SITUACIÓN ACTUAL DE *Fusarium* spp. EN EL CENTRO DE MÉXICO EN VIVEROS FORESTALES

Silvia E. García-Díaz, Dionicio Alvarado-Rosales, David Cibrián-Tovar, J. Tulio Méndez- Montiel, Arnulfo Aldrete, Guadalupe Valdovinos-Ponce y ArmandoEquígua-Martínez.

26 DE OCTUBRE DE 2017

INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

➡ restaurar un millón de hectáreas 2013-2018

➡ 170 mil hectáreas anuales

Pinus greggii **Engelm**

Pinus montezumae **Lamb**

Pinus pseudostrobus **Lindl**

www.**conafor**.gob.mx:8080/documentos/download.aspx?articulo=6426

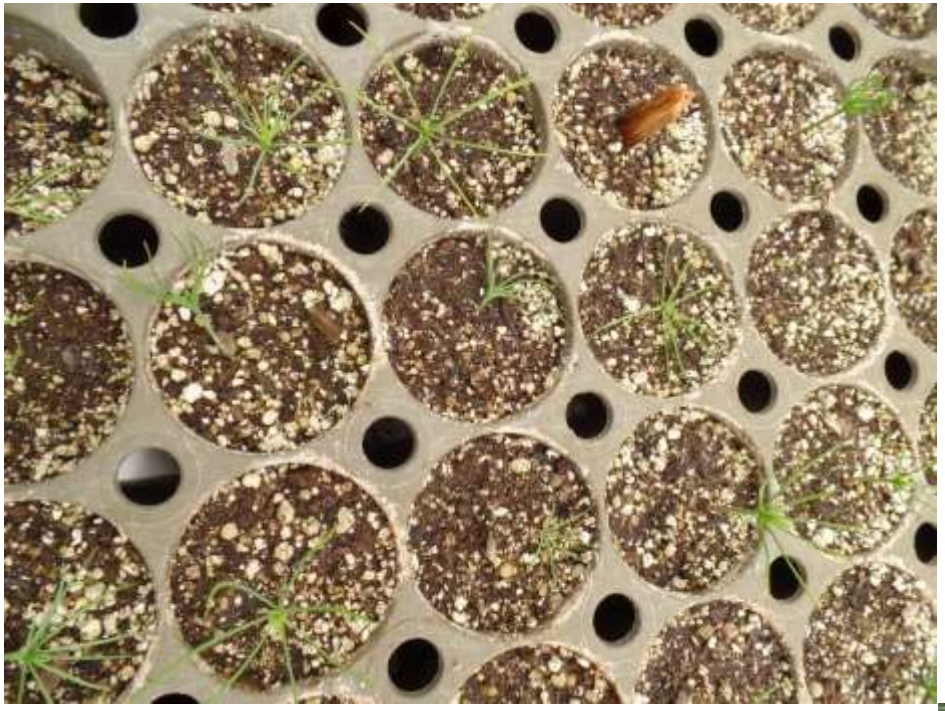
265 viveros forestales

148 de organizaciones sociales, 29 de gobiernos municipales o estatales; 25 de la SEDENA, 22 que opera la CONAFOR y 41 otros organismos.

Clima templado-frío, tropical y árido-semiárido.

Garantizar la calidad del germoplasma y de la planta producida.

Ing. Rafael Álvarez Reyes, CONAFOR 2017.



La "secadera" esta presente durante todas las etapas de producción.

Semilla

Después de la germinación.

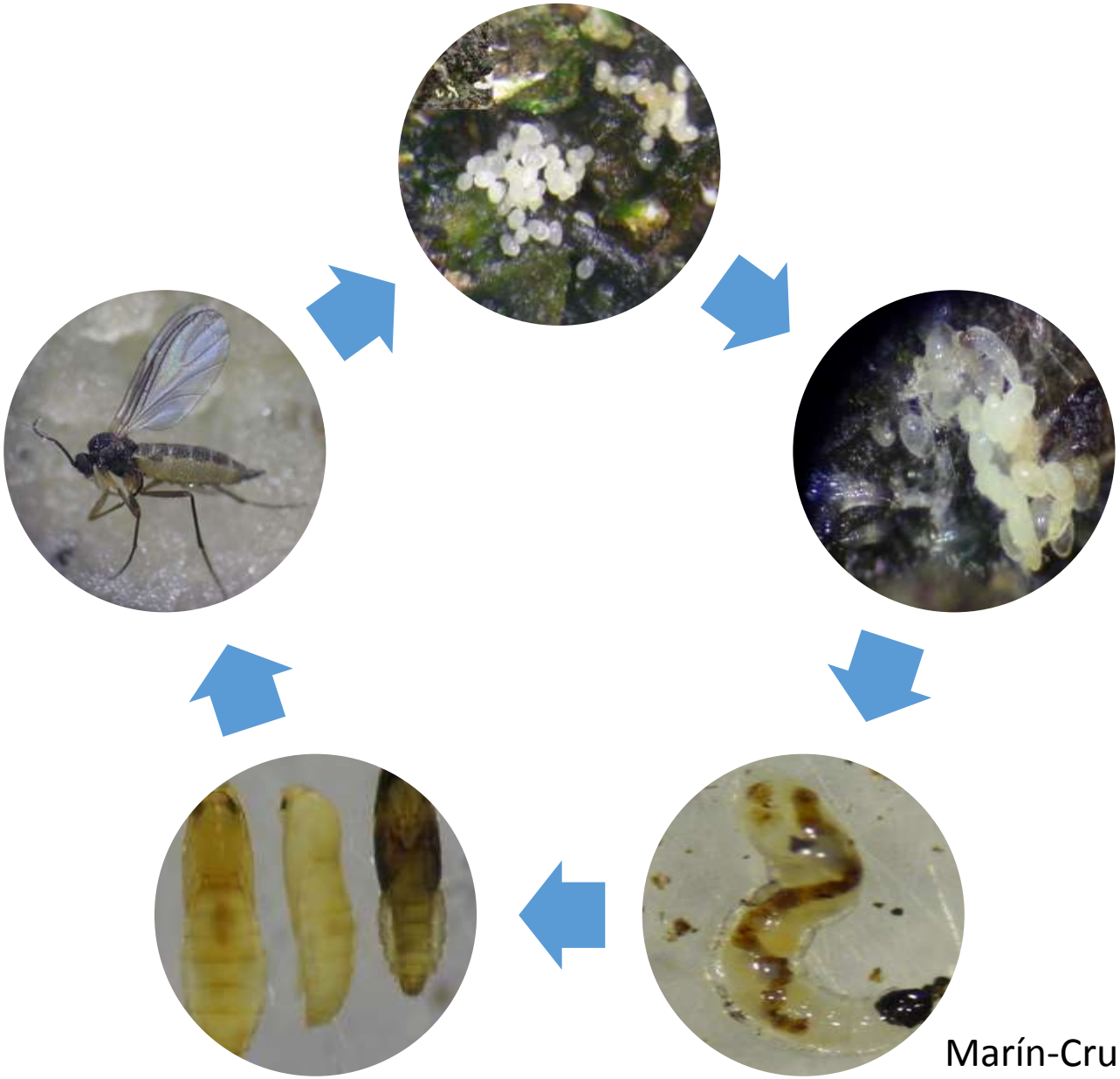
30 - 40%

Plántula

$

(Marín-Cruz *et al.*, 2015 y García *et al.*, 2007).

Mosca fungosa (*Bradysia impatiens y Lycoriella ingenua*)



Marín-Cruz *et al*. (2015)
García-Díaz (2017)

Trichoderma harzianum en los viveros forestales.

NMX-AA-170-SCFI-2016

Fusarium circinatum en *Pinus patula* en Zacualpan, Veracruz. Islas (2014).

Antecedentes

Alvarado *et al*. (2004)	Secadera de almácigos	*Pythium, Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia*
Don Juan (20006)	Complejo de hongos en *P. ayacahuite* var *veitchii*	*P. debaryanum, P. cinnamomi y F. oxysporum*
García *et al*. (2007)	Damping-off y pudrición de raíz *P. ayacahuite*, *P. montezumae* y *P. michoacana*	*F. oxysporum*
Cibrián *et al*. (2008)	*Pinus* spp.	*F. oxysporum*
Roldan (2008)	P*. michoacana* y *P. pseudostrobus*	*F. oxysporum*
Navarro y Rodríguez (2010)	*Pinus patula*	*F. oxysporum*
Islas (2014)	*P. patula* (Plantación)	*F. circinatum*
Marín et al. (2015)	*P. montezumae*	*F. circinatum*
Robles et al. (2016)	*P. patula y P. pseudostrobus*	*F. oxysporum* *F. solani*

Objetivos:

a) Caracterizar los síntomas e incidencia de la secadera y pudrición de raíz en tres especies de *Pinus* (*P. greggii*, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*) de ocho viveros forestales del Centro de México.

b) Determinar los hongos asociados con la secadera de pino de raíz, semilla, sustrato y larvas de mosca fungosa.

c) Identificar las especies de *Fusarium*, morfológica, molecular y filogenéticamente.

La “secadera” por *Fusarium* spp. en ocho viveros del Centro de México.

Muestreo y recolecta de material

Ciclo de producción 2013-2014
2014-2015

Caracterización de síntomas

Incidencia de la enfermedad (100)
4 meses

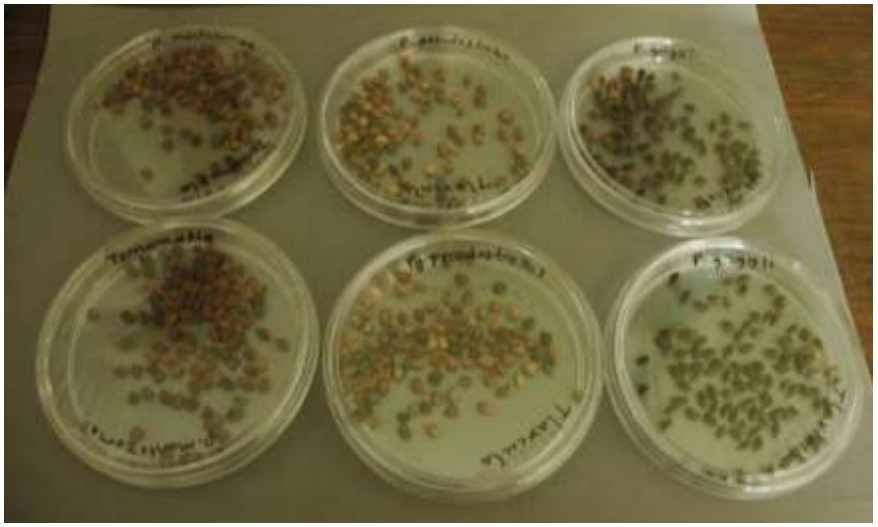
Plántulas con “secadera” y pudrición de raíz

En tres especies de *Pinus*:

- *P. greggii*
- *P. pseudostrobus*
- *P. montezumae*

Sustratos

Semillas



Larvas

MATERIALES Y MÉTODOS

Raíz de pino.

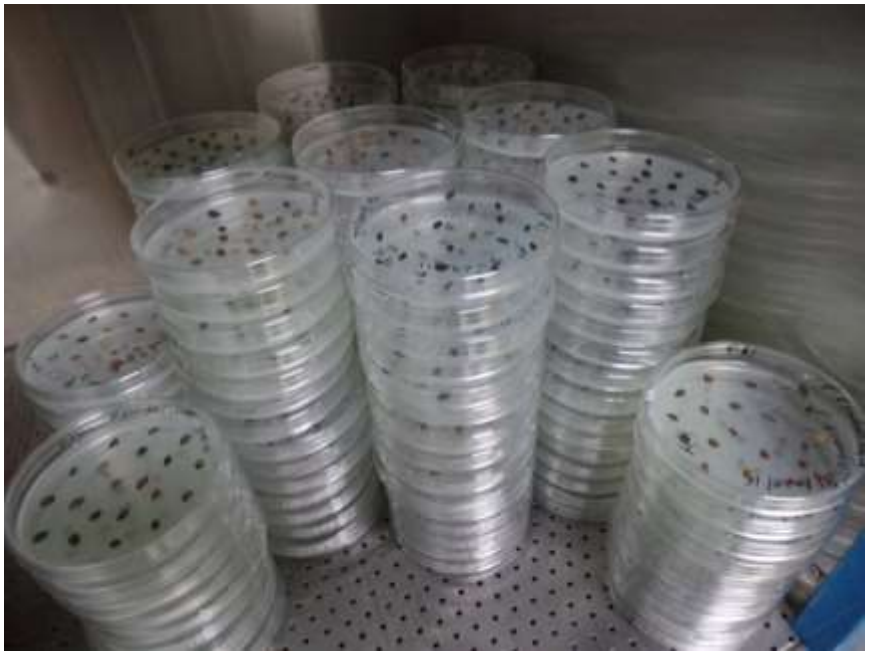
5 plantas enfermas

Hipoclorito de sodio al 1.5 % por 3 minutos en PDA

3 muestreos por ciclo de producción

Cultivos monoconidiales

Semilla de pino.



100 semillas
No desinfectadas

100 semillas
Desinfectadas

Hongos asociados en semillas
(*Fusarium* sp.)

(Hipoclorito de sodio al
3 % por 20 minutos)

5 200
semillas
analizadas

20 semillas por caja

González *et al*. (2008)

Sustratos

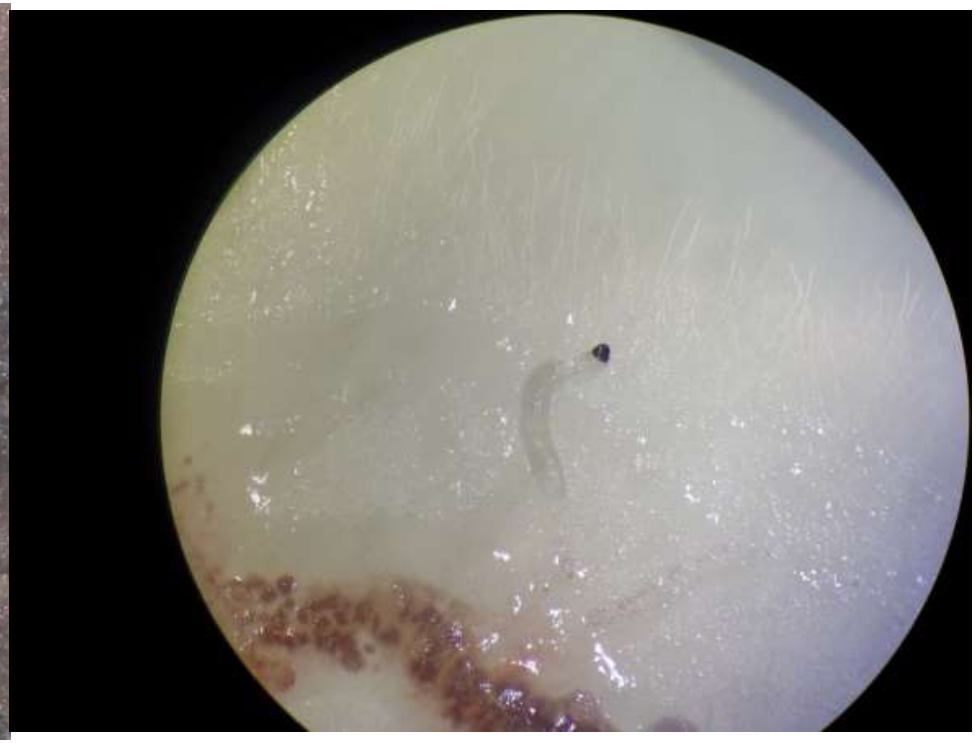
Dilución de suelo
10^{-3} con 5 repeticiones

Medio PDA-TS

ufc por g sustrato

Steiner y Watson (1965)

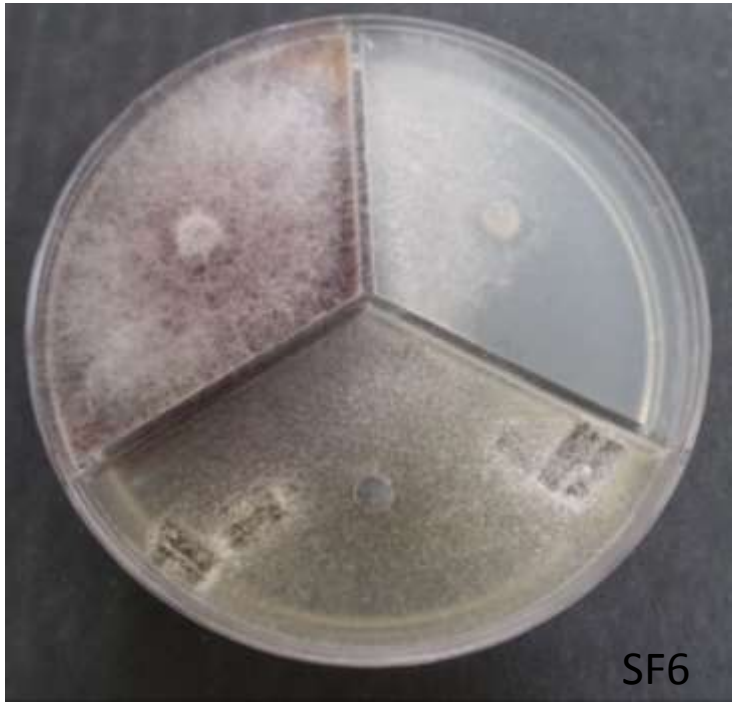
Larvas de mosca fungosa (*Bradysia impatiens* y *Lycoriella ingenua*).



5 larvas (I y II) por caja con tres repeticiones

MEDIOS DE CULTIVO

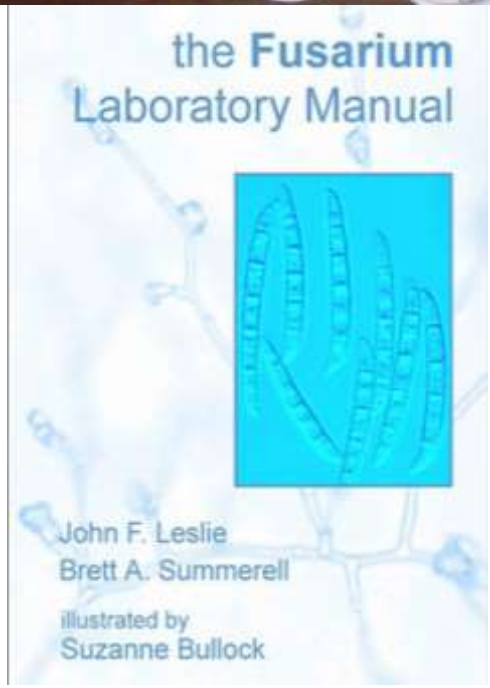
Cultivos monospóricos



PDA
CLA
SNA

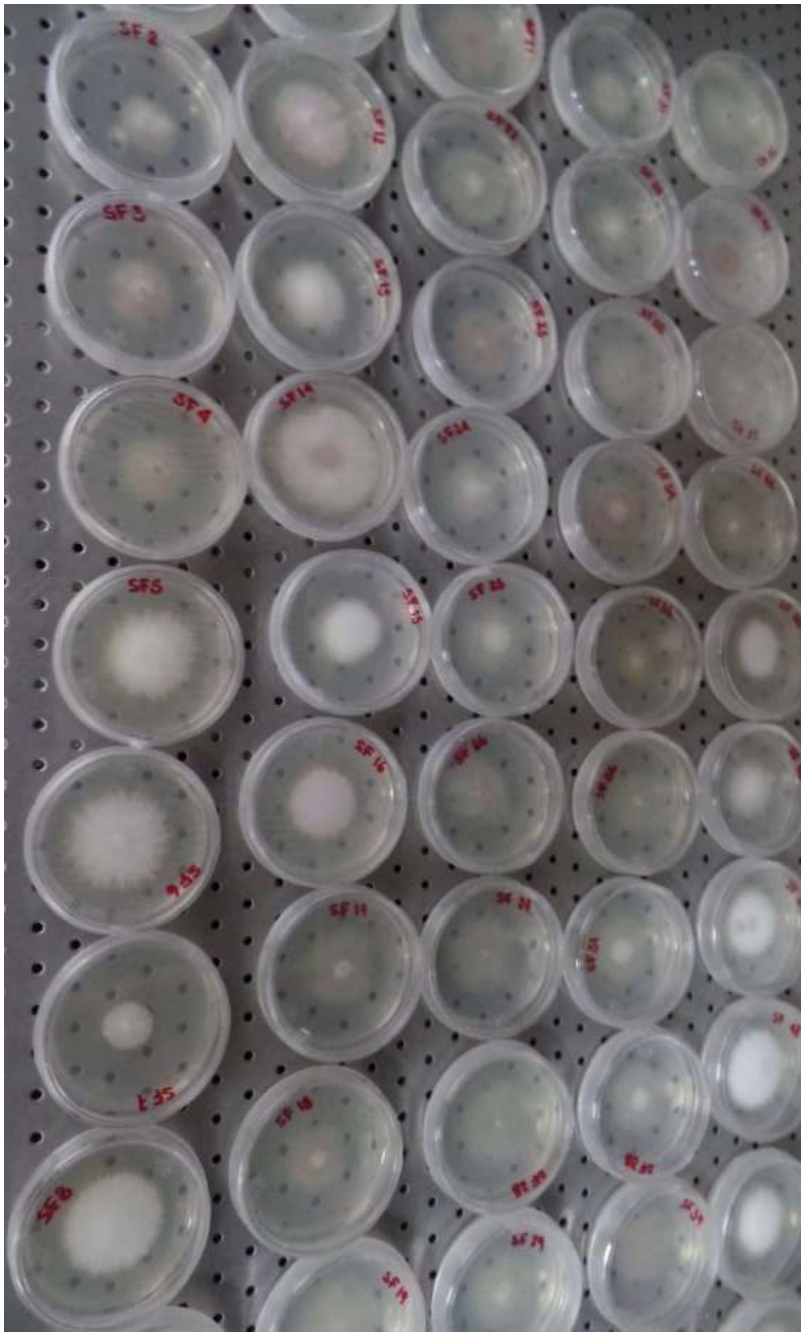
Fusarium sp. de semilla, Atlangatepec.

Nelson *et al*. (1983); Booth (1971), Leslie y Summerell (2006).



CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE *Fusarium* spp. POR "PCR".

Clave del aislamiento	Hospedante	Fuente	Vivero	Estado
SF1	*P. greggii*	Raíz	VF_Monte_Noble	Hidalgo
SF2	*P. montezumae*	LMF	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF3	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_Los Insurgentes	Puebla
SF4	*P. greggii*	Raíz	VF_Monte_Noble	Hidalgo
SF5	*P. greggii*	Raíz	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF6	*P. pseudostrobus*	Semilla	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF7	*P. greggii*	Raíz	VF_Monte_Noble	Hidalgo
SF8	*P. greggii*	Raíz	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF9	*P. pseudostrobus*	Raíz	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF10	*P. greggii*	Semilla	VF_Ixtlahuaca	Puebla
SF11	*P. greggii*	Raíz	VF_Monte_Noble	Hidalgo
SF12	*Sustrato*	Mezcla	VFM_Morelos	Morelos
SF13	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF14	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_Ixtlahuaca	Puebla
SF15	*P. pseudostrobus*	LMF	VF_Los Insurgentes	Puebla
SF16	*P. pseudostrobus*	Semilla	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF17	*P. greggii*	Raíz	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF18	*P. greggii*	Raíz	VFM_Morelos	Morelos
SF19	*P. greggii*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF20	*P. pseudostrobus*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF21	*P. pseudostrobus*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF22	*P. greggii*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF23	*P. greggii*	Raíz	VF_Monte_Noble	Hidalgo
SF24	*P. greggii*	Raíz	VF_Pueblo_Nuevo	Puebla
SF25	*P. pseudostrobus*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF26	*P. pseudostrobus*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF27	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_Los Insurgentes	Puebla
SF28	*P. pseudostrobus*	LMF	VF_Ixtlahuaca	Puebla
SF29	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF30	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF31	*P. greggii*	Semilla	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF32	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_DiCiFo	Edo. De México
SF33	*P. montezumae*	Raíz	VF_Ixtlahuaca	Puebla
SF34	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Morelos	Morelos
SF35	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF36	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_Pueblo_Nuevo	Puebla
SF37	*P. montezumae*	LMF	VFM_Morelos	Morelos
SF38	*P. greggii*	LMF	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF39	*Sustrato*	Mezcla	VF_Monte_Noble	Hidalgo
SF40	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Morelos	Morelos
SF41	*P. montezumae*	Raíz	VF_Pueblo_Nuevo	Puebla
SF42	*P. greggii*	LMF	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF43	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_Pueblo_Nuevo	Puebla
SF44	*P. greggii*	Semilla	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF45	*P. greggii*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF46	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Atlangatepec	Tlaxcala
SF47	*P. montezumae*	Raíz	VFM_Temamatla	Edo. De México
SF48	*P. pseudostrobus*	Raíz	VF_DiCiFo	Edo. De México
SF49	*P. greggii*	Raíz	VFM_Morelos	Morelos
SF50	*P. greggii*	Semilla	VF_Monte_Noble	Hidalgo



CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE *Fusarium* spp. "PCR"

Extracción de ADN
CETAB

Verificación de la extracción

PCR

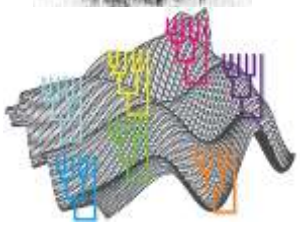
gel de agarosa 1.5%

Secuenciación de ambas hebras

UNAM

Edición y Análisis de secuencias BioEdit

Árbol Filogenético



Mega 7
MrBayes 3.2.2

Weising, 1995; Liu *et al.*, 2002; Tamura et al., 2007; Moo *et al.*, 2014

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de síntomas

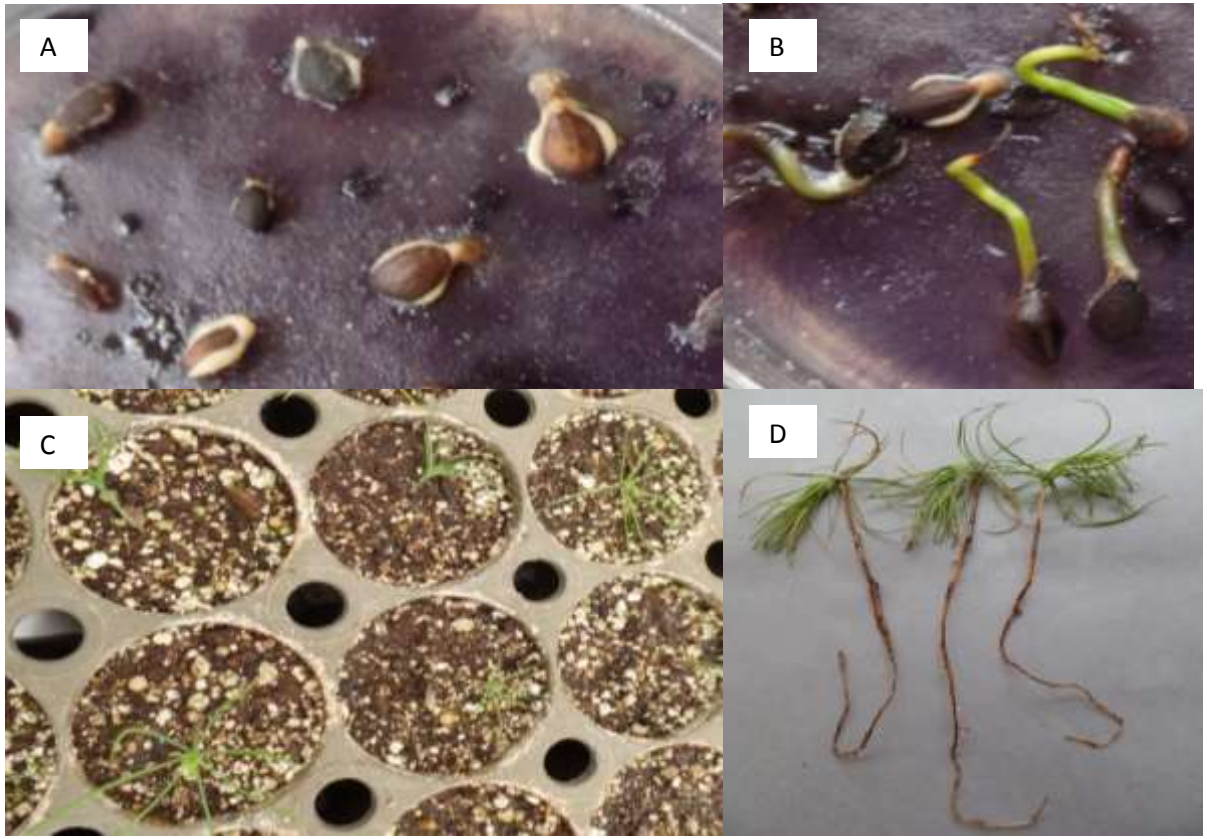
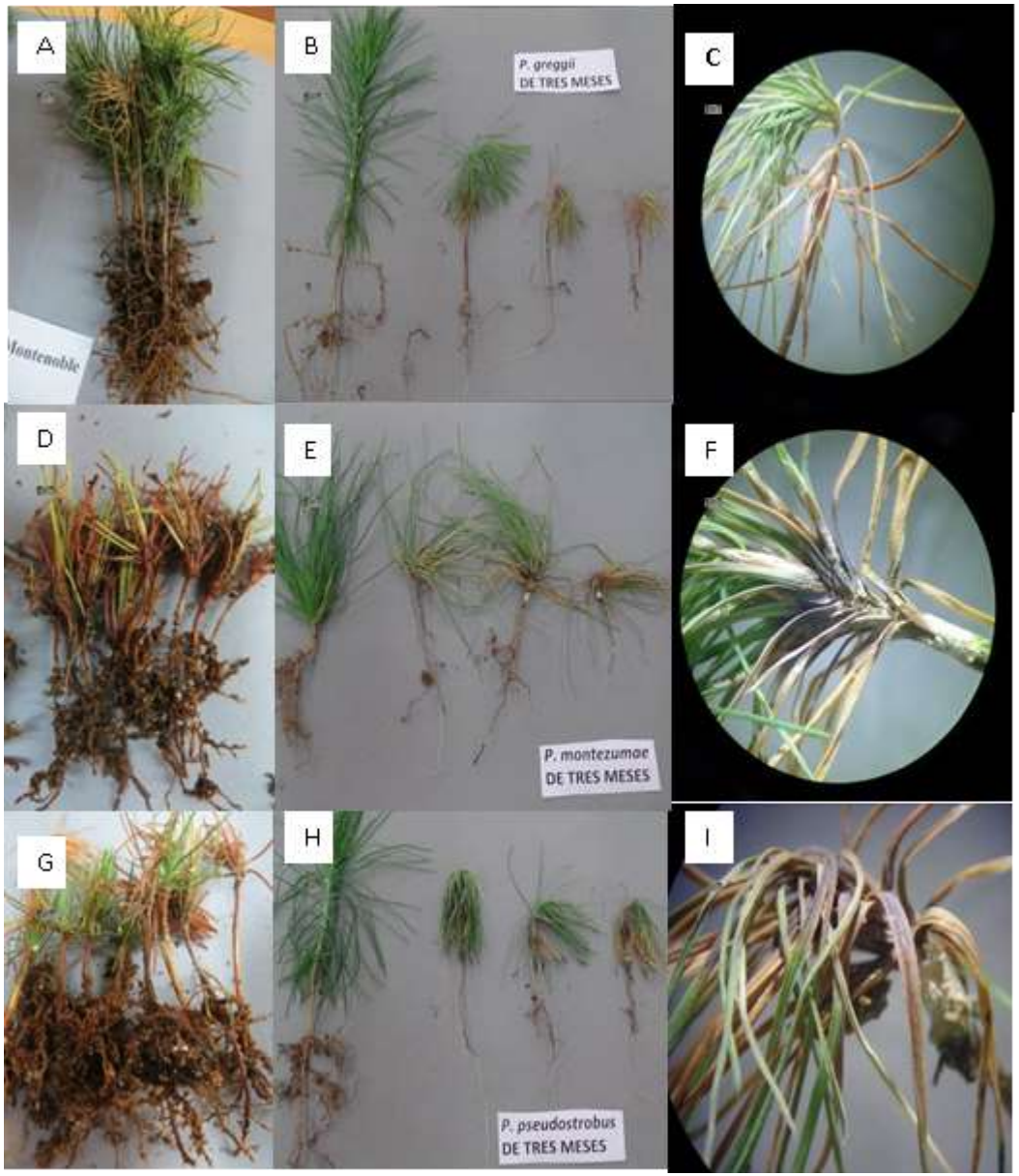


Figura 1. Síntomas por *Fusarium* spp. en plántulas de pino durante pre y postemergencia.



P. greggii

P. montezumae

P. pseudostrobus

Figura 2. Síntomas en plántulas.

Cuadro 1. Incidencia de la enfermedad por *Fusarium* spp. en plántulas de pino de cuatro meses de edad. Ciclos de producción 2013-2014 y 2014-2015.

Vivero	Especie	% Incidencia	
		2013-2014	2014-2015
Atlangatepec	*P. montezumae*	30	35
	P. pseudostrobus	8	12
	P. greggii	20	28
Temamatla	*P. montezumae*	25	26
	P. pseudostrobus	10	8
	P. greggii	15	23
DiCiFo	*P. pseudostrobus*	NA	4
Morelos	*P. montezumae*	2	3
	P. pseudostrobus	0	0
	P. greggii	6	5
Ixtlahuaca	*P. montezumae*	12	25
	P. pseudostrobus	6	15
	P. greggii	15	13
Pueblo Nuevo	*P. montezumae*	5	2
	P. pseudostrobus	0	0
	P. greggii	7	4
Monte Noble	*P. greggii*	12	8
Los Insurgentes	*P. montezumae*	8	10
	P. pseudostrobus	6	6
	P. greggii	6	9

F. avenaceum, F. circinatum, F. oxysporum, F. proliferatum y F. pseudocircinatum

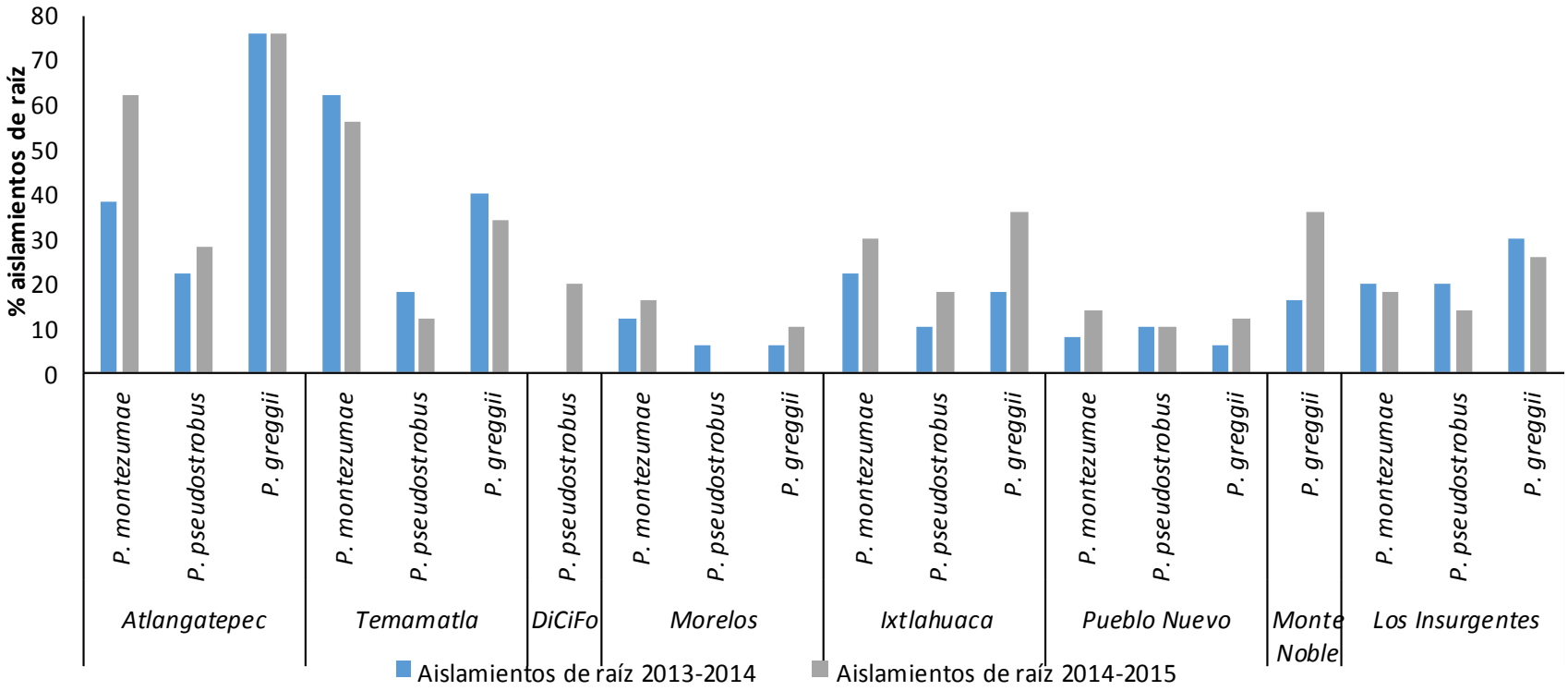


Figura 3. Porcentaje de aislamientos de raíz con *Fusarium* spp; por especie de pino y por vivero del Centro de México, en los ciclos de producción 2013-2014 y 2014-2015.

F. circinatum, F. oxysporum, F. subglutinans y F. proliferatum

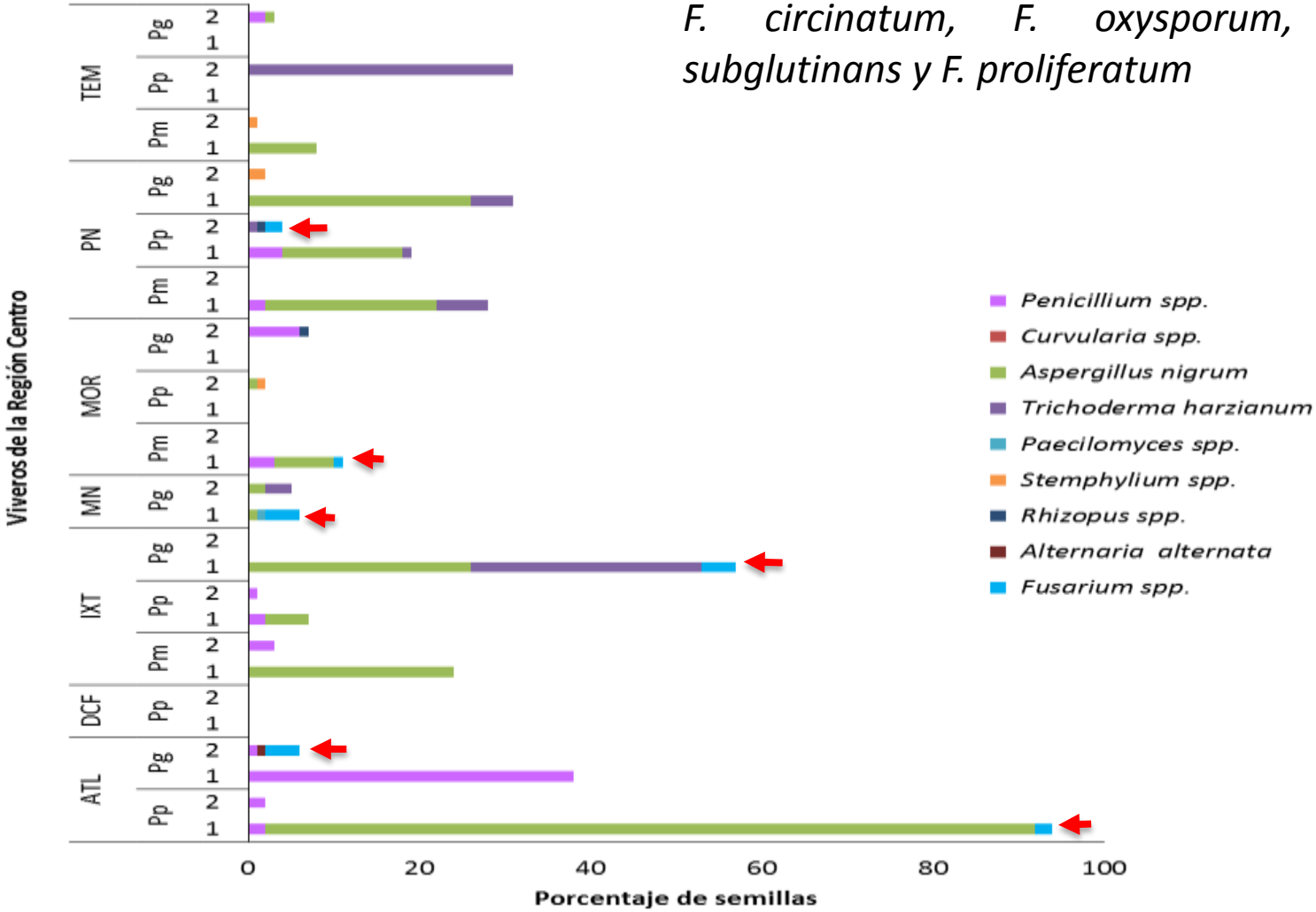


Figura 4. Porcentaje de aislamientos de semillas desinfestadas con presencia de *Fusarium* spp. (flecha) y otros hogos asociados, por especie de pino y por viveros del Centro de México, en los ciclos de producción 2013-2014 (1) y 2014-2015 (2). Pm = *Pinus montezumae*, Pp = *P. pseudostrobus* y Pg = *P. greggii*.

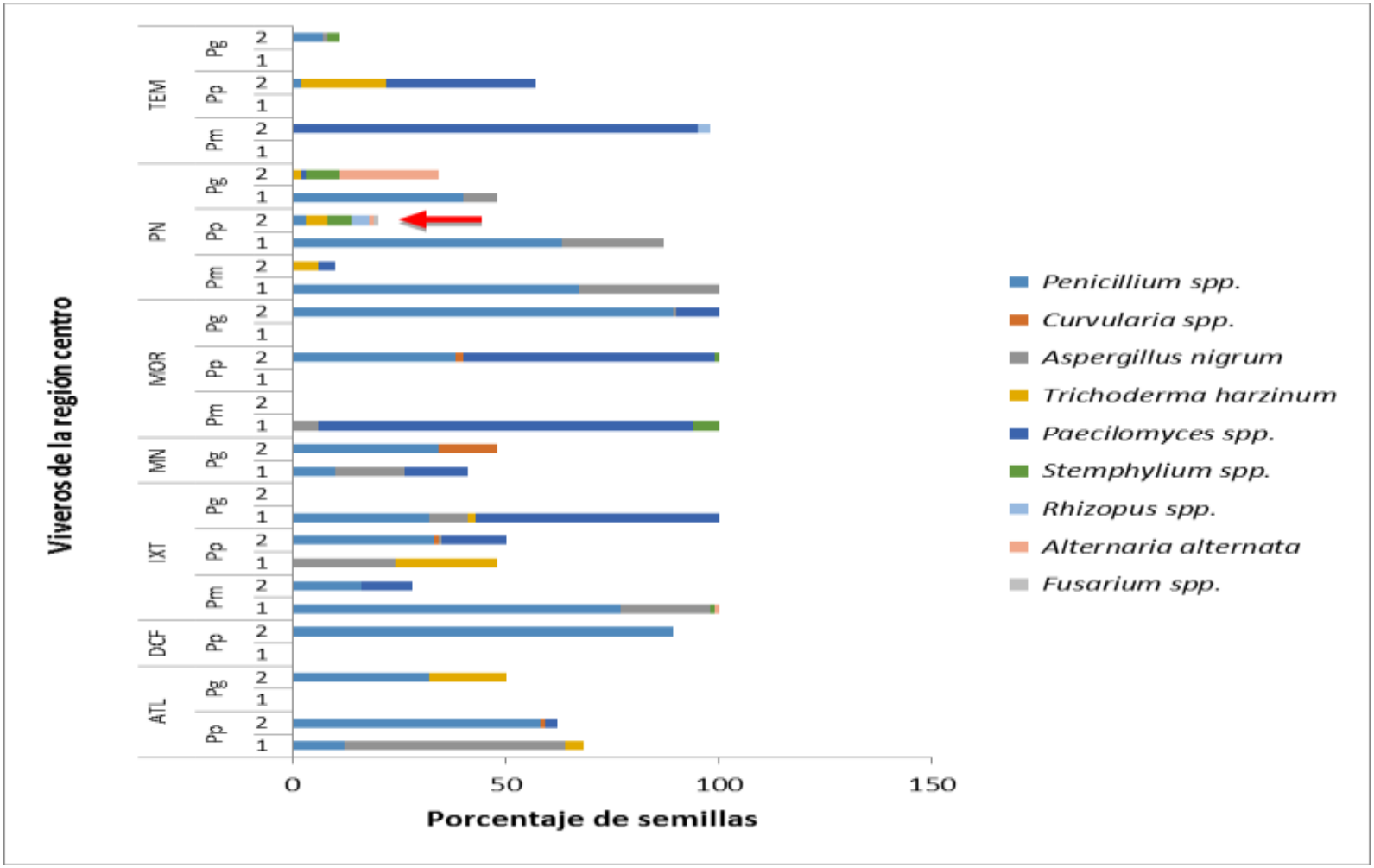


Figura 5. Porcentaje de aislamientos de semillas sin desinfestar con presencia de *Fusarium oxysporum* (flecha) y otros hongos asociados, por especie de pino y por viveros del Centro de México, en los ciclos de producción 2013-2014 (1) y 2014-2015 (2). Pm = *Pinus montezumae*, Pp = *P. pseudostrobus* y Pg = *P. greggii*.

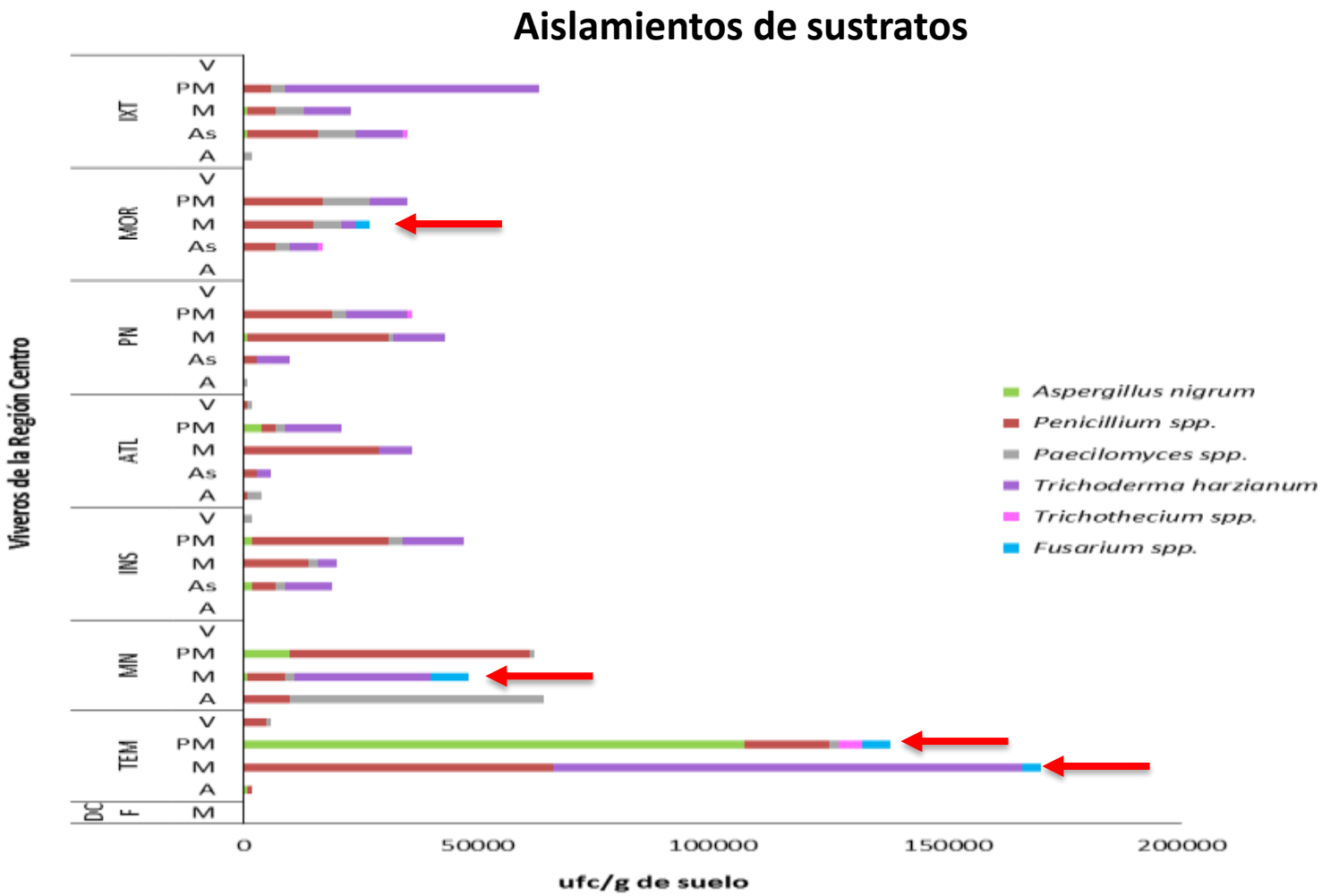


Figura 6. Aislamientos de sustratos con unidades formadoras de colonias de *Fusarium* spp. y otros hongos asociados en los viveros del Centro de México, en los ciclos de producción de planta 2013-2014. V = vermiculita, PM = peat moss (***F. oxysporum***), M = mezcla (***F. circinatum*** y ***F. oxysporum***), As = aserrín y A = agrolita.

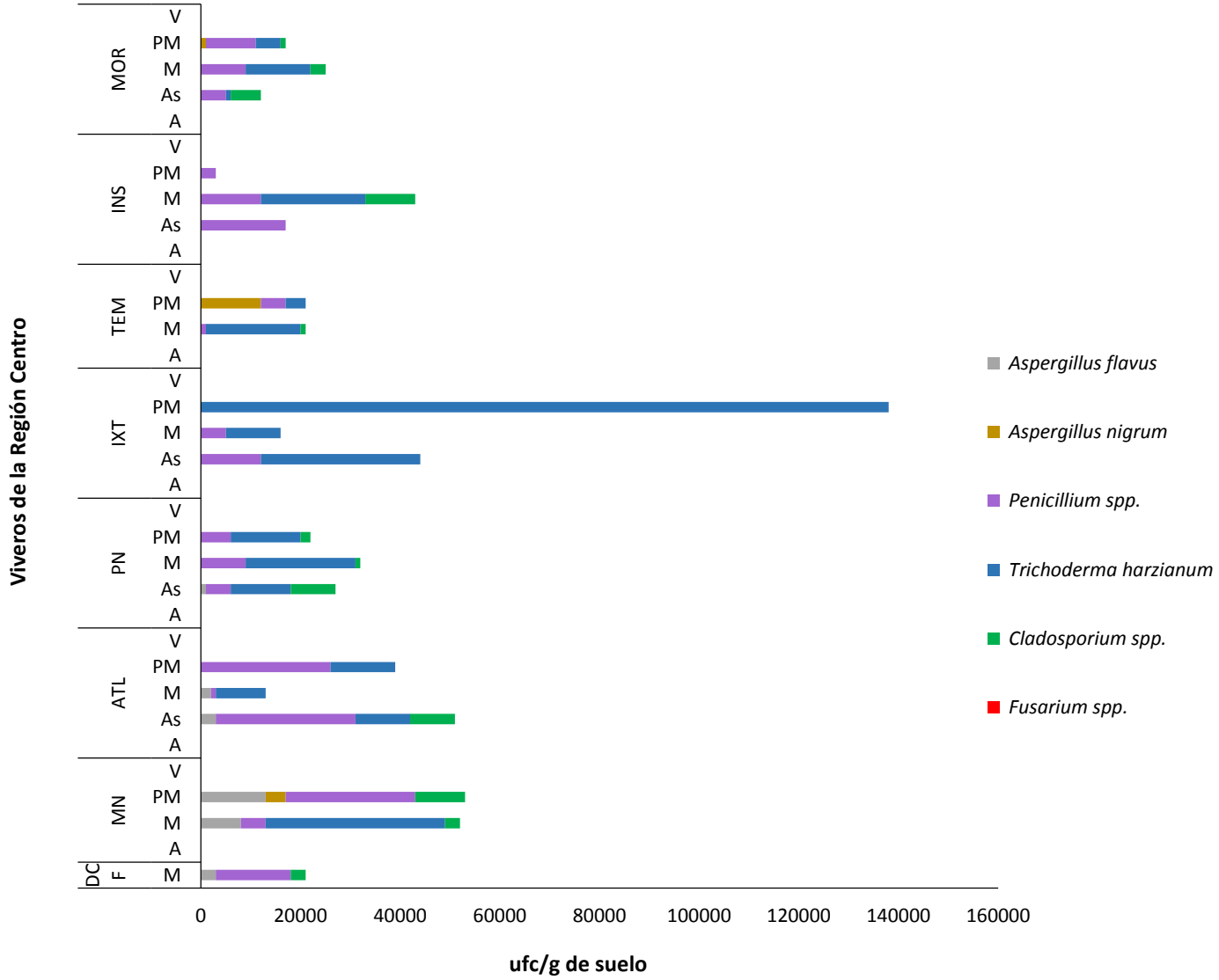


Figura 7. Aislamientos de sustratos con unidades formadoras de colonias de *Fusarium* spp. y otros hongos asociados en los viveros del Centro de México, en los ciclos de producción de planta 2014-2015. V = vermiculita, PM = peat moss (turba de musgo), M = mezcla, As = aserrín y A = agrolita.

F. circinatum, F. oxysporum, F. subglutinans y F. pseudocircinatum

Serratia marcescens

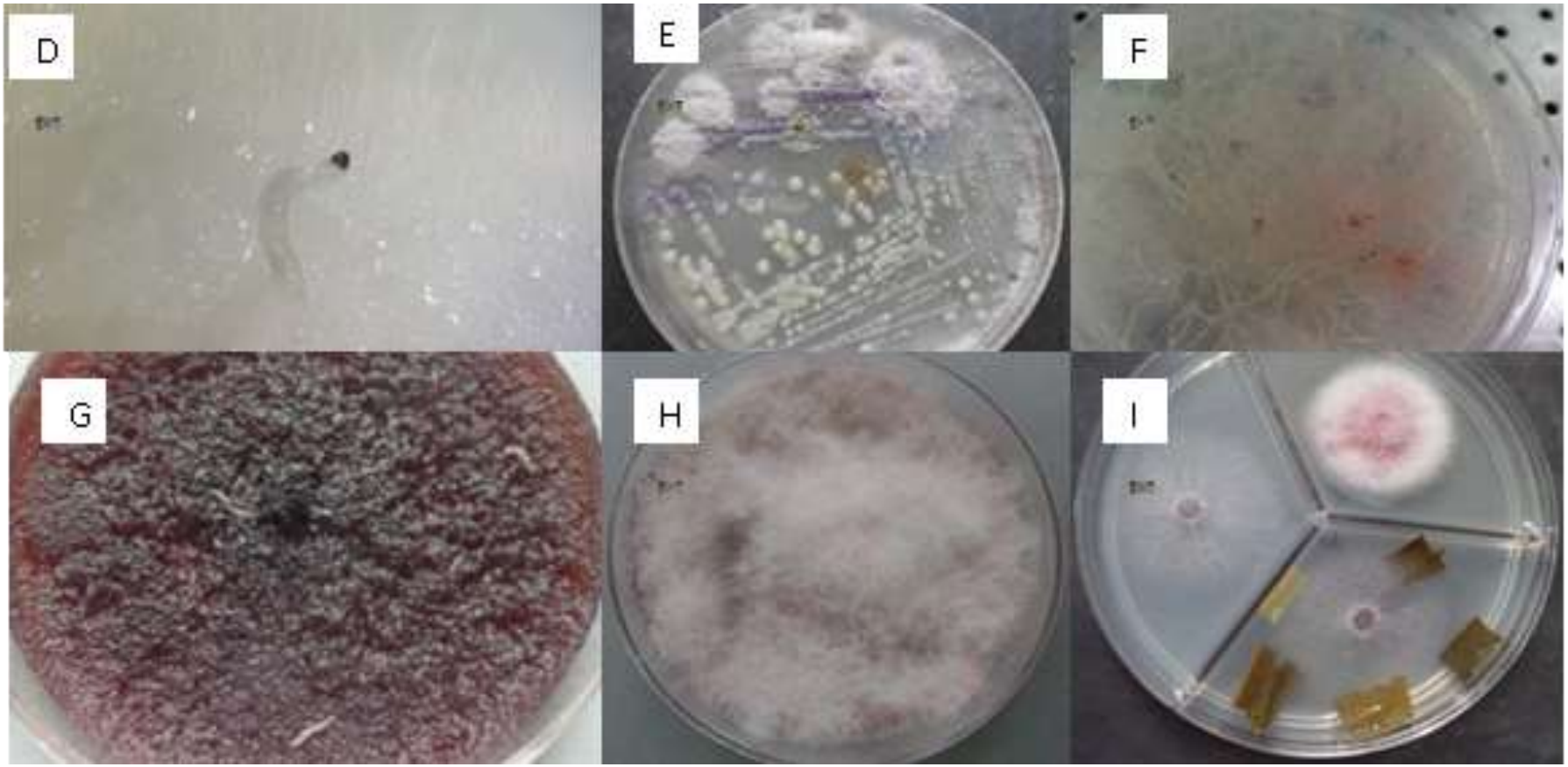
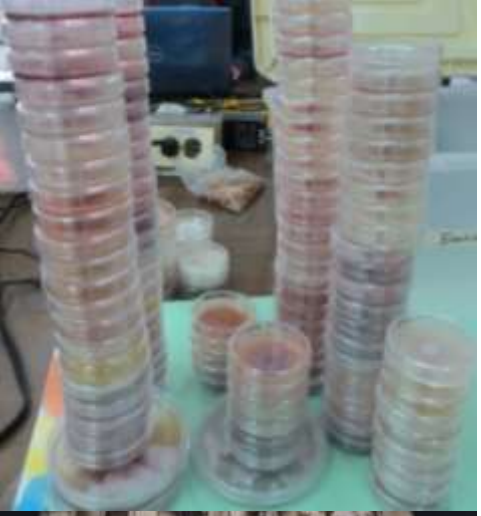


Figura 8. Larvas de mosca fungosa (*Bradysia impatiens*) y aislamientos de *Fusarium* spp. de los viveros forestales evaluados.



BASE DE DATOS CON 145 AISLAMIENTOS QUE INCLUYEN HOSPEDANTE, ORIGEN, VIVERO Y ESTADO.

NÚMERO	ESTADO	VIVERO	HOSPEDANTE	FUENTE
123	Morelos	VFMorelos	*P. greggii*	Raíz
124	Morelos	VFMorelos	*P. montezumae*	LMF
125	Edo. México	Temamatla	*P. montezumae*	Raíz
126	Edo. México	Temamatla	*P. montezumae*	Raíz
127	Puebla	Ixtlahuaca	*P. pseudostrobus*	Raíz
128	Edo. México	Temamatla	*P. greggii*	Raíz
129	Puebla	Pueblo Nuevo	*P. greggii*	Raíz
130	Tlaxcala	Atlangatepec	*P. pseudostrobus*	Semilla
131	Edo. México	Temamatla	*P. greggii*	Raíz
132	Edo. México	Temamatla	*P. pseudostrobus*	Raíz
133	Edo. México	Temamatla	*P. pseudostrobus*	Raíz
134	Tlaxcala	Atlangatepec	*P. greggii*	Semilla
135	Tlaxcala	Atlangatepec	*P. greggii*	Semilla
136	Tlaxcala	Atlangatepec	*P. greggii*	Raíz
137	Puebla	Pueblo Nuevo	*P. greggii*	Raíz
138	Puebla	Pueblo Nuevo	*P. montezumae*	Raíz
139	Puebla	Ixtlahuaca	*P. montezumae*	Raíz
140	Puebla	VFPuebla	*P. greggii*	LMF
141	Puebla	VFPuebla	*P. montezumae*	LMF
142	Edo. México	Temamatla	*P. montezumae*	LMF
143	Edo. México	DiCiFo	*P. pseudostrobus*	Raíz
144	Puebla	VFPuebla	*P. montezumae*	Raíz
145	Puebla	VFPuebla	*P. greggii*	Raíz

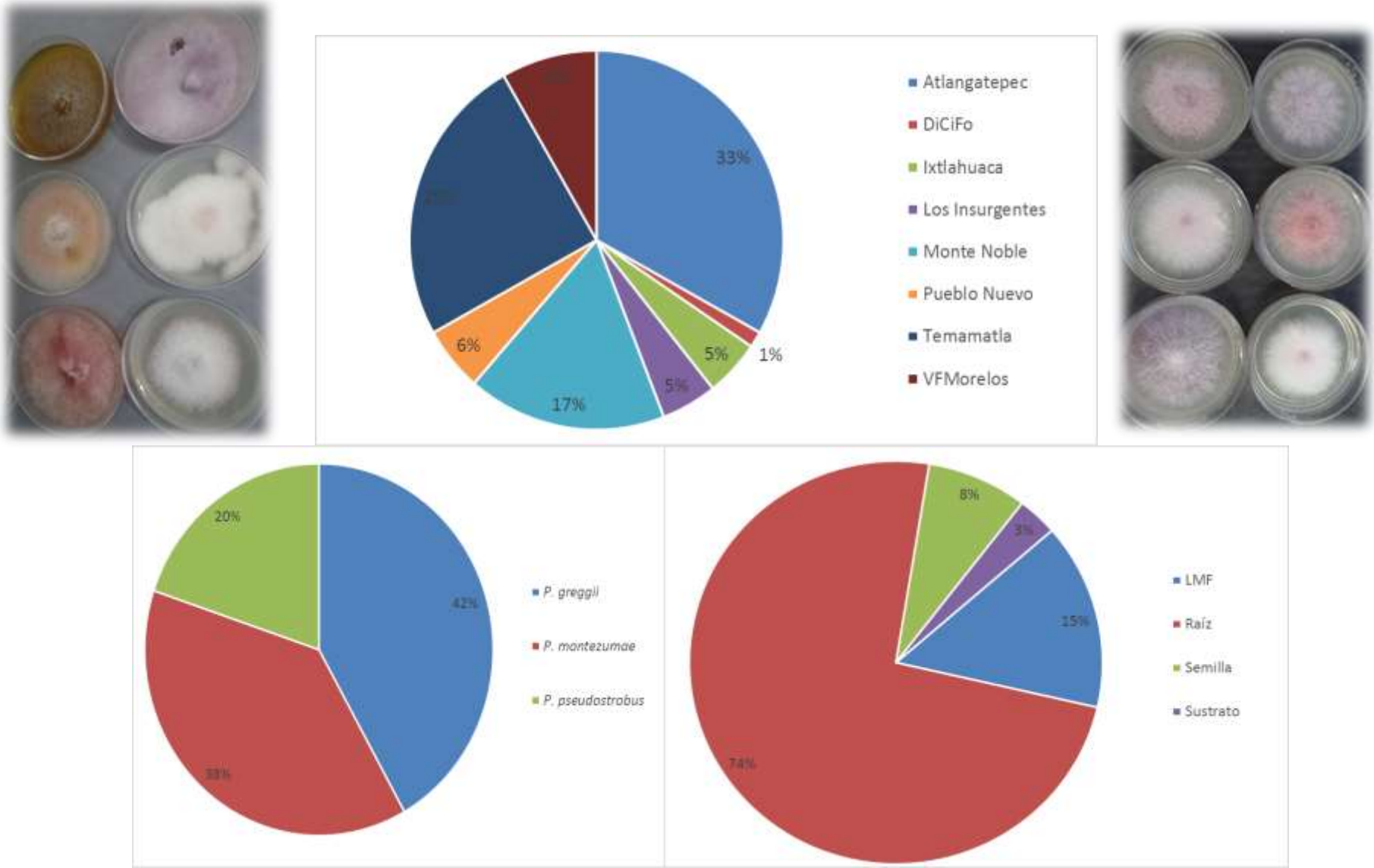


Figura 9. Porcentaje de aislamientos de raíz, semilla, sustratos y larvas de mosca fungosa con *Fusarium* spp. (2013–2014 y 2014-2015).

Cuadro 2. Sinopsis morfológica de las especies de *Fusarium* spp. obtenidas durante los muestreos en los viveros del Centro de México.

	MACROCONIDIOS		MICROCONIDIOS								ARREGLO			CONIDIÓFOROS		Clamidosporas	Hifas estériles	Esporodoquios	Figuras
	Forma típica	No. De septos	Fusiformes	Oval	Oval alantoide	Oval ovoide	Ovoide	Clavado	Piriformes	No. De septos	Cadenas cortas	Cadenas largas	Falsas cabezas	Monofiálides	Polifiálides				
F. avenacuem	+	3-5	+							0-1				+	+			Color crema	Figura 10
F. circinatum	+	3			+	+	+			0			+	+	+		+	Naranja pálido	Figura 11
F. oxysporum	+	3-5		+						0-1			+	+		+		Naranja violeta	Figura 12
F. proliferatum	+	3-5				+		+	+	0		+	+	+	+			Naranja pálido	Figura 13
F. subglutinans	+	3		+		+				0			+	+	+			Crema a naranja	Figura 14
F. pseudocircinatum	+	3			+	+				0-1	+		+	+	+		+	Escasos	Figura 15

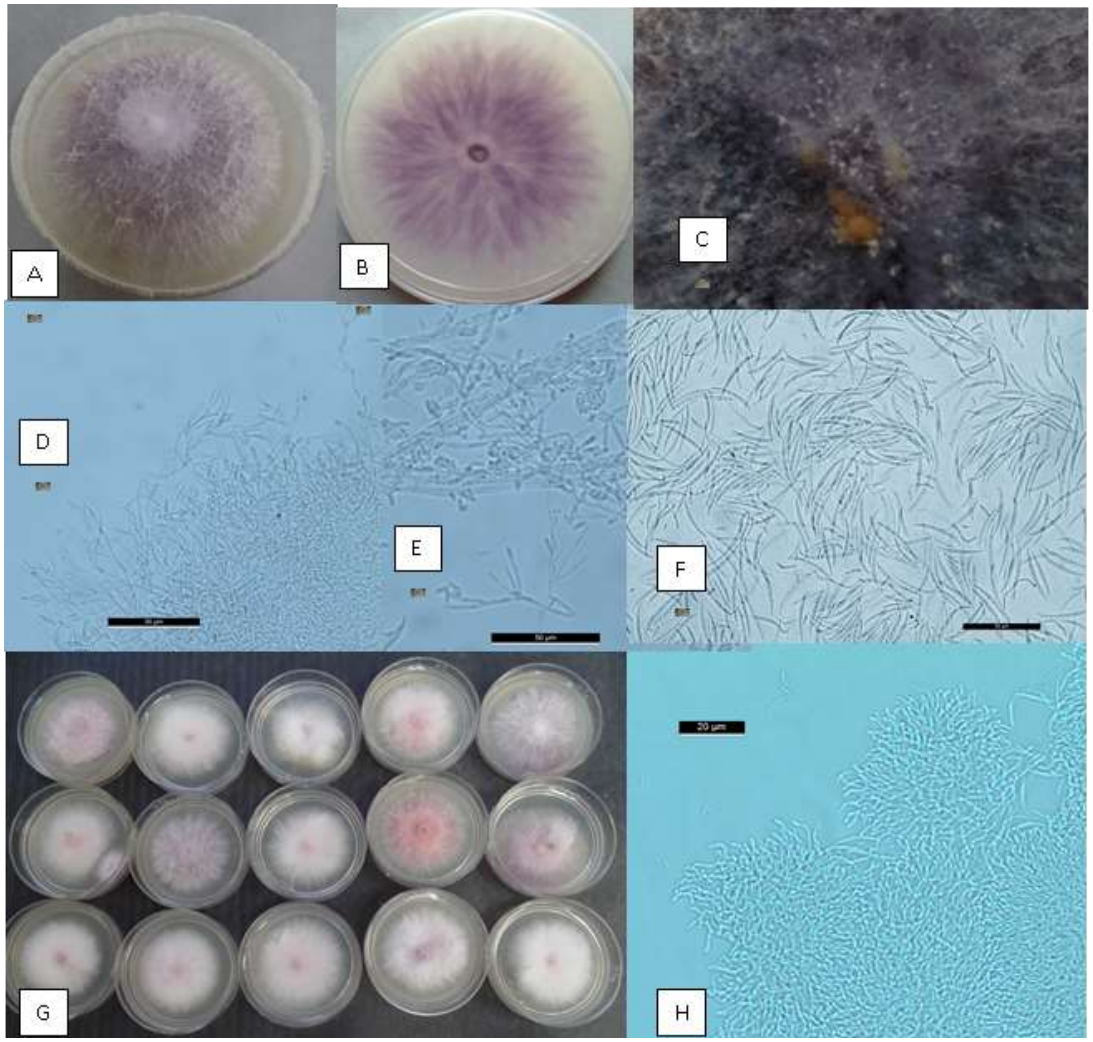


Figura 11. ***F. circinatum***. **A** y **B**) Micelio de color blanco (anverso) y pigmento violeta (reverso). **C**) Formación de esporodoquios de color naranja pálido. **D**) Microconidios ovoides y miden 8 x 3.5 µm. **E**) Monofiálides y polifiálides de los microconidios. **F**) Macroconidios alantoides con la célula basal poco desarrollada y miden 39 x 4 µm. **G**) Las cepas con diversas coloraciones de micelio y pigmentación. **H**) Hifas estériles en forma de espiral (circinas).

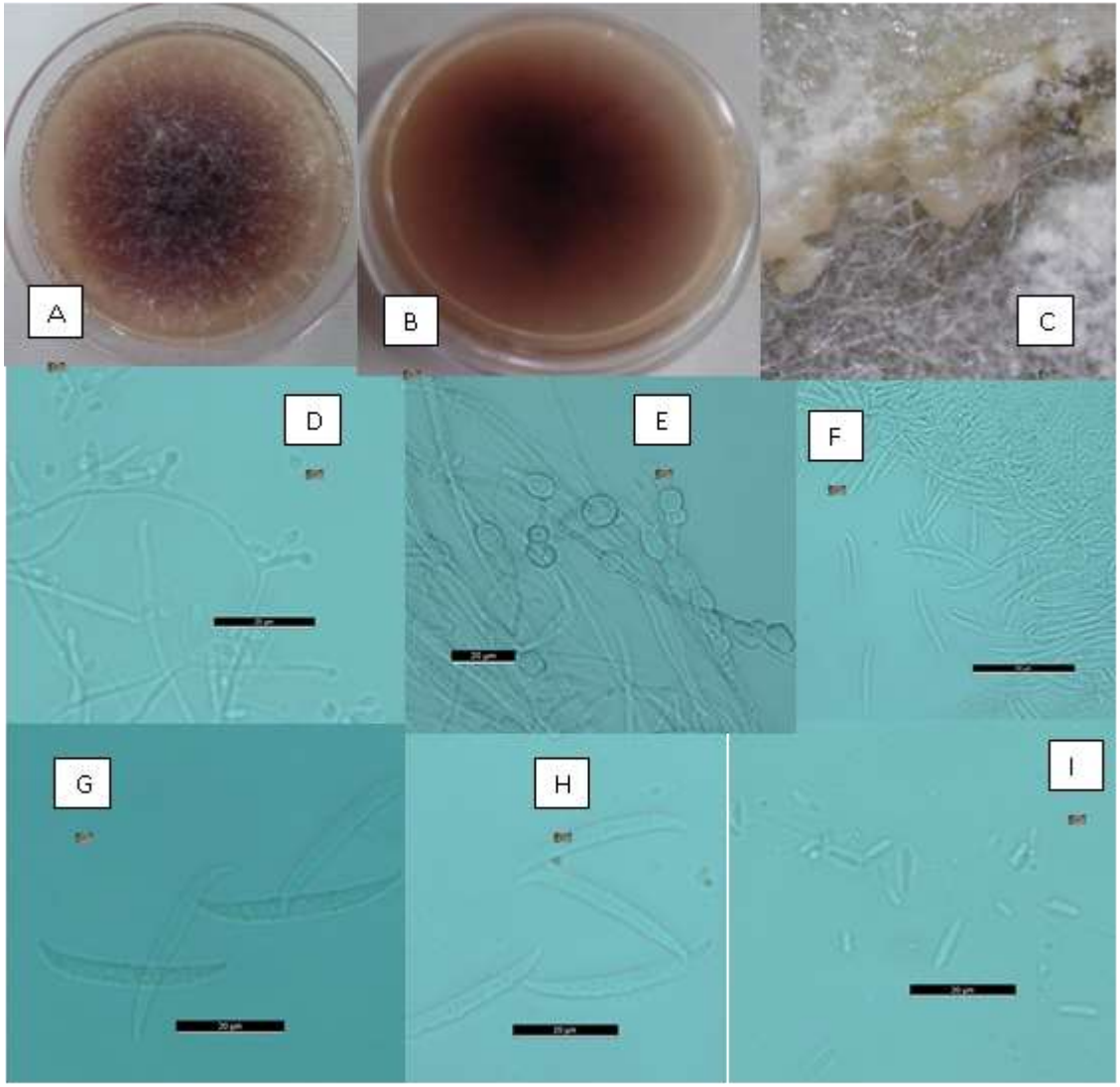


Figura 12. ***Fusarium oxysporum*** **A** y **B**) Micelio de color blanco (anverso) y pigmento en el agar violeta pálido (reverso). **C**) Esporodoquios de color crema. **D**) Monofialides cortas. **E**) Clamidosporas terminales o intercalares. **F**, **G** y **H**) Macroconidios fusoides, de 36 a 3.5 µm. I) Microconidios abundantes y ovoides, miden 7x 2µm.

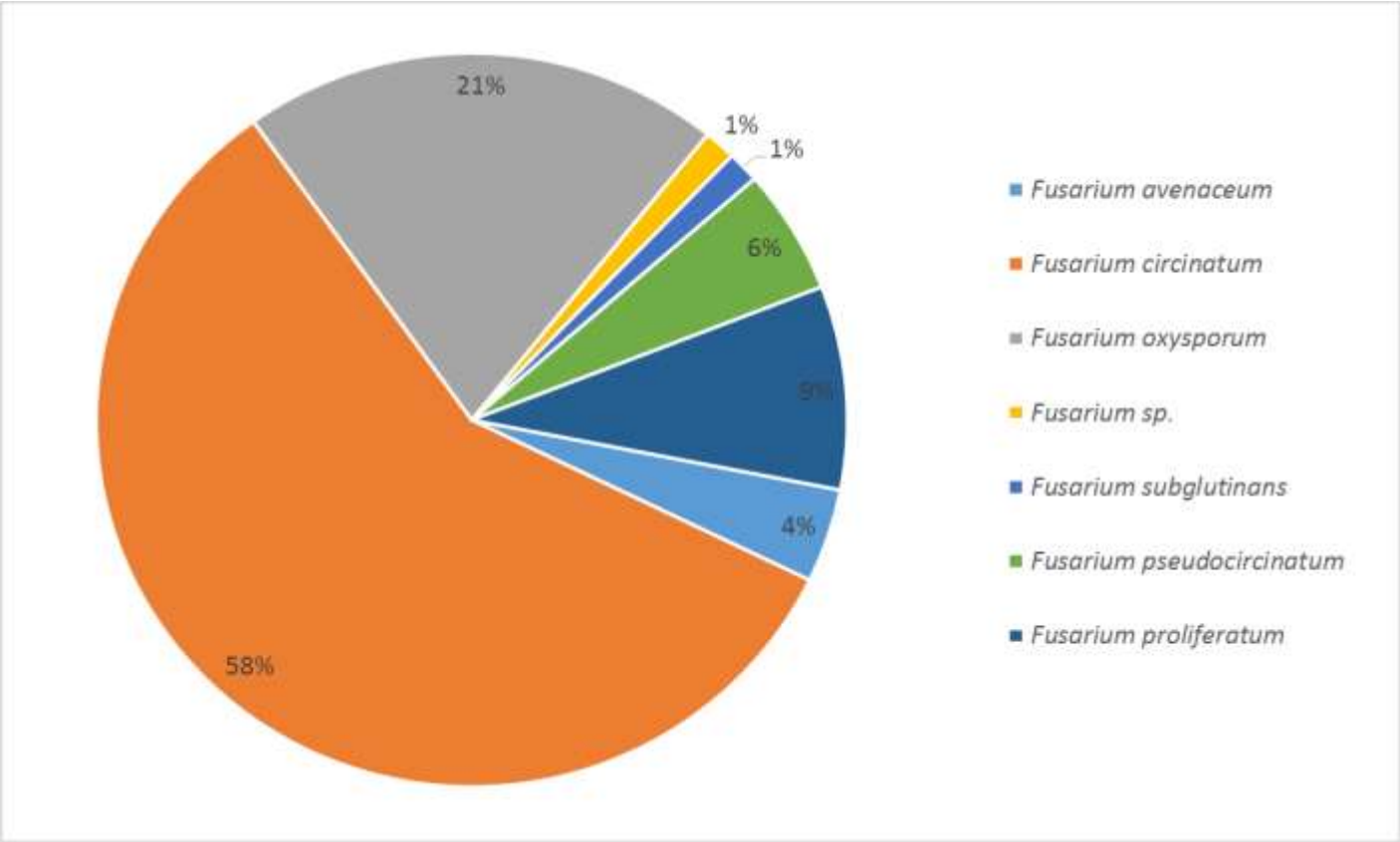


Figura 16. Porcentaje de las especies de *Fusarium* identificadas por morfología con 145 aislamientos de los ocho viveros del Centro de México, en los muestreos de los dos ciclos de producción de planta (2013-2014 y 2014-2015).

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR CON TRES MARCADORES MOLECULARES PARA ESPECIES DE *Fusarium* sp.

AISLAMIENTO	ITS	TEF	IGS
SF1	*Gibberella circinata*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF2	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF3	NA	NA	NA
SF4	*Gibberella circinata*	*Bionectriaceae sp.*	*Fusarium circinatum*
SF5	*Gibberella circinata*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF6	*Fusarium temperatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium subglutinans*
SF7	*Bionectria cf. ochroleuca*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF8	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF9	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium subglutinans*
SF10	NA	NA	NA
SF11	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF12	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF13	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF14	*Fusarium avenaceum*	*Fusarium avenaceum*	*Fusarium avenaceum*
SF15	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF16	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF16	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF18	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF19	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF20	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF21	*Fusarium circinatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF22	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF23	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF24	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF25	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF26	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF27	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF28	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF29	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF30	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF31	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF32	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF33	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum*
SF34	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF35	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF36	*Fusarium circinatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF37	*Fusarium circinatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF38	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF39	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF40	*Fusarium sterilihyphosu*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF41	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF42	*Fusarium succisae*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium subglutinans*
SF43	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF44	*Fusarium proliferatum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF45	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF46	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF47	NA	NA	NA
SF48	*Fusarium succisae*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF49	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium succisae*	*Fusarium circinatum*
SF50	*Fusarium sterilihyphosum*	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium circinatum*

Cuadro 3. Nombres de las especies y número de accesión en el GenBank para los aislamientos de *Fusarium* con los tres marcadores (ITS, TEF e IGS) incluidos en el análisis filogenético.

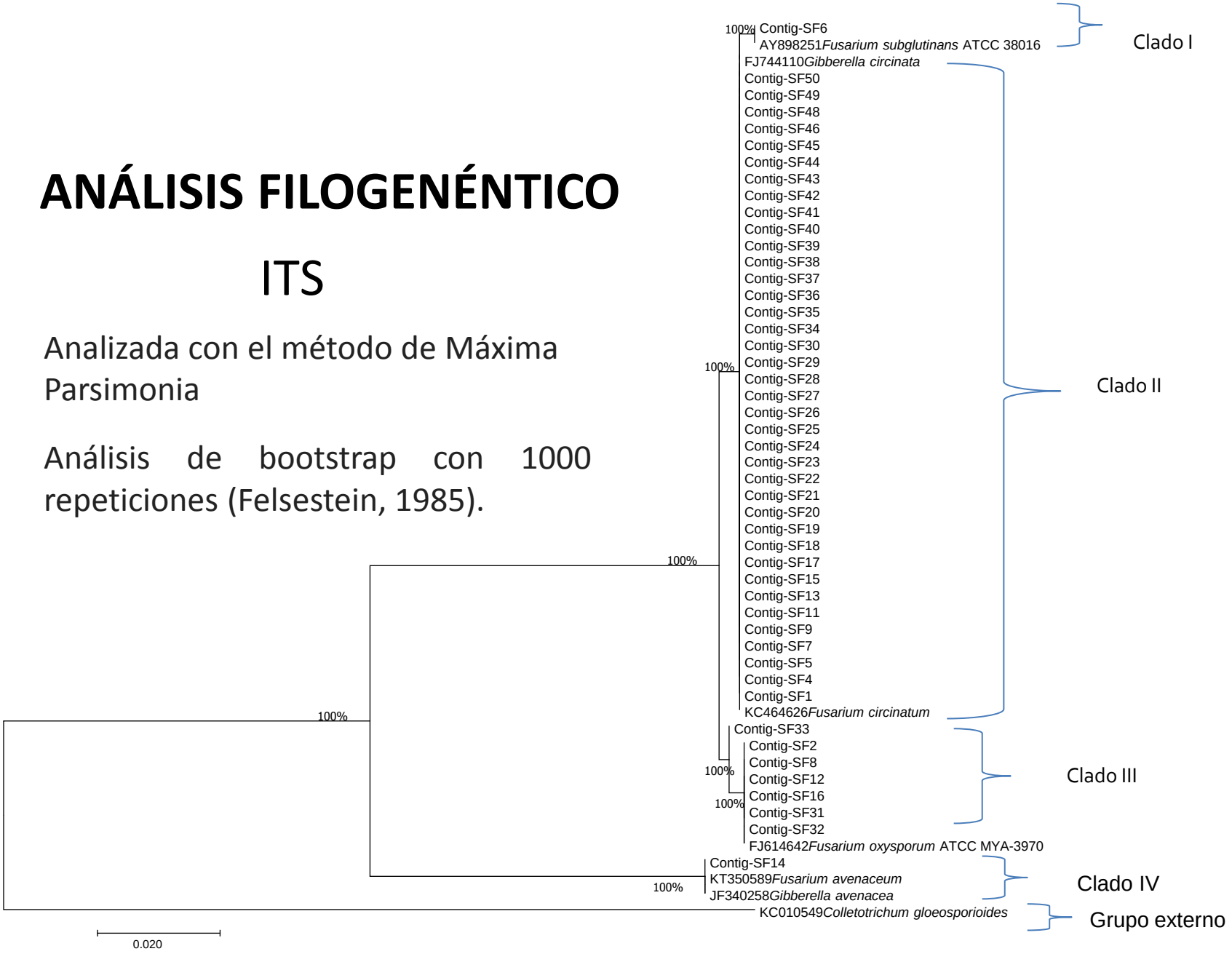
		Accesión al GenBank		
Especie de *Fusarium*	Cepas	ITS	TEF	IGS
F. circinatum	SF1, SF4, SF5, SF7, SF9, SF11, SF13, SF15, SF17, SF18, SF19, SF20, SF21, SF22, SF23, SF24, SF25, SF26, SF27,SF28, SF29, SF30, SF34, SF35, SF36, SF37, SF38, SF39, SF40, SF41, SF42, SF43, SF44, SF45, SF46, SF48, SF49, SF50	KX276593, KX276595, KX276596, KX276598, KX276600, KX276601, KX276603, KX276605, KX276607, KX276608, KX276609, KX276610, KX276611, KX276612, KX276613, KX276614, KX276615, KX276616, KX276617, KX276618, KX276619, KX276620, KX276624, KX276625, KX276626, KX276627, KX276628, KX276629, KX276630, KX276631, KX276632, KX276633, KX276634, KX276635, KX276636, KX276637, KX276638, KX276639.	KZ337002, KZ337004, KZ337005, KZ337007, KZ337009, KZ337010, KZ337012, KZ337014, KZ337016, KZ337017, KZ337018, KZ337019, KZ337020, KZ337021, KZ337022, KZ337023, KZ337024, KZ337025, KZ337026, KZ337027, KZ337028, KZ337029, KZ337033, KZ337034, KZ337035, KZ337036, KZ337037, KZ337038, KZ337039, KZ337040, KZ337041, KZ337042, KZ337043, KZ337044, KZ337045, KZ337046, KZ337047, KZ337048	KX306887, KX306889, KX306890, KX306892, KX306894, KX306895, KX306897, KX306899, KX306901, KX306902, KX306903, KX306904, KX306905, KX306906, KX306907, KX306908, KX306909, KX306910, KX306911, KX306912, KX306913, KX306914, KX306918, KX306919, KX306920, KX306921, KX306922, KX306923, KX306924, KX306925, KX306926, KX306927, KX306928, KX306929, KX306930, KX306931, KX306932, KX306933.
F. oxysporum	SF2, SF8, SF12, SF16, SF31, SF32, SF33	KX276594, KX276599, KX276602, KX276606, KX276621, KX276622, KX276623	KZ337003, KZ337008, KZ337011, KZ337015, KZ337030, KZ337031, KZ337032	KX306888, KX306893, KX306900, KX306915, KX306916, KX306917
F. subglutinans	SF6	KX276597	KZ337006	KX306891
F. avenaceum	SF14	KX276604	KZ337013	KX306898
Fusarium sp.	SF3, SF10, SF47	NA	NA	NA

ANÁLISIS FILOGENÉNTICO

ITS

Analizada con el método de Máxima Parsimonia

Análisis de bootstrap con 1000 repeticiones (Felsestein, 1985).



CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta investigación se tiene como principal agente causal de la "secadera" a *F. circinatum*, se confirma la transmisión por semilla, se reconocen las especies de *Fusarium* transmitidas por la mosca fungosa, se hace la identificación morfológica, molecular y filogenética de las especies que afectan a viveros forestales del Centro de México y con ello se deja una base para trabajos posteriores a otras regiones del país.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el Colegio de Postgraduados, gracias a una beca de doctorado por CONACyT y al proyecto por convocatoria del Fideicomiso 167304 en la modalidad 3 de financiamiento a Proyectos de Investigación 2013.

A cada uno de los viveros:

Vivero Monte Noble, Hidalgo.
Vivero Forestal Militar de Temamatla, Tlaxcala.
VFM de Cuernavaca, Morelos.
VFM de la DiCiFo, Estado de México.
VF de la Unión de Ejidos de Ixtlahuaca, Puebla.
VF de Pueblo Nuevo, Puebla.
VF Los Insurgentes, Puebla.
VFM de Atlangatepec, Tlaxcala.

GRACIAS!