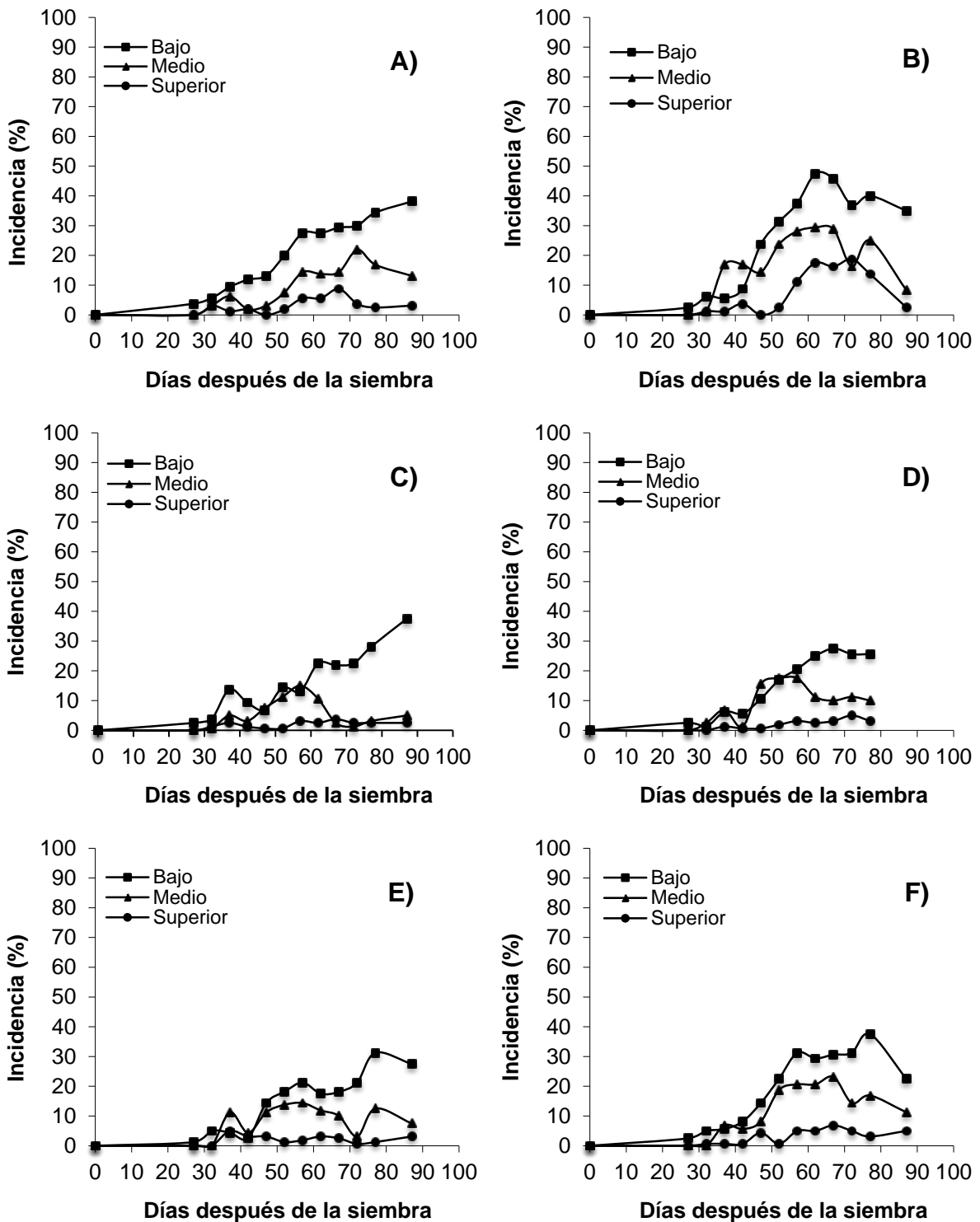


Figura 19. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soja (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

A diferencia de lo observado en localidades y fechas de siembra previas, la incidencia de la mancha “ojo de rana” en la localidad dos, fecha de siembra tres, siguió un patrón más variable, con incrementos graduales durante la primera mitad del ciclo, una estabilización en etapas intermedias y caídas con algunos repuntes hacia el final de este (Figura 20). No obstante, la incidencia fue en general mayor en la variedad H-200 que en las H-300 y H-400. De manera similar a lo observado previamente, el valor de esta variable tendió a ser mayor en el tercio bajo de las plantas en la mayoría de los casos y menor en el tercio superior, pero hacia el final del ciclo del cultivo en las variedades H-200 y H-300 la incidencia del tercio medio superó o igualó a la del tercio bajo (Figura 20 A-D). No se observó efecto de la aplicación de fungicidas.

En esta fecha de siembra y localidad (dos), el área bajo la curva del progreso de la incidencia tendió a ser mayor en la variedad H-200 que en las otras dos (Figura 8C); incluso resultó más alta que la observada en fechas de siembra previas. No se detectaron diferencias en esta variable entre los tercios bajos y medios pero sí entre estos dos y el tercio superior, que tuvo valores menores. Al igual que en otras variables, no se detectaron efectos de la aplicación de fungicidas.

3. 2 Mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*)

3. 2. 1 Fecha de siembra 1

3. 2. 1. 1 Severidad

En la localidad uno, la mancha marrón inició a los 63 dds y la enfermedad se detectó a partir de los nudos dos y tres (Figura 21). El porcentaje de área foliar dañada se incrementó subsecuentemente hasta un nivel que dependió de la variedad. El genotipo H-300 tuvo mayor severidad que los cultivares H-200 y H-400. En el H-200 la enfermedad se observó entre los nudos 2 y 19 y alcanzó un máximo de 4% de área foliar dañada (Figura 21A y B). En la variedad H-300 la enfermedad afectó foliolos de los nudos 3 al 15 con mayores valores en los nudos 12 a 15, donde el porcentaje del área foliar dañada llegó hasta un máximo de 12% (Figura 21C y D). En el genotipo H-400 los síntomas aparecieron en el follaje formado a

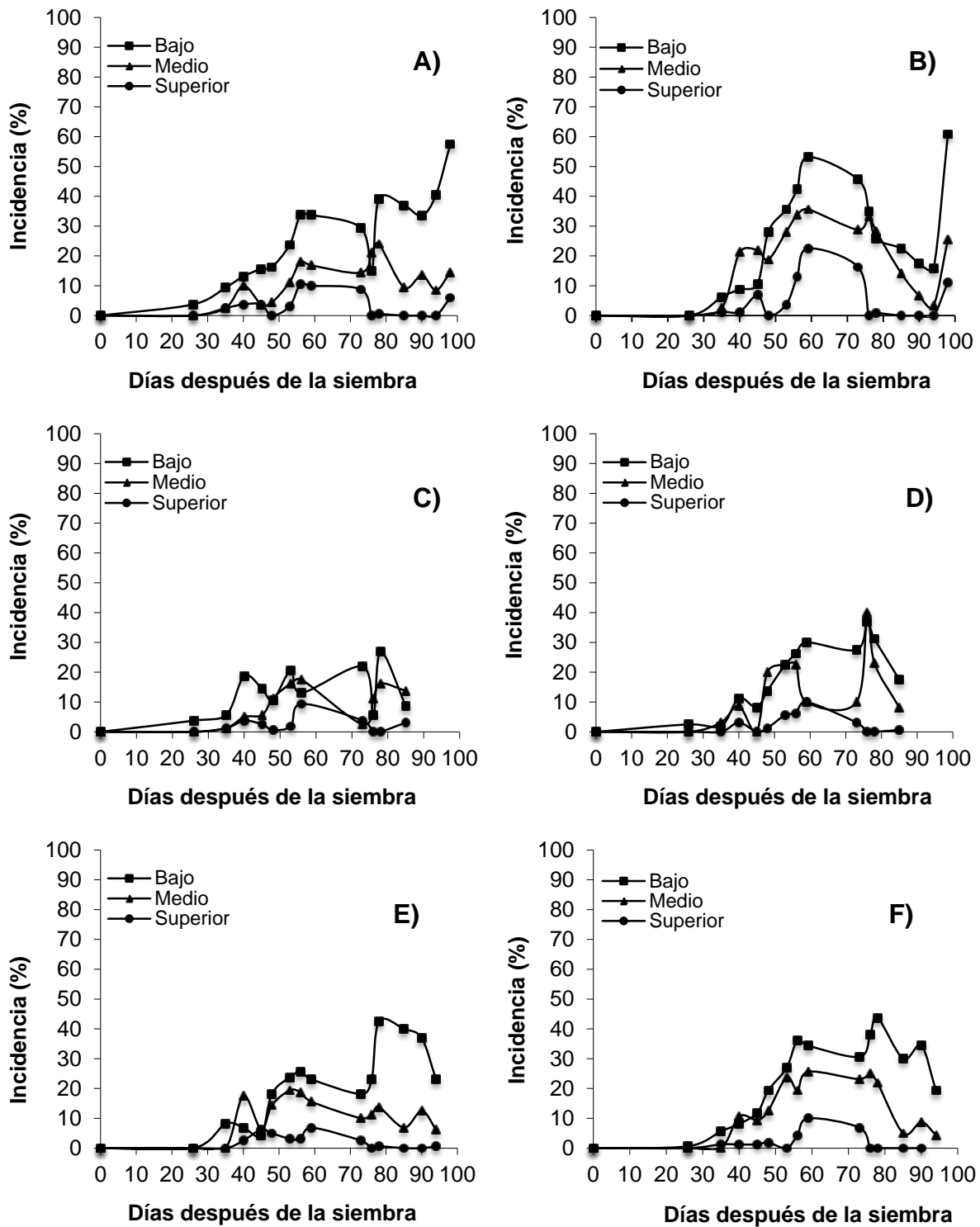


Figura 20. Incidencia de la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

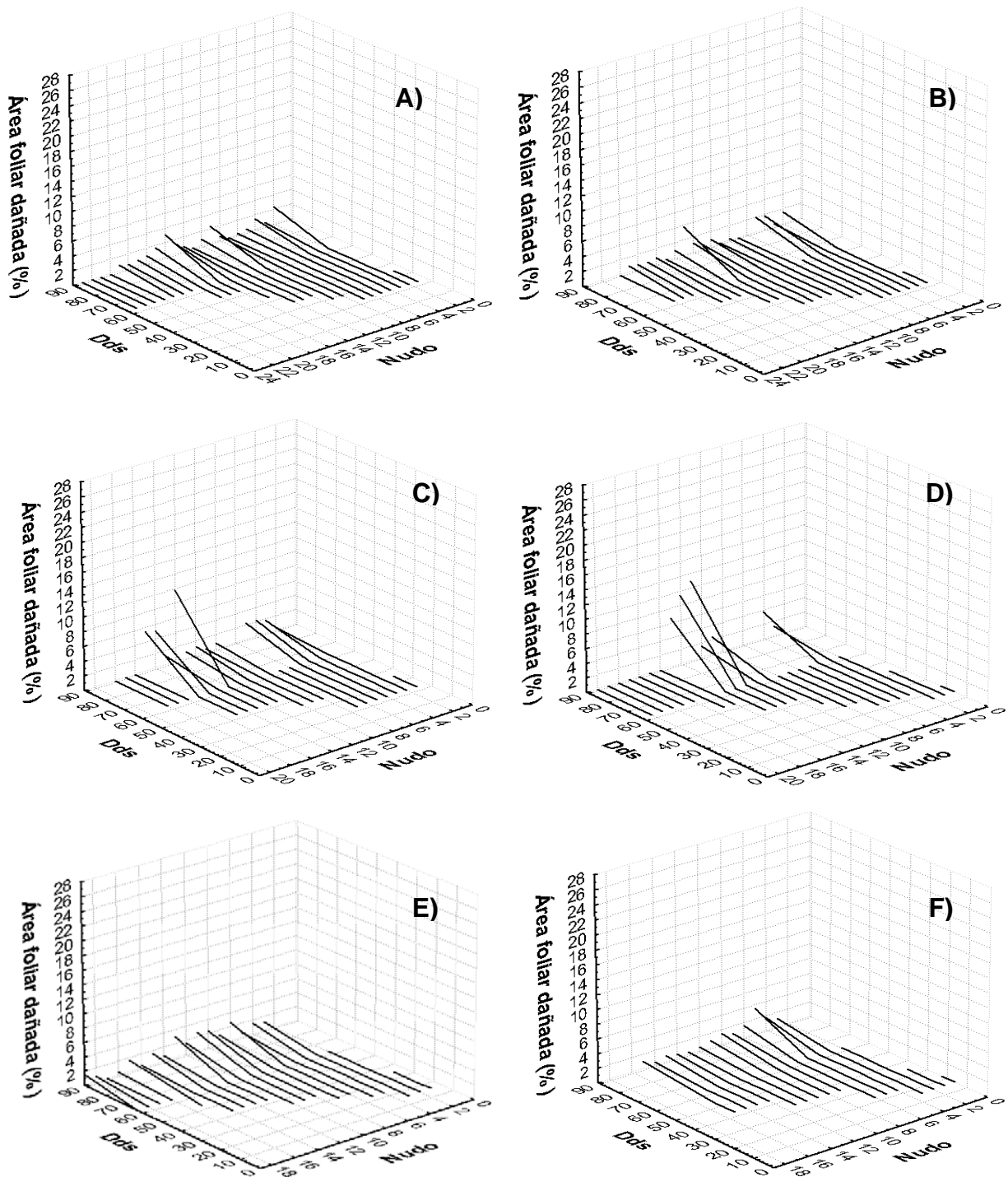


Figura 21. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

partir del tercer nudo y el porcentaje se mantuvo debajo de 4% (Figura 21E y F). No se detectaron efectos de la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol en esta variable.

Al evaluar el área bajo la curva del progreso de la severidad, también en el genotipo H-300 se observó mayor cantidad de enfermedad que en los cultivares H-200 y H-400 (Figura 22). En el genotipo H-300 los niveles alcanzados por el ataque de este patógeno llegaron hasta 130-150 unidades (Figura 22C y D), mientras que en las variedades H-200 y H-400 el daño fue menor y no superó las 60 unidades en cada nudo (Figura 22A-B y E-F). En la variedad H-300 los picos máximos del área bajo la curva ocurrieron entre los nudos 11 a 14 (Figura 22C y D), mientras que en los genotipos H-200 y H-400 la enfermedad tuvo picos más bajos que en la variedad H-300 y dispersos en todo el follaje (Figura 22A-B y E-F). No se observó efecto de la aplicación de los fungicidas en esta variable.

En la localidad dos, la mancha marrón de la hoja ocurrió en las tres variedades evaluadas, pero su severidad fue menor a la observada en la localidad uno (Figura 22 y 23). Al igual que en esta última localidad, la enfermedad inició aproximadamente 60 dds en la mayoría de los casos. El hongo afectó principalmente folíolos de los nudos 2 a 16 pero la severidad se mantuvo en general menor al 4% y en casos excepcionales llegó a 8%. No se detectaron efectos de la aplicación de fungicidas en esta variable.

Al evaluar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la severidad se confirman las tendencias descritas anteriormente, ya que la cantidad de enfermedad se mantuvo por debajo de 30 unidades, con excepción del nudo tres de la variedad H-200 sin y con fungicida, que tuvo un valor de 70 unidades y la H-400 sin fungicida, que alcanzó 120 unidades en folíolos del nudo 15 (Figura 24).

3. 2. 1. 2 Incidencia

En la localidad uno, la incidencia de la mancha marrón de la hoja se mantuvo en valores cercanos al cero al inicio del ciclo, sin embargo, a partir los 73 dds la

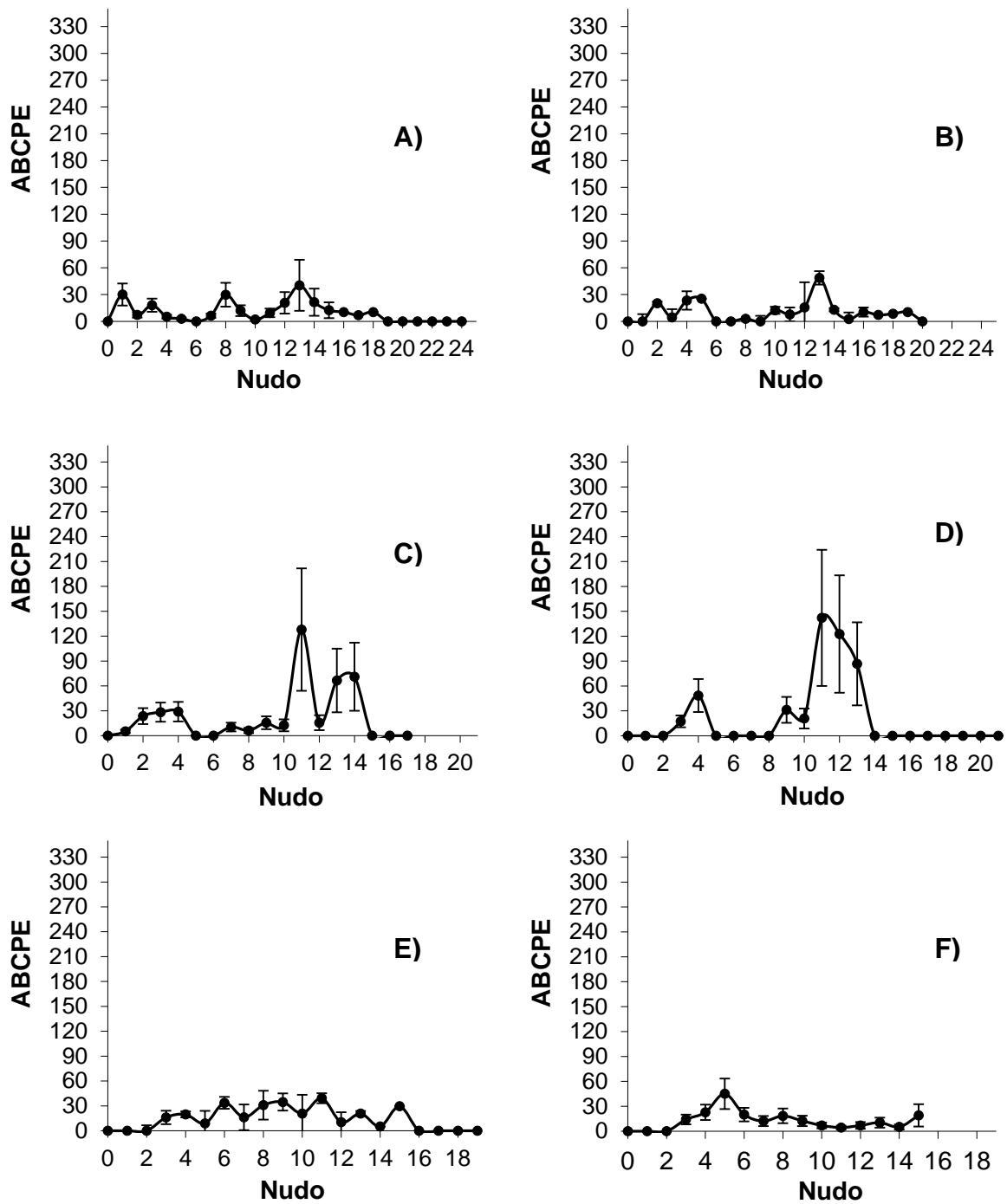


Figura 22. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycinis*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

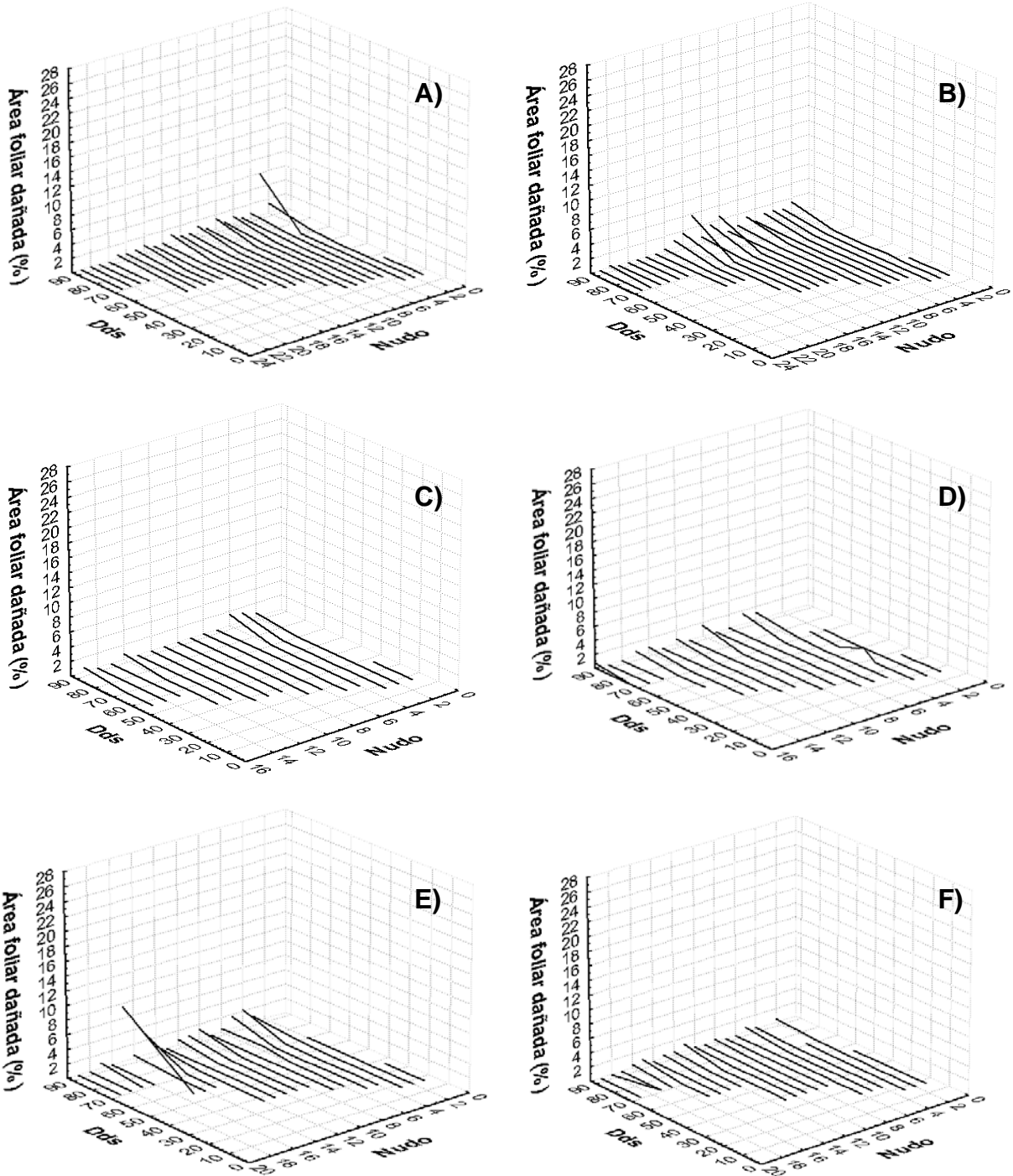


Figura 23. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010, Promedios de cuatro repeticiones.

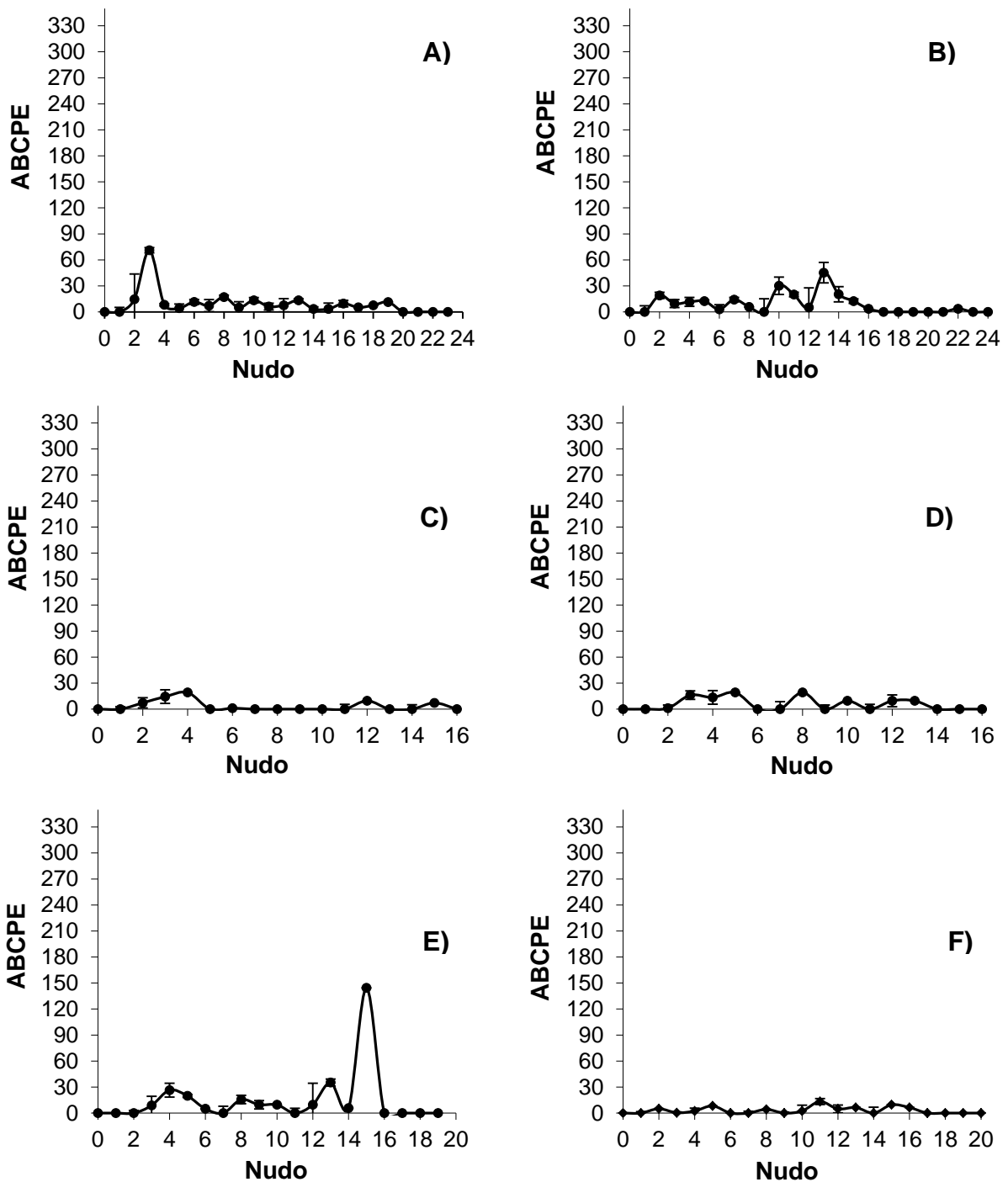


Figura 24. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

enfermedad se incrementó y alcanzó porcentajes variables según la variedad cultivada (Figura 25). La variedad H-200 tuvo mayor incidencia que los otros dos cultivares. El mayor porcentaje de folíolos afectados por *S. glycines* se observó en el tercio bajo de las variedades H-200 y H-400, con valores menores en los tercios medio y superior del dosel (Figura 25). En la variedad H-300 la incidencia en el tercio medio alcanzó un máximo de 40%, el cual superó a lo observado en los tercios bajo y superior (Figura 25 C-D). No se observó efecto de la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol en esta variable.

El área bajo la curva del progreso de la incidencia en la localidad uno resultó significativamente menor en la variedad H-300 que en las H-200 y H-400 (Figura 26A) y este valor fue aún menor donde se aplicaron fungicidas. La variedad H-200 tuvo el área bajo la curva más alta, con una tendencia a un mayor valor en los tratamientos sin fungicida, donde el área fue igual en los tercios bajo, medio y superior. Por su parte, la variedad H-300 tuvo valores intermedios, sin un efecto claro de la aplicación de fungicidas y una tendencia a menor área bajo la curva en los tercios medio y superior de las plantas.

En la localidad dos, fecha de siembra uno, la mancha marrón inició a partir del día 70 dds en todos los genotipos evaluados, y en todos los casos, con excepción de la variedad H-200 sin fungicida, la mayor incidencia ocurrió en el tercio bajo de las plantas, con valores intermedios en el tercio medio y más bajos en el tercio superior (Figura 27). La incidencia resultó más alta en la variedad H-200 que en la H-300 y H-400 (Figura 27A, D y F). En el primer caso, el porcentaje de folíolos dañados llegó a 50% en el tercio bajo, mientras que en los otros dos genotipos fue de 20 y 40%, respectivamente. En estos dos últimos genotipos y en el tercio medio de la H-200 con fungicida se observó una caída en la incidencia al final del ciclo en todos los tercios de la planta, al grado de que la incidencia final llegó a valores menores al 20% (Figura 27A, C-F). La aplicación de fungicidas no produjo variaciones significativas en el porcentaje de incidencia de este patógeno.

Los rangos observados de área bajo la curva del progreso de la incidencia de mancha marrón de la hoja para esta localidad fueron muy semejantes a los observados en la localidad uno, misma fecha de siembra (Figura 26A y 28A).

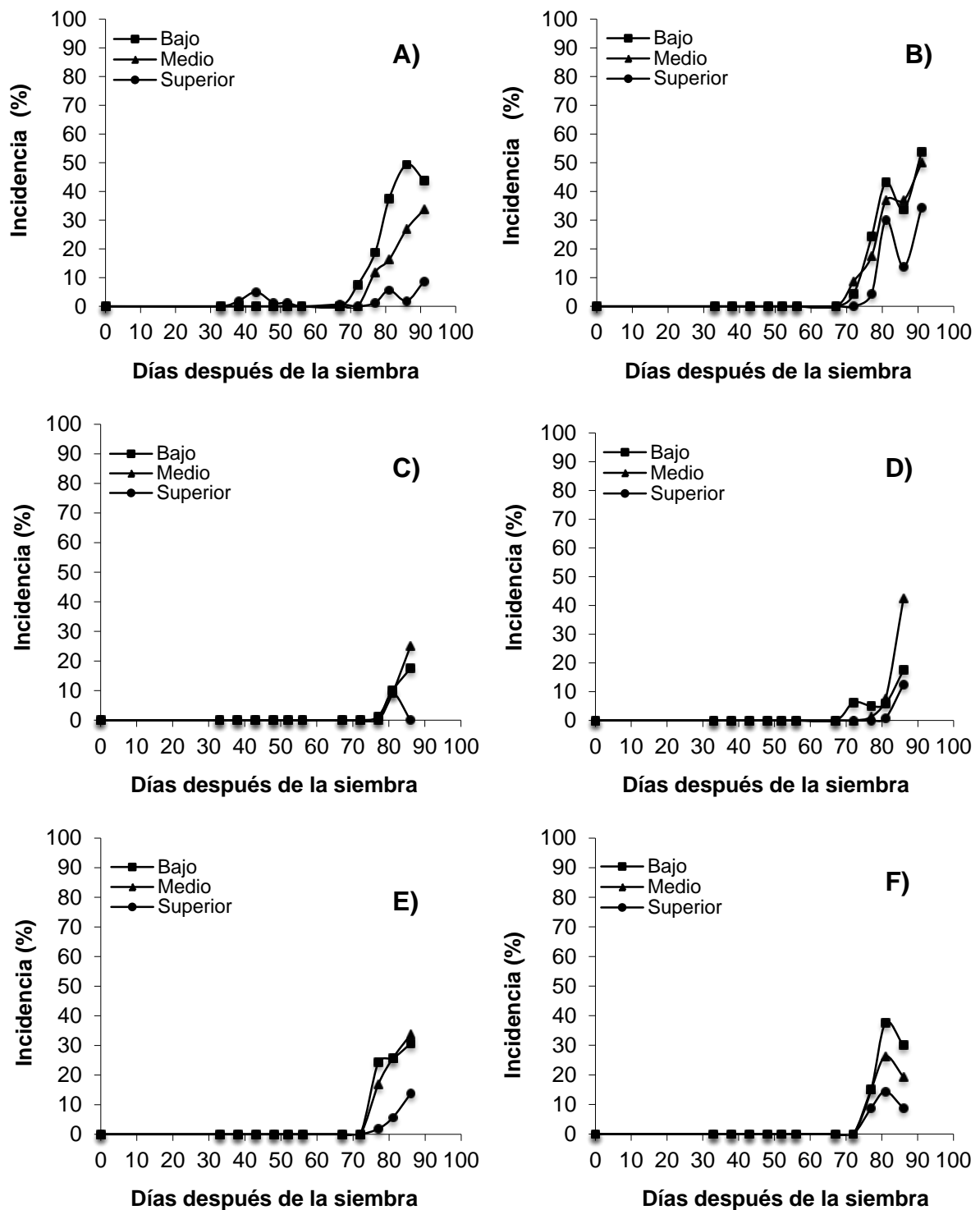


Figura 25. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycine*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

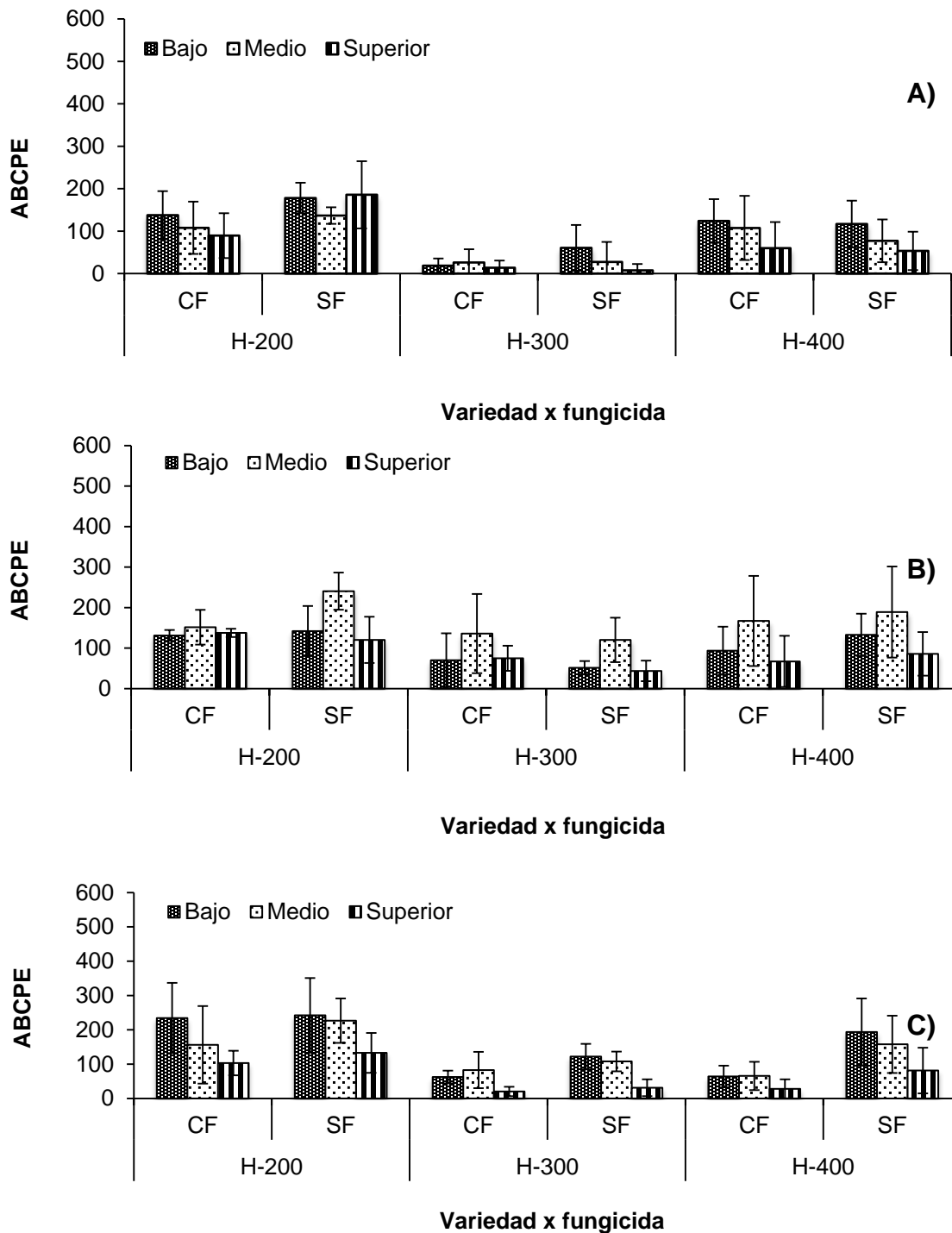


Figura 26. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF) del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

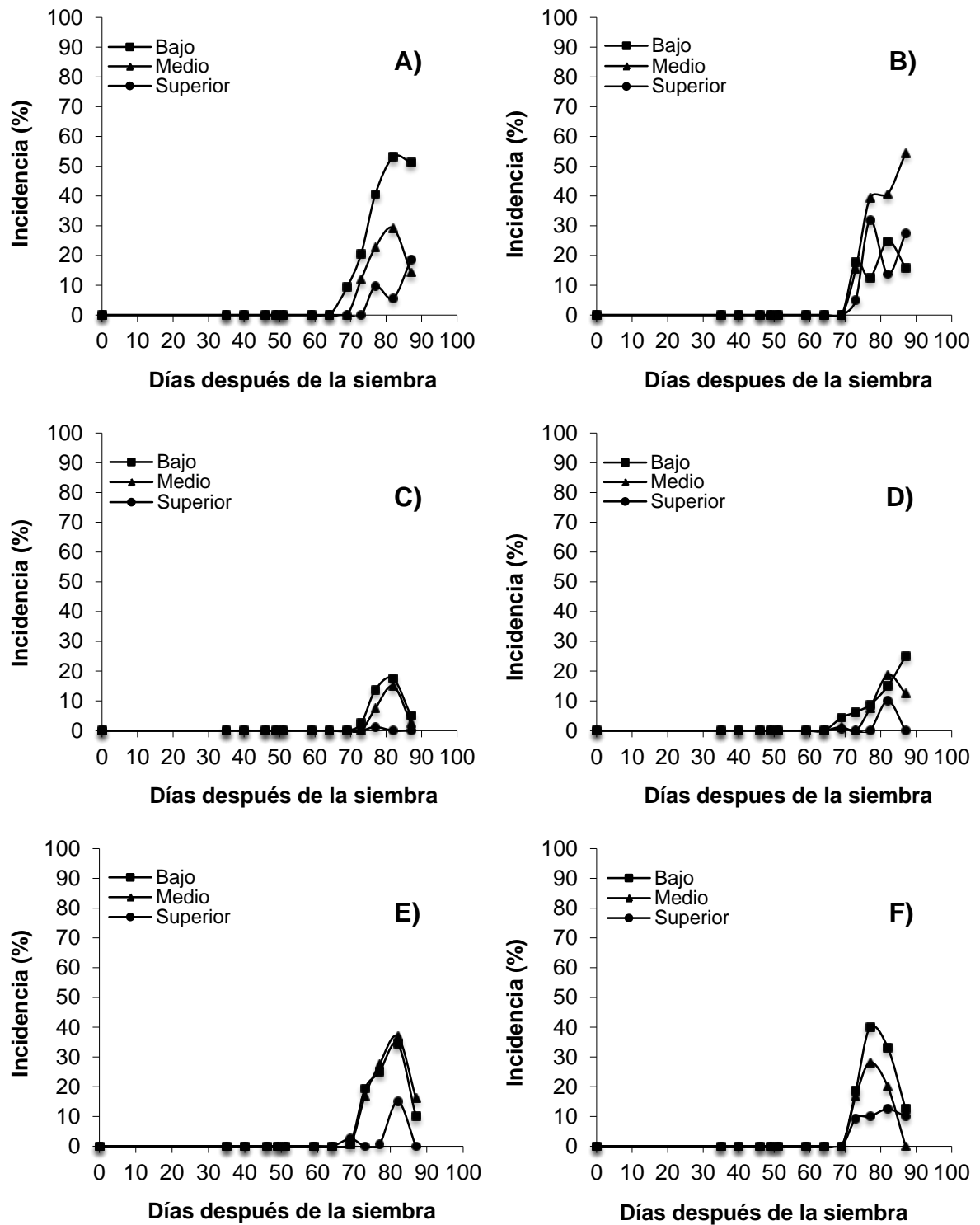


Figura 27. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 04 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

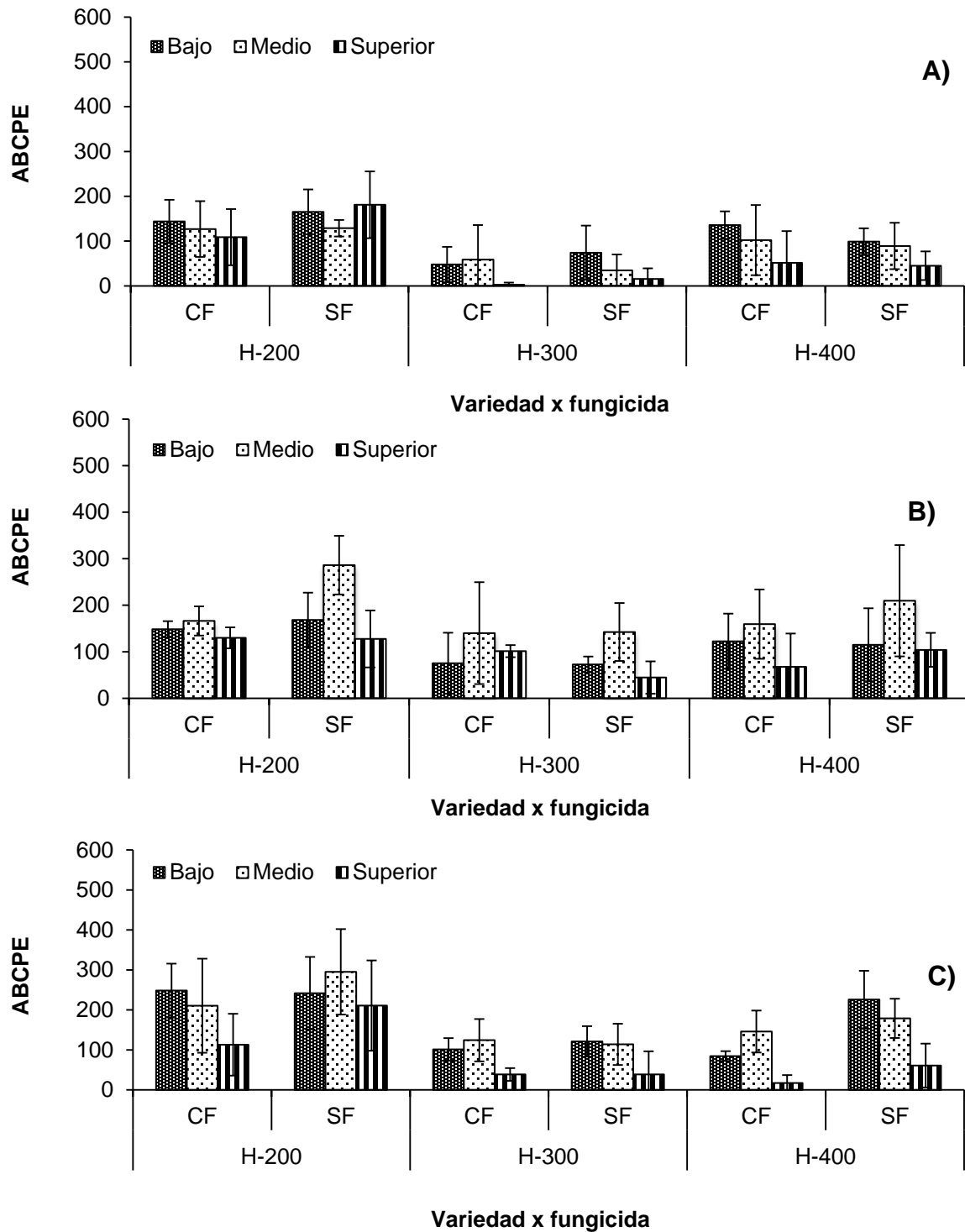


Figura 28. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

El valor de esta variable resultó también más bajo en la variedad H-300 que en las otras dos variedades, pero no se observó un efecto claro de la aplicación de fungicidas. Sólo en la variedad H-200 los promedios en las plantas con fungicida resultaron ligeramente menor que en las no tratadas, donde incluso el área bajo la curva tuvo un promedio más alto en el tercio superior. En todos los demás casos, aunque hubo un traslape en los rangos de área de todos los tercios, se observó la misma tendencia general detectada en casos anteriores de una disminución gradual en la cantidad de enfermedad en los tercios medio y superior respecto al tercio bajo de las plantas.

3. 2. 2 Fecha de siembra 2

3. 2. 2. 1 Severidad

En la localidad uno, fecha de siembra dos, la severidad fue menor que la observada en la localidad uno, fecha de siembra uno (Figura 21 y 29), pero mayor que la observada en la localidad dos, fecha de siembra uno (Figura 23 y 29). En la fecha de siembra dos, la enfermedad inició a los 60 dds en todos los casos, con excepción de la variedad H-400 sin fungicida, donde inició a los 20 dds. En la variedad H-200 la mancha marrón de la hoja se observó solo en los folíolos formados en los nudos 4 al 18; en los nudos siguientes no se detectó ataque de este patógeno en el follaje (Figura 29 A-B). En la variedad H-300 sólo se afectaron los folíolos de los nudos 5 al 9, mientras que en el genotipo H-400 se observó daño a nivel de los nudos 4 a 8. No se observaron efectos de la aplicación de fungicidas en ninguna variedad.

Al evaluar los datos del área bajo la curva del progreso de la severidad de la mancha marrón de la hoja se observó que la enfermedad fue menor en esta localidad que lo detectado en las localidades y fechas de siembras previas (Figura 22, 24 y 30). En el cultivar H-400 se observó mayor cantidad de enfermedad que en las H-200 y H-300 (Figura 30). En el cultivar H-400 la máxima área bajo la curva ocurrió en el nudo cuatro donde alcanzó niveles máximos cercanos a 90 unidades (Figura 31 E-F), mientras que en la variedad H-200 se observó un pico no mayor a las 40 unidades en el nudo cuatro y además se detectaron dos picos adicionales con niveles de enfermedad muy bajos que el anterior (Figura 31 A-B).

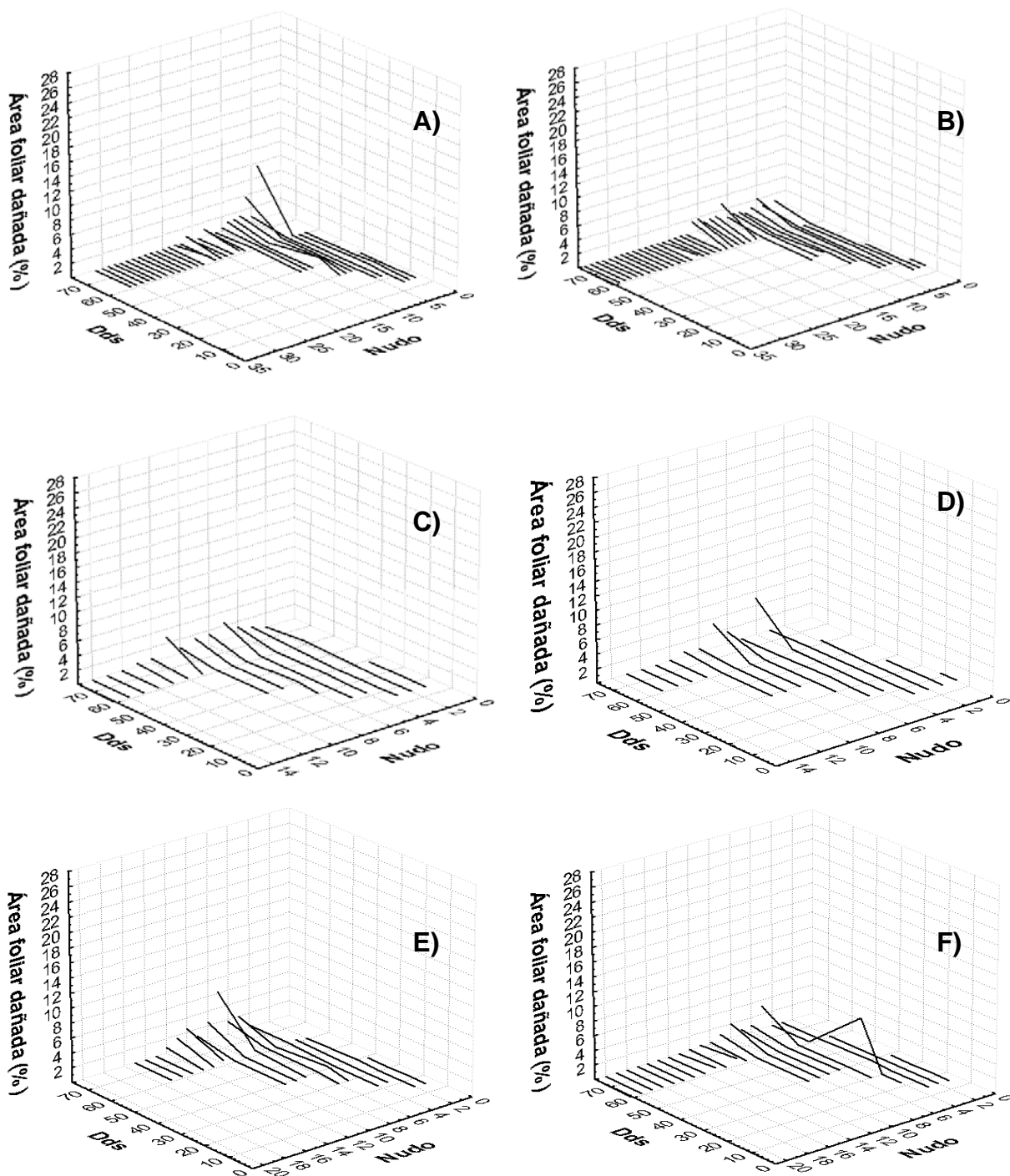


Figura 29. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

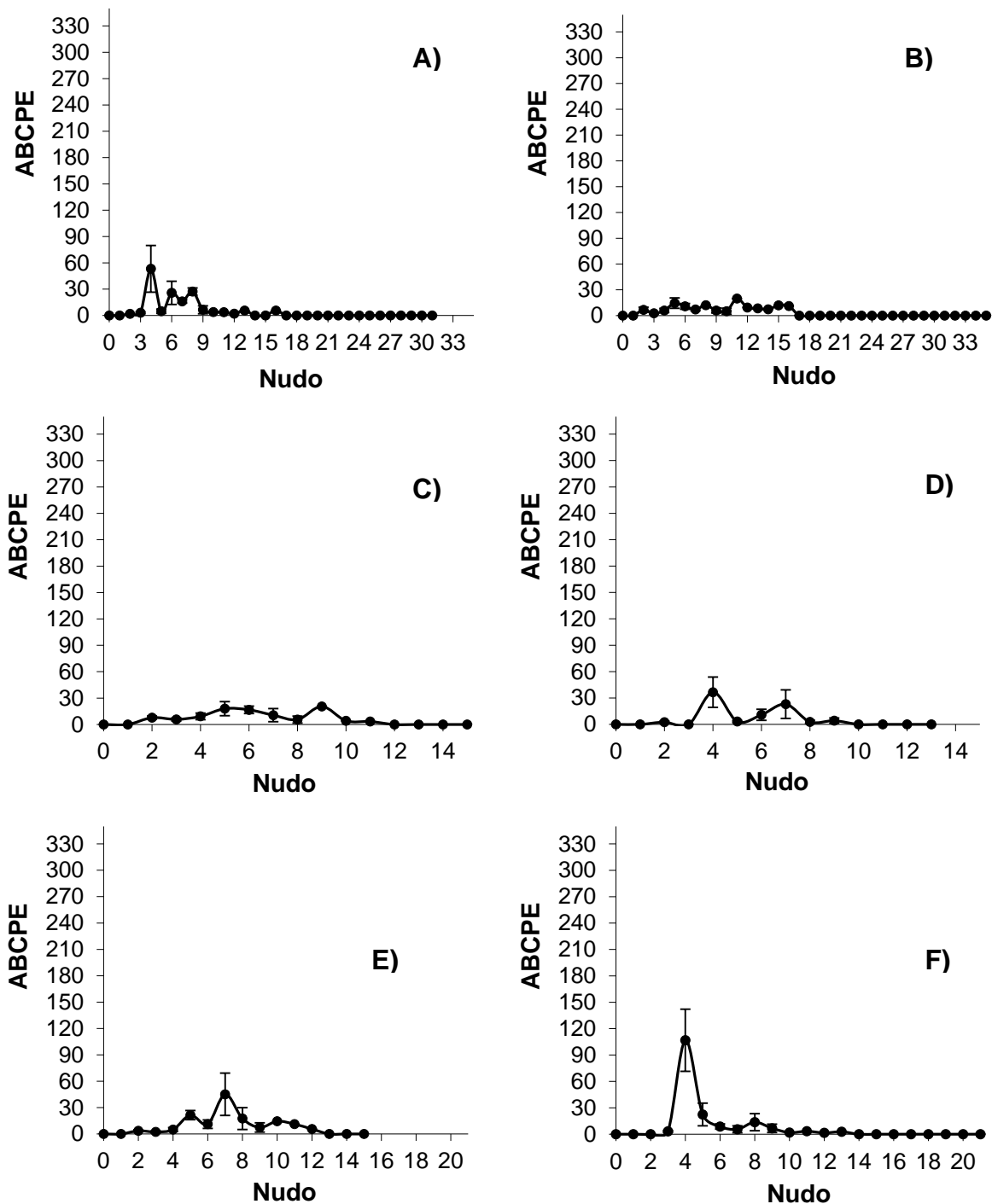


Figura 30. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

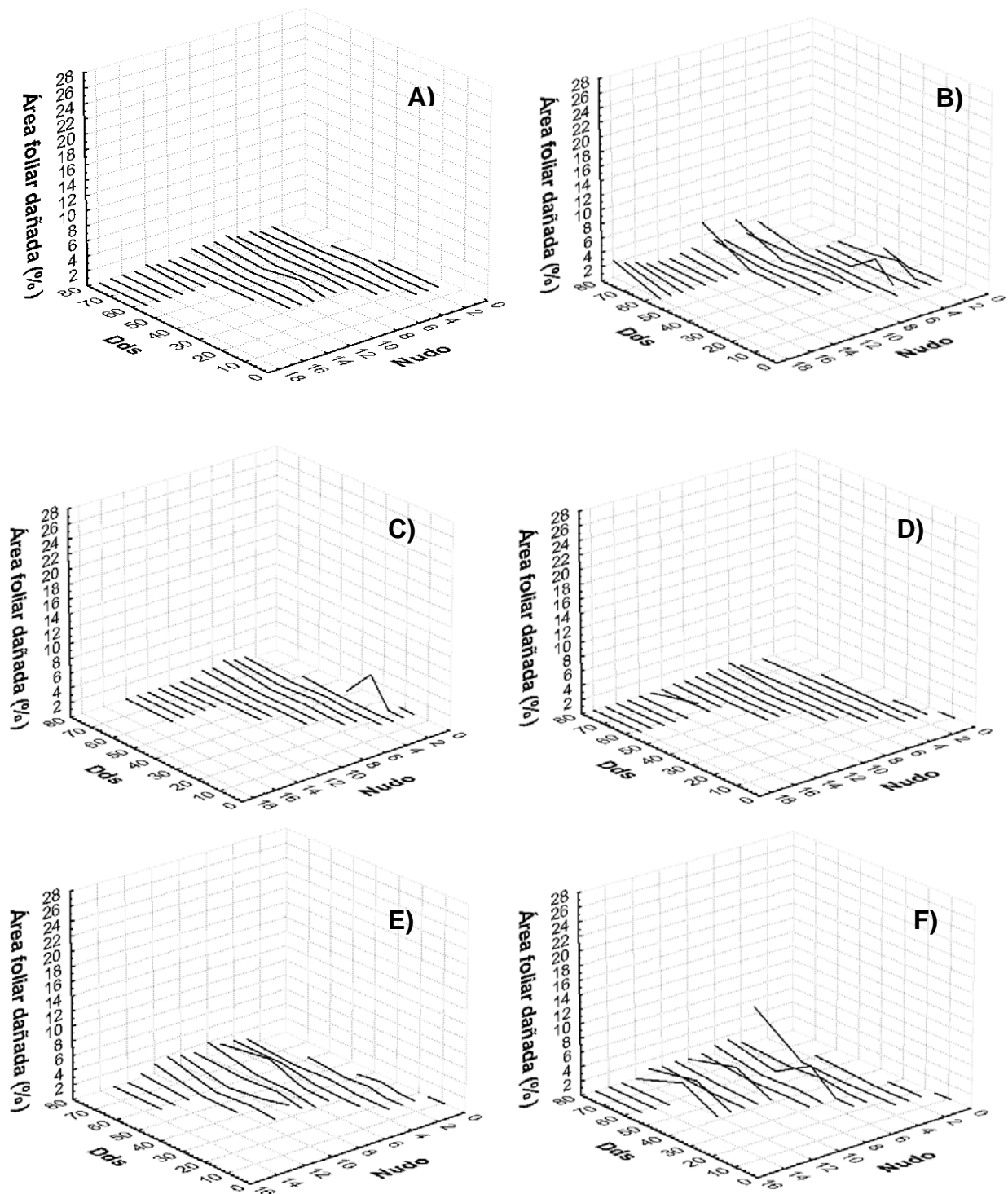


Figura 31. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var.H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

En la variedad H-300 al igual que en la mayor parte del dosel de la variedad H-200, los valores del área bajo la curva no superaron las 60 unidades (Figura 31 C-D). No se observó efecto de la aplicación de los fungicidas en esta variable.

En la localidad dos, fecha de siembra dos, el desarrollo de la severidad de *S. glycines* fue menor que el observado en las localidades uno y dos de las fechas de siembra previas (Figura 21, 23, 29 y 31). Se detectaron picos variables en las variedades H-200 y H-300 en los primeros nudos (Figura 31B y C), mientras que en la H-400 se observaron picos de severidad en todo el follaje (Figura 31 E-F). En la variedad H-400 el porcentaje de daño causado por la mancha marrón de la hoja fue mayor que en las otras dos variedades y alcanzó niveles máximos de 5% (Figura 31 E-F). En la variedad H-200 la aplicación del fungicida controló la epidemia en los nudos inferiores y redujo la enfermedad de un máximo de 4% a niveles de 0.7% de área foliar dañada. Aunque la epidemia afectó a todos los nudos al inicio y final del ciclo en el genotipo H-400 sí se observaron menores niveles generales de enfermedad debidos a la aplicación de fungicida (Figura 31E y F).

Al analizar los datos del área bajo la curva del progreso de la severidad de la mancha marrón de la hoja, al igual que en la localidad uno, en el cultivar H-400 sin fungicida, de la localidad dos, se detectó mayor cantidad de enfermedad que en los cultivares H-200 y H-300 (Figura 30 y 32). En los cultivares H-200 y H-400 sin fungicida se detectaron pequeños picos de ubicación variable en el dosel con valores máximos de 30 a 60 unidades (Figura 32A,B y E,F). En la variedad H-300 se detectó un pico en el nudo uno de las plantas tratadas con fungicida y en el nudo 13 de las no tratadas, pero en ambos casos no rebasaron las 60 unidades, además de que en los nudos superiores no se observaron daños por este patógeno (Figura 32 C,D). No se detectaron efectos de la aplicación de fungicidas para esta variable.

3. 2. 2. 2 Incidencia

En esta localidad la incidencia de *S. glycines* siguió un patrón predominantemente exponencial que inició aproximadamente 50 dds. (Figura 33). La variedad H-200 y la H-400 con fungicida tuvieron valores máximos mayores que el resto de los tratamientos. Los menores valores de esta variable fueron observa-

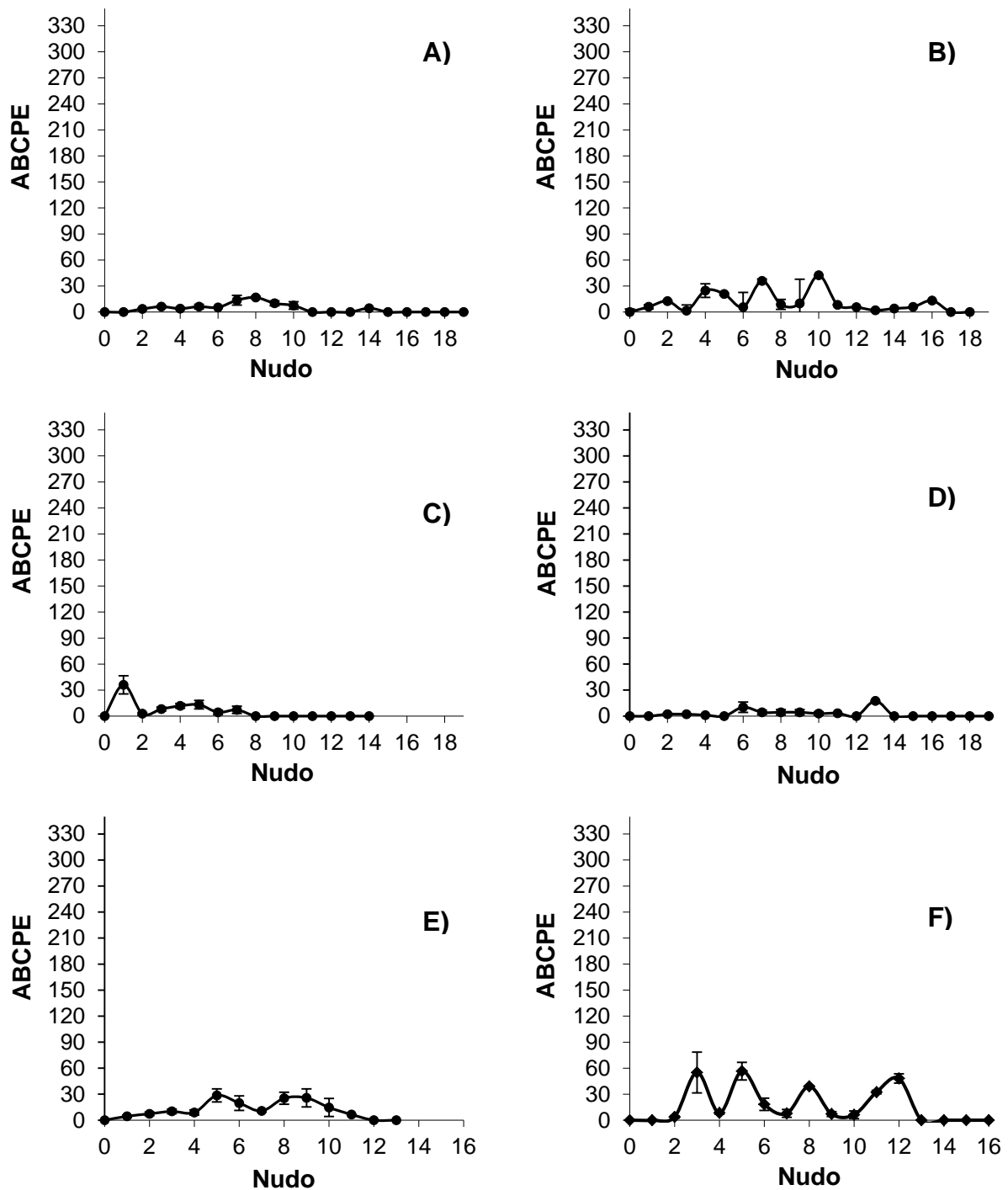


Figura 32. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

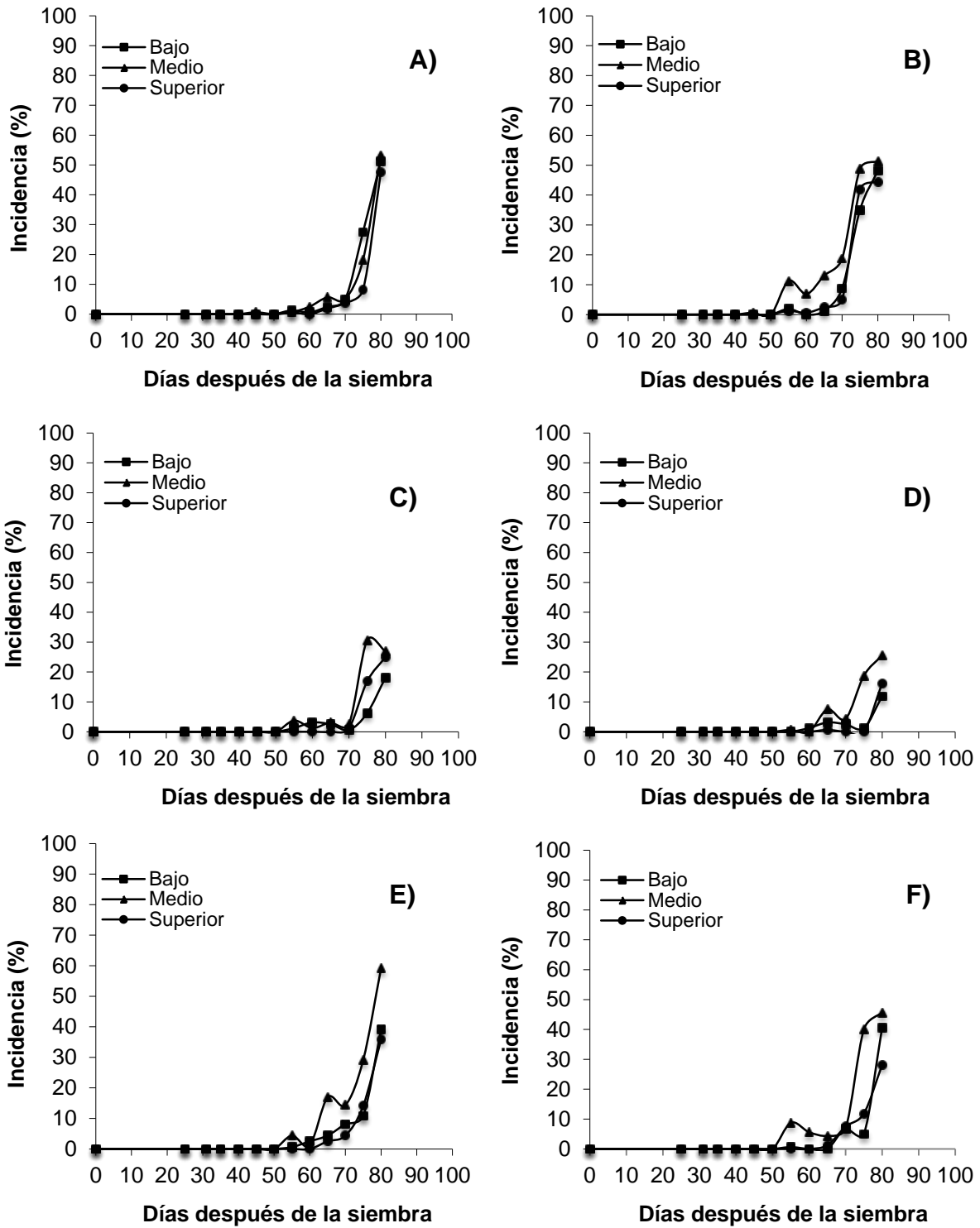


Figura 33. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

dos en el genotipo H-300, donde la incidencia máxima fue de 30% o menor (Figura 33C y D). A diferencia de lo observado en otras variables, en este caso el porcentaje de folíolos afectados ocurrió en el tercio medio de las plantas de los tres genotipos, con escasas diferencias respecto a la incidencia de los tercios bajo y superior, quienes en general resultaron similares.

Al igual que en el caso del porcentaje, el promedio del área bajo la curva de la incidencia de mancha marrón fue consistentemente más alto en el tercio medio de las plantas de todos los genotipos y tratamientos de la localidad uno, con valores muy similares en los tercios bajo y superior (Figura 26B). Aunque la variedad H-200 sin fungicida tuvo en general las mayores áreas, no se observaron diferencias asociadas al cultivar o tratamiento con fungicida.

En la localidad dos el desarrollo de la incidencia tuvo un patrón general predominantemente exponencial (Figura 34), aunque en el tercio bajo de la variedad H-300 sin fungicida, la dinámica de la epidemia mostró altibajos (Figura 34D) y en la variedad H-400 sin fungicida el patrón del tercio superior resultó lineal. La variedad H-200 tuvo porcentajes de incidencia finales entre 40 y 60% en toda la planta (Figura 34 A y B), mientras que en la H-300 la incidencia máxima no superó el 30% y en la H-400 el valor llegó a 40%. Al igual que en la localidad uno, en esta fecha de siembra el porcentaje de folíolos dañados resultó mayor en el tercio medio de las plantas de todos los genotipos que en los tercios bajo y superior pero, con excepción de las variedades H-300 y H-400 sin fungicida, los valores de los tres tercios fueron muy similares. No se detectaron efectos de la aplicación de fungicidas en esta variable.

De manera similar a lo observado en la localidad uno, en esta misma fecha de siembra, la mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia ocurrió en el tercio medio de todas las variedades, con valores similares entre los tercios bajo y superior en todos los casos (Figura 28B). Con excepción del tercio medio de las plantas de la variedad H-200 no tratadas con fungicida, que tuvo los valores de área más altos, no se observaron diferencias debidas al cultivar o a la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol.

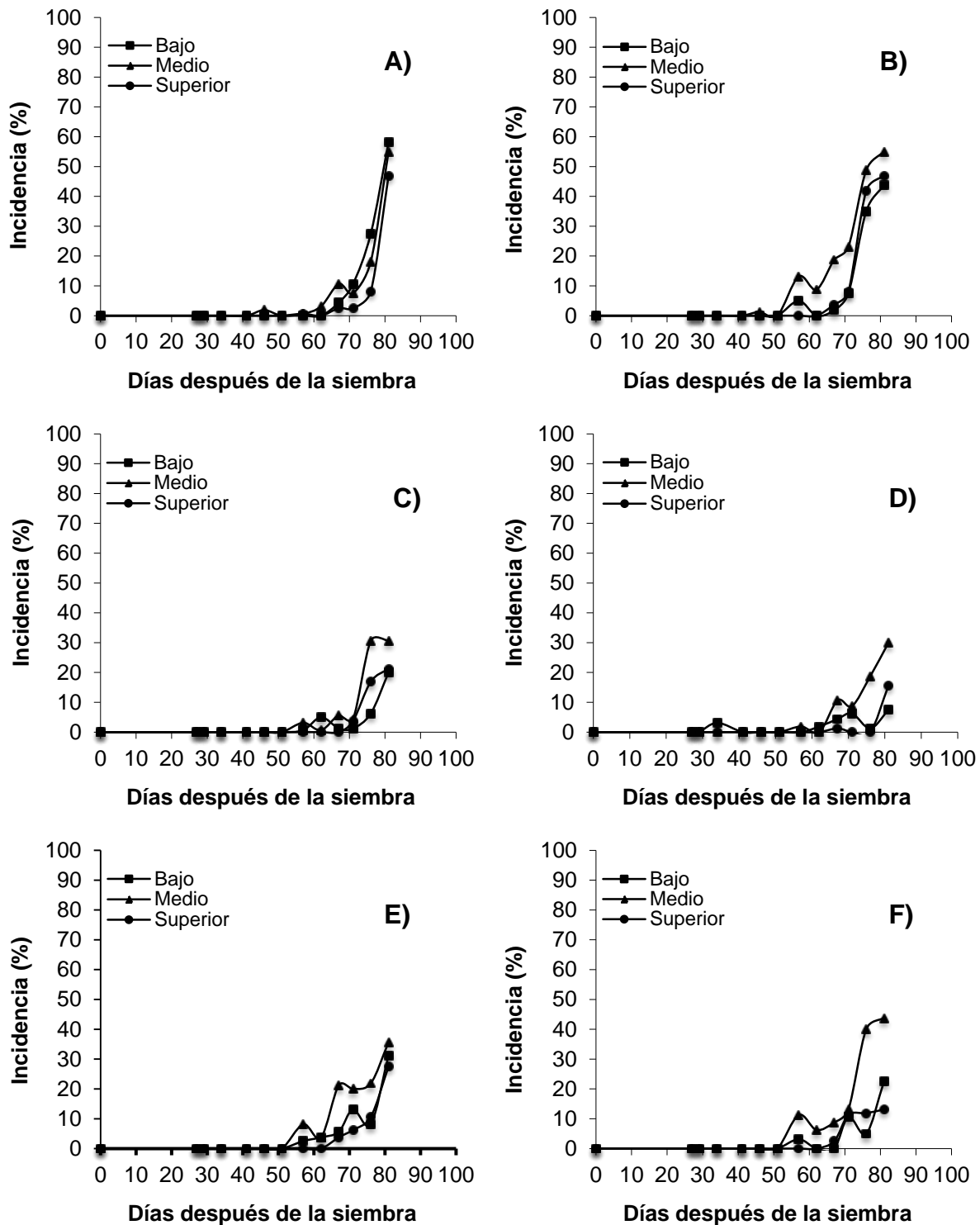


Figura 34. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 23 de agosto 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

3. 2. 3 Fecha de siembra 3

3. 2. 3. 1 Severidad

En la localidad uno, de esta fecha de siembra, se observaron en todas las variedades porcentajes de área foliar dañada por la mancha marrón considerablemente más altos que en las fechas de siembra y localidades antes mencionadas (Figura 35 vs 21, 23, 29, 31). Asimismo, a diferencia de lo descrito en párrafos previos, esta enfermedad inició a los 20 dds en todos los casos. Adicionalmente, con excepción de la variedad H-400, donde no se afectaron folíolos de los nudos 12 y 13 (sin fungicida, Figura 35F) y 12 a 22 (con fungicida, Figura 35E), en el resto de tratamientos la enfermedad ocurrió en todo el follaje, pero la severidad resultó más alta en las porciones baja y media del dosel. Los niveles de severidad en la variedad H-200 sin fungicida alcanzaron un pico de 6 a 10%, alrededor del día 80 dds, en la mayoría de los nudos, pero la proporción de área foliar dañada decreció hacia el final del ciclo (Figura 35B). En el tratamiento con fungicida de esta variedad se observó una menor severidad general y el máximo varió alrededor de 6% y se ubicó en folíolos de los nudos inferiores (Figura 35A). Al igual que en el tratamiento sin fungicida la severidad en esta variedad tendió a decrecer en las etapas finales del ciclo. Por su parte, la variedad H-300 tuvo porcentajes de área foliar dañada intermedios entre el genotipo H-200 y el H-400, pero en algunos casos el nivel de severidad llegó a 6 (sin fungicida, Figura 35D) y 12% (con fungicida, Figura 34C) a nivel de los nudos cuatro y tres, respectivamente. En la variedad H-400 el mayor porcentaje de área foliar dañada se concentró en los nudos inferiores (2 a 7, sin fungicida, Figura 35F; y 2 a 12, con fungicida, Figura 35E), donde la enfermedad alcanzó niveles de 8 a 16% en nudos específicos, sin que se detectaran diferencias entre las plantas tratadas con fungicida y las no tratadas.

De la misma forma que en el porcentaje de área foliar dañada, el área bajo la curva del progreso de la severidad en la localidad uno resultó considerablemente más alta que lo descrito para fechas de siembra previas (Figura 36 vs 22, 24, 30 y 32). La variedad H-200 mostró mayor área que las H-300 y H-400. En este genotipo la aplicación de fungicida suprimió la formación de picos de enfermedad en todo el

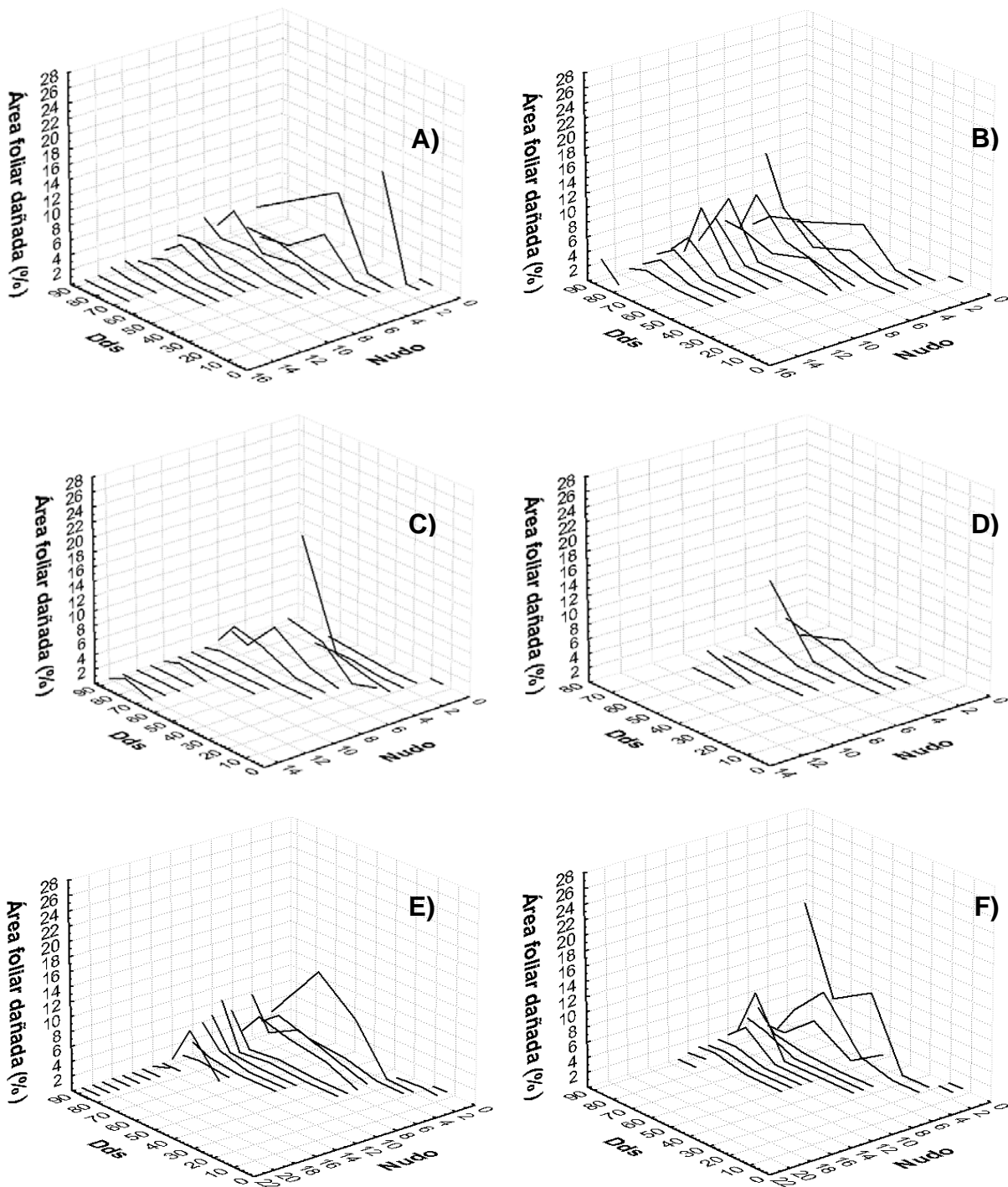


Figura 35. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

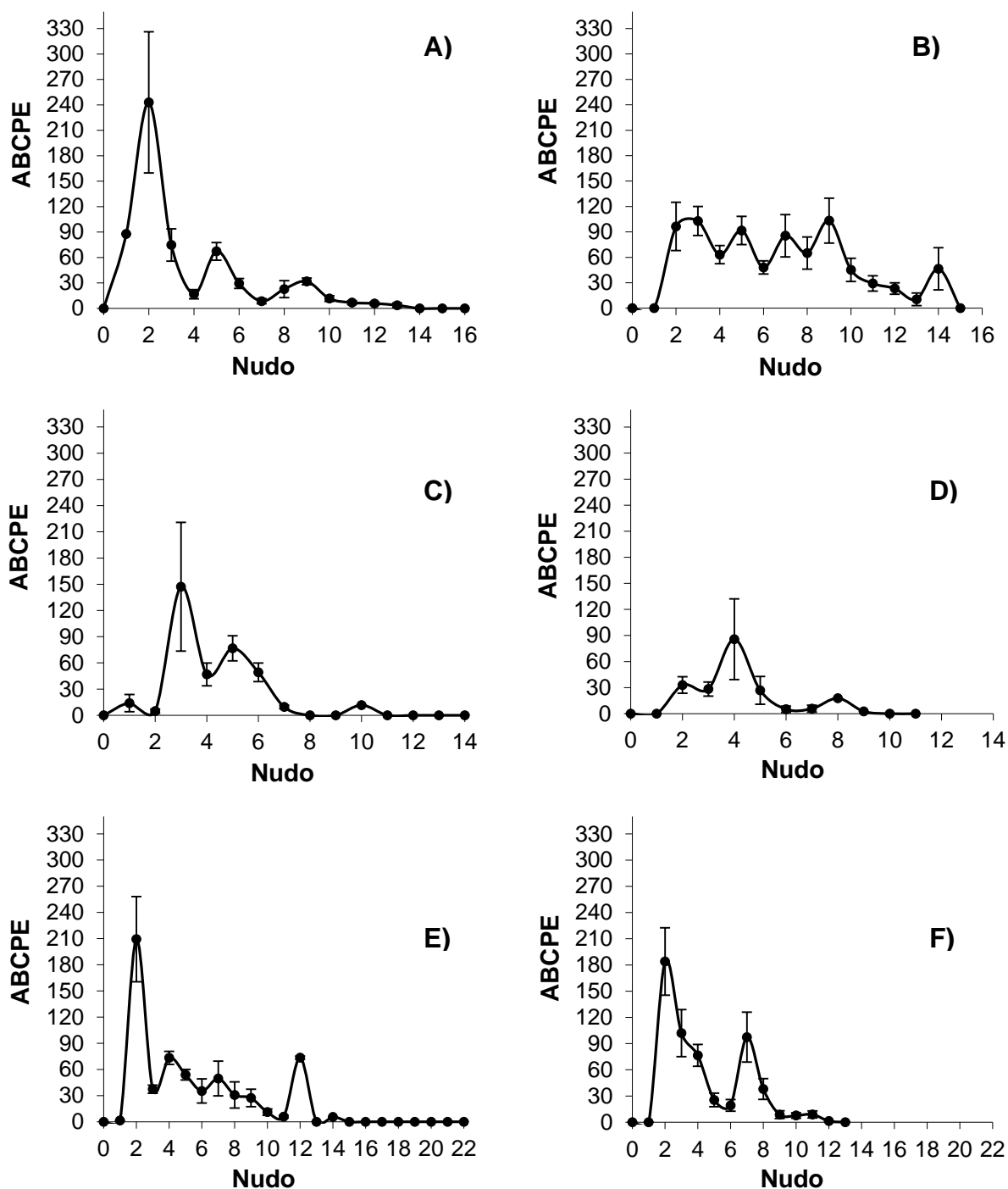


Figura 36. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

follaje, pero no evitó la formación de un pico promedio de 240 unidades a nivel del segundo nudo (Figura 36A y B). En el caso de la variedad H-300, donde se observaron las menores áreas bajo la curva, no observó efecto de la aplicación de fungicidas (Figura 36 C y D). En la variedad H-400, que resultó con niveles intermedios de área, tampoco se detectó efecto del uso de pyraclostrobin más flutriafol (Figura 36 E y F).

En la localidad dos, los niveles de severidad no fueron tan altos como los detectados en la localidad uno de esta misma fecha de siembra (Figura 37 vs 34). En general, el área foliar dañada se mostró dispersa en todo el follaje, sin que se detectaran efectos de la aplicación de fungicida. Los porcentajes máximos de severidad variaron de 2% a 20%, pero los picos de máxima enfermedad sólo se observaron en nudos específicos de ubicación irregular. En el caso de la variedad H-200, el máximo ocurrió en folíolos del nudo tres de plantas con fungicida (Figura 37A), mientras que en la H-300, el máximo ocurrió en el nudo diez de plantas sin fungicida (Figura 37D). Por su parte, en la variedad H-400 sólo los folíolos del nudo dos de las plantas con fungicida mostraron altos porcentajes de área foliar dañada (Figura 37E). La aplicación de fungicidas no tuvo efectos sobre el desarrollo de la enfermedad.

Al analizar la enfermedad desde el punto de vista del área bajo la curva del progreso de la severidad (Figura 38) se aprecia que la mayor cantidad de enfermedad ocurrió a nivel del nudo dos de las plantas de la variedad H-400 tratadas con pyraclostrobin más flutriafol, pero en general no se detectaron efectos de variedad o de fungicida.

3. 2. 3. 2 Incidencia

En la localidad uno, fecha de siembra tres, la incidencia de mancha marrón fue mayor en la variedad H-200 que en los cultivares H-300 y H-400, pero los niveles alcanzados fueron menores a los observados en las localidades y fechas de siembra previas (Figura 39 A-B vs Figura 25 A-B; 27 A-B; 33 A-B; 34 A-B). La enfermedad inició a partir de los 43 dds en todos los genotipos (Figura 39).

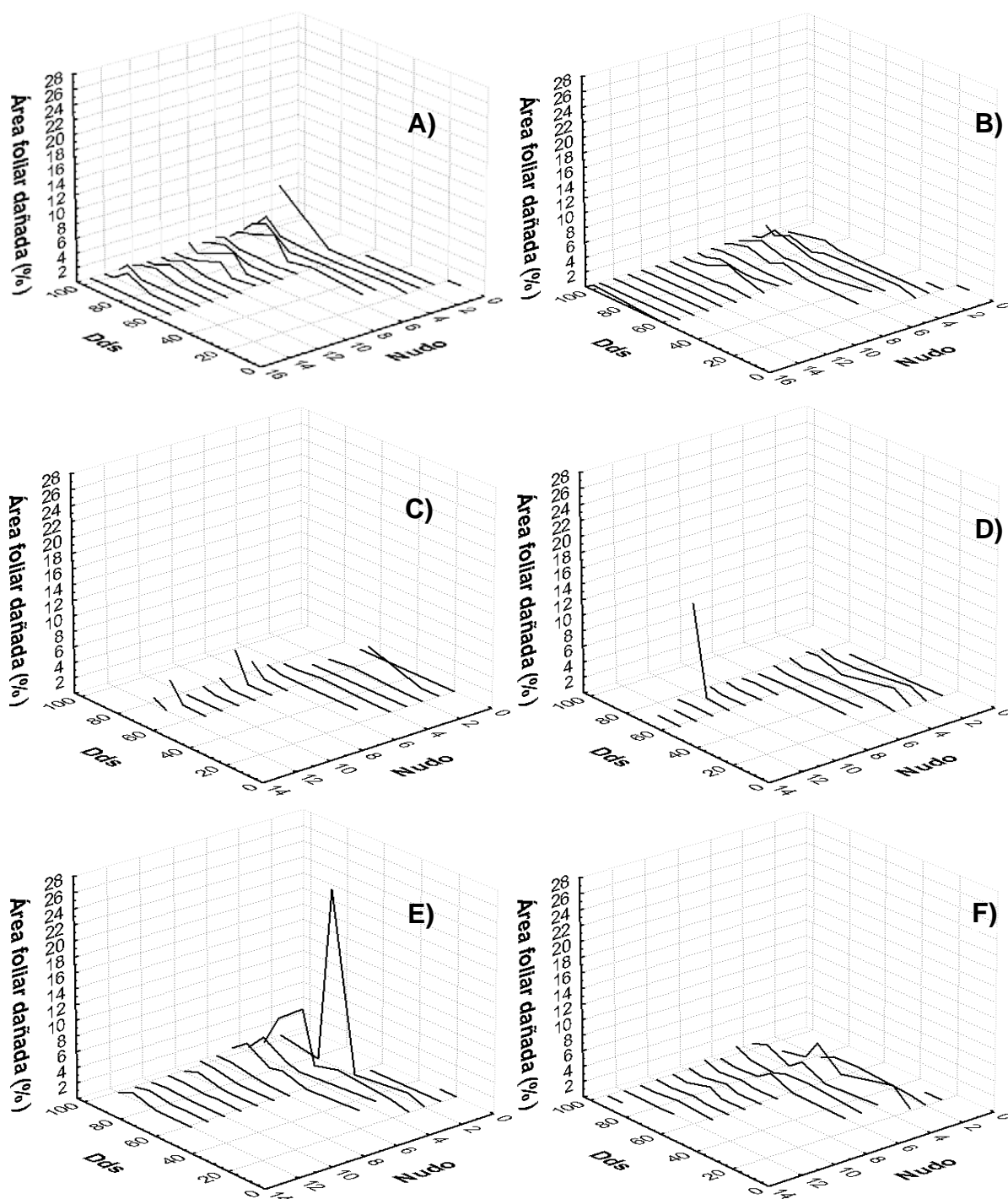


Figura 37. Dinámica de la severidad de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en foliolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

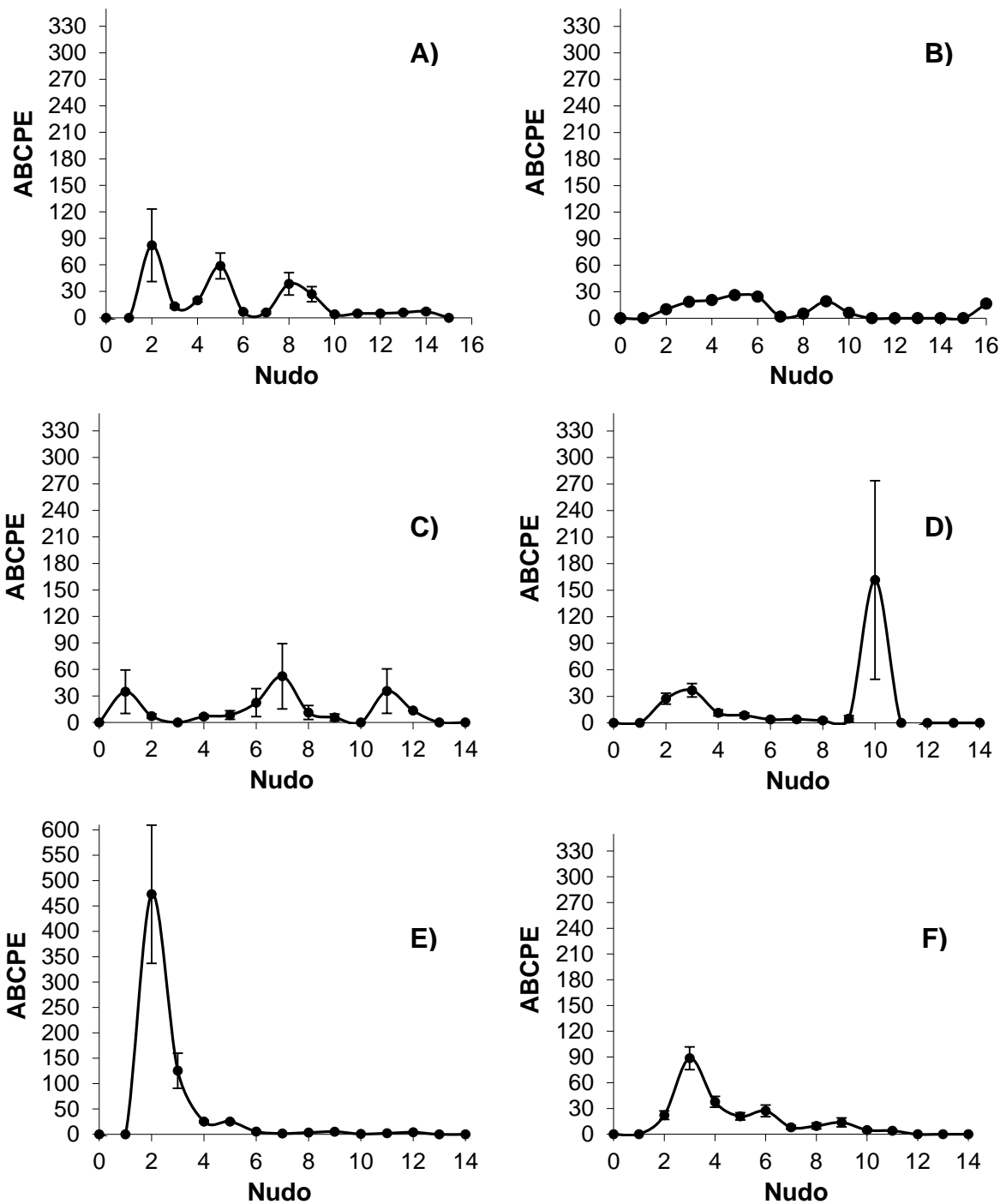


Figura 38. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

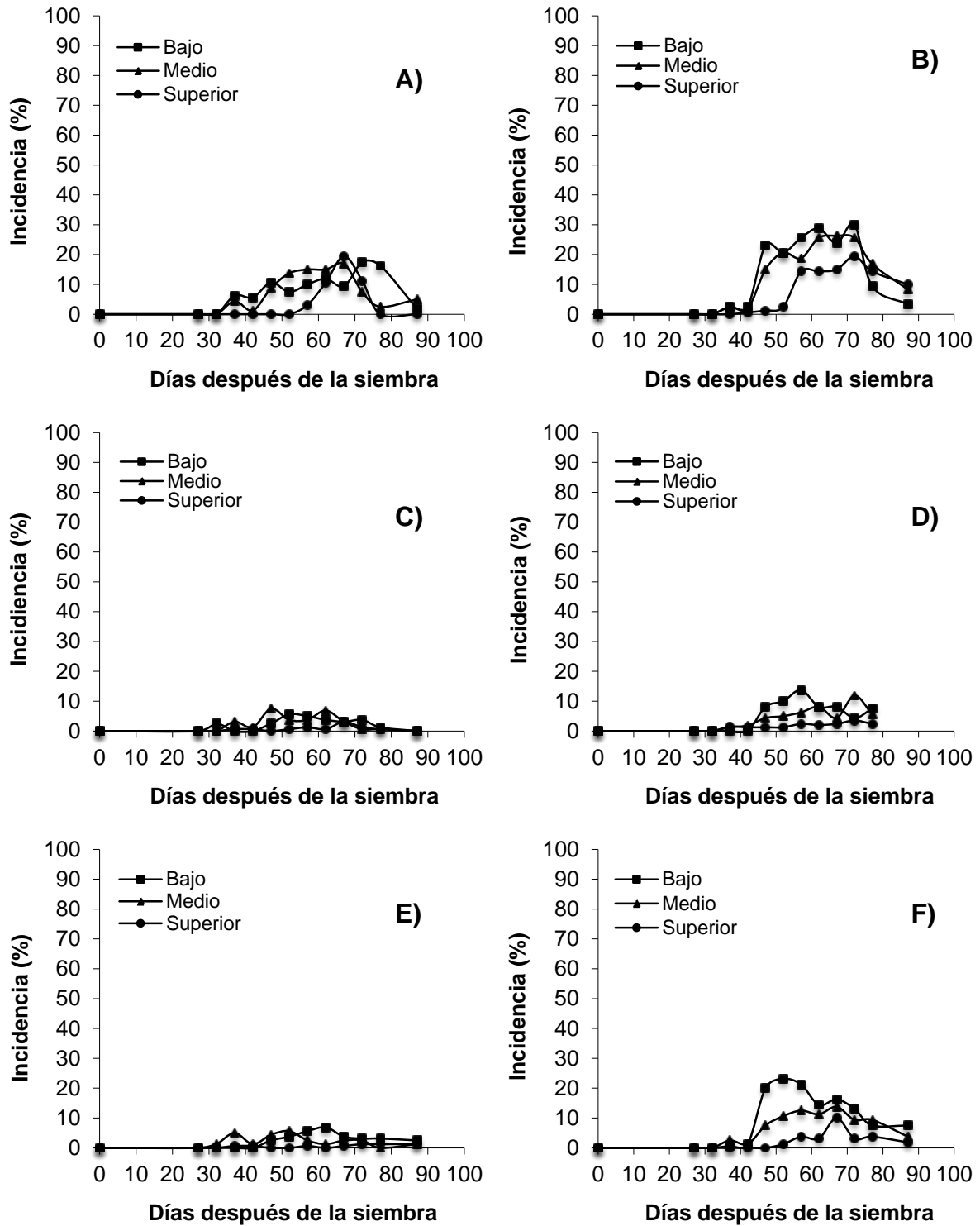


Figura 39. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycine*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

En el cultivar H-200 los niveles máximos de incidencia fueron de 30% pero hubo una caída hacia el final del ciclo, de tal forma que la incidencia final fue menor al 5% (Figura 39A, B). Los daños por el ataque de la mancha marrón de la hoja en las variedades H-300 y H-400 con fungicida (Figura 39C, E) fueron menores que en las plantas sin fungicida (Figura 39D, F). También en estos cultivares la incidencia se incrementó a un máximo no mayor de 20% a mediados del ciclo, para decrecer subsecuentemente a niveles menores de 10%. Aunque en los tratamientos sin fungicida de todas las variedades se observó una tendencia a mayor porcentaje de folíolos dañados en el tercio bajo de las plantas y una disminución hacia los tercios medio y superior (Figura 39B, D y F), en las plantas con fungicida los porcentajes en los diferentes tercios del dosel fueron muy similares (Figura 39A, C y E).

Al analizar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la incidencia, en la localidad uno, fecha de siembra tres, se detectó una menor área promedio en el cultivar H-300 con fungicida en los tercios bajo, medio y superior que en los demás variedades y tratamientos (Figura 26C). En el cultivar H-200 la incidencia tendió a ser mayor que en las H-300 y H-400 pero no se detectaron diferencias debidas a la aplicación de fungicidas. En la variedad H-400 con fungicida los valores del tercio bajo y medio fueron muy similares y significativamente menores que en los tratamientos con pyraclostrobin más flutriafol.

En la localidad dos, la incidencia de la mancha marrón de la hoja siguió también un patrón irregular pero los valores en las variedades H-200 y H-400 sin fungicida fueron más altos hacia la mitad del ciclo que en los tratamientos con fungicida (Figura 40). En la variedad H-200 la incidencia fue mayor que en los cultivares H-300 y H-400. En todas las variedades tratadas con fungicida se detectó que la máxima incidencia ocurrió entre los días 60 a 70 dds, sin embargo, a los 73 dds se observó una caída en los tres tercios del dosel (Figura 40B, D y F). En el genotipo H-300 sin fungicida el ataque por este patógeno fue menor que en los demás tratamientos (Figura 40D).

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de mancha marrón de la hoja, fue en promedio menor en la variedad H-300 que en la H-200 con y sin fungicida y que en la H-400 sin fungicida (Figura 28C).

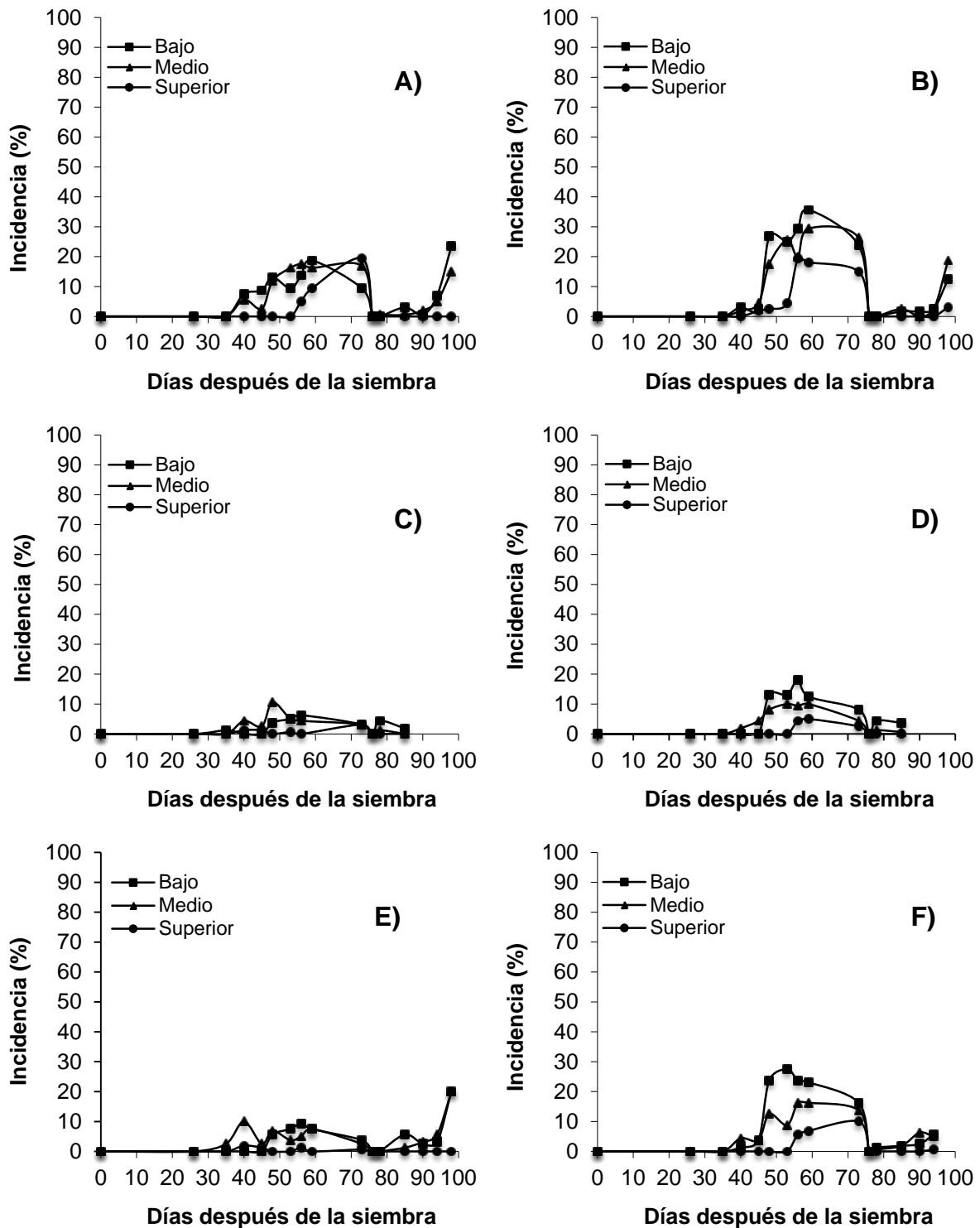


Figura 40. Incidencia de la mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

Las áreas más altas ocurrieron en la variedad H-200, mientras que la H-400 tuvo valores intermedios. En las variedades H-300 y H-400 con fungicida y H-200 sin fungicida los valores promedios fueron más altos en el tercio medio que en los tercios bajo y superior de la planta. En la variedad H-400 la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol redujo el área bajo la curva en todos los tercios de la planta, mientras que en los otros dos genotipos no se detectaron efectos.

3. 3 Roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

3. 3. 1 Fecha de siembra 1

En esta fecha de siembra no se detectó incidencia de la roya asiática de la soya en ninguna localidad ni variedad.

3. 3. 2 Fecha de siembra 2

No se detectó incidencia de roya en ninguna de las dos localidades.

3. 3. 3 Fecha de siembra 3

3. 3. 3. 1 Severidad

En la localidad uno, solo se observó ataque de *P. pachyrhizi* en las plantas de las variedades H-200 y H-400 no tratadas con fungicida (Figura 41B y F). En el cultivar H-400 la enfermedad se ubicó de manera dispersa en el follaje que llegó a valores máximos de 9% de área foliar dañada (Figura 41E, F). En el genotipo H-200 se observó un ligero brote a nivel del nudo ocho a los 80 dds, que no llegó a superar el 1% de severidad (Figura 41A, B). En las plantas de la variedad H-300 con y sin fungicida no se detectó daño por este patógeno (Figura 41C, D). Al analizar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la severidad los resultados fueron muy similares a los observados en el porcentaje de área foliar dañada. Sólo se obtuvieron valores de área en los tratamientos sin fungicida de las variedades H-200 y H-400.

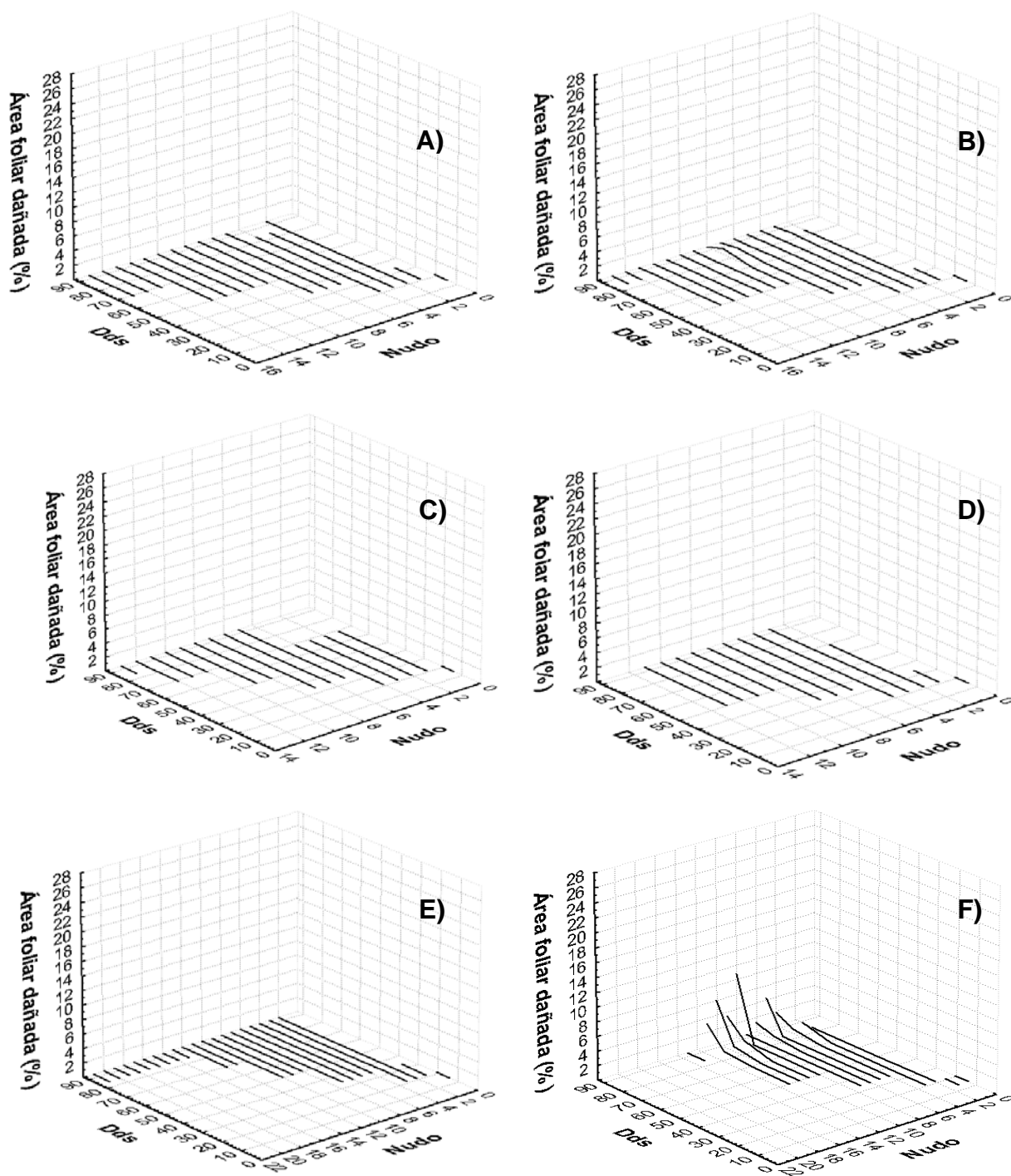


Figura 41. Dinámica de la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 1, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

La variedad H-400 tuvo mayor área y esta se concentró en los nudos, 5, 8 y 10, mientras que en la H-200 la enfermedad sólo se ubicó a nivel del nudo ocho (Figura 42).

En la localidad dos la dinámica de la severidad de la roya asiática fue similar a la de la localidad uno. El patógeno también afectó a las variedades H-200 y H-400 no tratadas con fungicida (Figura 43), pero en este caso sí se detectó enfermedad en las plantas de la variedad H-400 tratadas con fungicida. En la variedad H-200 se observaron pequeños picos en los nudos 8, 9 y 13 con valores de 3% de área foliar dañada (Figura 43A y B). En las plantas no tratadas con fungicida del cultivar H-400 se detectaron daños de este patógeno en los nudos 5, 7 y 9 donde llegaron a tener porcentajes de 5.8% de severidad, mientras que en las plantas tratadas con fungicida de esta misma variedad se detectaron ligeros picos a nivel de los nudos 5, 6 y 7 pero estos alcanzaron valores muy bajos que no superaron el 0.2 % de enfermedad (Figura 43E y F). En el genotipo H-300 no se observaron daños por este hongo (Figura 43C y D). Al analizar el área bajo la curva del progreso de la severidad a nivel de cada nudo, la cantidad de enfermedad no superó las 30 unidades en las variedades H-200 y H-400 (Figura 44). La variedad H-200 resultó ser más afectada que los demás cultivares (Figura 44). En la variedad H-200 se observó un pico en el nudo 8, seguido por un segundo pico en el nudo 13 (Figura 44B). En el cultivar H-400 solo se observó un pico en el nudo 7 que no rebasó las 10 unidades (Figura 44F). En la variedad H-300 no se detectó daño de roya asiática debido a que su maduración fue más temprana que los demás cultivares. (Figura 44 C y D).

3. 3. 3. 2 Incidencia

La incidencia de la roya asiática en la localidad uno, en esta fecha de siembra, se mantuvo en cero al inicio del ciclo, sin embargo, al final del ciclo los niveles de incidencia se incrementaron de 10 a 20% según la variedad cultivada (Figura 45). En las variedades H-200 y H-400 el mayor porcentaje de folíolos afectados por *P. pachyrhizi* resultó muy similar en los tres tercios del dosel (Figura 45). En la variedad H-400 con fungicida la enfermedad llegó a valores del 20%

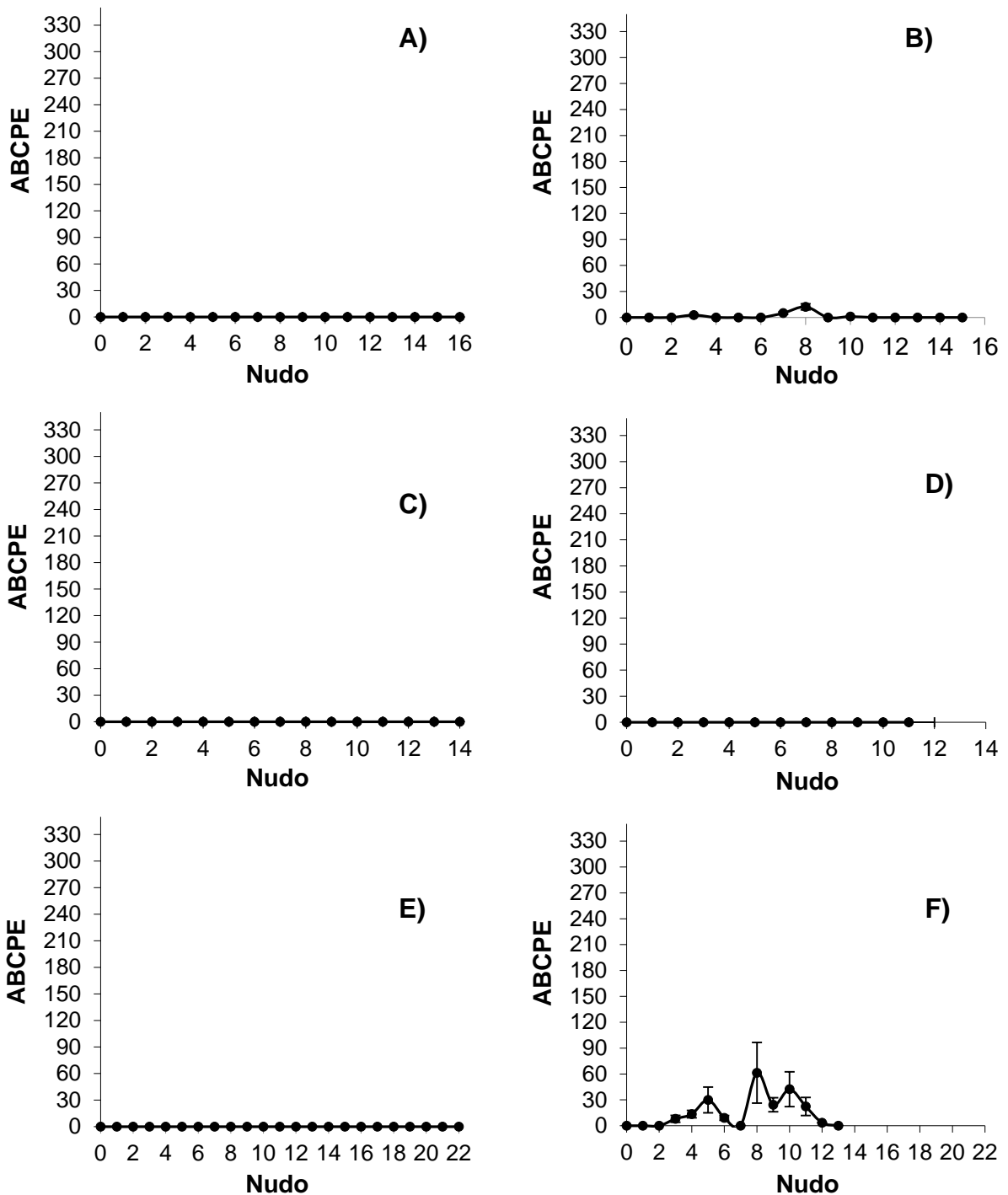


Figura 42. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

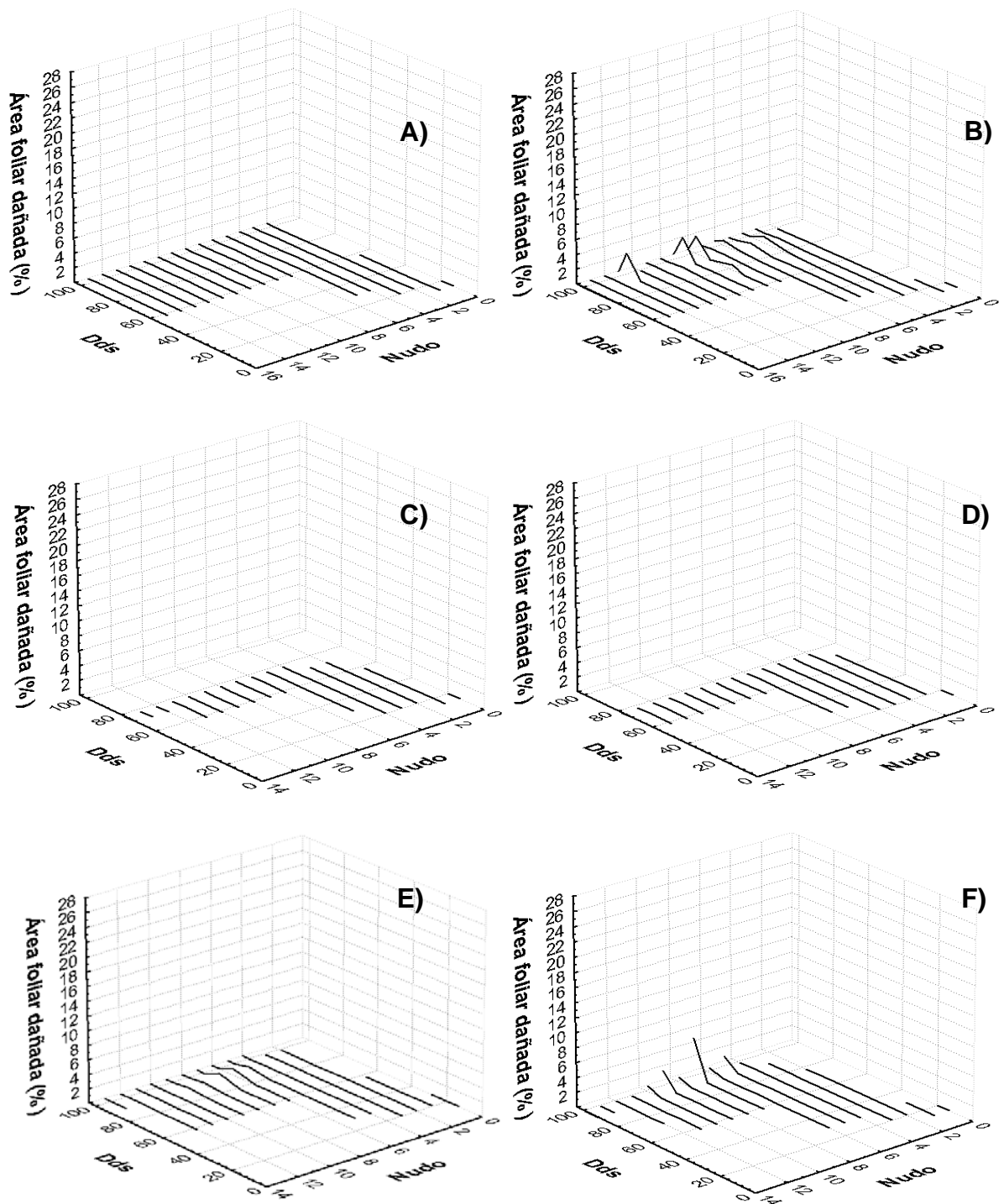


Figura 43. Dinámica de la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2, cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.); H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

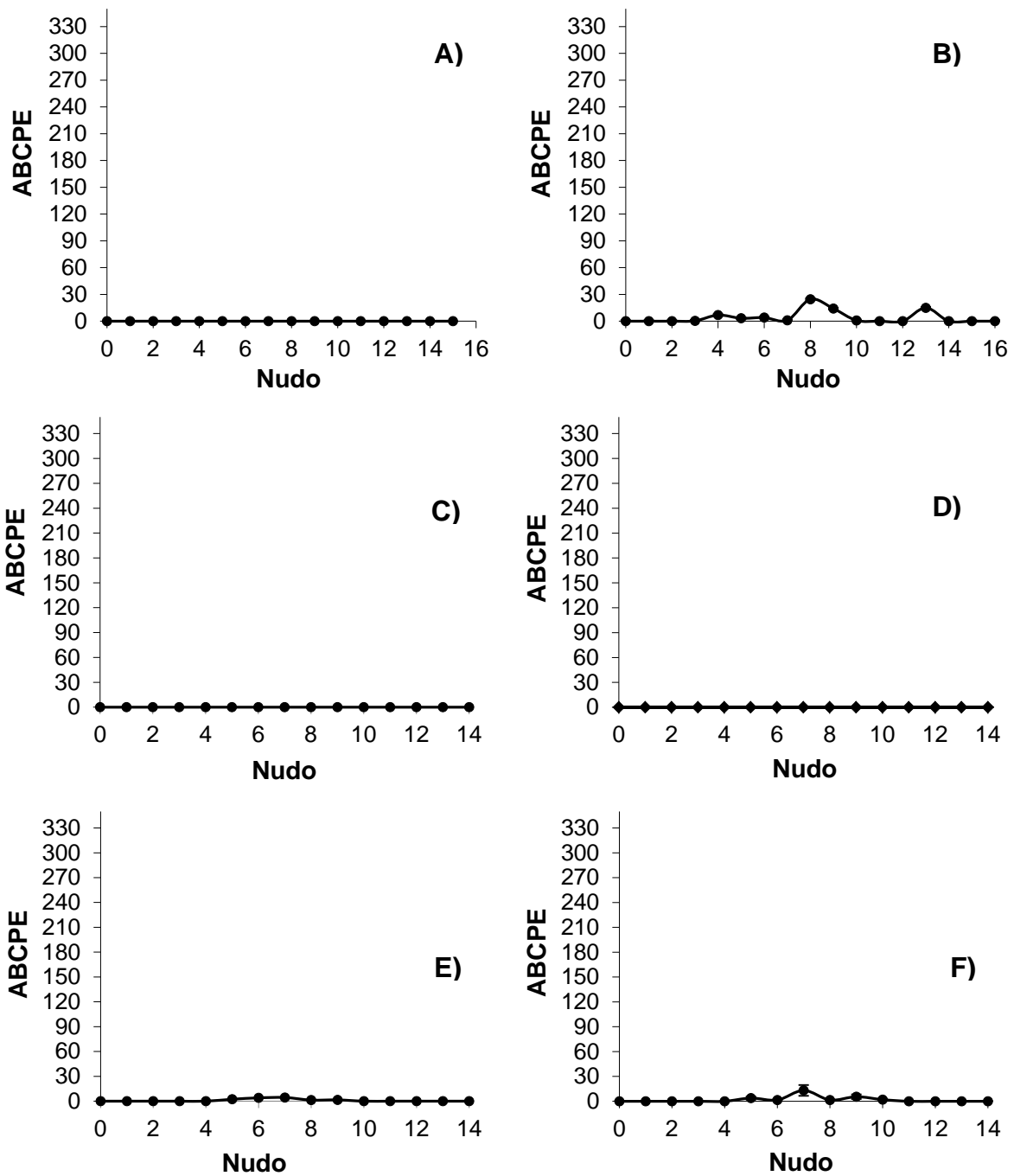


Figura 44. Área bajo la curva del progreso de la severidad (ABCPE) de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en folíolos de cada nudo de soja (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivada en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar del promedio por nudo.

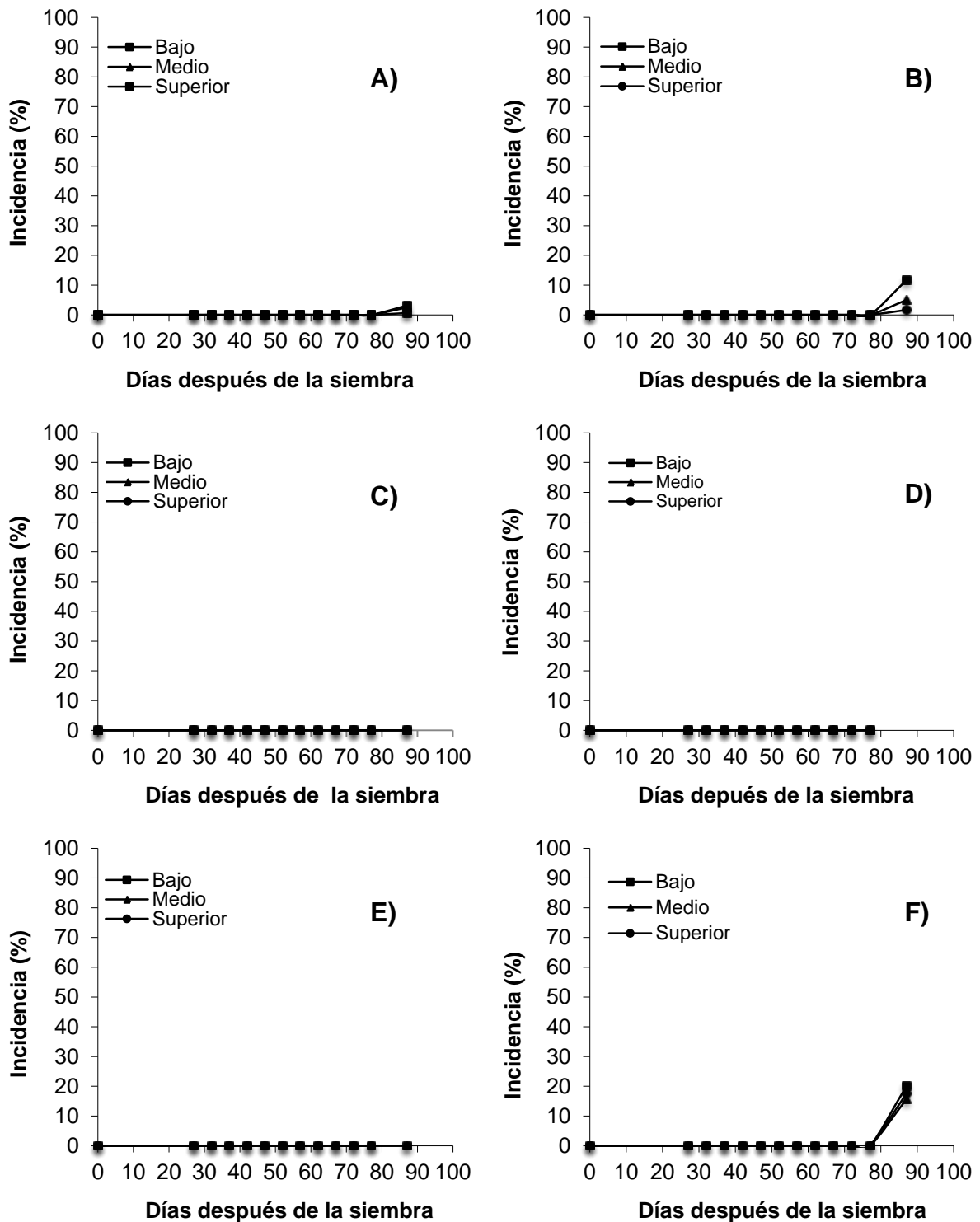


Figura 45. Incidencia de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 1 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

(Figura 45F). El cultivar H-200 tuvo porcentajes menores a comparación de la variedad H-400, pero a diferencia de esta el porcentaje no supero el 5% de incidencia en las plantas no tratadas (Figura 45 A, B) mientras que en el cultivar H-300 los niveles de incidencia se mantuvieron en cero a lo largo del ciclo del cultivo para las plantas con y sin fungicida (Figura 45 C, D).

El área bajo la curva del progreso de la incidencia en esta localidad resultó menor en el genotipo H-200 que en las variedades H-300 y H-400 (Figura 46A). En la variedad H-400 con fungicida la aplicación de pyraclostrobin más flutriafol no permitió que la roya asiática se desarrollara, sin embargo en la las plantas sin fungicida los porcentajes más altos de *P. pachyrhizi* llegaron alrededor de las 100 unidades. Los promedios en las plantas con fungicida fueron menores que en las no tratadas donde además se observó un traslape en los rangos de área en todos los tercios .

A diferencia de lo observado en la localidad uno, en la localidad dos, fecha de siembra tres, la dinámica de la incidencia de *P. pachyrhizi* siguió un patrón exponencial que varió en función del genotipo y la posición del follaje en el dosel (Figura 47). En todos los cultivares el porcentaje de incidencia fue muy similar para los tres tercios (Figura 47B, D, F). En el cultivar H-200 los valores fueron más altos que en las demás variedades llegando a alcanzar niveles de hasta 90% de incidencia en el tercio bajo del dosel con promedios intermedios en el tercio medio y superior (Figura 47). En la variedad H-200 los niveles de incidencia se mantuvieron cercanos a cero, sin embargo, a los 57 dds la enfermedad se incrementó pero al final del ciclo tuvo una caída (Figura 47B), mientras que en las plantas no tratadas con pyraclostrobin más flutriafol hubo una diferencia de 25 dds en el desarrollo de la epidemia (Figura 47A). En la variedad H-400 el desarrollo de la roya asiática inició a los 80 dds donde alcanzó valores de 70% de incidencia en los tercios bajo y medio con excepción del tercio superior donde los valores fueron del 50% (Figura 47F). En la variedad H-300 los valores fueron más bajos a lo observado en las demás cultivares y no rebasaron el 10% de incidencia (Figura 47C y D).

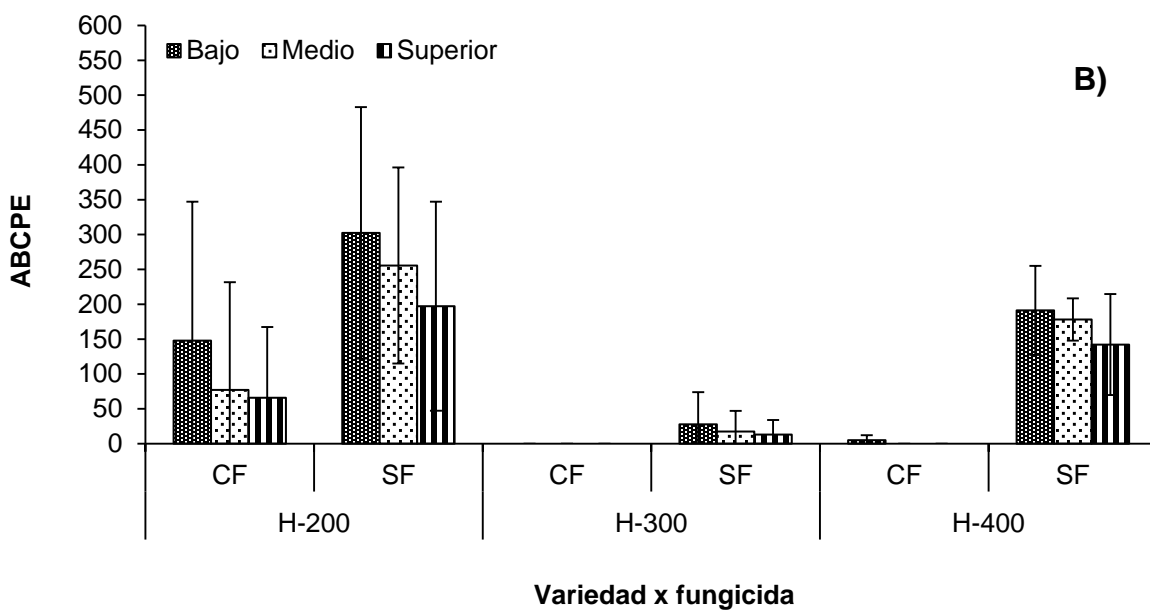
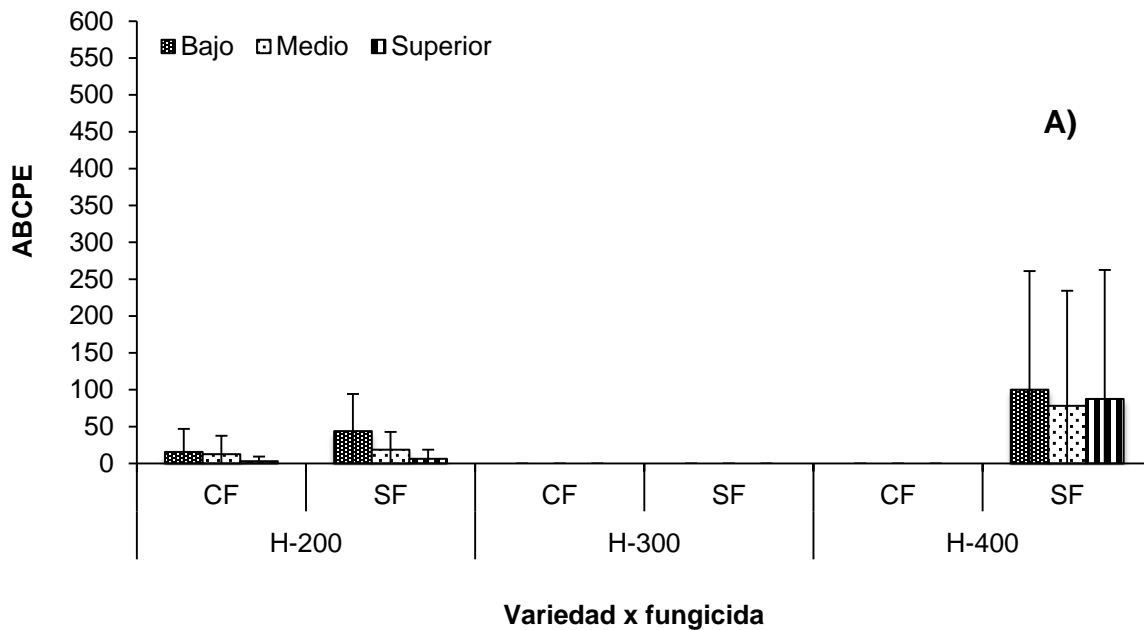


Figura 46. Área bajo la curva del progreso de la incidencia (ABCPE) de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en el tercio bajo, medio y superior de tres variedades de soya (*Glycine max*) cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). (A); localidad 1, B); localidad 2, del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas, FS3, 28 de septiembre 2010, en las dos fechas anteriores no se presentó esta enfermedad. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

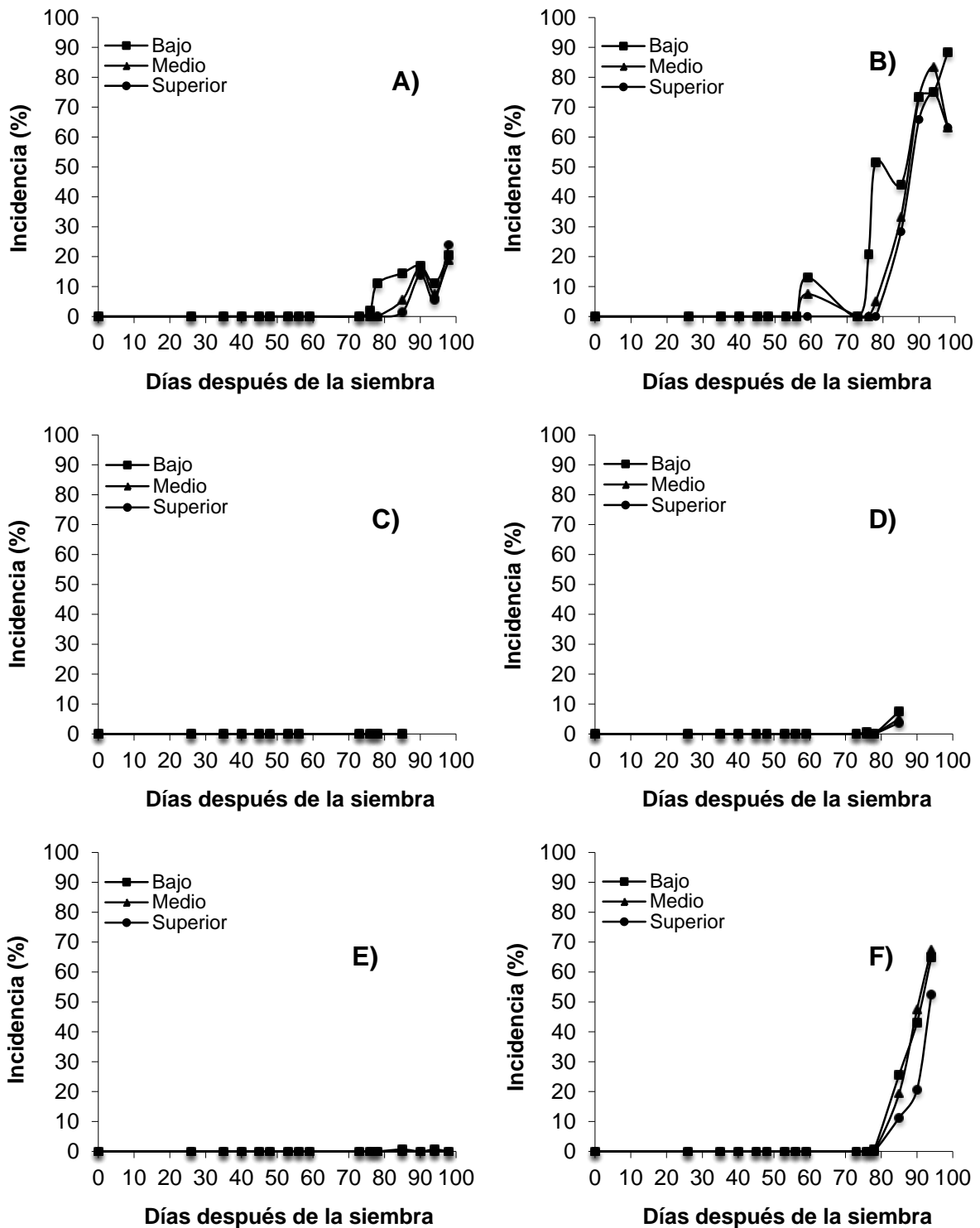


Figura 47. Incidencia de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en el tercio bajo, medio y superior de plantas de soya (*Glycine max*) de la localidad 2 cultivadas en el campo experimental “Las Huastecas” de Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. A) Variedad (Var.) H-200 con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol); B) Var. H-200 sin fungicida (SF); C) Var. H-300 CF; D) Var. H-300 SF; E) Var. H-400 CF; F) Var. H-400 SF. Fecha de siembra 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones.

Al evaluar la enfermedad como área bajo la curva del progreso de la incidencia se detectó mayor enfermedad en el tercio bajo de las plantas de todos los tratamientos (Figura 46B). Al igual que lo observado en la localidad previa, los valores de esta variable resultaron más bajos en la variedad H-300 que en los cultivares H-200 y H-400. En la variedad H-200 los promedios de área bajo la curva en las plantas con fungicida fueron menores que en las plantas no tratadas. En la variedad H-400 con fungicida la epidemia se desarrolló solo en el tercio bajo del dosel. En la variedad H-300 las aplicaciones con pyraclostrobin más flutriafol lograron suprimir por completo la enfermedad en los tres tercios del dosel.

3. 4 Rendimiento de grano

3. 4. 1 Localidad 1

En esta localidad el rendimiento de grano varió significativamente con la fecha de siembra. El menor rendimiento ocurrió en la fecha de siembra tres (FS3) (Figura 48C vs A y B). En la FS1 alcanzó un valor más alto que en las demás fechas de siembra, el cual fue de aproximadamente 2300 kg/ha en todas las variedades y tratamientos, ya que no se observaron diferencias debidas al genotipo de planta o al tratamiento con fungicida (Figura 48A). En la FS2, se detectó que el cultivar H-300 tuvo menor producción de grano que las variedades H-200 y H-400 pero los valores observados se traslapan con los rangos analizados en éstos últimos genotipos, quienes tuvieron rendimientos de alrededor de 1500 kg/ha (Figura 48 B). En la FS3 solo la variedad H-200 tendió a un mayor rendimiento cuando fue tratada con aplicaciones de fungicida (Figura 48C), pero las diferencias con el resto de tratamientos no resultaron significativas y en promedio variaron alrededor de los 1000 kg/ha.

3. 4. 2 Localidad 2

En esta localidad se detectó que el rendimiento de grano fue mayor a lo observado en la localidad uno (Figura 49 vs 48). En la FS1 los rendimientos en todos los tratamientos estuvieron alrededor de los 2500 kg/ha y no se detectaron

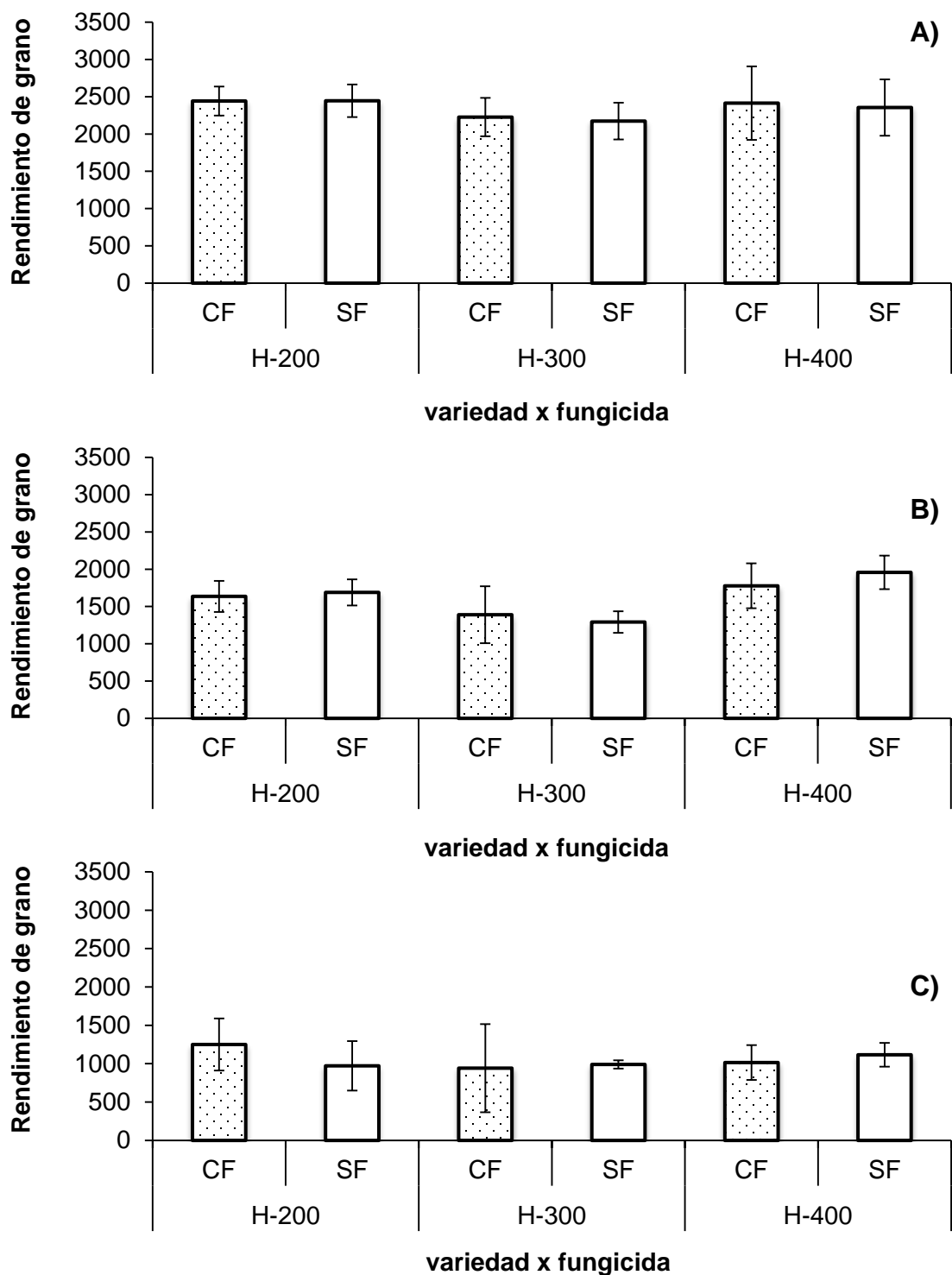


Figura 48. Rendimiento de grano (kg/ha) de tres variedades de soya (*Glycine max*) cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). Localidad 1 del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

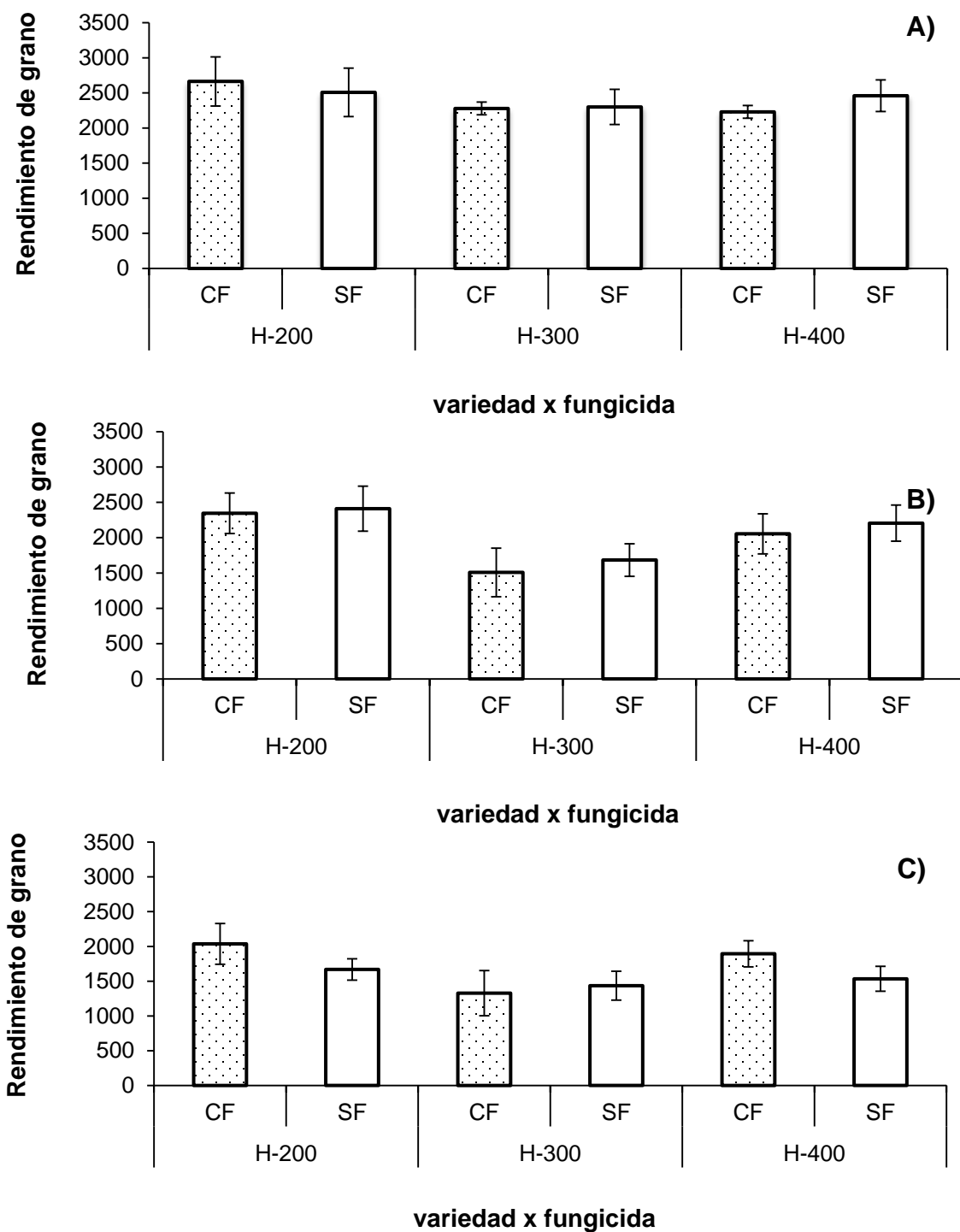


Figura 49. Rendimiento de grano (kg/ha) de tres variedades de soya (*Glycine max*) cultivadas en tres fechas de siembra (FS), con fungicida (CF, pyraclostrobin + flutriafol) y sin fungicida (SF). Localidad 2 del campo experimental “Las Huastecas” en Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas. (A); FS1, 04 de agosto 2010, (B); FS2, 23 de agosto 2010, (C); FS3, 28 de septiembre 2010. Promedios de cuatro repeticiones. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

diferencias significativas debido a la variedad o al tratamiento con fungicida (Figura 49A). En la FS2 al igual que en la localidad uno, el genotipo H-300 fue el que tuvo menor rendimiento que las demás variedades (Figura 49B), pero las diferencias sólo resultaron significativas con respecto a la variedad H-200 con y sin fungicida y con respecto a la variedad H-400 sin fungicida que tuvieron los promedios más altos sin que ocurriesen diferencias significativas entre sí. En esta fecha de siembra la producción de grano varió alrededor de los 2250 kg/ha. En la FS3 el rendimiento de grano fue mayor en los cultivares H-200 y H-400 con aplicaciones de fungicida, donde la producción de grano llegó a un promedio de 2000 kg/ha. Los valores menores en esta fecha de siembra correspondieron también a la variedad H-300, cuyos promedios variaron alrededor de 1500 kg/ha.

4. Discusión

Las enfermedades foliares más comunes de la soya en Tamaulipas son la mancha marrón de la hoja, la mancha ojo de rana y la roya asiática. El impacto de estas enfermedades no se ha documentado en México por lo que en los experimentos realizados en la región Huasteca el estudio epidémico de las enfermedades de fin de ciclo permitió determinar su comportamiento temporal en diferentes fechas de siembra del cultivo. *C. sojina* y *S. glycines* se presentaron en la etapa vegetativa, mientras que la roya asiática se observó solo en la etapa de llenado de grano. Estos resultados representan un soporte para la toma de decisiones de manejo, ya que un aspecto clave para el éxito de las aplicaciones de fungicidas es saber cuándo aplicar (Terán-vargas *et al.*, 2007).

En nuestro trabajo se observó una tendencia general de *C. sojina* a disminuir los niveles de severidad desde la primera a la última fecha de siembra en las dos localidades. Este comportamiento pudo responder a varias causas: a) las siembras tardías que resultan en un acortamiento de los intervalos entre los estados reproductivos, especialmente entre R2 y R5, periodo en el cual se registran epidemias que posteriormente se manifiestan en enfermedades de fin de ciclo. Al cortar dicho intervalo, el cultivo puede quedar menos expuesto, b) a consecuencia de las siembras tardías, las plantas presentan menor porte (Maldonado *et al.*, 2008) y cobertura lo cual no genera un ambiente con humedad suficiente para la infección del patógeno en la planta; probablemente esto explique la reducción de los niveles de severidad de *C. sojina* observada durante la FS2 y FS3. La mancha ojo de rana ocasionada por *C. sojina* a pesar de ser considerada una enfermedad de fin de ciclo se presentó en todas las fechas de siembra desde el inicio hasta aproximadamente el día 23 después de la siembra con un máximo de 14% de área foliar dañada, principalmente en las hojas más viejas (nudos 1-6) de todas las variedades evaluadas en la FS1. El hecho de que la enfermedad se presente en las hojas más viejas contribuye a incrementar la presión del inóculo en las etapas de mayor susceptibilidad. Es frecuente que el ataque inicie en las primeras hojas de las plantas (tercio bajo) donde los nutrientes como el nitrógeno son reciclados a las hojas más nuevas y donde se mantiene un microclima especial que favorece al patógeno (Carmona *et al.*, (2010). Es importante señalar que el microclima que

favorece a *C. sojina* se presentó en la FS1 y FS2. Sin embargo, en la FS3 ocurrió un decremento significativo de la intensidad, por lo que un posible método de control de esta enfermedad es simplemente modificar la fecha de siembra y con ello cultivar las plantas bajo condiciones que desfavorecen el desarrollo de la enfermedad.

Nuestras observaciones también ponen de manifiesto que no existen genes de resistencia funcionales en el material genético evaluado, ya que no se observaron diferencias significativas en la intensidad de la enfermedad en los diferentes sitios de siembra. Respecto a la incidencia de la misma enfermedad, el patrón típico que describe la curva del progreso de la enfermedad (sigmoideal y exponencial) en todas las localidades y fechas de siembra es una consecuencia de que *C. sojina* produce conidios en varias ocasiones durante la estación del cultivo. Este hecho favorece la producción de inóculo que causa infecciones secundarias. La enfermedad se restringió al tercio bajo, lo cual nos hace suponer que su ubicación en esta zona está relacionada a factores nutrimentales, de senescencia de las hojas y microclimáticos. En las dos variables evaluadas, se observó que la aplicación de fungicidas no afectó a la enfermedad. Esto es posiblemente debido a que la aspersion se dirigía a la parte externa del follaje y las hojas basales fueron escasamente cubiertas por la aspersion.

La mancha marrón de la hoja ocasionada por *S. glycines* tuvo el comportamiento típico de una enfermedad de fin de ciclo, se presentó en todas las fechas evaluadas a 63 días después de la siembra, con un máximo de 30% de área foliar dañada, principalmente en el tercio bajo y medio de las variedades evaluadas. Un factor importante para el desarrollo del patógeno son las condiciones ambientales. Evidencia de ello es que la enfermedad se presentó con diferente intensidad de acuerdo al sitio y fecha de siembra, siendo la localidad dos y una fecha de siembra intermedia (fecha de siembra dos) la que menos favoreció al patógeno. Nuestras observaciones también ponen de manifiesto la tolerancia del material genético evaluado. Por ejemplo los cultivares H-200 y H-400 resultaron los menos susceptibles al ataque de este patógeno en los diferentes sitios de siembra y fechas. Sin embargo, es aconsejable combinar este método de control con el sitio y fecha de siembra, pues bajo diferentes condiciones ambientales las variedades tuvieron un comportamiento diferente. Respecto a la incidencia de la mancha

marrón, el patrón típico que describe la curva del progreso de la enfermedad (exponencial) en todas las localidades y fechas de siembra nos habla de que el patógeno produce conidios en varias ocasiones durante la estación de cultivo (policíclico). Esto implica la producción de inóculo que causa infecciones secundarias. La enfermedad se restringe al tercio bajo y medio, posiblemente se deba a las condiciones de clima húmedo que van de 15 a 30 °C favorables para su desarrollo. En ambos parámetros evaluados, se observó que la aplicación de fungicidas afecta significativamente a la enfermedad. Esto es explicable por la posición de la enfermedad en el dosel (tercio medio) donde la aspersión de fungicidas tenían una buena cobertura. De acuerdo con lo observado por Gustafson *et al.*, 2007 los fungicidas con pyraclostrobin como ingrediente activo reducen la severidad de *S. glycines*.

La roya asiática ocasionada por *P. pachyrhizi* fue la menos común de las tres enfermedades evaluadas, con el comportamiento típico de una enfermedad de fin de ciclo, ya que se presentó hasta aproximadamente el día 80 después de la siembra, con un máximo de 9% de área foliar dañada y una distribución aleatoria en todas las variedades evaluadas. De acuerdo a Terán-vargas *et al.*, 2007, en la planicie Huasteca la roya asiática se presentó en la etapa R5 (llenado de grano), al igual que en este trabajo. Es importante señalar que el microclima que favorece al patógeno se presentó en las dos segundas fechas de siembra. En la primera fecha de siembra no se detectó, por lo que un posible método de control de esta enfermedad es simplemente modificar la fecha de siembra y con ello cultivar las plantas bajo condiciones que desfavorecen el desarrollo del patógeno. Nuestras observaciones también ponen de manifiesto que existen genes de resistencia cuantitativa en el material genético evaluado, ya que la menor intensidad de la enfermedad fue observada en la variedad H-200 en los diferentes sitios y fechas de siembra, a excepción de la H-300 que su madurez fue muy temprana por lo que no se vio afectada por la roya asiática. Respecto a la incidencia de la misma enfermedad, el patrón típico que describe la curva del progreso de la enfermedad (exponencial) en todas las localidades y fechas de siembra nos habla de que el patógeno produce uredosporas en varias ocasiones durante la estación de cultivo y consecuentemente la formación de infecciones secundarias. En ambos parámetros evaluados, tanto incidencia como severidad, se observó que la aplicación de

fungicidas reduce e incluso suprime a la enfermedad. Esto fue favorecido porque el patógeno se presentó en la etapa de llenado de grano cuando las plantas empezaban a defoliarse, por lo que las aspersiones de fungicida podían dirigirse con facilidad en el dosel de la planta así afectando el desarrollo del patógeno.

En nuestro trabajo se observó que las variedades tienen aproximadamente el mismo rendimiento y que las diferencias en éste pueden ser atribuidas a la fecha de siembra. Por ejemplo, en la FS1 se observó mayor rendimiento que en la FS3. Esto posiblemente está relacionado a las condiciones ambientales y cantidad de luz disponible para la planta; por ejemplo, en la FS1 se presenta la mayor cantidad de Joules mientras que en la FS3 los días se acortan, acortándose con ello los Joules disponibles para la planta. Las condiciones nutrimentales de cada sitio de estudio también parecen ser un factor importante en el rendimiento. El mayor rendimiento se observó en la localidad dos, posiblemente debido a la mayor fertilidad de este sitio. Es importante señalar que la variedad H-300 está considerada como de ciclo intermedio, mientras que la variedad H-400 es de ciclo largo o para siembras tempranas de acuerdo con Maldonado *et al.*, 2007. En nuestra investigación, todas las variedades tuvieron comportamiento similar.

5. Conclusiones

1. Las aspersiones de pyraclostrobin más flutriafol disminuyen la tasa de desarrollo epidémico de *S. glycines* y *P. pachyrhizi*.
2. La modificación de la fecha de siembra afectó el desarrollo de los tres patógenos evaluados. En el caso de *C. sojina* la fecha adecuada para la siembra de estas variedades es la FS3, mientras que para *S. glycines* la FS1 es la mejor. Para *P. pachyrhizi* la FS1 y FS2 son las ideales, ya que desfavorecen el desarrollo epidémico de cada uno de estos patógenos.

3. Las siembras tardías o ciclos largos favorecen al desarrollo de *P. pachyrhizi*, como consecuencia son periodos críticos para los cultivares sembrados en esas fechas.
4. El rendimiento de la soya varió en función de fecha de siembra y los cultivares empleados pero no fue afectado significativamente por las enfermedades evaluadas.
5. La variedad Huasteca 300 tiene mayor tolerancia a *S. glycines* pero menor rendimiento que las Huastecas 200 y Huastecas 400.

LITERATURA CITADA

- Akem, C. N. 1995. The effect of timing of fungicide applications on control of frog-eye leaf spot and grain yield of soybeans. *European Journal of Plant Pathology* 101:183-187.
- ASERCA. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. 2010 disponible en <http://www.aserca.gob.mx>
- Balardín, R. 2004. Manejo de la roya de la soja. Experiencias en Brasil (III). In: Principales conclusiones del Panamerican Soybean Rust Workshop. Ploper, L.D. (ed.). Publicación especial No. 24. Tucumán, Argentina, abril, 2004. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes". 24 p.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Amer Phytopathological Society; 4th edition pp. 240
- Bisht, V. S., and Sinclair, J.B. 1985. Effect of *Cercospora sojina* and *Phomopsis sojae* alone or in combination on seed quality and yield of soybeans. *Plant Dis.* 69:436-439.
- Boerma, H. R., and Phillips, D. V. 1983. Genetic implications of the sensitivity of Kent soybean to *Cercospora sojina*. *Phytopathology* 73:1666-1668.
- Bromfield, K. R., and Hartwig, E. E. 1980. Resistance to soybean rust (*P. pachyrhizi*) and mode of inheritance. *Crop Sci.* 20:254-255.
- Bromfield, K. R. 1984. Soybean rust, Monograph (American Phytopathological Society), No. 11. American Phytopathological Society. St. Paul, MN.
- Campbell, C. L., and Madden, L. V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley-Interscience, NY. p 113-118.
- Cárcamo-Rodríguez, A., and Aguilar R. J. 2006. First report of Asian soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* from Mexico. *Plant Dis.* 90:1260.

- Carmona, M. R., Moschini, G., Cazenave, and Sautua F. 2010. Relación entre la precipitación registrada en estados reproductivos de la soja y la severidad de *Septoria glycines* y *Cercospora kikuchii*. *Tropical Plant Pathology* 35:71-78.
- Carmona, M., Sautua, F., Perelman, S., Reis, E. M. and Gally, M. 2011a. Relationship between late soybean diseases complex and rain in determining grain yield responses to fungicide applications. *Journal of Phytopathology*, 159: 687–693.
- Carmona, M., Gally, M., Sautua, F., Abello, A., and Lopez, P. 2011b. Uso de mezclas de azoxistrobina y triazoles para controlar enfermedades de fin de ciclo de la soja. *Summa Phytopathologica* 37:134-139.
- Cooper, R. L. 1989. Soybean yield response to benomyl fungicide application under maximum yield conditions. *Agron J.* 81:847-849.
- Del Ponte, E. M., and Esker, P. D. 2008. Meteorological factors and Asian soybean rust epidemics: a systems approach and implications for risk assessment. *Scientia Agricola* 65:88-97.
- Del Ponte, E. M., Godoy, C. V., Li, X., and Yang, X. B. 2006. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. *Phytopathology* 96:797-803.
- Dorrance, A.E., Cruz, C., Mills, D., Bender, R., Koenig, M., LaBarge, G., Leeds, R., Mangione, D., McCluer, G., Ruhl, S., Siegrist, H., Sundermeier, A., Sonnenberg, D., Yost, J., Watters, H., Wilson, G., and Hammond, R. 2010. Effects of foliar fungicide and insecticide applications on soybean in Ohio. Fact Sheet AC-53-10. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University Extension. 3 p. doi:10.1094/PHP-2010-0122-01-RS
- FAO. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2009. Available at: <http://www.faostat.fao.org>
- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmod D. T., and Pennington, J. S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 11:929-931.

- Giesler, L. J. 2011. Brown spot of soybean Fact Sheet AC-18-10. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University Extension. p.2
- Godoy, C. V., Koga, L. J., and Canteri, M. G. 2006. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira* 31:63-68.
- Goellner, K., Loehrer, M., Langenbach, C., Conrath, U., Koch, E., Schaffreth, U. 2010. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. *Molecular Plant Pathology* 11:169-177.
- Gravina, G. A., Sedyama C. S., Filho, S. M., Moreira, M. A., Barros, E. G., and Cruz, C. D. 2004. Multivariate analysis of combining ability for soybean resistance to *Cercospora sojina* Hara. *Genetics and Molecular Biology* 27:395-399.
- Gustafson, T. C., and Giesler, L. J. 2007. Yield and economic analysis of pyraclostrobin application to soybean in the presence and absence of foliar diseases. National soybean rust symposium (Poster). <http://www.plantmanagementnetwork.org>
- Hartman, G. L. 1995. Highlights of soybean rust research at the Asian vegetable research and development center. In: Proceedings of the Soybean rust workshop, Sinclair, J. B. and Hartman, G. L. (eds.). Urbana IL. College of Agricultural, consumer and Environmental Sciences National Soybean Research Laboratory. pp 19-28.
- Hartman, G.L., Sinclair, J.B., and Rupe, J.C., 1999. Compendium of soybean diseases, 4th edn. American Phytopathological Society Press, St Paul, MN, USA.
- Hartman, G.L., Bonde, M.R., Miles, M.R., Frederick, R.D. 2004. Variation of *Phakopsora pachyrhizi* isolates on soybean. Proceedings. VII World Soybean Research Conference. pp. 440-446.
- Hartman, G. L., Miles, M. R., Frederick, R. D. 2005. Breeding for resistance to soybeans rust. *Plant Dis.* 89:664-668.
- Hartwig, E. E. 1986. Identification of a fourth major gene conferring resistance to soybean rust. *Crop Sci.* 26:1135-1136.

- Isard, S. A., Gage, S. H., Comtois, P., and Russo, J. M. 2005. Principles of aerobiology applied to soybean rust as an invasive species. *BioScience*, 55:851-862.
- Isard, S. A., Dufault, N. S., Miles, M. R., Hartman, G. L., Russo, J. M., De Wolf, E. D., and Morel, W. 2006. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores. *Plant Dis.* 90:941-945.
- Isard, S. A., Russo, J. M., Ariatti, A. 2007. The integrated aerobiology modeling system applied to the spread of soybean rust into the Ohio river valley during september 2006. *Aerobiologia* 23:271-282
- Kawuki, R. S., Adipala, E. and Tukamuhabwa, P. 2003. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. *J. Phytopathology* 151:7-12.
- Koch, E., Ebrahimnesbat, F. and Hoppe, H.H. 1983. Light and electron-microscopic studies on the development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd) in susceptible soybean leaves. *Phytopathol. Z.* 106:302-320.
- Lee, G. B., Hartman, G. L., and Lim, S. M. 1996. Brown spot severity and yield of soybeans regenerated from calli resistant to a host-specific pathotoxin produced by *Septoria glycines*. *Plant Dis.* 80:408-413.
- Levy, C. 2005. Epidemiology and chemical control of soybean rust in Southern Africa. *Plant Dis.* 89:669-674.
- Lim, S. 1979. Evaluation of soybean for resistance to *Septoria brown spot*. *Plant Dis. Reporter.* 63:242-245.
- Lim, S. M. 1980. Brown spot severity and yield reduction in soybean. *Plant Phytopathology* 70:974-977.
- Liu, X., Jin, J., Wang, G., Herbert, S. J. 2008. Soybean yield physiology and development of highyielding practices in Northeast China. *Field Crops Research* 105:157-171

- Livingston, M., Johansson, R., Daberkow, S., Roberts, M., Ash, M., and Breneman, V. 2004. Economic and policy implications of wind-borne entry of Asian soybean rust into the United States. Electronic Outlook Report from the U.S. Department of Agriculture Economic Research Service, p. 22. OCS-04D-02.
- Ma, S. M. and Li, B. Y. 1997. Primary report on the identification for physiological races of *Cercospora sojina* Hara in Northeast China. *Acta Phytopathologica Sinica*. 27:180.
- Maldonado M. N., G. Ascencio L. y J. Avila V. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. Folleto para Productores Núm. 2. Campo Experimental Sur de Tamaulipas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tam., México. 83 p.
- Maldonado M., N., Ascencio L. G., and Gill L. H. R. 2009. Huasteca 300, nueva variedad de soya para el sur del estado de Tamaulipas. *Agricultura técnica en México* 35:481-485
- Maldonado M., N. and Ascencio L. G. 2011a. Huasteca 200, variedad de soya de baja sensibilidad al fotoperiodo corto para el trópico de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 1:707-714 p.
- Maldonado M., N., Ascencio, L. G., and Gill L. H. 2011b. Huasteca 400, Nueva variedad de soya para el sur de Tamaulipas, oriente de San Luis Potosí y norte de Veracruz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 1:687-692 p.
- Mantecón, J. D. 2008. Efficacy of chemical and biological strategies for controlling the soybean brown spot (*Septoria glycines*). *Ciencia e Investigación Agraria* 35:211-214.
- Martins, M. C., Guerzoni, R. A., Câmara, G. M. S., Mattiazzi, P., Lourenço, S. A., and Amorim, L. 2004. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira* 29:179-184.
- McLean, R. J., and Byth, D. E. 1980. Inheritance of resistance to rust (*P. pachyrhizi*) in soybeans. *Aust. J. Agric. Res.* 31:951-956.
- Melching, J. S., Dowler, W. M., Koogle, D. L., and Royer, M. H. 1989. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. *Plant Dis.* 73:117-112.

- Mian, M. A., Missaoui, A. M., Walker, D. R., Phillips, D. V., and Boerma, H. R. 2008. frog-eye leaf spot of soybean: A review and proposed race designations for isolates of *Cercospora sojina* Hara. *Crop Science*. 48:14-24.
- Mian, R., J. Bond, J., Joobeur T., Mengistu, A., Wiebold, W., Shannon, G., and Wrather, A. 2009. Identification of soybean genotypes resistant to *Cercospora sojina* by field screening and molecular markers. *Plant Dis*. 93:408-411.
- Miles, M. R., Frederick, R. D., and Hartman, G. L. 2003. Soybean rust: Is the U. S. Soybean crop at risk? APSnet feature. Online. doi: 10.1094/APSnetFeature-2003-0603
- Mirza, S. M., Yasmin A. 2002. *Septoria Glycines*- The cause of brown spot on soybean in Pakistan. *Journal of Agricultural Research* 17:46-48.
- Mueller, T. A., Miles, M. R., Morel, W., Marois, J. J., Wright, D. L., Kemerait, R. C., Levy, C., and Hartman, G. L. 2009. Effect of fungicide and timing of application on soybean rust severity. *Dis* 93:243-248.
- Mwase, W. F., and Kapooria, R. G. 2001. Incidence and severity of frog-eye leaf spot and associated yield losses in soybeans in agroecological zone II of Zambia. *Mycopathologia* 149:73-78
- NAPPO. 2006 North American Plant Protection Organization. Disponible en http://www.nappo.org/menu_s.shtml.
- NAPPO. 2007 North American Plant Protection Organization. Disponible en http://www.nappo.org/menu_s.shtml.
- NAPPO. 2008 North American Plant Protection Organization. Disponible en http://www.nappo.org/menu_s.shtml.
- Nutter, F., Esker, P., and Coelho-Netto, R. 2006. Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. Iowa State University. *European Journal of Plant Pathology*. 115:95-103.
- Oerke, E. C. 2006. Crop losses to pest. *Journal of Agricultural Science* 144:31-43

- Pedersen, P. 2005. Effect of asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on soybean yield and grain quality. Integrated crop management. Special issue: Asian Soybean Rust. pp. 21-22.
- Pérez-Vicente, L., Martínez-de la Parte, E., Pérez-Miranda, M., Martínez-Triana, E. L., Borrás-Hidalgo-O., and Hernández-Estévez, I. 2010. First report of Asian rust of soybean caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Cuba. Plant Pathology 59:803.
- Phillips, D. V., and Boerma, H. R. 1981. *Cercospora sojina* race 5: A threat to soybeans in the southeastern United States. Phytopathology 71:334-336.
- Phillips, D. V. 1999. Frogeye leaf spot. in: compendium of soybean diseases, 4th ed. G.L. Hartman, J.B. Sinclair, and Rupe, J.C. eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. p 20-21
- Phipps, P. M., Partridge, D., Stromberg, E. L., Rideout, S., Chappel, G., and and Holshouser, D. 2006. Response of soybeans to foliar sprays of fungicides in 2005. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech p12.
- Pivona, S., and Yang, X. B. 2004. Assessment of the potencial year-round establishment of soybean rust throughout the word. Plant Dis. 88:523-529
- Pivonia, S., and Yang, X. B. 2006. Relating epidemic progress from a general disease model to seasonal appearance time of rusts in the United States: Implications for soybean rust. Phytopathology 96:400-407.
- Ploper, D. L. 2004. La roya de la soja. In: Principales conclusiones del Panamerican Soybean Rust Workshop. Ploper, L. D. (ed.) Publicación especial No 24, Tucumán, Argentina, abril 2004. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". p. 24
- Probst, A. H., Athow, K. L., and Laviolette, F. A. 1965. Inheritance of resistance to race 2 of *Cercospora sojina* in soybeans. Crop Sci. 5:332-338.

- Ratnaparkhe, M. B., Singh, R. J., and Doyle, J. J., Kole, C. 2011. (ed.), Wild Crop relatives: Genomic and breeding resources, *in* C. Kole, editor. Springer Berlin Heidelberg. p 83-116.
- Rosso, M. L., Vazquez, A., and Rainey, K. M. 2011. First report of frog-eye leaf spot of soybean caused by *Cercospora sojina* race 11 in Virginia. *Plant Disease* 95:878.
- Scherm, H. C., Christiano, R. S. C., Esker, P.D. Del Ponte, E.M.; Godoy, C.V. 2009. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. *Crop Protection*. 28:774-782.
- Schuh, W., and Adamowicz, A. 1993. Influence of assessment time and modeling approach between temperature-leaf wetness periods and disease parameters of *Septoria glycines* on soybeans. *plant pathology*. 83:941-948.
- Sherwin, H. S., and Kreitlow, K. W. 1952. Discoloration of soybean seeds by the frog-eye leaf spot fungus *Cercospora sojina*. *Phytopathology*. 42:568-572.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2010. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Singh, R. J. and Hymowitz, T. 1999. Soybean genetic resources and crop improvement. *genome* 42:605-616.
- Singh, T., and Sinclair, J. B. 1985. Histopathology of *Cercospora sojina* in soybean seeds. *Phytopathology*. 75:185-189.
- Song, H. S., Lim, S. M., and Widholm, J. M. 1994. Selection and regeneration of soybeans resistant to the pathotoxic culture filtrates of *Septoria glycines*. *Phytopathology* 84:948-951.
- Terán-vargas, A. P., Ascencio, G. L., Maldonado M. N. y Ávila, J. V. 2007. La roya asiática de la soya en México. Folleto Técnico No. 22. Campo Experimental Sur de Tamaulipas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tam., México. 53 p.

- Terán-vargas, A. P., García-Salazar, P. 2009. Control químico de la roya asiática en la soya para el ciclo primavera-verano 2009. Desplegado para productores No. MX-0-310803-47-03-14-12-08. Campo Experimental Las Huastecas. CIRNE-INIFAP. Villa Cuauhtémoc, Tam., México. 2 p.
- Tschanz, A. T. 1982. Soybean rust epidemiology. Final report. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan. 157p
- Westphal, A. S., Gregory, S. 2010. Diseases of soybean frog-eye leaf spot. BP-13-W. Purdue University Extension. Department of Botany and Plant Pathology and USDA-ARS. p. 3.
- Yang, W., and Weaver, D. B. 2001. Resistance to frog-eye leaf spot in maturity groups VI and VII of soybean germplasm. *Crop Sci.* 41:594-552.
- Yáñez-Morales, M. J., Martínez, I. A., Soto-Rocha, J. M., Malvick, D. K., Kurle, J. E., Floyd, C. M., and Krupa, S.V. 2009. Soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* detected in the state of Campeche on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Plant Dis.* 93:847.
- Yorinori, J. T. 1980. *Cercospora sojina*: Pathogenicity, new races and transmission in soybeans. Ph.D. thesis Department of Plant Pathology, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana. 74 p.
- Yorinori, J. T., and Klingelfuss, L. H. 1999. Novas racas de *Cercospora sojina* em soja. *Fitopatologia Brasileira.* 24:509-512.
- Yorinori, J. T., Lazzarotto, J. J. 2004. Situacao da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul. Documentos 236, EMBRAPA, Londrina, PR. 27 p.
- Yorinori, J. T., Paiva, W. M., Frederick, R. D., Costamilan, L. M., Bertagnolli, P. F., Hartman, G. E., Godoy, C. V., and Nunes, J. Jr. 2005. Epidemics of soybeans rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. *Plant Dis.* 89:675-677
- Young H. M., Liberti D, Harmon P, Marois J. J., & Wright D. L. 2011. Identification of a candidate resistance gene to *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of soybean rust, in the alternative host kudzu, *Pueraria* spp. *Phytopathology* 101: S199-S199