



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

***Phytophthora capsici* en *Capsicum* spp.: experiencias y perspectivas en el Ecuador**

Autores: Felipe R. Garcés-Fiallos; Liliana Corozo-Quiñónez; Luis A. Saltos-Rezabala; Lenin B. Roldán-Chávez; Álvaro R. Monteros-Altamirano

Introducción

Capsicum annuum L.

- El pimiento se ubica entre las siete hortalizas más cultivadas en el mundo.
- Producción mundial 38'397.621 toneladas (FAO, 2018).
- China produce 19'435 toneladas, el 50,34 % del total mundial (FAO 2018).
- Ecuador produce 70.956 toneladas en una superficie de 3869 hectáreas (FAO 2018).

Hortalizas

Tomate

Cebolla

Col

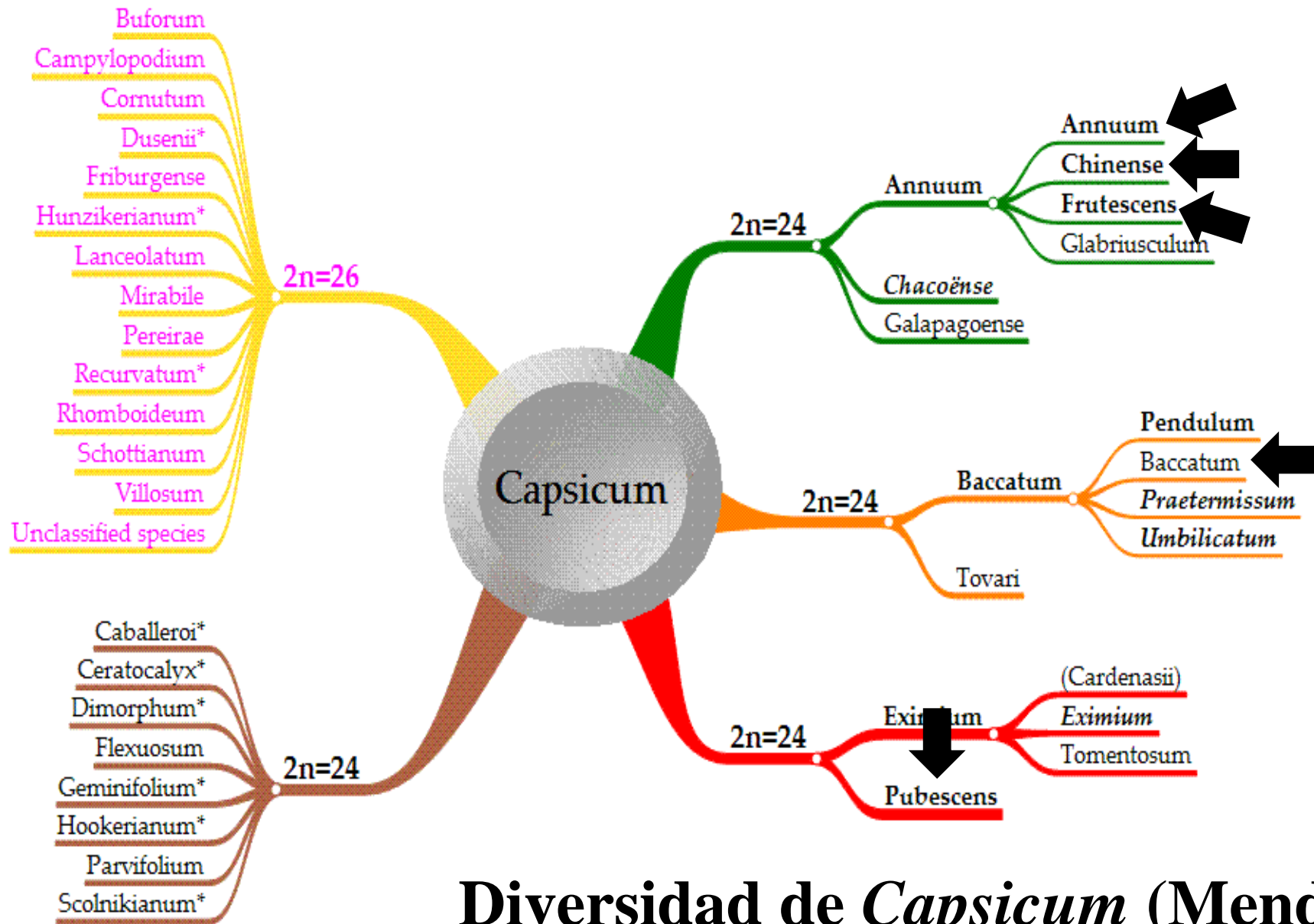
Berenjena

Zanahoria y
nabo

Pimiento

Calabazas y
calabacines

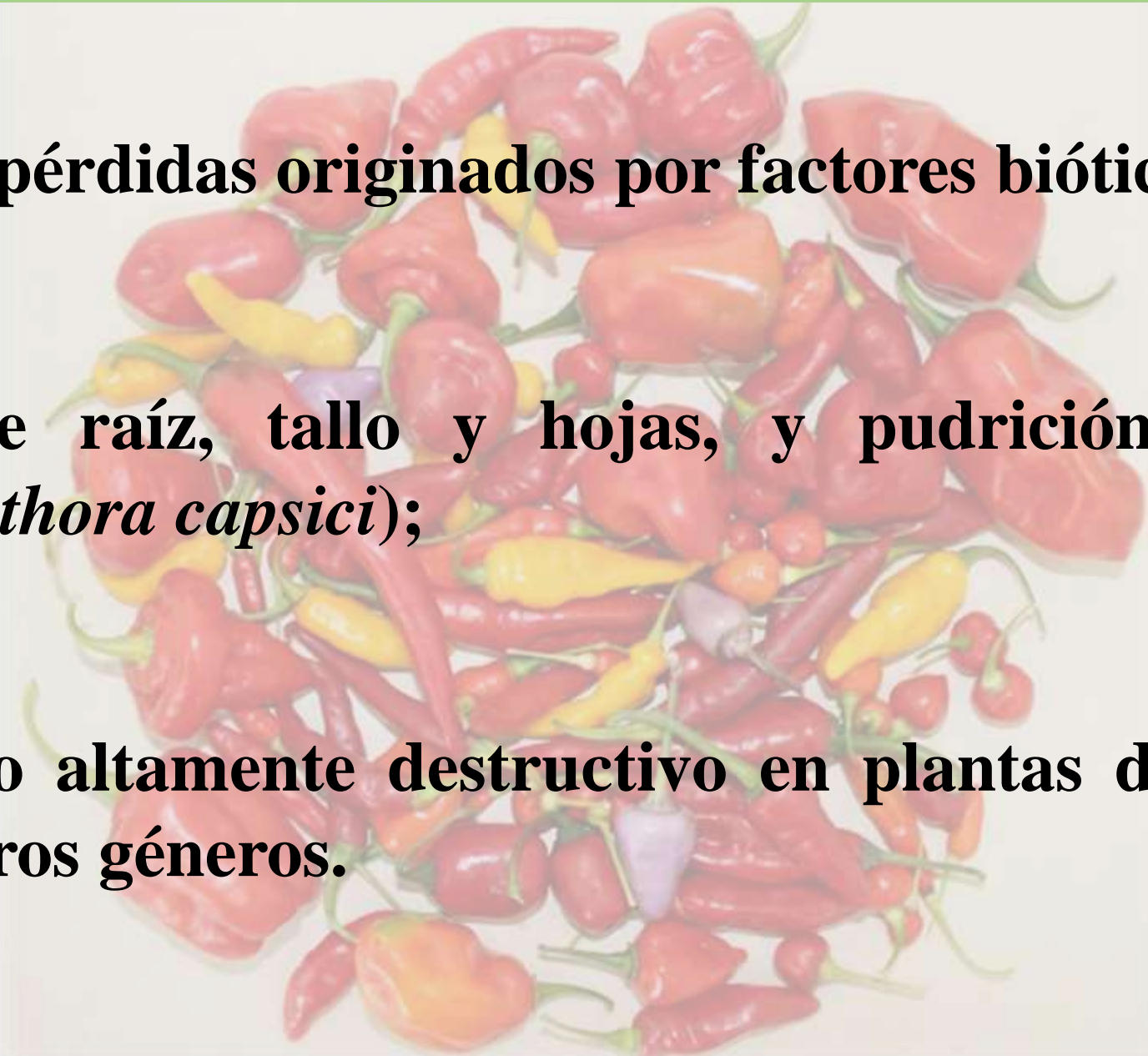
Introducción



Diversidad de *Capsicum* (Mendoza, 2006)

Introducción

- ❑ Daños y pérdidas originados por factores bióticos;
- ❑ Tizón de raíz, tallo y hojas, y pudrición de frutos (*Phytophthora capsici*);
- ❑ Oomiceto altamente destructivo en plantas de *Capsicum* spp. y otros géneros.



Introducción



Fig. 1. Plantas de pimiento afectadas por *Phytophthora capsici* en condiciones de campo. Planta afectada en una plantación con sistema de riego por gravedad (A). Alta incidencia de marchitez en plantas de pimiento debido al uso indebido del riego por gravedad (surco) (B), y de la aplicación excesiva de agua en un sistema de riego por goteo (C).

Introducción

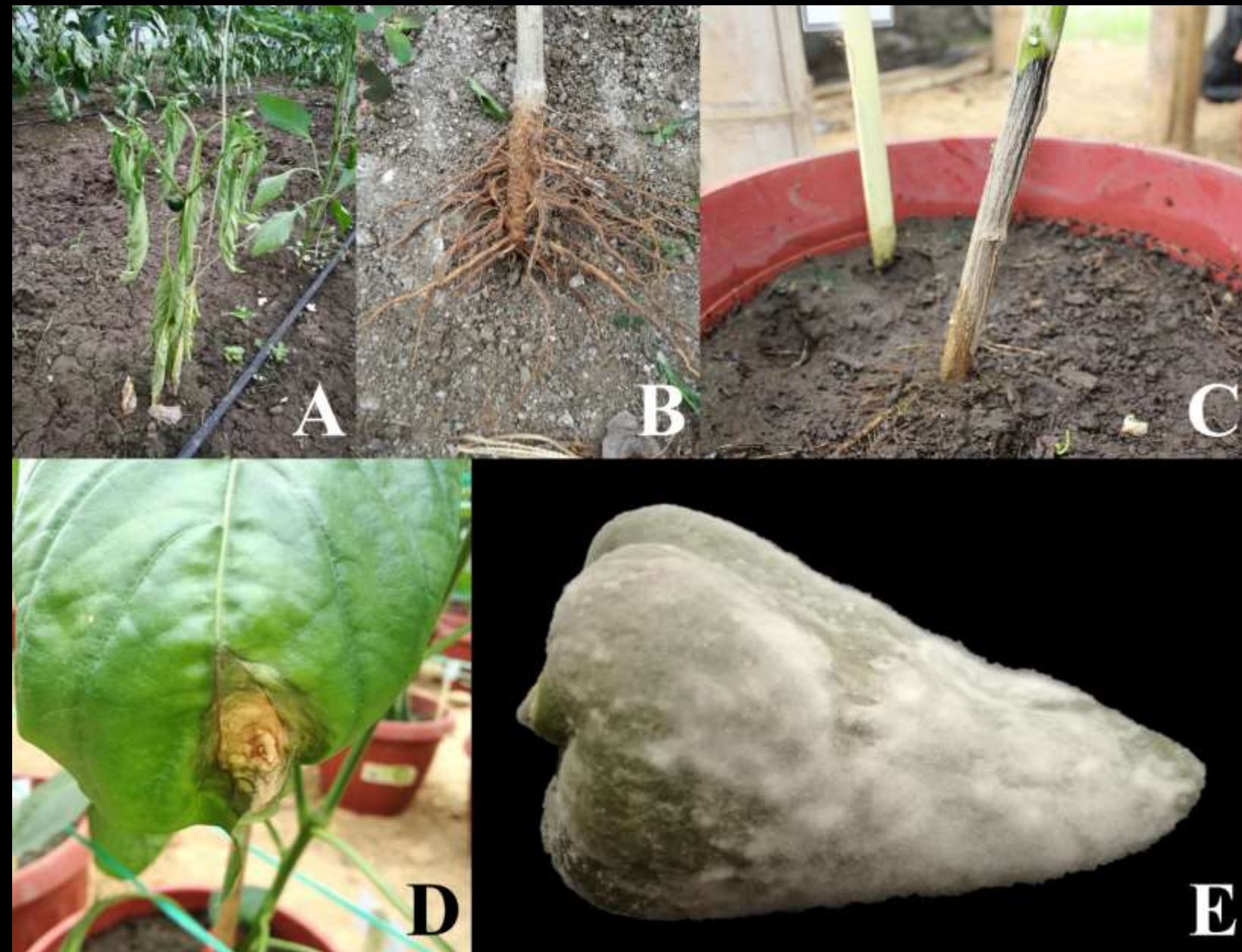


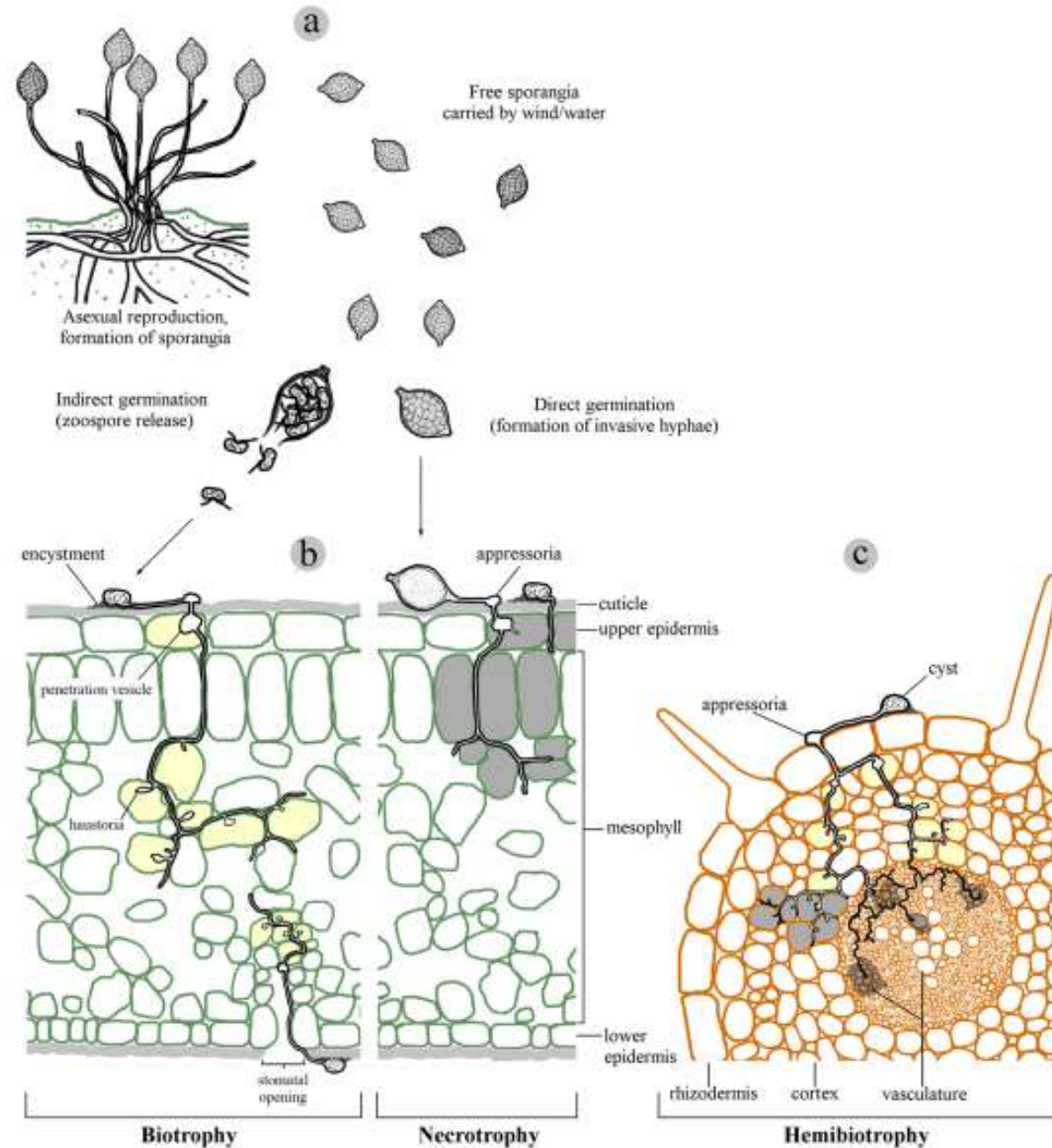
Fig. 2. Síntomas en pimiento causados por *Phytophthora capsici*. Marchitez en una planta de pimiento (A), pudrición de la raíz (B), corona y tallo (C), tizón foliar (D) y pudrición de fruto (E).

Introducción

Phytophthora capsici L.



Introducción



Introducción

Manejo de la enfermedad

- Control genético;
- Control cultural;
- Control físico;
- Control biológico;
- Control químico.



Experiencias con *Capsicum* - *Phytophthora capsici*

PROYECTOS

1. Caracterización cultural, molecular y patogénica de *Phytophthora capsici* (Pregrado);
2. Reacción de genotipos de *Capsicum* spp. a *Phytophthora capsici* en Ecuador (Pregrado);
3. Obtención de líneas de *Capsicum* resistentes a *Phytophthora capsici* Leonian (Doctorado).

FIAG - UTM



01°09'51" de latitud Sur y 80°23'24" de longitud Oeste. Altitud 60 msnm

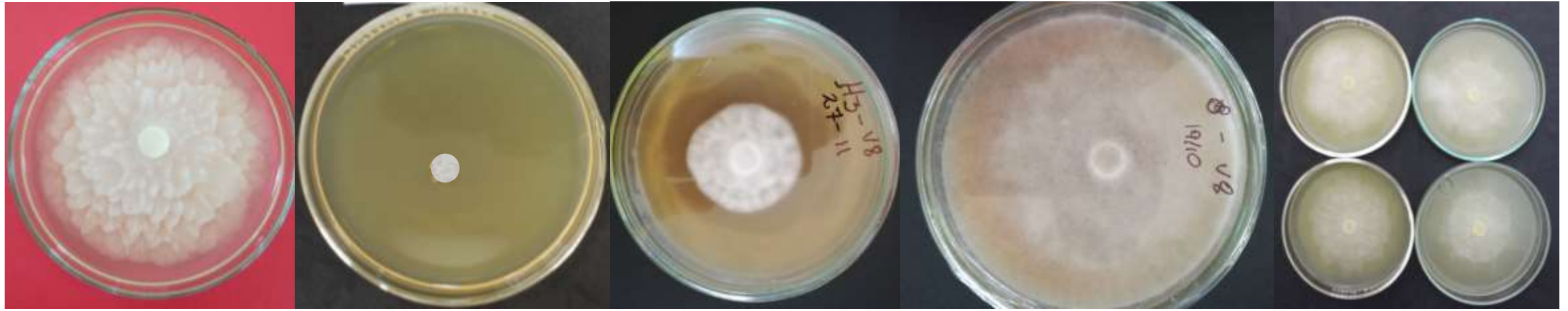
1^{er} Proyecto

Caracterización cultural, molecular y patogénica
de *Phytophthora capsici*

Objetivo

Estudiar las características morfológicas,
patogénicas y moleculares de aislados de
Phytophthora capsici en *Capsicum annuum*

Materiales y métodos

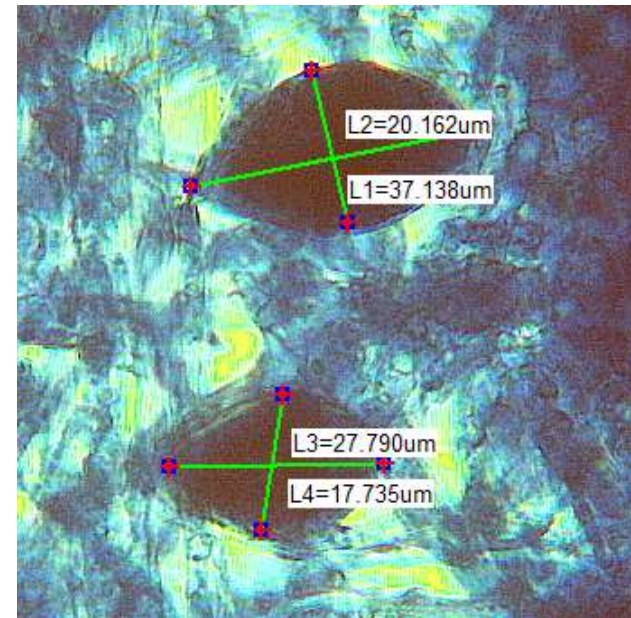


DÍA 1

DÍA 3

DÍA 7

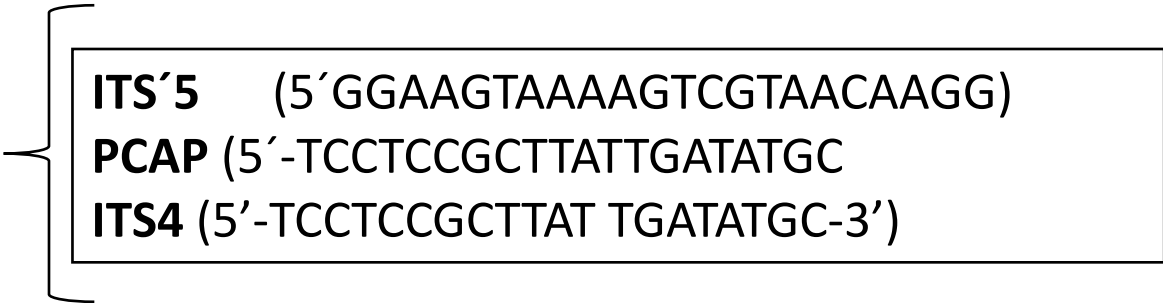
CUANTITATIVAS	CUALITATIVAS
LONGITUD	FORMA DEL ESPORANGIO
DIÁMETRO	PAPILACION
LONGITUD : DIÁMETRO	CADUCIDAD
30 esporangios	10 días



Materiales y métodos

Primers empleados para la caracterización molecular de los aislamientos de *Phytophthora capsici*

Primers desarrollados para identificar *Phytophthora capsici* (Drenth et al., 2006; Zhang et al., 2006; Silvar et al., 2005, Ristaino et al., 1998)



ITS'5 (5' GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG)
PCAP (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC
ITS4 (5'-TCCTCCGCTTAT TGATATGC-3')

Materiales y métodos



Resultados

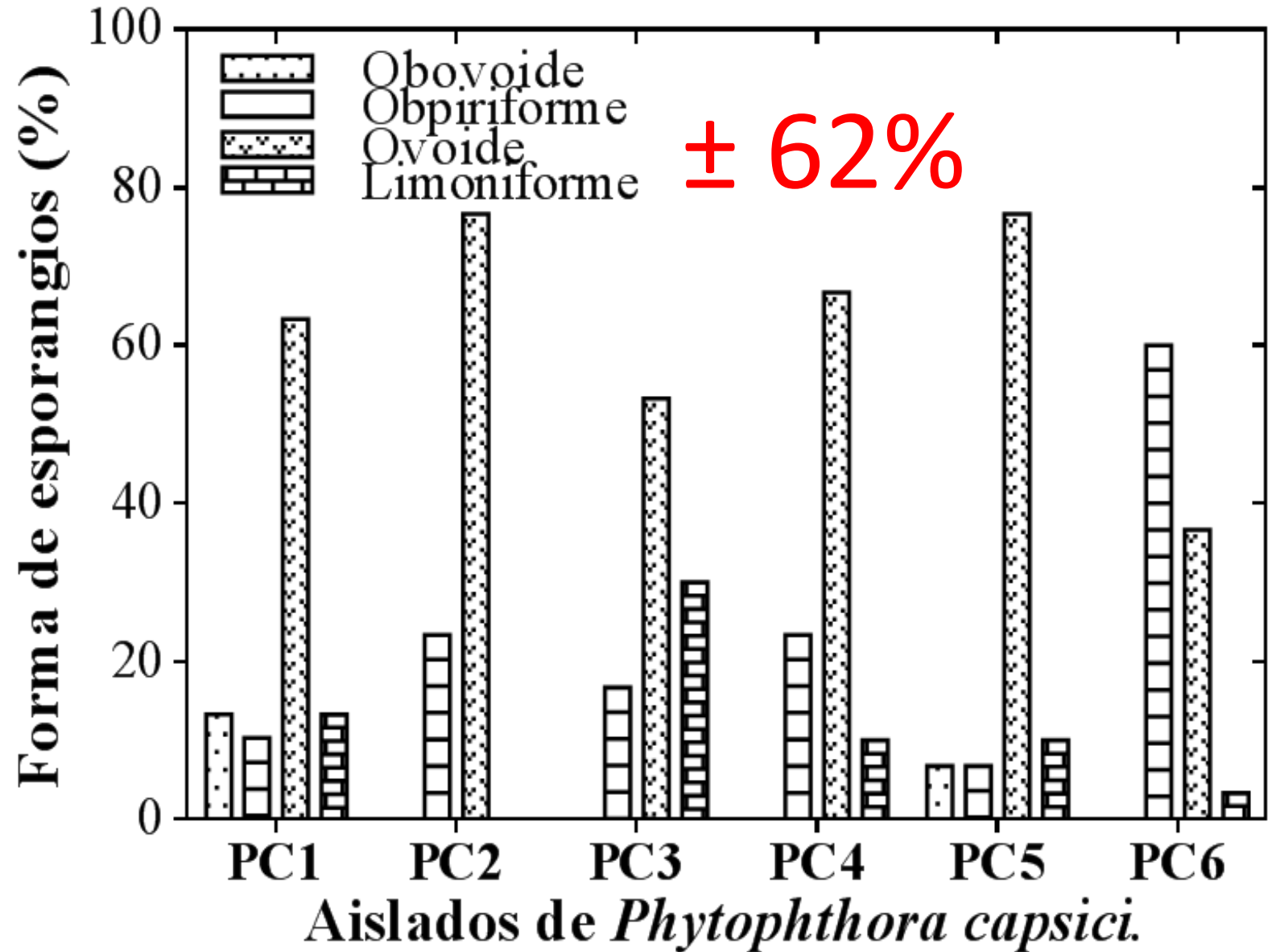
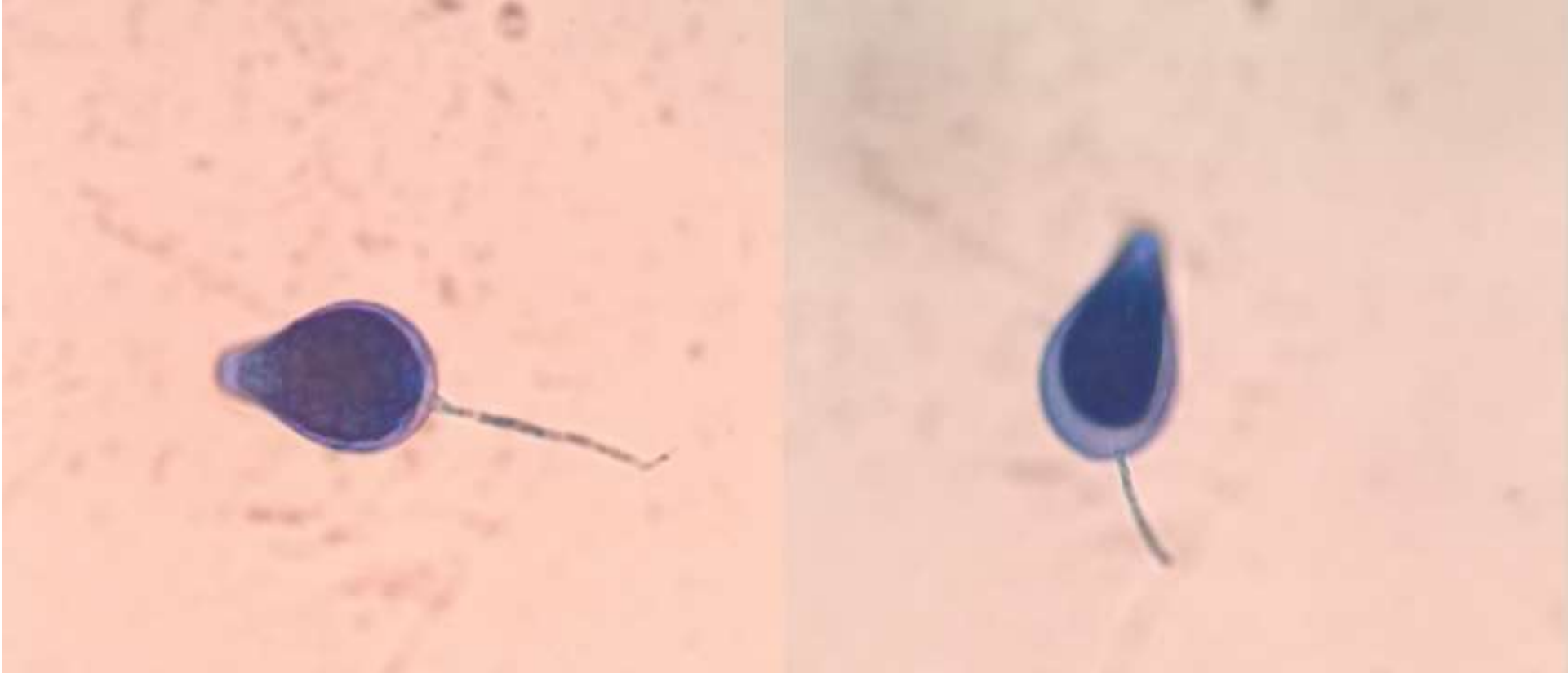


Figura 1. Forma de esporangios de de seis aislados *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí.

Resultados



Ovoide

Limoniforme

Resultados

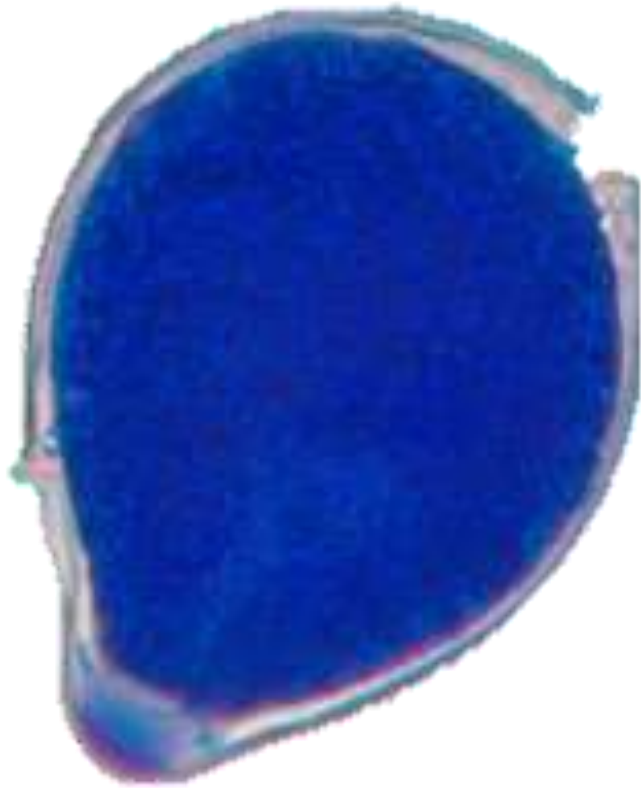
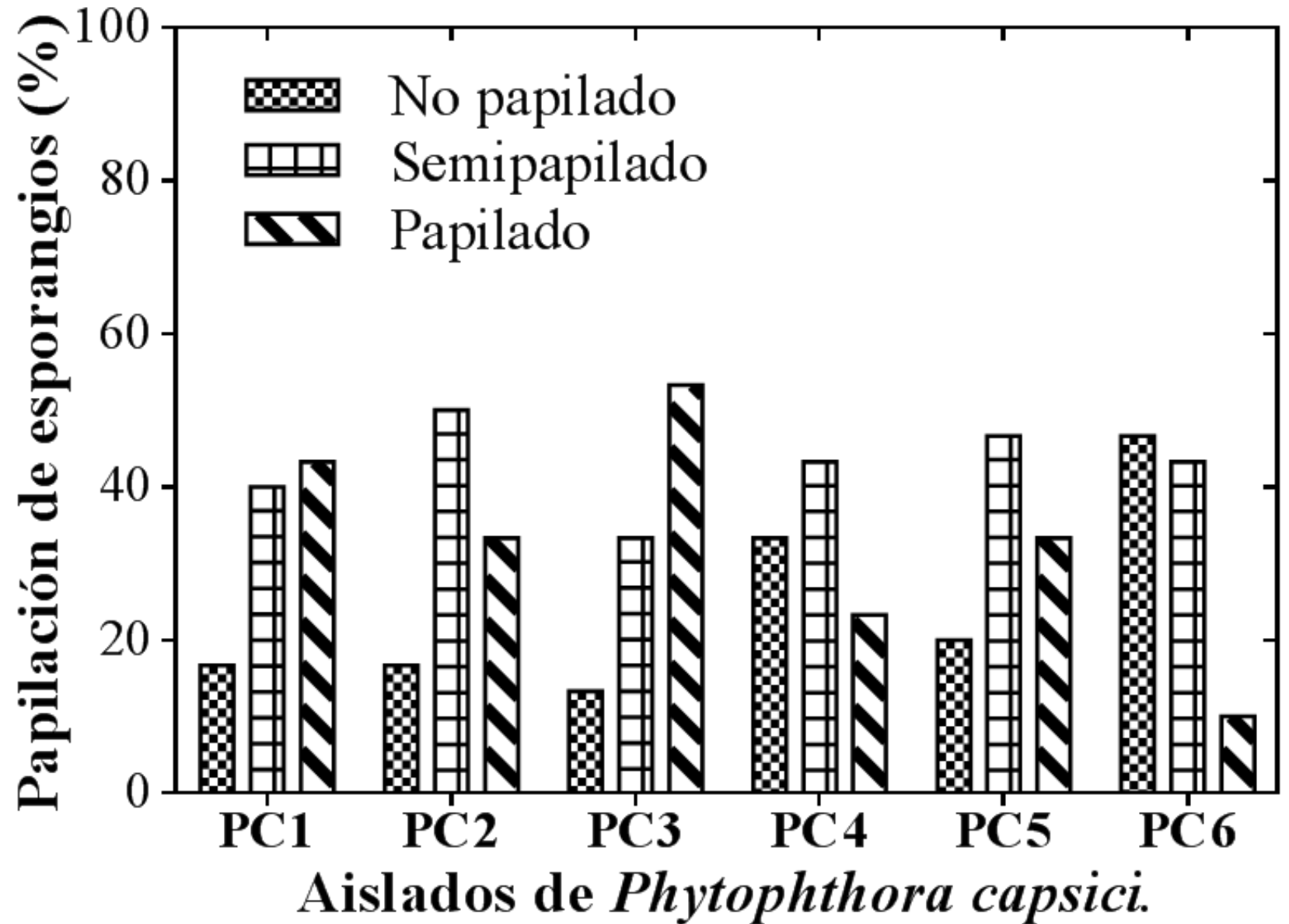


Figura 2. Frecuencia de papilación de seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí.



Resultados

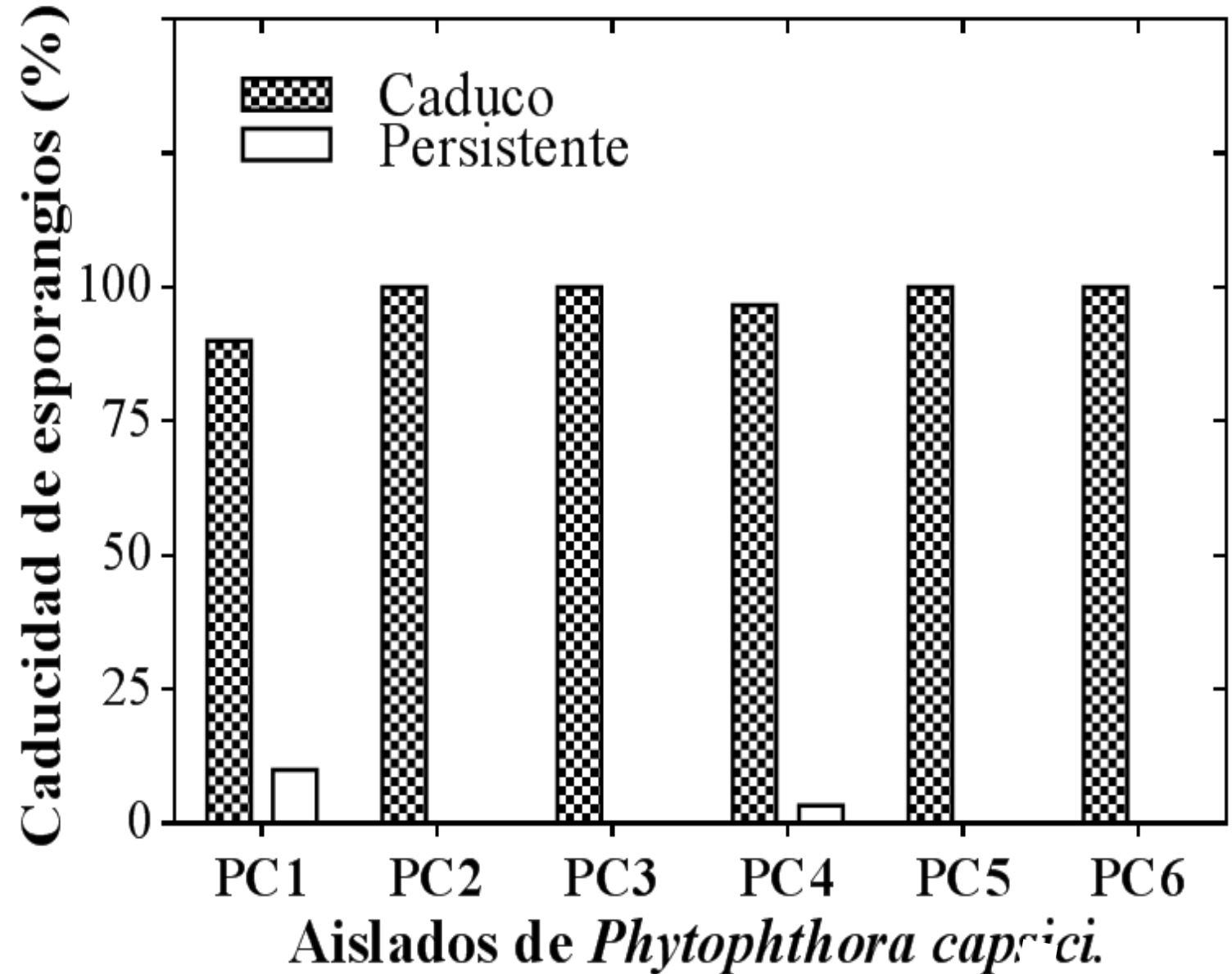


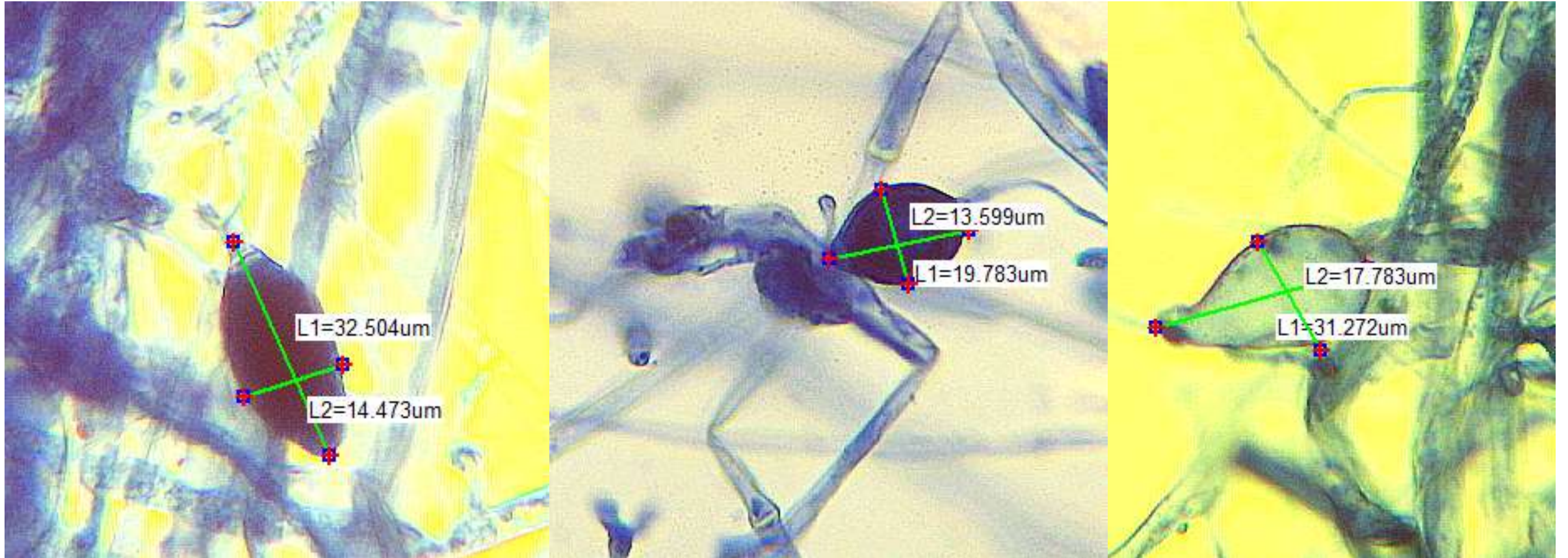
Figura 3. Frecuencias en la caducidad del pedicelo de seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí.

Resultados

Tabla 1. Características morfométricas de los esporangios de seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí. Promedio (\bar{x}) y desviación estándar (**SD**) de 30 muestras analizadas.

Aislado	Longitud (μm)		Diámetro (μm)		Relación longitud:diámetro	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
PC1	24,92	$\pm 8,6$	14,87	$\pm 4,01$	1,66	$\pm 0,26$
PC2	30,09	$\pm 8,38$	19,29	$\pm 4,76$	1,67	$\pm 0,31$
PC3	41,36	$\pm 13,58$	22,53	$\pm 5,17$	1,80	$\pm 0,28$
PC4	27,26	$\pm 8,91$	17,32	$\pm 4,34$	1,57	$\pm 0,32$
PC5	20,97	$\pm 8,07$	13,05	$\pm 4,26$	1,61	$\pm 0,26$
PC6	47,59	$\pm 9,45$	24,25	$\pm 4,69$	1,94	$\pm 0,34$
Promedio	32,20	$\pm 13,19$	18,55	$\pm 6,00$	1,71	$\pm 0,32$

Resultados



Caracterización molecular positiva: *Phytophthora capsici*

Resultados



Síntomas y progreso de la enfermedad de la pudrición de la raíz y corona en plantas de California Wonder infectadas por *Phytophthora capsici*

Resultados

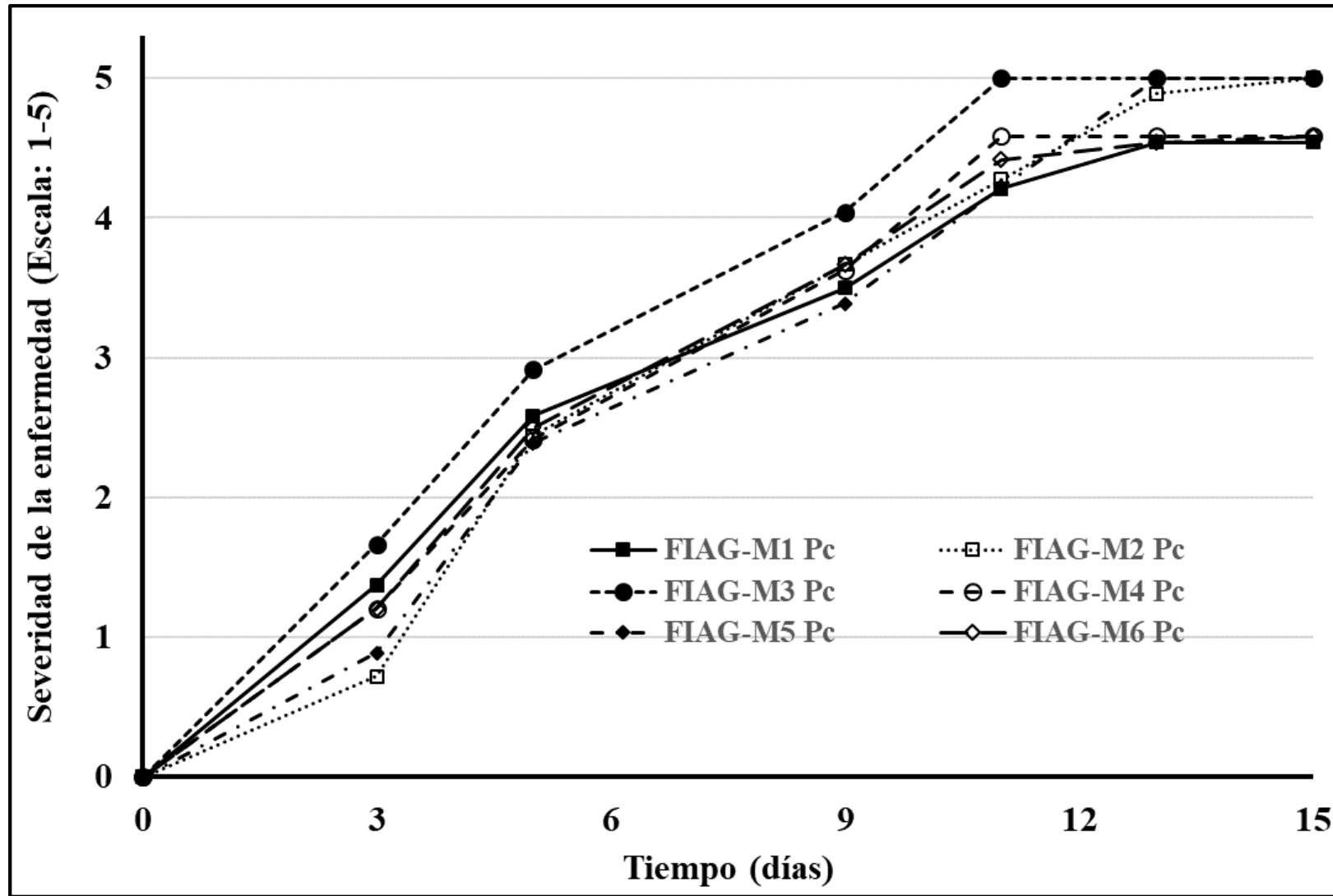


Figura 4. Progreso de la pudrición de raíz y corona en plantas de pimiento cv. California Wonder empleando dos métodos de inoculación y seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí.

Resultados

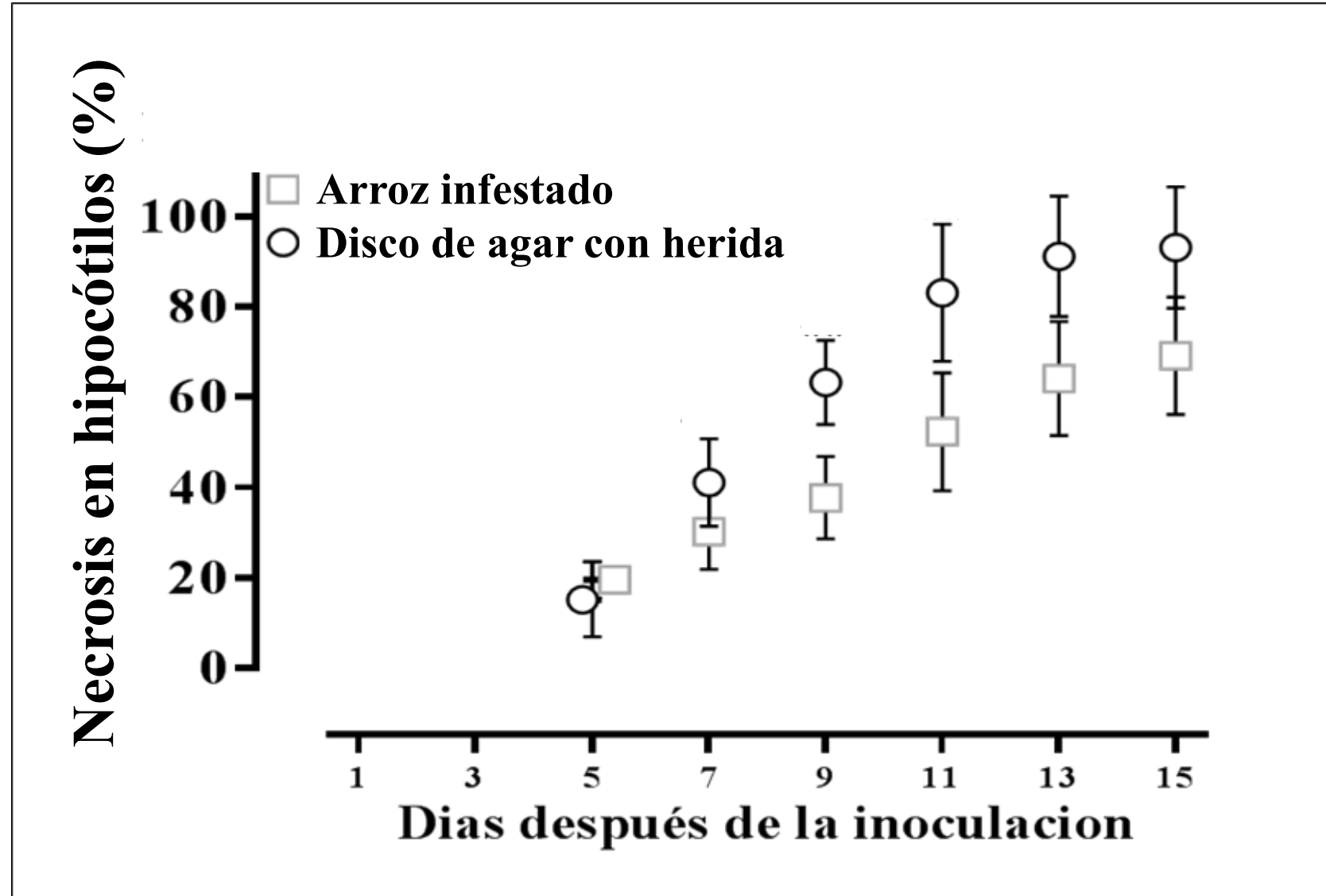


Figura 5. Necrosis en hipocótilos de plantas cv. California Wonder infectadas con seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en Manabí.

Resultados

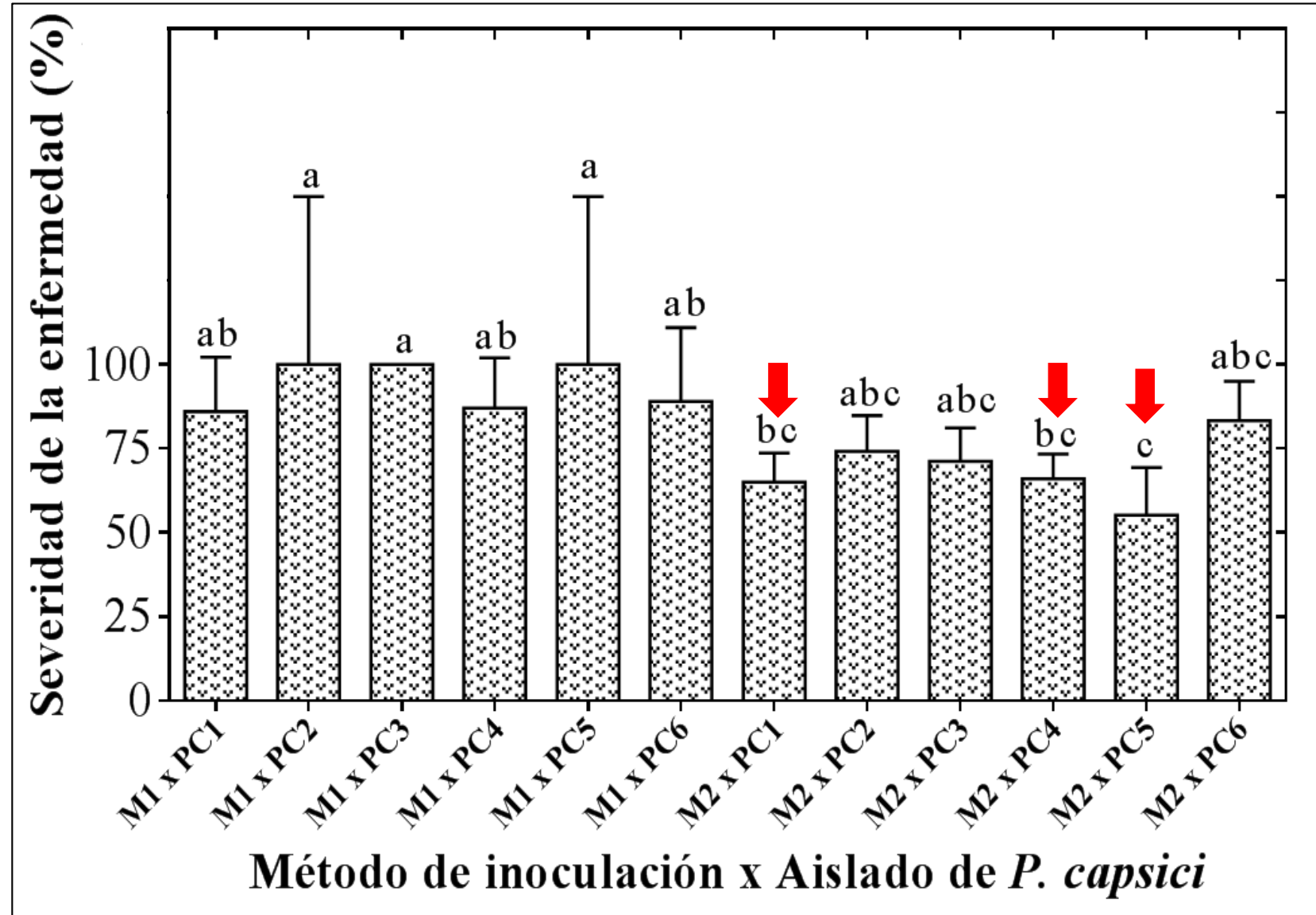
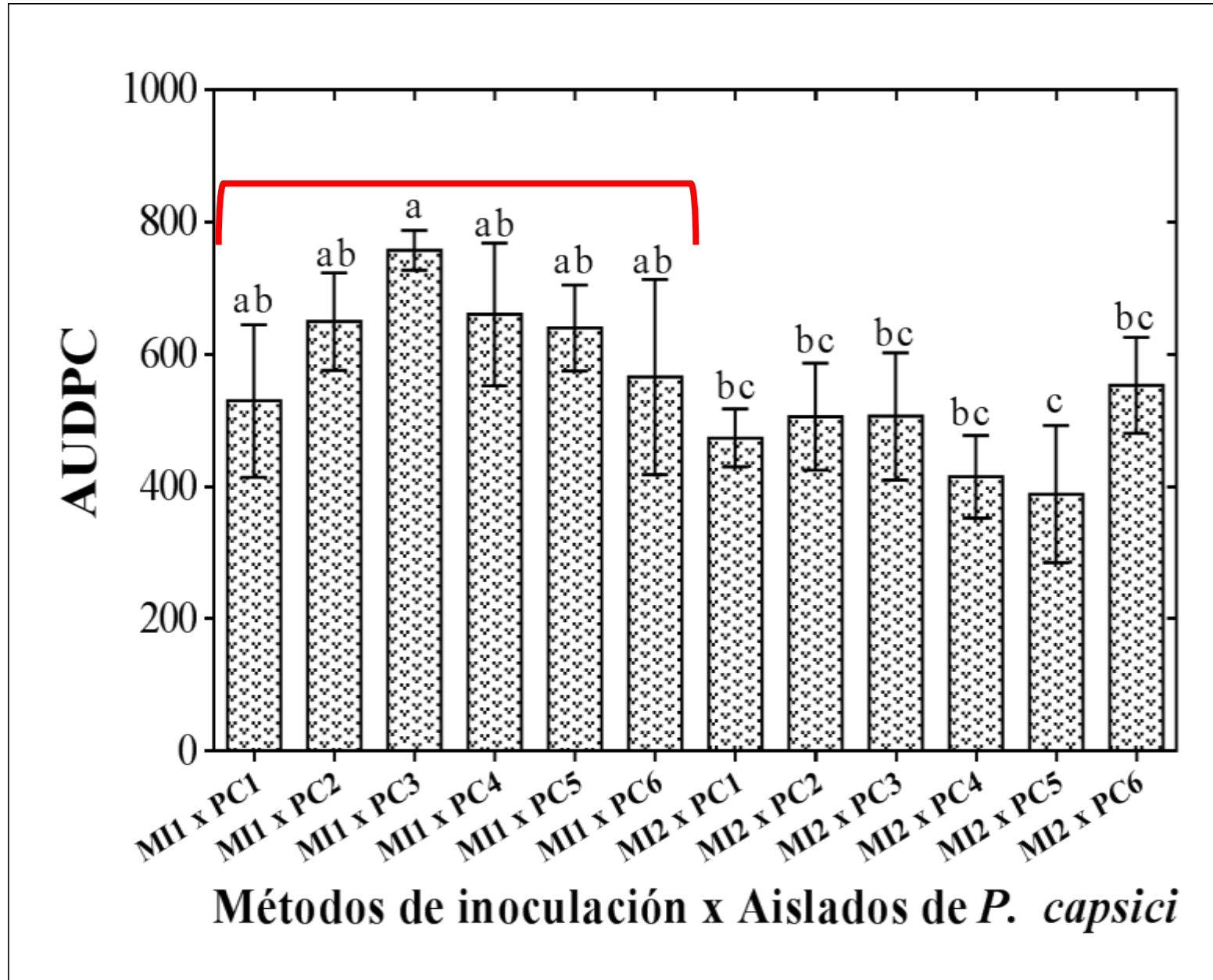


Figura 6. Interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre los métodos de inoculación y los seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí

Resultados

Figura 7. Área abajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre los métodos de inoculación y los seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí



Resultados

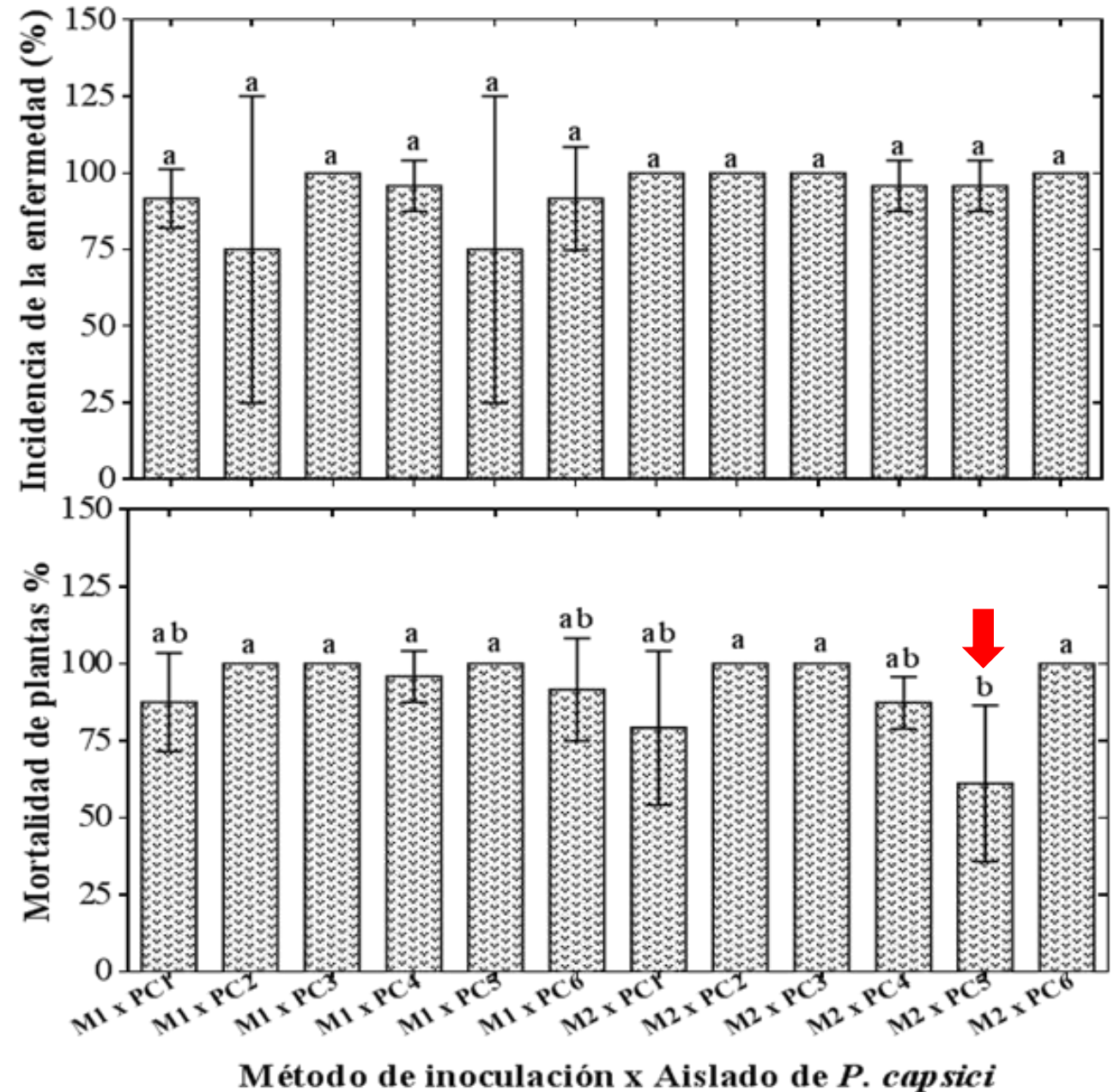


Figura 6. Incidencia de la enfermedad y mortalidad de plantas de la interacción ($P \leq 0.05$) entre los métodos de inoculación y los seis aislados de *Phytophthora capsici* colectados en la provincia de Manabí



2^{do} Proyecto

Reacción de genotipos de *Capsicum* spp. a *Phytophthora capsici* en Ecuador

Objetivo

Evaluar la respuesta de genotipos de *Capsicum* spp. a *Phytophthora capsici*

Materiales y métodos

Tabla 4. Características generales de genotipos de *Capsicum* spp. evaluados en la investigación.

Genotipo	Especie	Fuente	Características generales
Marcato (F1)	<i>C. annuum</i>	Tesier*	Híbrido para campo abierto o invernadero, planta precoz y muy vigorosa.
Quetzal (F1)	<i>C. annuum</i>	Seminis*	Planta vigorosa con alto potencial productivo.
Nathalie (F1)	<i>C. annuum</i>	Syngenta*	Planta de crecimiento alto, vigorosa y de excelente producción de frutos
California Wonder	<i>C. annuum</i>	Importadora Alaska*	Variedad común, sembrada principalmente en huertos familiares.
2254 "B"	<i>C. annuum</i>	INIAP**	Variedad de frutos de tamaño grande y alto grado de pungencia.
9129	<i>C. chinense</i>	INIAP**	Variedad de alta capacidad de carga, frutos grandes y alargados, excelente grado de pungencia, tolerante a mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) y negrita (<i>Prodidiplosis longifila</i>)
12967	<i>C. frutescens</i>	INIAP**	Variedad de aceptable capacidad de carga, buen picor, tolerante a mosca blanca y negrita
12831	<i>C. baccatum</i>	INIAP**	Plantas con frutos de gran tamaño, gran capacidad de carga
11995	<i>C. frutescens</i>	INIAP**	Plantas de aceptable producción de frutos, elevada pungencia, tolerante a ácaros
Código 5 (C5)	<i>C. frutescens</i>	UNC***	Material genético con resistencia a <i>P. capsici</i> , alto grado de pungencia, moderada capacidad de carga

* Información proporcionada por la empresa propietaria de la patente del producto.

** Datos de las accesiones del INIAP (Instituto ecuatoriano de investigaciones agropecuarias) son resultado de trabajos no publicados en la FIAG.

*** Material obtenido en la Universidad Nacional de Colombia (UNC)

Materiales y métodos



Materiales y métodos



Materiales y métodos



Materiales y métodos



Hipocótilo

Raíz



A



C

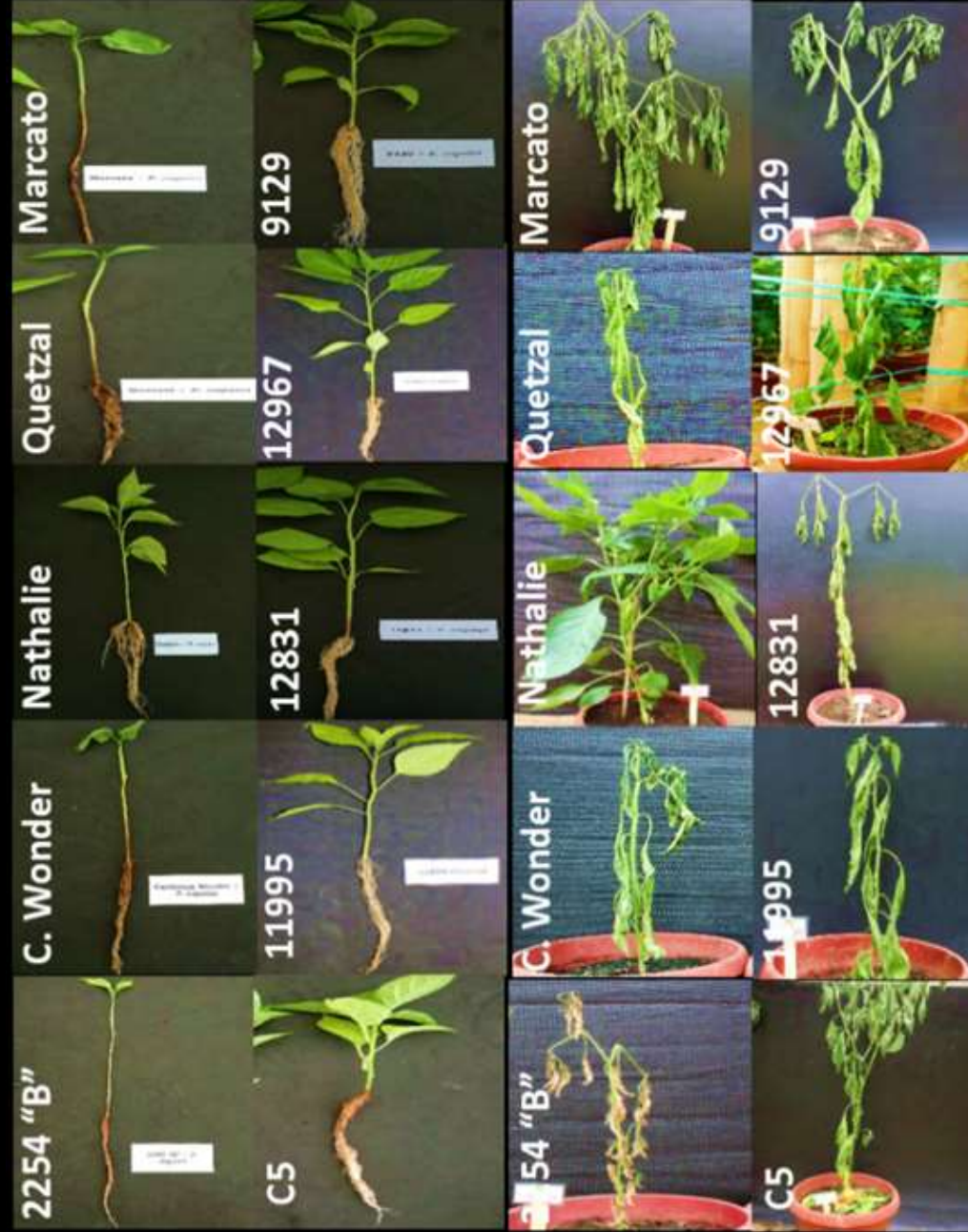


B



Concentration: 10^{-4}

Resultados



Resultados

Table 2: Area under disease progress curve (AUDPC), incidence, mortality and reaction of *Capsicum* spp. genotypes to roots and crown rot caused by *Phytophthora capsici*.

Genotypes	AUDPC ^w ± SD ^x		Incidence (%)		Mortality (%)		Disease reaction ^y	
	Trays	Pots	Trays	Pots	Trays	Pots	Trays	Pots
Nathalie	0 ± 0.0 c ^Z	0 ± 0.0 d ^Z	0	0	0	0	R	R
12831	0 ± 0 c	101 ± 22.5 c	0	50	0	50	R	S
9129	1 ± 2.4 c	153 ± 14.8 c	6	50	6	50	R	S
12967	2 ± 3.5 c	142 ± 27.9 c	6	50	6	50	R	S
11995	7 ± 1.7 c	248 ± 82.86 b	44	67	25	67	R	S
C5	2 ± 3.4 c	315 ± 106.58 b	25	84	6	84	R	S
2254 "B"	18 ± 11.4 b	399 ± 18.5 a	69	100	44	100	S	S
Marcato	33 ± 6.3 a	400 ± 19.4 a	100	100	88	100	S	S
C. Wonder	26 ± 5.9 a	405 ± 13.1 a	94	100	56	100	S	S
Quetzal	28 ± 4.6 a	425 ± 15.5 a	94	100	81	100	S	S

^w El AUDPC se calculó utilizando los registros del score de severidad de la enfermedad (Glosier et al., 2008) cada dos días para bandejas y cada siete días para macetas.

^x SD = desviación estándar.

^y La reacción a la enfermedad se determinó usando el siguiente criterio: planta resistente (R), cuando el índice de severidad fue ≤ 2 , y planta susceptible (S), cuando la severidad fue > 2

Resultados

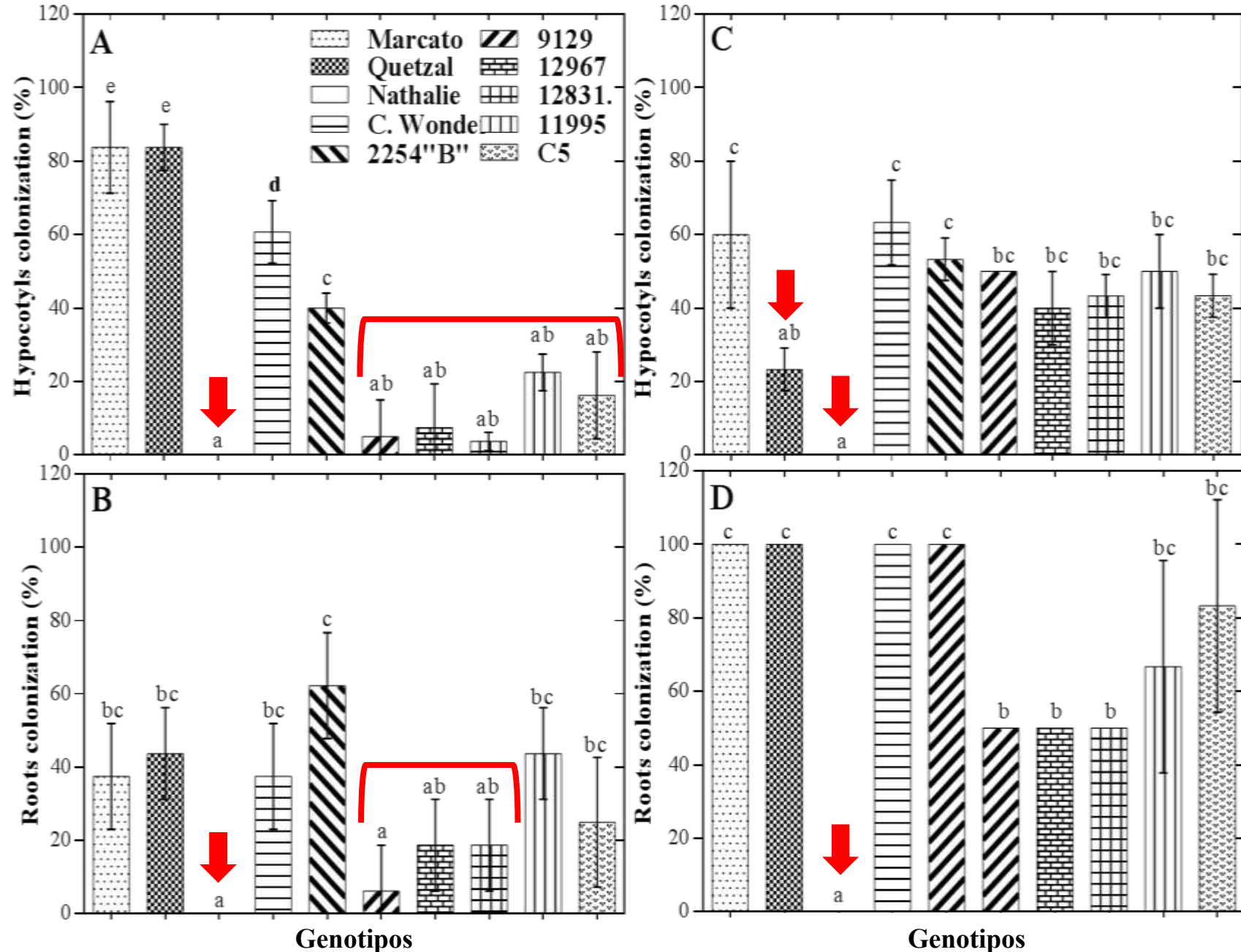


Figura 3. Colonización de raíces (B-D) e hipocótilos (A-C) de diez genotipos de *Capsicum* spp. por *P. capsici* en estado de plántulas (A-B) y plantas adultas (C-D). Barras señaladas con letras distintas son estadísticamente diferentes y letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados



Resultados

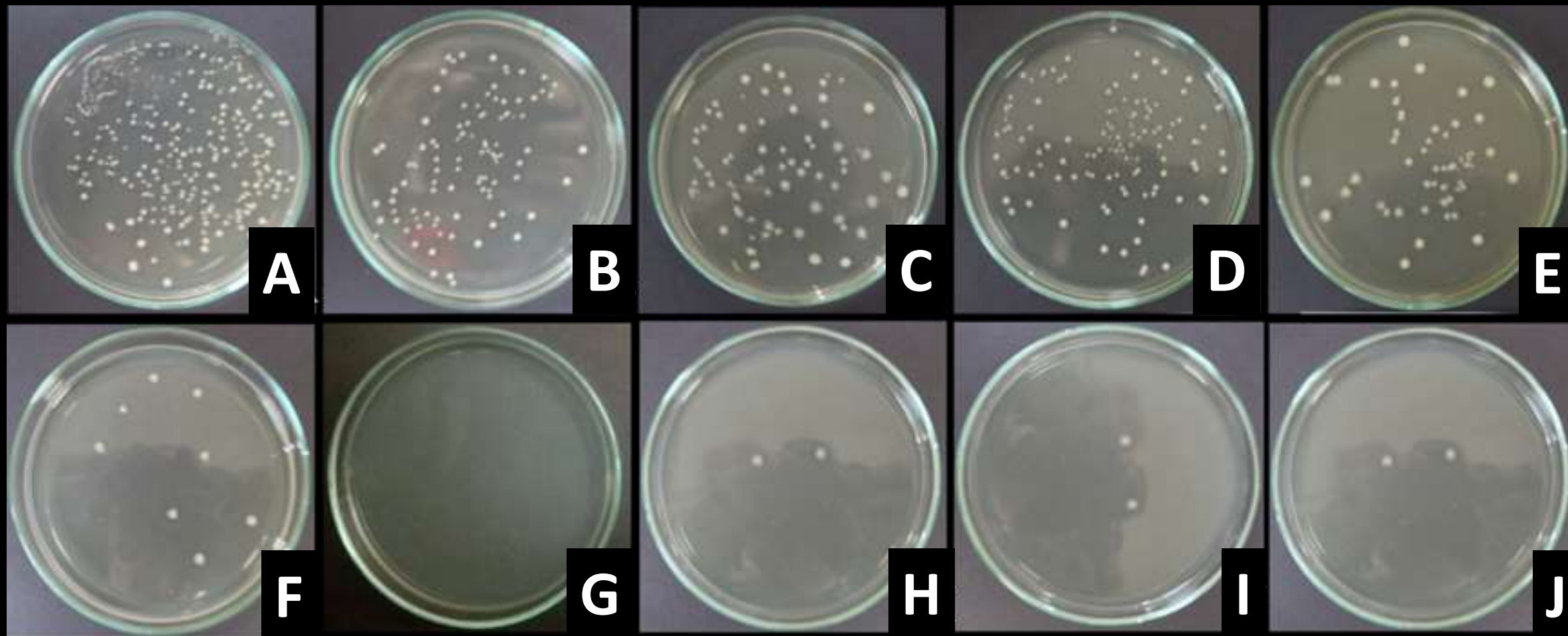


Figura 10. Unidades formadoras de colonias de *Phytophthora capsici* en cajas de Petri conteniendo medio PDA + PARP(H), cuatro días después de colocar una alícuota de 100 mL de suspensión (10^{-4}). A) Marcato, B) Quetzal, C) Nathalie, D) C. Wonder, E) 2254" B", F) 9129, G) 19267, H) 12831, I) 11995, y J) C5.



3^{er} Proyecto

Obtención de líneas de *Capsicum* resistentes a *Phytophthora capsici* Leonian

Objetivo

Identificar fuentes de resistencia en *Capsicum* a *Phytophthora capsici*

Materiales y métodos

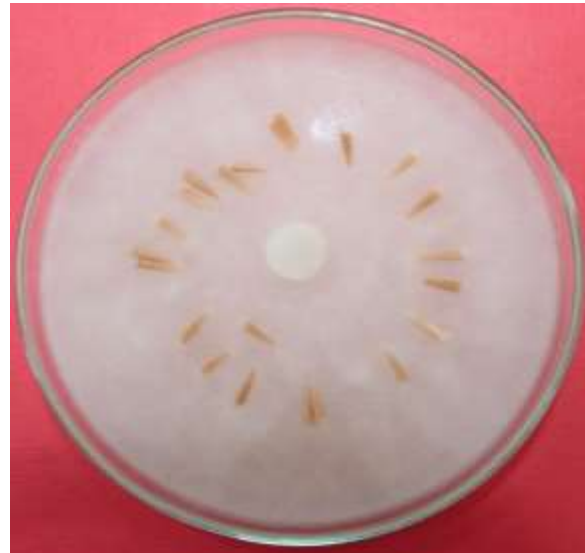
Identificación de fuentes de resistentes de *Capsicum* a *Phytophthora capsici*

Evaluación de accesiones de germoplasma vegetal de *Capsicum*

Método: inserción de un palillo de madera (De La Torre *et al.*, 2009), infestado con *Phytophthora capsici* a los 60 días después del transplante.



85 genotipos criollos



Materiales y métodos



Resultados

Agrupación de accesiones de *Capsicum* spp. según el promedio de avance máximo de la lesión producida por *Phytophthora capsici*

Grupo	Accesiones	Total	Intervalos de confianza (95%)		Clasificación
1	<i>C. annuum</i> (1), <i>C. pubescens</i> (14)	15	8,58	10,56	Altamente susceptibles
2	<i>C. baccatum</i> (1) <i>C. chinense</i> (5) <i>C. baccatum</i> (8) <i>C. annuum</i> (2)	16	7,01	8,20	Moderadamente susceptibles
3	<i>C. baccatum</i> (10) <i>C. frutescens</i> (1) <i>C. chinense</i> (7) <i>C. annuum</i> (2)	20	5,02	6,86	Parcialmente Resistentes
4	<i>C. chinense</i> (13) <i>C. baccatum</i> (4) <i>C. frutescens</i> (17)	34	3,01	4,99	Altamente resistentes

Kim et al., (1998); Roig et al., (2009); Hurtado (2010)

Resultados



Líneas susceptibles de *Capsicum baccatum*



Líneas resistentes de *Capsicum baccatum*

Hasta el momento se han obtenido 30 líneas F2

Perspectivas de investigación

1. Colonización de tejidos de diferentes especies de *Capsicum* por *Phytophthora capsici*;
2. Colonización espacial-temporal de plantas resistentes y susceptibles de pimiento por *Phytophthora capsici*;
3. Mecanismos bioquímicos, fisiológicos y moleculares de defensa utilizados por plantas de pimiento a *Phytophthora capsici*;

Perspectivas de investigación

4. Empleo de *Trichoderma* spp. en el manejo de la pudrición de cuello y raíz en pimiento;
5. Respuestas bioquímicas y fisiológicas en plantas de pimiento infectadas por *Phytophthora capsici* y expuestas a *Trichoderma* spp.



GRACIAS POR LA ATENCIÓN