

## PROGRESO EPIDEMICO DEL DESARROLLO Y REPRODUCCION DE *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood EN VID BASADO EN GRADOS DIA\*

José Alfonso RAMÍREZ ARREDONDO <sup>1</sup>

Ignacio CID DEL PRADO VERA <sup>2</sup>

Daniel TELIZ ORTIZ <sup>2</sup>

Emma ZAVALA MEJIA <sup>2</sup>

### RESUMEN

El rendimiento de vid, que es el frutal de mayor importancia en la Costa de Hermosillo, Sonora, México, se reduce un 22% por el ataque de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. El control químico y cultural de este nematodo es difícil, debido a que se desconoce su epidemiología. Por ello, el objetivo de esta investigación realizada durante 1989 en Chapingo, México, fue determinar el progreso epidémico del desarrollo morfológico aparente y producción de huevecillos de *M. javanica* en vid basado en grados día.

El progreso epidemiológico de *M. javanica* en el cultivar Carignano se definió con base en grados día ( $GD_{10}$ ), considerándose 10 °C como la temperatura base para *M. javanica*. Se realizaron muestreos a los 380, 480, 530, 580, 630, 680, 730, 780, 880 y 980  $GD_{10}$ . Se examinaron los estados aparentes de desarrollo de *M. javanica* clasificados como subperiforme, periforme inmadura, adulta y número de huevecillos.

El progreso de los cuatro estados de desarrollo se ajustó mejor al modelo epidemiológico logístico, alcanzando su máxima expresión a los 630, 730, 880 y 980  $GD_{10}$ , respectivamente, con porcentajes para los tres primeros estados de 70, 64 y 75%, y un promedio real de huevecillos de 1,090 por hembra adulta de *M. javanica* en un período de fecundidad de 500  $GD_{10}$ .

---

\* Este artículo, enviado al Comité Editorial Agrícola del INIFAP el 22 de agosto de 1994, es parte de la tesis presentada por el primer autor para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Fitopatología en el Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México.

<sup>1</sup> M.C. Investigador del Programa Fitopatología. C.E. "Valle del Mayo", Sonora.

<sup>2</sup> Ph.D. Profesores Investigadores del Colegio de Postgraduados.

## SUMMARY

The grapevine in the most important fruit crop in Coast Hermosillo, México, but it is affected in 22% of yield by *Meloidogyne javanica*. The chemical and cultural control of this nematode is difficult because it's unknown of epidemic development. The objectives of this research were to determine the epidemic of development and reproduction of *M. javanica* on grapevine at base of degree days.

Epidemics of four stages of *M. javanica* female were measured by  $DG_{10}$  (degree days above 10 °C) in a Carignane variety in greenhouse conditions. The sampling were realized at 380, 480, 530, 580, 630, 680, 730, 780, 880 and 980  $DG_{10}$ . The stages of nematode were subpiriforme, immature piriforme, adult female and average eggs production by adult female.

Epidemic of four stages were better simulated with the logistic model and greater development at 630, 730, 880 and 980  $DG_{10}$  respectively with 70, 64 and 75% for the first three stages and real average of 1,090 eggs for adult female of *M. javanica* in 500  $DG_{10}$  fecundity period.

## INTRODUCCION

La vid es el principal frutal en la Costa de Hermosillo, Sonora, México, y ocupa una superficie de 10,500 ha. Las variedades establecidas corresponden a *Vitis vinifera*, por lo que son susceptibles al ataque de nematodos del género *Meloidogyne*. Este parásito, que alcanza niveles altos de infestación y una amplia distribución en la región, ocasiona pérdidas promedio del 22% en el rendimiento de vid, según indicaron Ramírez (12) en 1989 y Ramírez *et al.* (13) en 1990. El control de *Meloidogyne* spp en viñedos comerciales resulta inadecuado, debido principalmente a que se desconoce el proceso epidémico durante las fases de desarrollo y reproducción del nematodo, las cuales están relacionadas con algunos factores climáticos, tales como humedad y temperatura. Con el conocimiento de la relación entre los procesos biológicos y climáticos, se podrían predecir las fechas en que habrá altas poblaciones de nematodos, para entonces aplicar las medidas de control químico y cultural. De acuerdo con lo anterior, el objetivo en este caso fue determinar el proceso epidémico de los diversos estados aparentes de desarrollo y reproducción de *M. javanica* en vid basado en  $GD_{10}$ .

## REVISION DE LITERATURA

En investigaciones relacionadas con el efecto de la temperatura sobre el desarrollo y sobrevivencia de *Meloidogyne* spp, se ha encontrado que dicho factor climático tiene gran importancia.

Bergerson (2) en 1959, después de introducir larvas y huevecillos de *Meloidogyne incognita* en macetas y someterlos a temperaturas constantes de 0, 4.4, 9.9, 15.5, 21.0, 26.6, 32.1 y 37.7 °C, refirió que las poblaciones de larvas expuestas a 0 y 4.4 °C sobrevivieron sólo 5 y 12 días, respectivamente; en tanto que a temperaturas de 15.5, 21.0, 26.6 y 32.1 °C, la sobrevivencia fue del 50% en 30 días; y a 37.7 °C, murieron todas las larvas en siete días. También explicó cómo, a temperatura óptima de 9.9 °C durante 1, 6 y 12 meses de exposición sobrevivieron el 100, 50 y 10% de las larvas, correspondientemente. Asimismo, en cuanto a la influencia de la temperatura sobre la viabilidad de los huevecillos, citó como óptima 9.9 °C porque fue a la cual el 100, 75 y 20% de la población de huevecillos permaneció viable después de 3, 6 y 12 meses, respectivamente.

Daulton y Nusbaum (7) en 1961 señalaron que la viabilidad de huevecillos de *Meloidogyne hapla* y *M. javanica* a -2 °C fue de 36 y 18 días, mientras que a 36 °C fue de 4 y 12 días, respectivamente.

Bird y Wallace (5) en 1965, luego de inocular huevecillos de *M. hapla* y *M. javanica* en plantas de jitomate y someterlas a diferentes temperaturas, concluyeron que la temperatura óptima de *M. hapla* para la eclosión de huevecillos, movilidad de las larvas e invasión de raíces fue de 25, 20 y 15 °C, respectivamente; en cambio, en *M. javanica* la eclosión de los huevecillos y movilidad de larvas fue mayor a 30 y 25 °C. Además especificaron que la penetración de *M. hapla* duró 8 y 16 horas a temperaturas de 15 y 20 °C, mientras que la de *M. javanica* duró 8 y 16 horas a 25 y 30 °C, respectivamente.

Wallace (15) en 1968 consignó que la temperatura óptima para el desarrollo embrionario de *M. javanica* fue de 15 °C, mientras que para incrementar la eclosión de huevecillos se necesitaron 30 °C, y el porcentaje de eclosión observado después de siete días fue mayor al pretratar con 30 °C que con 20 y 25 °C.

Bird (3) en 1972 indicó que la temperatura óptima para el desarrollo embrionario de *M. javanica* se ubicó en el rango de 25 a 30 °C. La embriogénesis duró de 9-10 días a 30 °C, de 23-25 días a 20 °C y entre 46 y 48 días a temperatura de 15 °C.

El propio Bird (4) en 1974 advirtió que la embriogénesis y la eclosión de huevecillos de *M. javanica* se inhiben con tratamientos de calor (46 °C por 10 minutos). Asimismo, mencionó que el período de inhibición está relacionado con la etapa de desarrollo del nematodo y que la temperatura afecta más a la eclosión que a la embriogénesis.

Ferris *et al.* (11) en 1984, para estimar el período de fecundidad de *Meloidogyne arenaria* tomaron en cuenta el número acumulados de  $GD_{10}$  al que se produjo el último huevecillo y le restaron el número de  $GD_{10}$  acumulados en el instante que se formó el primer huevecillo.

## MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó durante 1989 en los invernaderos del Colegio de Postgraduados en Chapingo, Edo. de México. Las varetas de vid empleadas en este caso se colectaron en la Costa de Hermosillo, Sonora, y se pusieron a enraizar en condiciones de invernadero en macetas de polietileno negro (25x15 cm), las cuales contenían tres litros de suelo esterilizado con bromuro de metilo. Para cumplir los objetivos de este estudio, 14 plantas de siete meses de edad se inocularon cada una con 5,500 larvas de *M. javanica*, y se registró la temperatura del suelo a una profundidad de 8 cm. Se tomaron dos lecturas diariamente, una a las 10:00 y otra a las 18:00 hr, y con estos valores se obtuvo un promedio diario para el cálculo de grados día con base  $10^{\circ}C$  ( $GD_{10}$ ); esta temperatura corresponde a la mínima necesaria para el desarrollo de *M. arenaria* en viñedos de California, según lo consignaron Ferris *et al.* (9) en 1978 y Ferris (8) en 1979.

A partir de los 380  $GD_{10}$  se iniciaron los muestreos, en cada uno de los cuales se colectaron 0.5-1.0 g de raíces con agallas por repetición en cuatro parras. En el Cuadro 1 se presentan las fechas de los 10 muestreos realizados.

Para determinar el estado de desarrollo de *M. javanica* en raíces de vid, éstas se tiñeron según la técnica descrita por Bybd *et al.* (6) en 1983 y se cuantificaron los nematodos en cada uno de los estados aparentes de desarrollo mencionados por Ferris (8) en 1979, quien dividió el ciclo de *Meloidogyne arenaria* con base en su apariencia en los siguientes cuatro estados:

- 1 : Larva
- 2 : Subperiforme
- 3 : Periforme sin huevecillos (periforme inmadura)
- 4 : Periforme con huevecillos (periforme madura)

Para la cuantificación de huevecillos se utilizaron las raíces teñidas, las cuales se procesaron por agitación eléctrica y la suspensión se pasó por los tamices de 30, 60 y 500 mallas. La producción de huevecillos y desarrollo de maduración fueron ajustados a los modelos epidémicos, Logístico, Monomolecular y Gompertz, explicados por Vanderplank (14) en 1963.

CUADRO 1. TIEMPO ACUMULADO Y FECHAS DE MUESTREO PARA DETERMINAR EL DESARROLLO DE *Meloidogyne javanica* EN VID. CHAPINGO. 1989.

Muestreo	Fecha	Número acumulado	
		Días	GD <sub>10</sub> *
1	27 Oct	38	380
2	04 Nov	46	480
3	08 Nov	50	530
4	12 Nov	54	580
5	16 Nov	58	630
6	19 Nov	61	680
7	23 Nov	65	730
8	28 Nov	70	780
9	09 Dic	81	880
10	21 Dic	93	980

\* Grados Día con base en 10 °C

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las curvas de los procesos de desarrollo para los estados aparentes de *M. javanica* y el promedio de huevecillos por hembra adulta, estuvieron mejor representadas por el modelo logístico, el cual resultó con los menores cuadrados medio del error y los mayores coeficientes de determinación ( $R^2$ ) (Cuadro 2). Este resultado es diferente al esperado, ya que de acuerdo con lo expresado por Vanderplank (14) en 1963 y Berger (1) en 1981, los diferentes estados aparentes de *M. javanica* y producción de huevecillos deberían tener un comportamiento monomolecular, dado que se trata de un patógeno radical. Sin embargo, el hecho de que tales procesos se hayan adaptado al modelo logístico, coincide con lo indicado por Ferris *et al.* (10) en 1982, quienes le reconocieron una adecuada representación de la penetración de larvas de *M. arenaria* en materiales de vid, en función de que las larvas no penetran al mismo tiempo aunque se inoculen en la misma fecha. Además, Ferris (8) en 1979, destacó que las larvas que se establecen al mismo tiempo no desarrollan con la misma velocidad, debido principalmente a la calidad del sitio de infección y la competencia entre nematodos establecidos en células vecinas.

Las curvas de desarrollo de los estados subperforme y periforme inmadura de las hembras de *M. javanica* se mostraron similares, aunque lógicamente el progreso de la fase subperforme inició primero, y ambas alcanzaron su máximo desarrollo aproximadamente a los 630 y 730 GD<sub>10</sub>, con un valor correspondiente de 70% para subperforme y de 64% para periforme inmadura (Cuadro 3). En cuanto al proceso de desarrollo de hembras maduras de *M. javanica* se alcanzó el 75% a los 880 GD<sub>10</sub> (Cuadro 4), similar a lo referido por Ferris *et al.* (11) en 1984, quienes obtuvieron el máximo porcentaje de hembras maduras de *M. arenaria* a los 800 GD<sub>10</sub> en el cultivar French Colombard y a los 900 GD<sub>10</sub> en el cultivar Thompson Seedles. El máximo promedio de huevecillos por hembra de *M. javanica* fue de 137 (Cuadro 4).

CUADRO 2. ESTIMACION DE PARAMETROS EN EL DESARROLLO Y REPRODUCCION DE *Meloidogyne javanica* EN VID AJUSTADO A MODELOS EPIDEMIOLOGICOS. CHAPINGO, 1989.

Estado de desarrollo	Modelo	CME*	R <sup>2</sup> (%)	CV	F
Subperiforme	Logístico	2.09	88	58.3	0.005
	Monomolecular	2.83	79	56.3	0.017
	Gompertz	2.47	83	56.9	0.010
Periforme inmadura	Logístico	5.09	78	247.0	0.018
	Monomolecular	6.44	59	122.2	0.073
	Gompertz	5.99	67	153.2	0.043
Adultos	Logístico	4.22	84	283.6	0.009
	Monomolecular	6.11	61	117.7	0.064
	Gompertz	5.49	71	150.1	0.033
Reproducción huevecillos	Logístico	4.17	83	217.7	0.011
	Monomolecular	5.72	63	110.5	0.057
	Gompertz	5.19	72	136.6	0.031

- \*CME = Cuadrado medio del error  
 R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación  
 CV = Coeficiente de variación  
 F = Probabilidad

CUADRO 3. DESARROLLO DE *Meloidogyne javanica* EN ESTADOS SUBPERIFORME Y PERIFORME INMADURA OBSERVADOS Y TRANSFORMADOS AL MODELO LOGISTICO EN VID. CHAPINGO, 1989.

GD <sub>10</sub>	Días acumulados	Subperiforme		Periforme	
		Observ.	Transf.	Observ.	Transf.
380	38	0.00	0.00	0.00	0.00
480	46	0.26	0.37	0.08	0.24
530	50	0.61	0.62	0.38	0.47
580	54	0.71	0.69	0.21	0.60
630	58	0.13	0.70	0.64	0.63
680	61	0.00	0.70	0.65	0.63
730	65	0.00	0.70	0.66	0.64

CUADRO 4. MADURACION Y PRODUCCION DE HUEVECILLOS DE *Meloidogyne javanica* OBSERVADOS Y TRANSFORMADOS AL MODELO LOGISTICO EN VID. CHAPINGO, 1989.

GD <sub>10</sub>	Días acumulados	% Maduración		$\bar{X}$ de huev./hembra	
		Observ.	Transf.	Observ.	Transf.
380	38	0.00	0.00	0	0
480	46	0.03	0.27	13	52
580	54	0.06	0.53	14	101
680	61	0.27	0.70	63	130
780	70	0.38	0.74	86	136
880	81	0.48	0.75	94	136
980	93	0.75	0.75	138	137

La curva del proceso de producción de huevecillos de *M. javanica* tuvo una tasa de 2.18, semejante a la obtenida en el porcentaje de hembras adultas que fue de 2.27 (Cuadro 5), esto debido a que el número promedio de huevecillos es un proceso que depende del desarrollo de hembras maduras.

El primer huevecillo se formó a los 480 GD<sub>10</sub> y los últimos huevecillos a los 980 GD<sub>10</sub>; por lo tanto, de acuerdo con lo manifestado por Ferris *et al.* (11) en 1984, el período de fecundidad de *M. javanica* en la variedad Carignane fue de 500 GD<sub>10</sub>. Este período resulta menor a los 600 GD<sub>10</sub> referidos por los mismos investigadores para *M. arenaria* en el cultivar Carignane.

Los mismos autores estimaron el promedio real máximo de huevecillos por hembra madura de *M. arenaria* al multiplicar el período de fecundidad por la tasa de incremento de formación de huevecillos, con lo cual se obtiene un promedio real de 1,090 huevecillos por hembra de *M. javanica*; este valor es semejante a lo consignado por Ferris *et al.* (11) en 1984, quienes determinaron promedios reales de 718 y 1,027 huevecillos por hembra de *M. arenaria* en el cultivar Carignane y Perlette, respectivamente.

CUADRO 5. VALORES OBTENIDOS EN DIVERSOS ESTADOS DEL DESARROLLO Y REPRODUCCION DE *Meloidogyne javanica* EN VID AJUSTADOS AL MODELO LOGISTICO. CHAPINGO, 1989.

Estado de desarrollo	Constantes de regresión			
	k	b	a	R <sup>2</sup>
Subperiforme	0.70	1.91	-4.21	88
Periforme inmadura	0.64	2.08	-6.37	78
Periforme adulta	0.75	2.27	-7.24	84
Producción de huevecillos	137.00	2.18	-6.72	83

k = Valor máximo; b = tasa de incremento; a = ordenada al origen;

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación

## CONCLUSIONES

1. El desarrollo de hembras de *M. javanica* en los estados subperiforme, periforme inmadura, madura y producción de huevecillos, se ajustaron mejor al modelo logístico.

2. Las hembras de *M. javanica* iniciaron sus estados de desarrollo subperiforme, periforme inmadura y madura a los 380, 380 y 480 GD<sub>10</sub>, respectivamente, y alcanzaron en el mismo orden el máximo desarrollo de cada etapa a los 730, 880 y 980 GD<sub>10</sub>.
3. Se estimó un promedio real de 1,090 huevecillos por hembra de *M. javanica* en un período de fecundidad de 500 GD<sub>10</sub>.

### LITERATURA CITADA

1. Berger, R.D. 1981. Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71: 716-719.
2. Bergerson, G.B. 1959. The influence of temperature on the survival of some species of the genus *Meloidogyne* in the absence of host. *Nematologica* 4:344-354.
3. Bird, A.F. 1972. Influence of temperature on embryogenesis in *Meloidogyne javanica*. *J. Nematology* 4:206-213.
4. \_\_\_\_\_. 1974. Suppression of embryogenesis and hatching in *Meloidogyne javanica* by thermal stress. *J. Nematology*. 61 95-99.
5. \_\_\_\_\_. and H.W. Wallace, 1965. The influence of temperature on *Meloidogyne hapla* and *M. javanica*. *Nematologica*. 11: 581-589.
6. Bybd, D.W., Jr. T. Kirkpatrick, and K.R. Barker, 1983. A improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematode. *J. Nematology*. 15: 142-143.
7. Daulton, R.A. and C.J. Nusbaum, 1961. The effect of soil temperature on the survival of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and *M. hapla*. *Nematology*. 6: 280-294.
8. Ferris, H., 1979. Quantitative aspects of the development of *Meloidogyne arenaria* larvae in grapevine varieties and roots-tocks. *J. Nematology*. 11: 168-174.
9. \_\_\_\_\_, Du Vernay, M.S., and R.H. Small, 1978. Development of a soil-temperature data base on *Meloidogyne arenaria* for a simulation model. *J. Nematology*. 10: 39-41.
10. \_\_\_\_\_, Schneider, S.M., and M.C. Stuth, 1982. Probability of penetration and infection by root-knot nematode *Meloidogyne arenaria*, in grape cultivares. *American J. of Enology and Viticulture*. 33: 31-35.
11. \_\_\_\_\_, Schneider, S.M., and M.C. Semenov, 1984. Distributed egg production functions for *Meloidogyne arenaria* in grape varieties and consideration of the mechanistic relationship between plant and parasite. *J. Nematology* 16: 183.

12. Ramírez, A.J.A., 1989. *Cuantificación de nematodos fitoparásitos importantes en viñedos comerciales de la Costa de Hermosillo, Sonora*. En: Memoria XVI Congreso Nacional de Fitopatología. Montecillo, México. p. 82.
13. \_\_\_\_\_, Jiménez, L.M. y Guerrero, R.J.C., 1990. *Rendimiento y calidad de la uva de tres cultivares de vid injertados sobre portainjertos en evaluación a Meloidogyne javanica, Costa de Hermosillo*. En: Memorias XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán, Sinaloa. p. 68.
14. Vanderplank, J.E. 1963. *Plant disease epidemics and control*, New York. Acad. Press. 344 p.
15. Wallace, H.R. 1968. The influence of aeration on survival and hatch of *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*. 14: 223-230.