Mexico

Plant Pathology
MSU

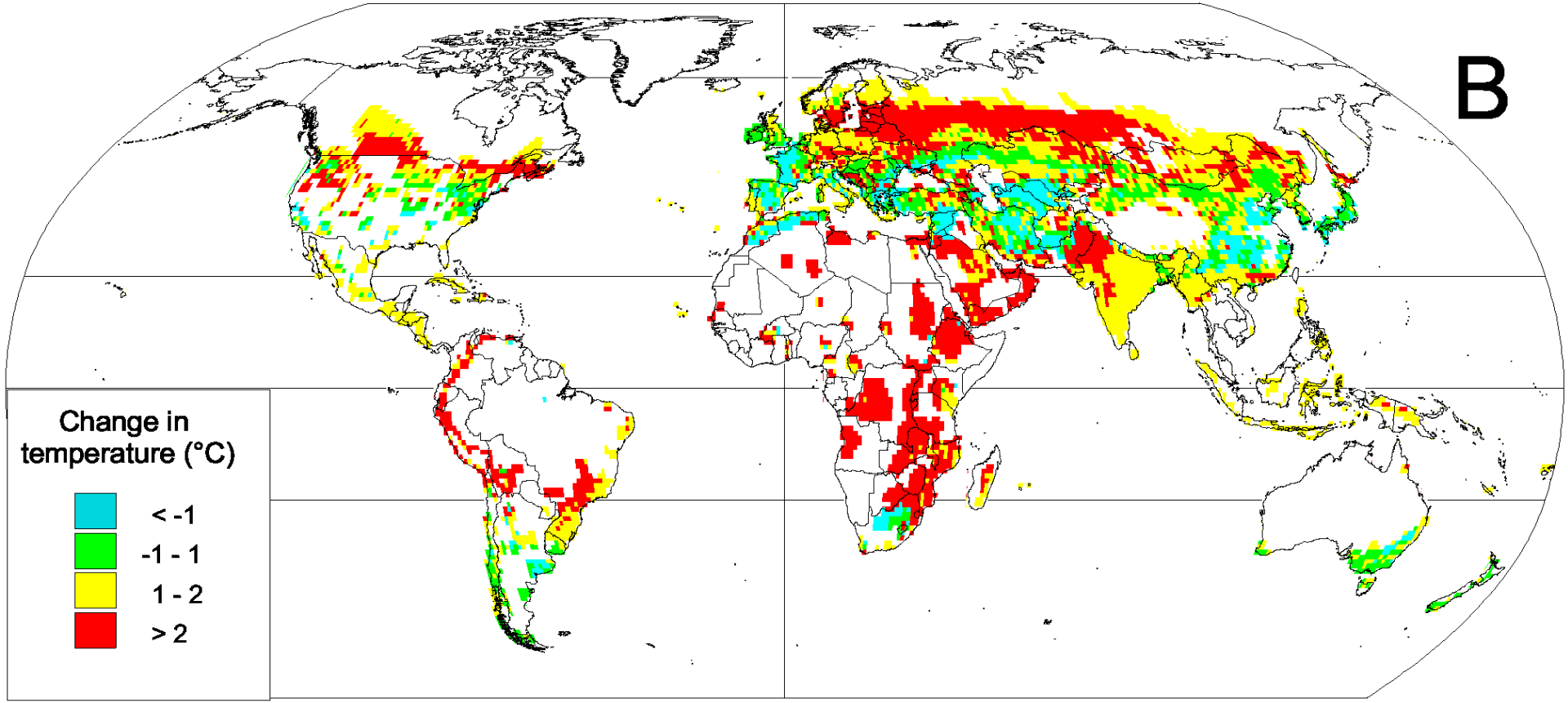
EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FISIOLOGÍA DE LA PLANTA Y LA RESISTENCIA CONTRA EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA

O.A. Rubio y W. Kirk

ANTECEDENTES

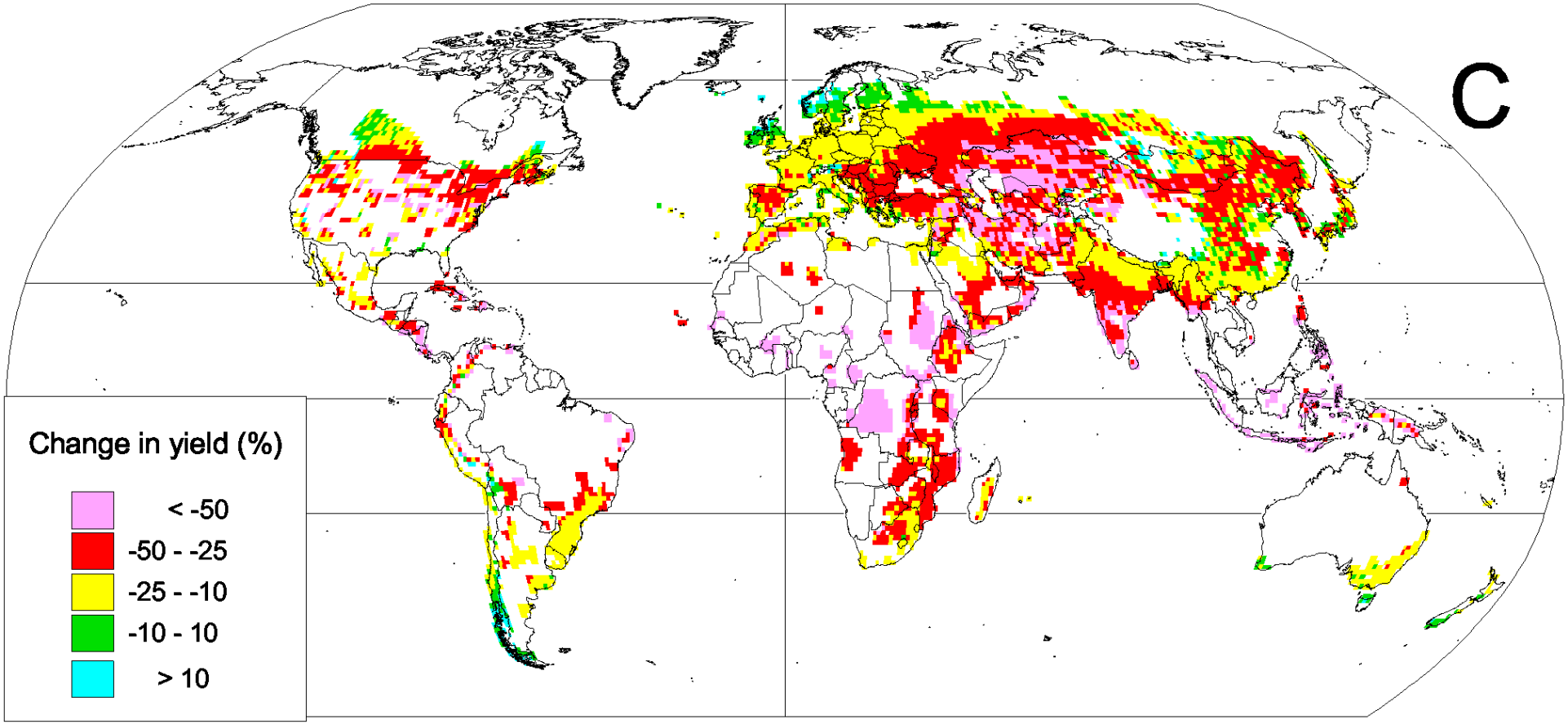
Houghton et al, 2001:
La temperatura global aumentará
entre 1.4 y 5.8 ℃ entre 1900 y 2100

PREDICCIÓN DEL CAMBIO DE LA TEMPERATURA EN LAS ZONAS PAPERAS EN 2050 (Hijmans, 2003)



PREDICCIÓN SOBRE EL CAMBIO EN RENDIMIENTO DE PAPA DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO EN 2050

(Hijmans, 2003)



- **¿QUE EFECTO TIENE EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FISIOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE LA PAPA?**
- **¿CUAL ES EL EFECTO DEL CAMBIO DE TEMPERATURA SOBRE LA RESISTENCIA CONTRA EL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA?**
- **¿EL EFECTO ES EL MISMO EN VARIEDADES CON REISTENCIA HORIZONTAL Y VERTICAL?**

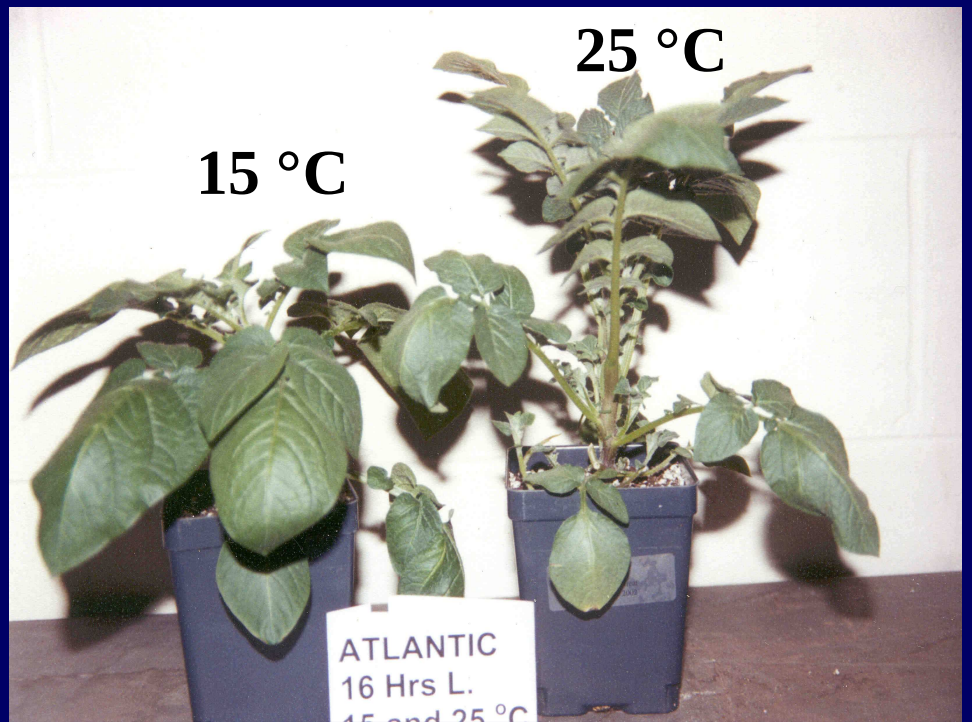
TEMPERATURAS ÓPTIMAS PARA LA PAPA

- **La asimilación de la luz solar en las hojas de la planta es máxima entre 15-21 °C**
- **La asimilación neta de la luz solar es nula debajo de 2 °C y arriba de 34 °C**
- **El crecimiento de los tubérculos disminuye arriba de 15 °C y es cero a más de 28 °C**

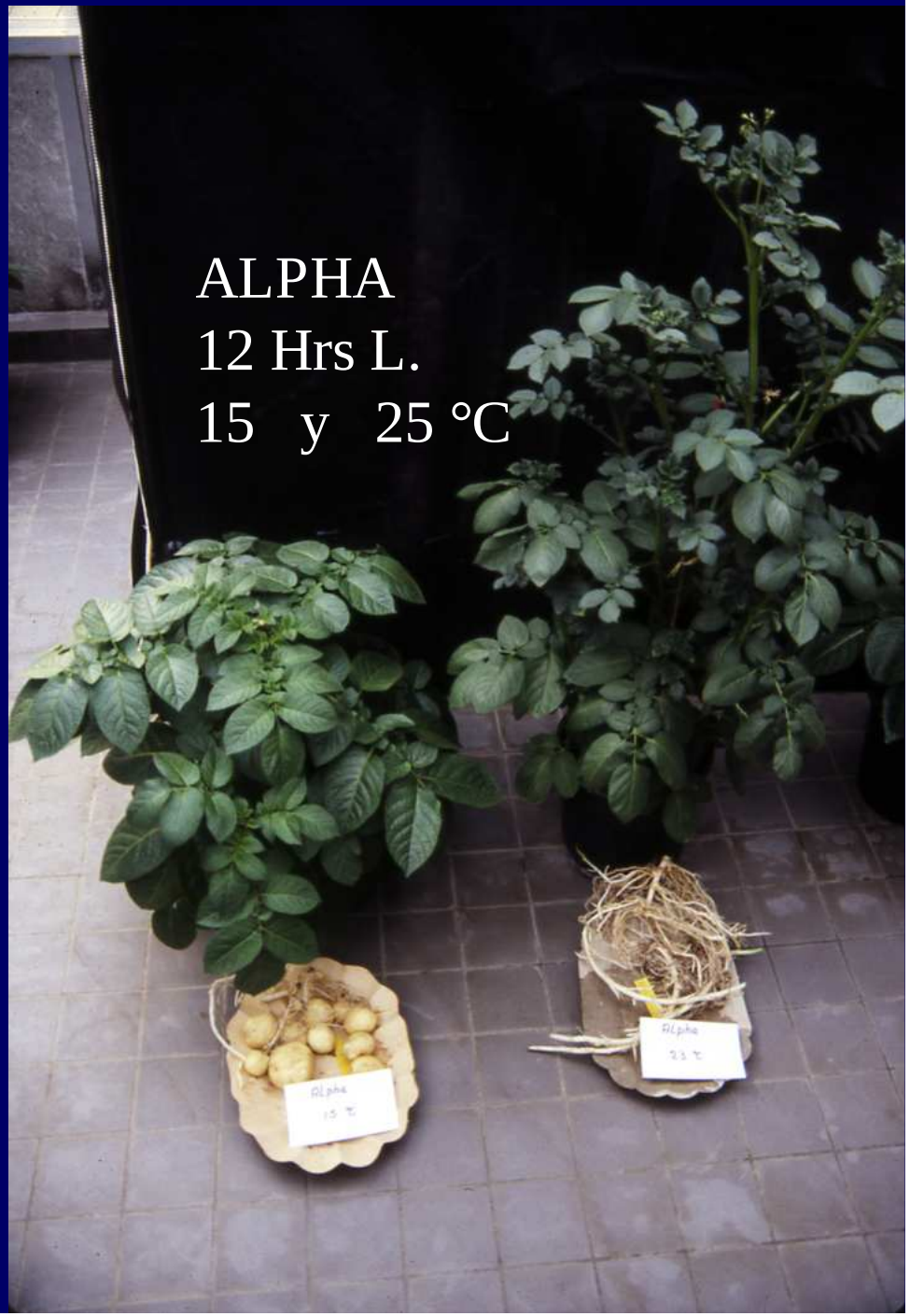
EFECTO DE ALTAS TEMPERATURAS SOBRE LA PAPA

- Aumento de la respiración
- Crecimiento más rápido
- Plantas más altas
- Hojas más pequeñas
- Hojas más delgadas
- Retraso en el inicio de la tuberización

ATLANTIC
12 Hrs L.
15 and 25 °C


25 °C
15 °C
ATLANTIC
16 Hrs L.

EFECTO DE LA LUZ Y TEMPERATURA SOBRE LA TUBERIZACIÓN



TOLUCA, MÉXICO

Malinche a 2600 msnm

Malinche a 3500 msnm

¿QUE EFECTO TIENEN LOS CAMBIOS ANATÓMICOS Y FISIOLÓGICOS PROVOCADOS POR EL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA RESISTENCIA CONTRA EL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) DE LA PAPA?

ANTECEDENTES

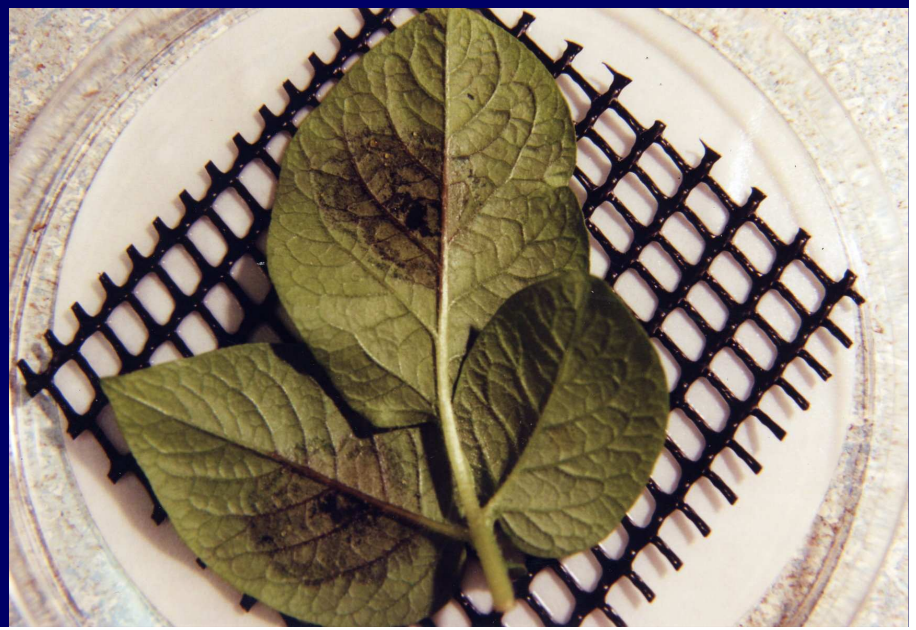
* Parker et al. (1992): La Variedad Alpha presentó mayor resistencia a *P. infestans* en New York, U.S.A. (Lat 44 - 45) que en Toluca, México (Lat 19).

* Jenns and Leonard (1985): La resistencia a *Bipolaris maydis* en maíz disminuyó con altas T y baja luminosidad

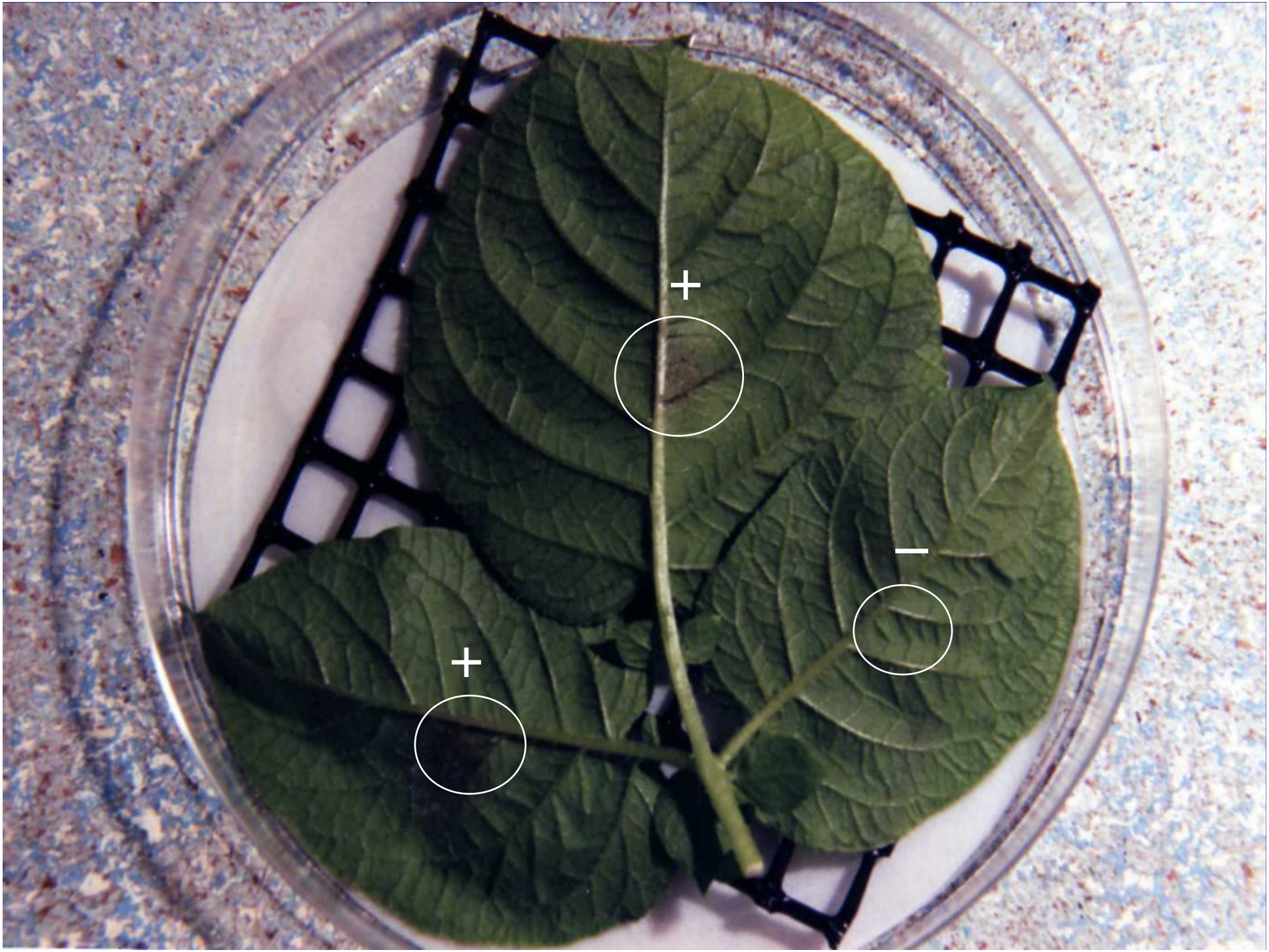
* Harder et al., 1979: Alta T inhibió la expresión de genes de resistencia contra *Puccinia graminis* en trigo.

EXPERIMENTOS EN CÁMARAS DE CRECIMIENTO

- 5 variedades: CIP1, CIP2, Tollocan, Malinche, Atlantic
- 2 Temp.: 16 and 24 ^{o}C
- 2 Fotoperiodos: 12 and 16 h
- *P. infestans*: CO-42
- Inoculación sobre hojas
- Fenoles en la sup. de las hojas con UV
- Fenoles en las paredes celulares de las hojas con azul de toludino



EFECTO DE LA TEMPERATURA Y FOTOPERIODO



% DE INOCULACIONES POSITIVAS

CULTIVAR	12 h FOTOPERIODO			16 h FOTOPERIODO		
	16 ºC	24 ºC	MEDIA	16 ºC	24 ºC	MEDIA
CIP 1	95	100	98 a	100	96	98 a
CIP 2	85	100	93 a	96	100	98 a
MALINCHE	70	65	68 b	96	96	96 a
TOLLOCAN	95	100	98 a	100	100	100 a
ATLANTIC	100	100	100 a	100	100	100 a
MEDIA	89	93		98	98	

LESIONES RECLUIDAS

% DE LESIONES RECLUIDAS

CULTIVAR	12 h FOTOPERIODO			16 h FOTOPERIODO		
	16 ºC	24 ºC	MEDIA	16 ºC	24 ºC	MEDIA
CIP 1	0	0	0 b	0	0	0 b
CIP 2	0	0	0 b	13*	0	7 b
MALINCHE	25*	10	18 a	17	17	17 a
TOLLOCAN	0	0	0 b	0	0	0 b
ATLANTIC	0	0	0 b	100	0	0 b
MEDIA	5	2		6	3	

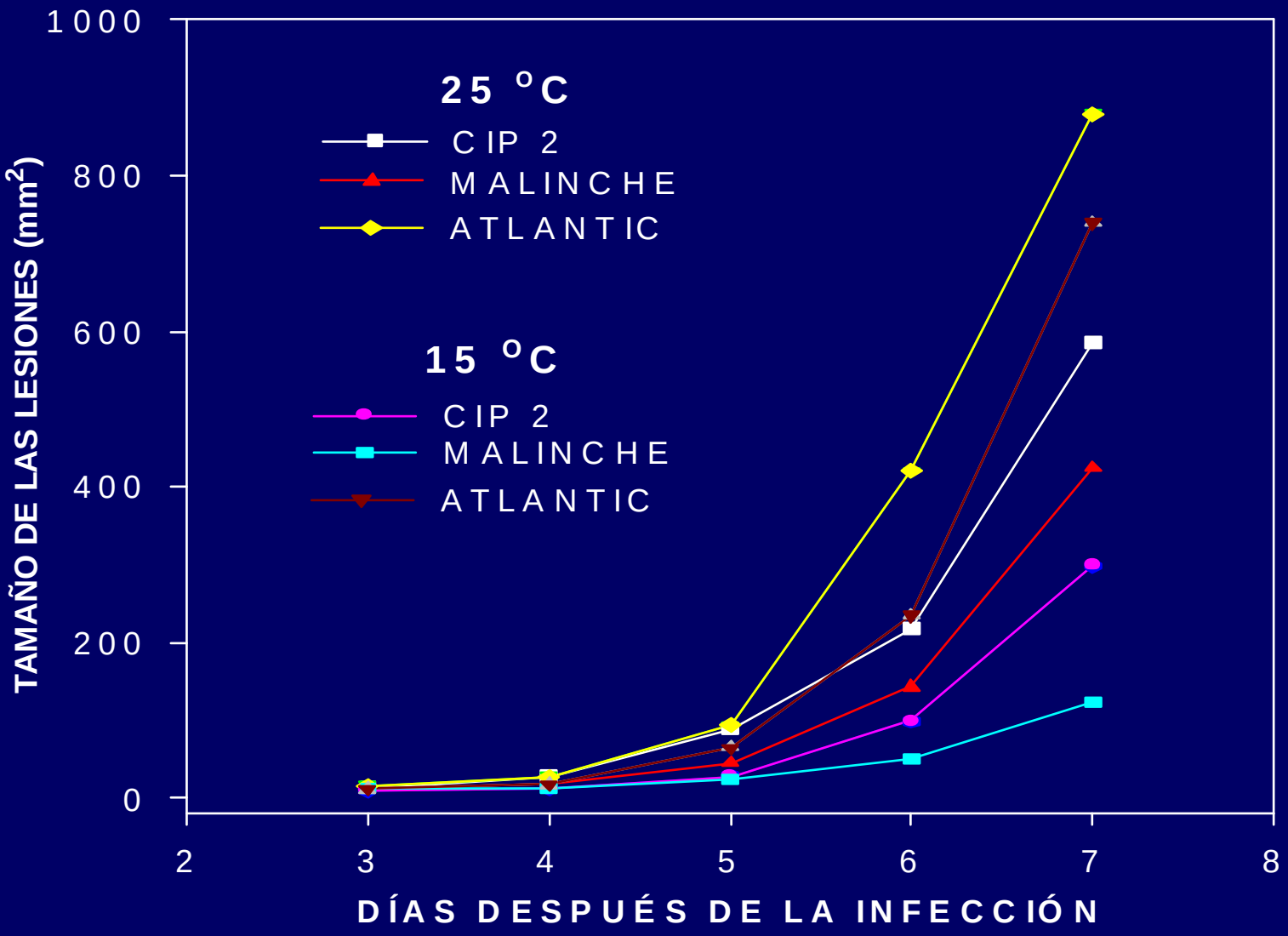
DENSIDAD DE ESPORANGIOS

DENSIDAD DE ESPORANGIOS (No./ mm^2)

CULTIVAR	12 h FOTOPERIODO			16 h FOTOPERIODO		
	16 ºC	24 ºC	MEDIA	16 ºC	24 ºC	MEDIA
CIP 1	128	113	121 b	293*	82	188 b
CIP 2	83	83	83 c	83	95	89 c
MALINCHE	39	68*	54 d	80	29	54 c
TOLLOCAN	36	46	42 d	68	42	55 c
ATLANTIC	141	152	147 a	227	461*	344 a
MEDIA	86	93		150	142	

CRECIMIENTO DE LAS LESIONES

CRECIMIENTO DE LAS LESIONES



AREA BAJO LA CURVA DE INFECCIÓN (AUDPC)

CULTIVAR	12 h FOTOPERIODO			16 h FOTOPERIODO		
	16 ºC	24 ºC	MEAN	16 ºC	24 ºC	MEAN
CIP 1	660	517	589 bc	1117*	723	920 b
CIP 2	300	644*	472 cd	199	673*	436 d
MALINCHE	169	550*	359 d	296	375	336 d
TOLLOCAN	611	732	672 b	567	876*	721 c
ATLANTIC	698	993*	845 a	1184	1272	1228 a
MEDIA	488	687*		673	784*	

¿QUE CAMBIOS OCURREN EN LOS COMPUESTOS FENÓLICOS ESTRUCTURALES DE LAS CÉLULAS DEBIDO AL AUMENTO DE LA TEMPERATURA?

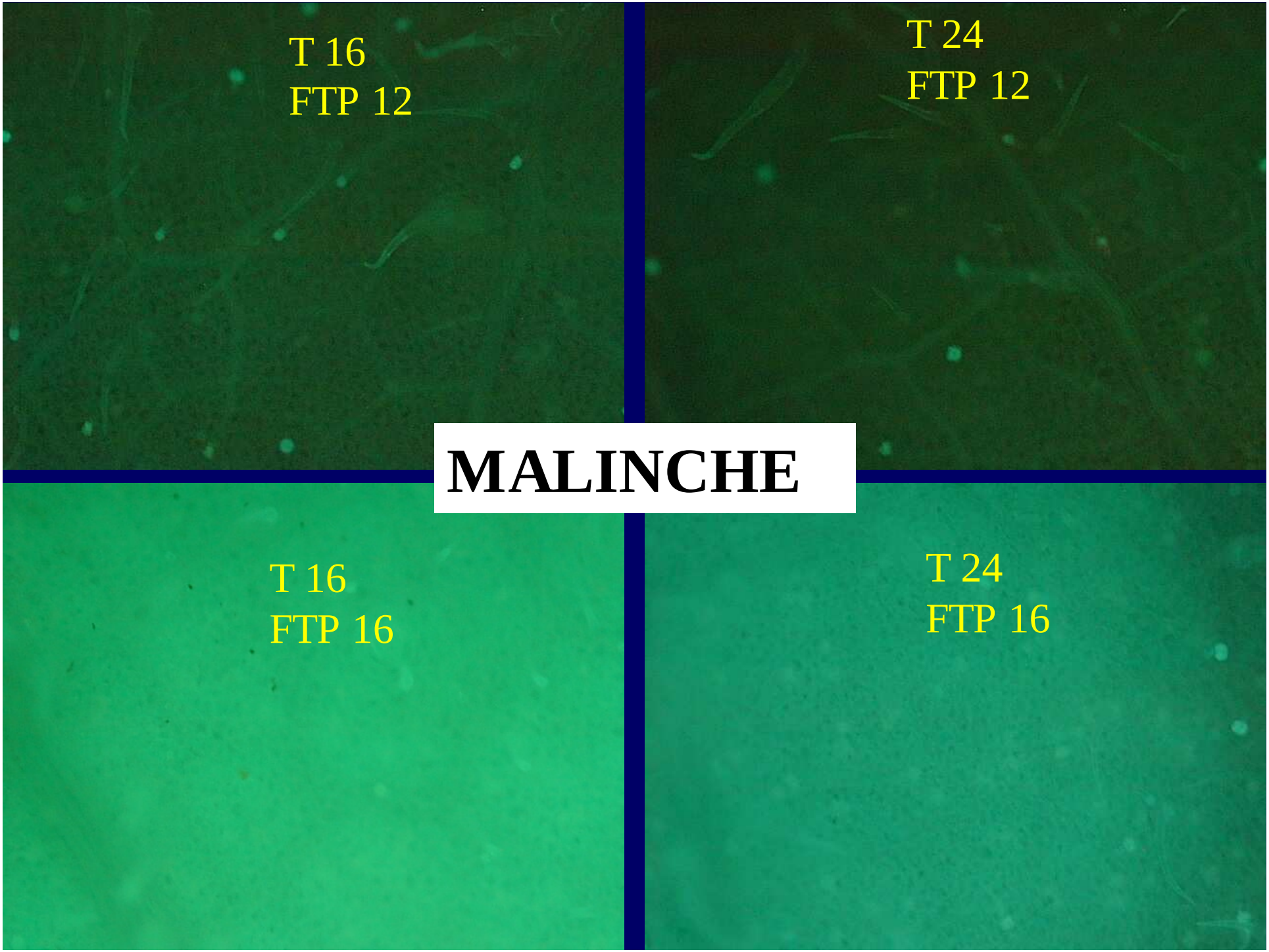
PAPEL DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN LAS PLANTAS

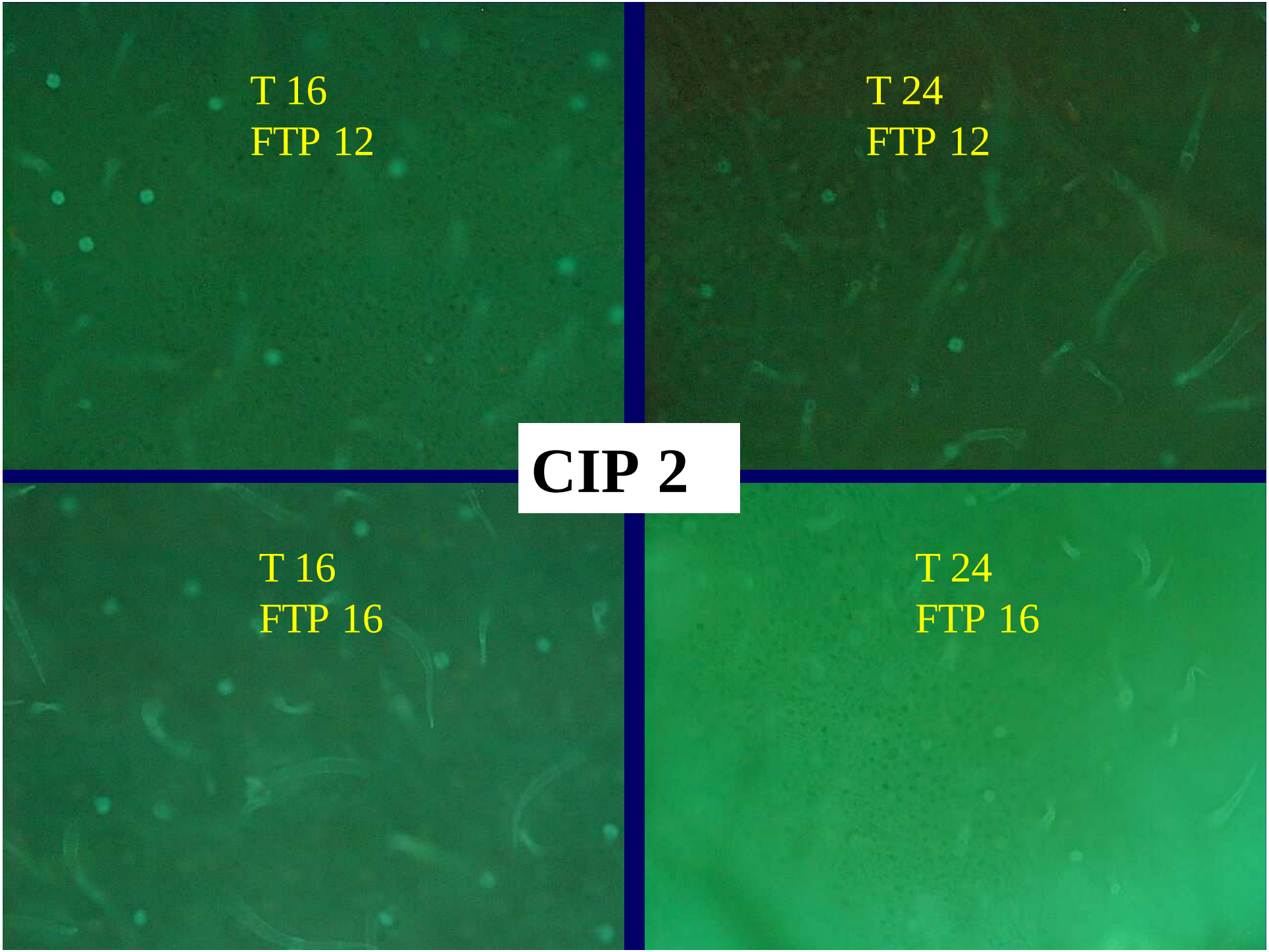
* Resistencia física
* Barrera contra toxinas y enzimas
* Antimicrobiana (Fitoalexinas)
* Señales de resistencia inducida
* Muerte programada de las células

ANTECEDENTES

* Altas temperaturas han disminuido los compuestos fenólicos (CF) en col (Dan and Imada, 2000) y camote (Islam et al., 2003).

* Fotoperiodos largos han aumentado la acumulación de CF en las hojas de tabaco (Tso et al., 1970).

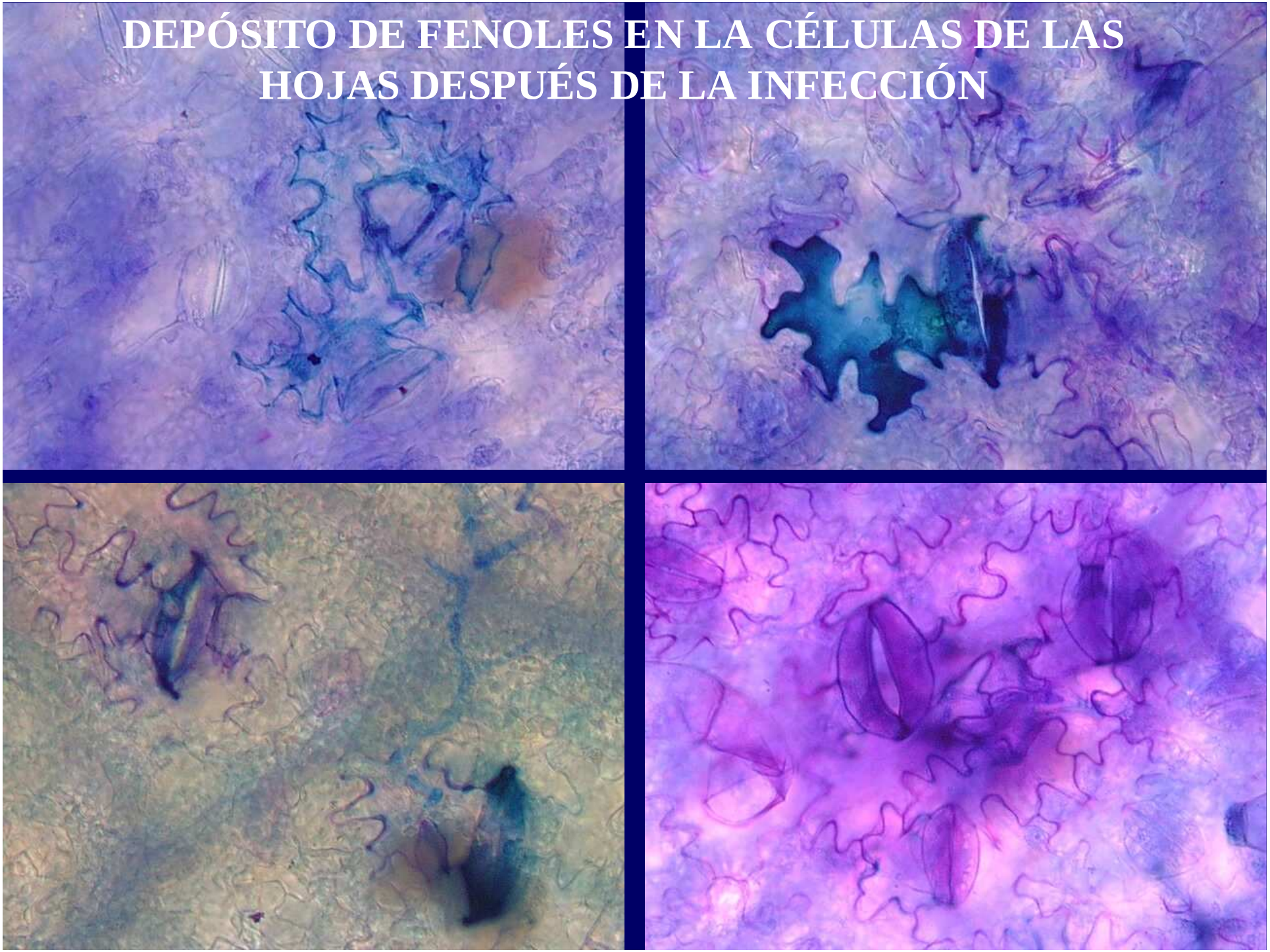

T 16
FTP 12
T 24
FTP 12
MALINCHE
T 16
FTP 16
T 24
FTP 16


T 16
FTP 12
T 24
FTP 12
CIP 2
T 16
FTP 16
T 24
FTP 16

CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS SOBRE LA SUPERFICIE DE LAS HOJAS MEDIDA EN UNIDADES DE INTENSIDAD DE LUZ (0=NEGRO, 255=BLANCO)

FTP 12 h		FTP 16 h	
T 16 °C	T 24 °C	T 16 °C	T 24 °C
53	50	99	91
51.5		95.5	

DEPÓSITO DE FENOLES EN LA CÉLULAS DE LAS HOJAS DESPUÉS DE LA INFECCIÓN



PUNTOS DE PENETRACIÓN DE *P. infestans*

NÚMERO TOTAL DE PENETRACIONES DE *P. infestans* EN LAS CÉLULAS DE LAS HOJAS

(área de inoculación = 12.7 mm^2)

FTP 12 h		FTP 16 h	
T 16 °C	T 24 °C	T 16 °C	T 24 °C
19.5	42.5	38	90
31		64	

PROMEDIO (2 T y 2 FPD) DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y NÚMERO TOTAL DE PENETRACIONES DE *P. infestans* EN LAS CÉLULAS DE LAS HOJAS EN CADA CULTIVAR DE PAPA

CULTIVAR	CONC. FENOLES (UIL)	No. DE PENETRACIONES	RESISTENCIA A *Pi*
CIP 1	63	47	Media
CIP 2	77	42	Alta
MALINCHE	74	32	Alta
TOLLOCAN	76	49	Media
ATLANTIC	78	67	Susceptible

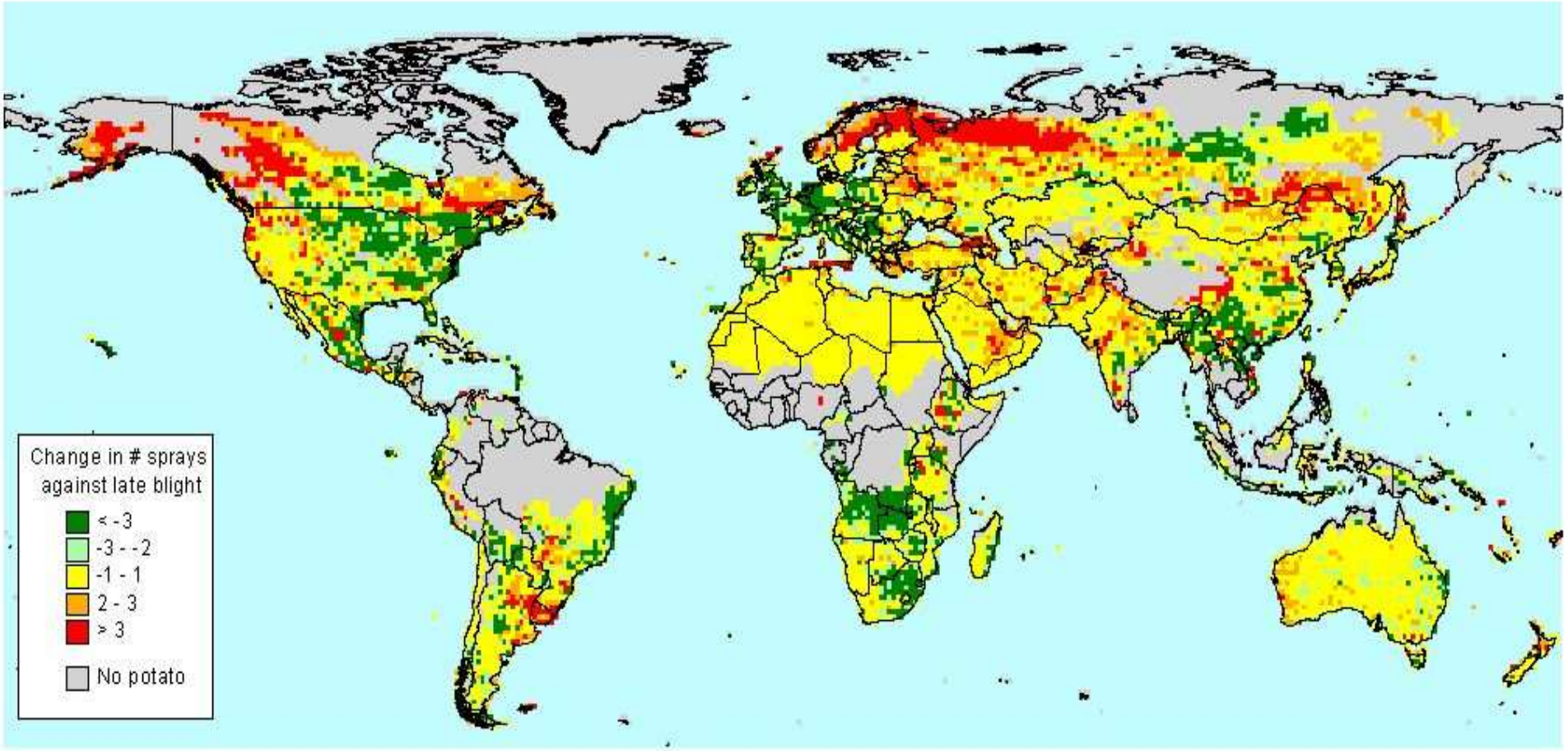
CONCLUSIONES

* El incremento de la temperatura disminuyó la resistencia contra *P. infestans* en variedades de papa con y sin genes R

* Bajas temperaturas (16 ºC) y largos fotoperiodos (16 h) incrementaron la concentración de fenoles estructurales sobre la superficie de las hojas.

* La concentración de fenoles no se correlacionó con la frecuencia de penetraciones.

AUMENTO DEL NÚMERO DE APLICACIONES DE FUNGICIDAS CONTRA EL TIZÓN TARDÍO EN **2050** (Hijmans, 2003)



MUCHAS GRACIAS