

ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL CRECIMIENTO DE *Fusarium oxysporum* Y *Alternaria solani* EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GROWTH OF *Fusarium oxysporum* AND *Alternaria* *solani*

Roger Veneros-Terrones¹, Lisi Cerna-Rebaza² & Julio Chico-Ruíz³

Laboratorio de Fitopatología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo^{1,3}.
Laboratorio de Biología, American School. Trujillo, Perú². jchico22@gmail.com³ (Autor corresponsal).

RESUMEN

Se evaluó el efecto que tiene la temperatura en el crecimiento micelial de hongos patógenos que causan enfermedades en cultivos de interés económico como *Fusarium oxysporum* y *Alternaria solani*. Se inició la experiencia aislando los patógenos de frutos enfermos de tomate y se los cultivó en medio Sabouraud-sacarosa. Las placas con los patógenos fueron incubadas a temperaturas de 8, 17, 25, 30 y 40 °C durante 9 días, encontrándose que la temperatura que favorece el óptimo crecimiento para *Fusarium* fue de 30 °C mientras que para *Alternaria* fue a los 25°C. Las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las mayores de 25° C las aceleran.

Palabras clave: factor abiótico, crecimiento, hongos patógenos.

ABSTRACT

The effect of temperature on the mycelial growth of pathogenic fungi that cause diseases in crops of economic interest such as *Fusarium oxysporum* and *Alternaria solani* was evaluated. The experience was started by isolating the pathogens of diseased tomato fruits and cultivated in Sabouraud-sucrose medium. The plates with the pathogens were incubated at temperatures of 8, 17, 25, 30 and 40 °C for 9 days, finding that the temperature that favors optimal growth for *Fusarium* was 30 °C while for *Alternaria* it was at 25 °C. Low temperatures retard growth, while those above 25° C accelerate them.

Keywords: abiotic factor, growth, pathogenic fungi.

Recibido: 27 Agosto 2017.

Aceptado: 30 Octubre 2017.

Publicado online: 30 Diciembre 2017.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades causadas por hongos son muy perjudiciales para los cultivos; los cultivos como el tomate, espárrago y cucurbitáceas son comúnmente atacadas por *Fusarium* que ocasionan marchitamiento en las hojas y pudriciones de las raíces, en tanto que *Alternaria* prefiere atacar las partes foliares ocasionando las manchas y tizones. Ambos hongos pertenecen a la subdivisión Deuteromicetes, familia Moniliaceae (Agrios, 2001; Nuez, 2001).

Fusarium es un patógeno facultativo presente en materia orgánica y también ataca a la planta cuando esta sufre algún tipo de desequilibrio interno (Michielse & Rep, 2009). Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado. Este hongo sobrevive por largos periodos en el suelo, debido a sus estructuras de resistencia denominadas clamidosporas, lo que vuelve inefectiva la rotación de cultivos a corto plazo (Daugovish *et al.* 2008, Duarte *et al.*, 2013). *Alternaria* es un patógeno causante del tizón temprano, una de las enfermedades más peligrosas en el tomate y hortalizas. Esta especie se aísla frecuentemente en el aire, vegetación en degradación y otros habitats saprobios, pudiendo también aislarse como contaminantes en el laboratorio. Es un hongo

filamentoso con conidióforos simples, tabicados, en cuyo extremo se forman unos conidios muriformes, de color pardo, con septos transversales y verticales de disposición irregular (Mirón *et al.*, 2015).

Sartori *et al.* (2016) compararon el recuento de *Fusarium verticillioides* y la acumulación de fumonisinas en mazorcas cubiertas y no cubiertas, bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura. Las condiciones de elevada humedad y temperatura generadas en las mazorcas cubiertas, favorecieron significativamente los niveles de fumonisinas. Frans *et al.* (2017) estudiaron el complejo de *Fusarium* lácticas en *Capsicum annuum* cuando es afectado por la temperatura, el agua y el oxígeno sobre el crecimiento y la esporulación. Encontrando que muestran un óptimo crecimiento a los 25° C. García *et al.* (2012) estudiaron la temperatura constante y cíclica en relación a la producción de micotoxinas en *F. graminearum* y *F. verticillioides* que atacan a soya. Ellos reportan que existe esa relación, pero en laboratorio quedando hacer las experiencias en campo. Debido a que la temperatura es un factor externo que modula el crecimiento, patogenicidad y dispersión de los patógenos de las plantas es que el objetivo de la experiencia fue determinar el efecto de la temperatura en el crecimiento de *Fusarium oxysporum* y *Alternaria solani* en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y METODOS

Los patógenos procedieron de material vegetal enfermo, frutos de tomate, los cuales fueron aislados y cultivados en medio Sabouraud al 0,7 %, luego se agregó agar 2%, sacarosa 3% y pH de 6. Posteriormente se esterilizó a 1 atm de presión por 30 minutos para luego dispensarlo en placas Petri. Con ayuda de un asa bacteriológica se sembró el patógeno por puntura central. Después de tres días se llevó a incubación con las temperaturas de 8, 17, 25, 30 y 40°C (siendo la temperatura de 25 grados el control por ser la temperatura ambiente) hasta los 9 días de crecimiento. Se midió diariamente el diámetro de las colonias en crecimiento de cada uno de los tratamientos y de las tres repeticiones. Estos datos se promediaron y se hizo el análisis estadístico mediante ANAVA a la probabilidad de 0.005 y se muestran en las tablas respectivas. También se determinó la diferencia de crecimiento, el cual es la medida del día nueve menos la medida del día tres; la proporción del crecimiento es la división del valor del último día sobre el valor del primer día. Además, se muestran las evidencias fotográficas del crecimiento de los patógenos.

RESULTADOS

Tabla 1. Crecimiento de *A. solani* a diferentes temperaturas

	8°	17°	25°	30°	40°
Tratamiento					
Días					
3	1	0,6	1,6	1,3	1,0
4	1	1,2	2,5	1,9	2,4
5	1,1	2,5	3,4	2,4	3,5
6	1,1	3,3	4,5	3,4	4,7
7	1,1	3,9	6,4	3,6	5,8
8	1,1	4,5	7,0	5,1	6,8
9	1,1	4,8	8,5	6,9	8,0
Diferencia en el crecimiento	0.1	4.2	6.9	5.6	7.0
Proporción	1.1	8,0	5.31	5.30	8.0

Las colonias más grandes están a los 25 y 40°C; lo cual coincide con la diferencia en el crecimiento, desde el día inicial, es mayor a 40°C seguido de 25°C, en cambio cuando analizamos en que proporción a crecido la colonia en nueve días esto es mayor a los 17°C y 40°C, siendo similar el crecimiento proporcional a las temperaturas de 25 y 30°C. Además, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en función de la temperatura [F (4.1203) =24.6809; p < 0,001].

Tabla 2. Crecimiento de *F. oxysporum* a diferentes temperaturas

	8°	17°	25°	30°	40°
Tratamiento					
Dias					
3	1	1,5	2,0	1,1	1,9
4	1,1	1,9	2,4	2,3	2,4
5	1,1	2,6	2,6	4,0	2,6
6	1,2	3,7	3,0	5,6	3,0
7	1,2	4,5	4,0	6,4	3,3
8	1,3	5,0	4,9	7,1	3,5
9	1,3	5,7	5,4	7,9	3,6
Diferencia en el crecimiento	0,3	4,2	3,4	6,8	1,7
Proporción	1.3	3,8	2,7	7,18	1,89

Analizando la Tabla 2 el mayor crecimiento de la colonia se observó a los 30°C, coincidiendo con la mayor diferencia en el crecimiento y en su proporción. También se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en función de la temperatura [F (4.1203) =36.8683; p < 0,001].

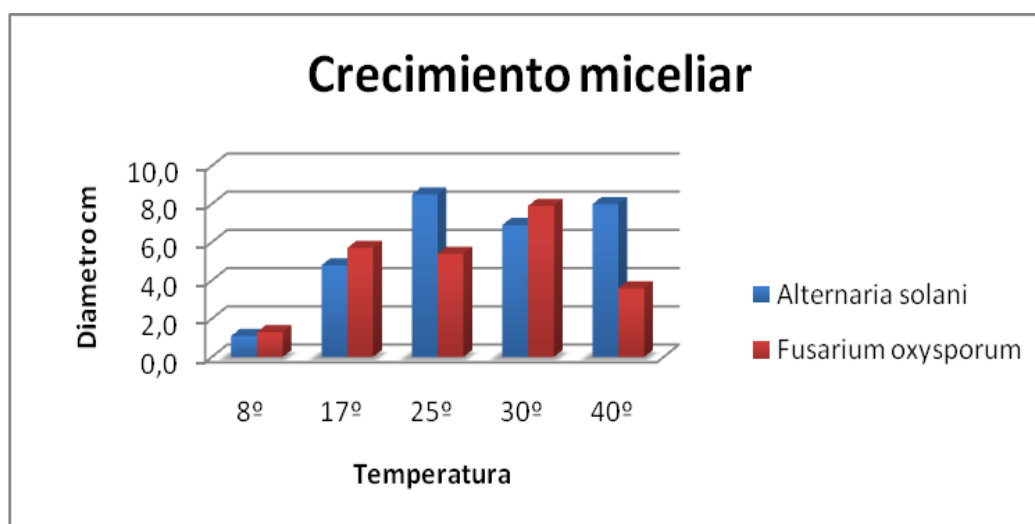


Fig. 1. Comparación del crecimiento micelar de *F. oxysporum* y *A. solani* a los nueve días.

Cada género tiene diferente rango de crecimiento según la temperatura, como se observa en la Fig. 1., así para ambos patógenos la temperatura les afecta a 8 grados, son estimulados a los 17 y 30 grados, pero sus crecimientos difieren a los 25 y 40 grados siendo favorable para *A. solani*.

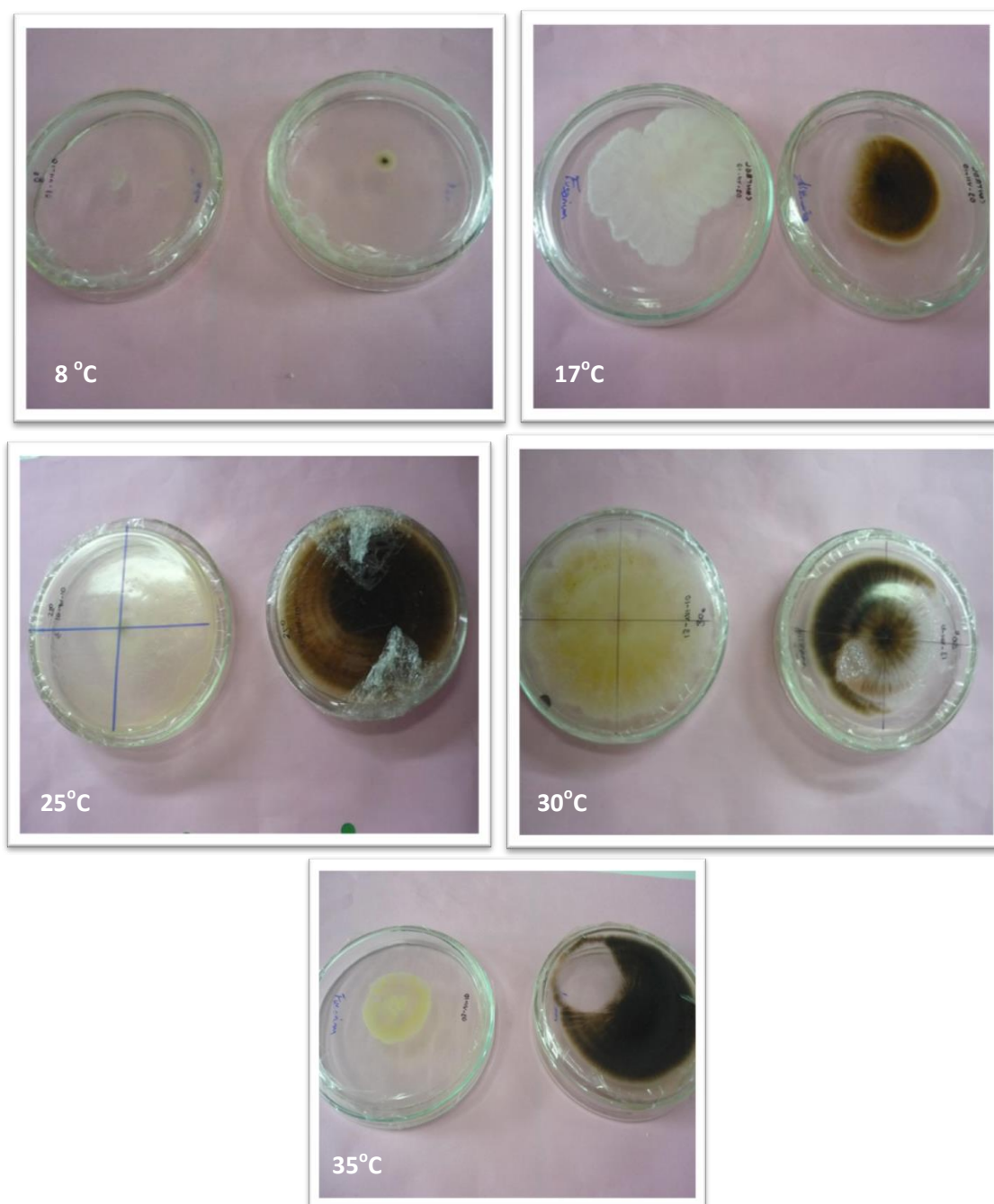


Fig. 2. Desarrollo del crecimiento micelial de *F. oxysporum* (izquierda) y *A. solani* (derecha) a los nueve días y a diferentes temperaturas.

DISCUSIÓN

El patógeno *Fusarium oxysporum* crece mejor a la temperatura de 30° C (Tabla 2) lo cual difiere de Palmero (2002) y Carrillo (2001) que observaron un máximo crecimiento a la temperatura de 25°C. Marin *et al.* (1995) encontró que el crecimiento de *F. verticillioides* y *F. proliferatum* fue excelente a los 25-30°C y que *F. verticillioides* es más tolerante a temperaturas superiores a 30°C. Lo cual no se observó en nuestro estudio. Los factores de crecimiento como temperatura, pH y sustrato están directamente relacionados con su capacidad patogénica además de la temperatura del suelo y su colonización. Esto es importante porque Harling *et al.* (1988) sugiere que la temperatura altera el balance entre el huésped y el patógeno; si favorece al metabolismo del huésped puede inducir resistencia a éste, mientras que si la temperatura favorece al patógeno puede inducir una reacción de susceptibilidad y síntomas de enfermedad en

el huésped. Además, la capacidad de termotolerancia, se encuentra relacionada con la presencia de proteínas hidrofóbicas de la pared celular de los conidios que protegen al hongo del estrés térmico, y contribuyen a su adhesión en las células del hospedero, lo cual está directamente relacionado con la capacidad de virulencia.

Para *Alternaria solani* le resultó provechoso la temperatura de 25°C, aunque las temperaturas de 30 y 40°C (Tabla 1) también son favorables, estos resultados concuerdan con los datos obtenidos de Rivas (2004) que utiliza los 25 -28°C como temperatura óptima. Según Barkai-Golan & Paster (2008) esta especie crece bien a temperatura ambiente pero también es capaz de crecer a bajas temperaturas y por eso es que está implicado en el deterioro de las frutas y vegetales durante el refrigerado y el almacenaje, esto puede ser debido a la biosíntesis de diferentes micotoxinas que son producidas a diferentes temperaturas (Pose *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

- La temperatura de 30°C es la que induce el mayor crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum*.
- La temperatura de 25°C y 40°C son las que inducen el mayor crecimiento micelial de *Alternaria solani*.
- En bajas temperaturas *Fusarium oxysporum* y *Alternaria solani* retardan su crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G.** 2001. Fitopatología. 2º Edición, Editorial Limusa, México.
- Barkai-Golan, R. & N. Paster.** 2008. Mouldy fruits and vegetables as a source of mycotoxins: part 1. World Mycotoxin Journal 1, 147–159.
- Carrillo, L.** 2001. Los hongos de los Alimentos y forrajes. Universidad Nacional de Jujuy. Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina.
- Daugovish O.; A. Steven & J. Mochizuki.** 2008. Integration of oxyfluorfen into strawberry (*Fragaria ananassa*) Weed Management Programs. Weed Technology 2008 22:685–690.
- Duarte Y.; O. Pino & B. Martínez.** 2013. Efecto de cuatro aceites esenciales sobre *Fusarium spp.* Rev. Protección Veg. Vol. 28 No. 3 (2013): 232-235.
- Frans M.; R. Aerts; S. Van Laethem & J. Ceusters.** 2017. Environmental effects on growth and sporulation of *Fusarium spp.* causing internal fruit rot in bell pepper. Eur J Plant Pathol 149:875–883.
- García, D.; G. Barros; S. Chulze; A. Ramos; V. Sanchis & S. Marin.** 2012. Impact of cycling temperatures on *Fusarium verticillioides* and *Fusarium graminearum* growth and mycotoxins production in soybean. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92, 2952–2959.
- Harling, R.; G. Taylor; P. Matthews & A. Arthur.** 1988. The effect of temperature on symptom expression and colonization in resistant and susceptible carnation cultivars infected with *Fusarium oxysporum* f.sp. dianthi. J. Phytopathol. 121:103-117.
- Marin S; V. Sanchis & N. Magan.** 1995. Water activity, temperature, and pH effects on growth of *Fusarium moniliforme* and *Fusarium proliferatum* isolates from maize. Can J Microbiol.,41:1063-1070.
- Mirón, A.; M. Culver; L. Lagoma & L. Asensio.** 2015. DATABIO: Fichas de agentes biológicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Michielse C. & R. Martijn.** 2009. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum* Molecular Plant Pathology 10(3), 311–324
- Sagasteguiana* 5(1): Enero – Junio, 2017

- Nuez, F.** 2001. El cultivo del Tomate. Editoriales Mundi Prensa. México.
- Palmero, D. et al.** 2002. Estudio preliminar sobre el efecto de la temperatura y el potencial osmótico del medio en el crecimiento micelial de *Fusarium solani* Tesis. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Pose G.; A. Patriarca; V. Kyanko; A. Pardo & V. Fernández Pinto.** 2010. Water activity and temperature effects on mycotoxin production by *Alternaria alternata* on a synthetic tomato medium. International Journal of Food Microbiology 142 (2010) 348–353.
- Rivas, E. et al.** 2004. Acción de fármacos homeopáticos en la germinación de *Alternaria solani* en trigo” Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana.Cuba.
- Sartori M.; A. Nesci & M. Etcheverry.** 2015. Infección de *Fusarium verticillioides* y contenido de fumonisinas en granos de maíz de plantas con inflorescencias femeninas cubiertas y no cubiertas. Rev. FCA UNCUYO. 47(1): 251-261.