

RESEARCH/INVESTIGACIÓN

PROSPECCIÓN FITONEMATOLÓGICA EN VIÑEDOS DEL VALLE DE GUADALUPE, B.C. MÉXICO

M. Cuenca Condoy¹, N. Marbán Mendoza^{1*}, M. Vargas Hernández¹, y A. Rebollar Alviter¹

¹Programa de Protección Vegetal, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Estado de México, C.P. 56230 *Corresponding author: nmarbanm@yahoo.com.mx

ABSTRACT

Cuenca-Condoy. M., N. Marbán-Mendoza, M. Vargas-Hernández, and A. Rebollar-Alviter. 2012. Survey of Plant-parasitic Nematodes in Vineyards in Valle de Guadalupe, B.C. Mexico. *Nematropica* 42:26-33.

A survey to detect the presence of plant-parasitic nematodes in vineyards (*Vitis vinifera* L.) was undertaken in Valle de Guadalupe (654.64 ha) on 25 varieties of quality-wine grapevines, on 14 farms. Soil and root samples were collected during three months in 2010. Nematode genera and the three most frequent species of nematodes were identified. Percent of root galling and soil clay content were also measured. Data were analyzed using the generalized linear mixed model and descriptive statistics, while relationships among the nematode genera were described using Norton's prominence value. Eleven genera of plant-parasitic nematodes were found, but only four were considered to be highly pathogenic to the crop: *Meloidogyne*, *Tylenchulus*, *Pratylenchus* and *Trichodorus*. The most abundant nematode genera were *Meloidogyne* and *Aphelenchus*, with 44.35% and 22.61% relative frequency, respectively. *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica* induced over 80% root galling. Grapevine var. Gamay was the most susceptible variety. Ways of improving the survey are discussed, and variables that may better explain nematode distribution are suggested.

Key words: *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, root galling, *Vitis vinifera* L. prominence value.

RESUMEN

Cuenca-Condoy. M., N. Marbán-Mendoza, M. Vargas-Hernández, and A. Rebollar-Alviter. 2012. Prospección Fitonematológica en viñedos del Valle de Guadalupe, B.C. Mexico. *Nematropica* 42:26-33.

Se realizó una prospección de nematodos fitoparásitos en viñedos (*Vitis vinifera* L.) del Valle de Guadalupe (654.04 ha) en 25 variedades de vid para vino de calidad en 14 ranchos. Se recolectaron muestras de suelo y raíces durante tres meses en el 2010 (época de brotación), se identificaron los géneros de nematodos y las tres especies de nematodos de mayor frecuencia; y se midió porcentaje de agallamiento y el porcentaje de arcilla en el suelo. Los datos se analizaron mediante el modelo lineal generalizado mixto así como con estadística descriptiva, mientras que la relación entre los géneros de nematodos se calculó a través del valor de importancia. Se detectaron once géneros de nematodos fitoparásitos, de los cuales solo cuatro se consideran altamente patógenos al cultivo de vid: *Meloidogyne*, *Tylenchulus*, *Pratylenchus* y *Trichodorus*. Los géneros predominantes fueron *Meloidogyne* y *Aphelenchus* con 44.35% y 22.61% de frecuencia relativa, respectivamente. Las especies *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica* ocasionaron daños a las raíces con porcentaje de agallamiento mayores al 80%. La variedad de vid Gamay fue la más susceptible. Se discute el mejoramiento del muestreo y variables que podrían explicar con mayor precisión la distribución de los nematodos.

Palabras clave: Agallamiento, *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Vitis vinifera* L., valor de importancia.

INTRODUCCIÓN

La importancia de conocer la población de nematodos en el cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.) se debe al efecto de los mismos en la disminución de la producción, la difícil erradicación de estos patógenos en el cultivo establecido y además al alto valor económico de las plantas en los viñedos de variedades

para producción de vino. Estadísticas del Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP, 2010) indican la participación durante el año 2009 del Valle de Guadalupe en la superficie sembrada con vid en 3,609.5 ha. Estos valores representan porcentajes importantes en el sector a nivel estatal (Baja California) y nacional 84.4% y 12.8%, respectivamente.

Un factor importante que impacta la producción

es el ataque de patógenos a las plantas, existiendo síntomas característicos de nematodos en las diferentes variedades.

Se han identificado 17 especies y 16 géneros asociados al daño en vid (CPC, 2010; Raski, 2001; Crozzoli, 2002). Los géneros que contienen más especies dañinas son *Meloidogyne* y *Xiphinema*. Las especies de nematodos agalladores que causan un daño directo en las raíces de vid son *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*, y *M. javanica* (CPC, 2010; Cid del Prado-Vera *et al.*, 2001); y de los nematodos que causan daños indirectos por ser vectores de virus incluyen a las especies *Xiphinema americanum*, *X. diversicaudatum*, *X. rivesi*, *X. index* (CPC, 2010) y *X. italiae* (Raski, 2001).

En la República Mexicana, los nematodos agalladores se encuentran ampliamente distribuidos, con registros en al menos 23 de los 32 estados en este país (Cid del Prado-Vera *et al.*, 2001). Melakeberhan y Ferris (1989) determinaron que 15% de la energía de las plantas de vid es utilizada por *Meloidogyne incognita* para su crecimiento y reproducción. Las hembras adultas se encuentran en todas las etapas de desarrollo de vid (Melakeberhan *et al.* 1989).

Los nematodos ectoparásitos asociados al cultivo de vid son: *Mesocriconema xenoplax* (Raski, 1952) [= *Criconemoides xenoplax* (Raski, 1952) Loof and de Grisse, 1967], *Paratylenchus hamatus*, *P. neoamblycephalus*, *Rotylenchulus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchus* sp., *Paratrichodorus minor*, *Tylenchorynchus* spp. y *Hoplolaimus* spp. (endo-ectoparásitos) (Raski, 2001). Estos nematodos se alimentan ectoparasíticamente generalmente lo hacen de los pelos radicales o de los tejidos corticales, se encuentran en grandes densidades poblacionales,

aunque no siempre constituyen un problema, y pueden causar un daño grave cuando la planta está sufriendo otros estreses bióticos o abióticos (Coyne *et al.*, 2007).

Los objetivos de este estudio fueron: i) determinar los géneros de nematodos presentes en las muestras de suelo; ii) identificar las especies de mayor frecuencia y abundancia; iii) cuantificar el daño ocasionado en las raíces en los diferentes ranchos y variedades; iv) correlacionar la población de nematodos con el porcentaje de arcilla del suelo, porcentaje de agallamiento, variedad de vid; v) determinar el valor de importancia de los géneros en el Valle de Guadalupe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Se muestrearon 654.64 ha (22% de la superficie total sembrada en el Valle de Guadalupe) pertenecientes a 14 ranchos. La ubicación geográfica se detalla en la figura 1, ésta corresponde a las coordenadas límites paralelas que son 31°59'04" y 32°06'34" (latitud Norte) y 116°28'16" y 116°40'25" (longitud Oeste). Veinticinco variedades de vid fueron el objeto de muestreo, Cabernet Sauvignon, Nebbiolo y Chenin Blanc fueron las variedades de mayor superficie plantada. Se determinaron 56 sitios de muestreo (área variable) que representan a cada variedad dentro del rancho.

Se determinaron las coordenadas geográficas mediante un geoposicionador modelo eTrex Legend HCX (Garmin International, Kansas). Se extrajo una muestra compuesta de suelo de 2 Kg aproximadamente y una muestra de raíz de 20-40 g. por cada sitio de muestreo. Las submuestras que conformaron cada

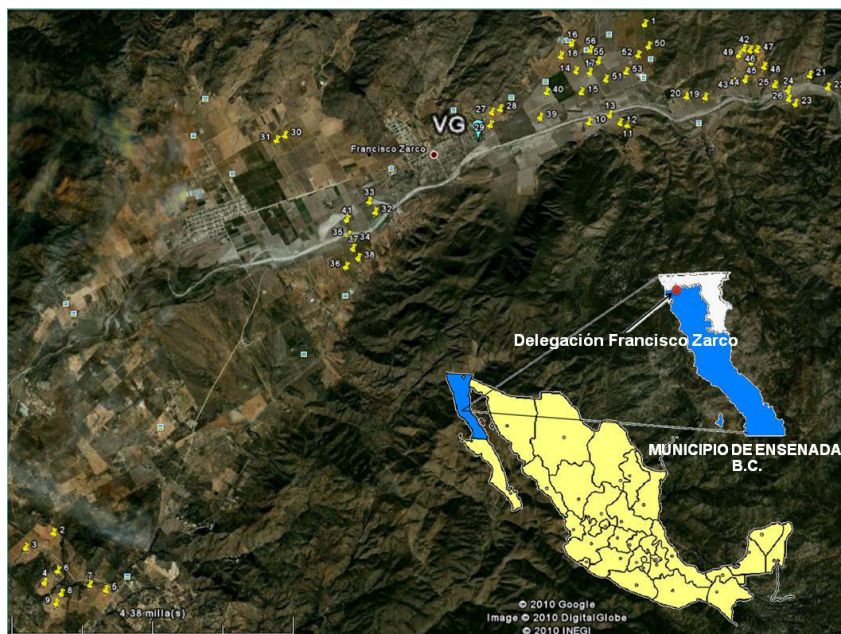


Figura 1. Ubicación geográfica del Valle de Guadalupe, Baja California, México y de 56 sitios de muestreo en el cultivo de vid durante el primer trimestre del 2010 (iconos de color amarillo representan cada punto de muestreo). Escala 1.2cm:4.38 millas (7.05 km).

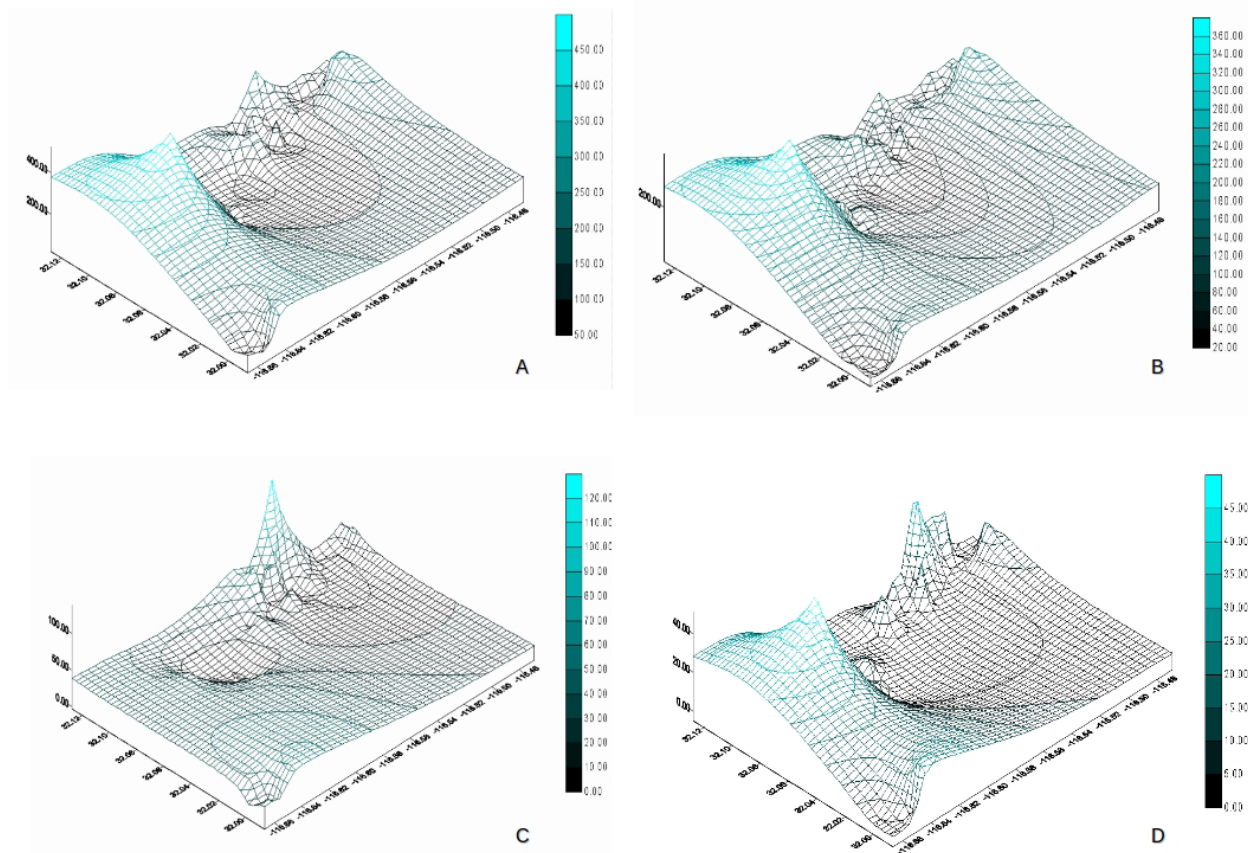


Figura 2. Distribución y cantidad de nematodos por 100 g de suelo en el muestreo realizado en el primer trimestre del 2010 en el Valle de Guadalupe, Baja California, México. A) Total de nematodos fitoparásitos. B) *Meloidogyne* spp. C) *Aphelenchus* sp. D) *Tylenchulus* sp. La barra y colores indican la distribución en cantidad de nematodos en la zona.

muestra compuesta estuvieron relacionadas con la superficie de los sitios de muestreo (promedio = 0.79 submuestras \cdot ha⁻¹), por ejemplo en el primer sitio de muestreo (variedad de vid Cabernet Sauvignon dentro del rancho Agua Honda) se recolectaron 45 submuestras en una superficie de 64.04 ha recolectadas bajo un esquema de muestreo sistemático en forma de V entre las filas dentro del cultivo y a distancia uniforme, posteriormente se formó la muestra compuesta de 2 kg. La época de muestreo fue desde el 15 de enero hasta el 15 de marzo del 2010, durante la época de dormancia de la planta.

Procesamiento y extracción de nematodos de las muestras de suelo

Las muestras compuestas se conservaron a 10 °C de temperatura y se procesaron a los 30 días. La técnica

de extracción utilizada fue la de tamizado-centrifugado de Cobb (Zuckerman *et al.*, 1985).

Procesamiento y extracción de nematodos de las muestras de raíz

Las raíces de las plantas evaluadas presentaron agallas y el sistema radical reducido comparadas con sistemas radicales de plantas sanas de la región. Las muestras fueron representativas de los sistemas radicales, la cantidad fue variable de 20 g a 40 g de raíces.

El porcentaje de agallamiento se calculó en función del total de raíces que existían en la muestra compuesta tomando en cuenta el número de raíces que mostraban agallas desde los niveles de torceduras, agallas y necrosis.

Para extraer los nematodos de las raíces (juveniles

Cuadro 1. Comparación de los análisis de varianza en los diferentes modelos estadísticos empleados.

Modelo Lineal General con covariables (Proc GLM, SAS)									
Variables	%Agallamiento	<i>Meloidogyne</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Tylenchulus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Total	Rendimiento	
Rancho	0.1065 ^x	0.0501 ^y	0.0085	0.6158	0.2308	0.2264	0.1232	0.5050	
Variedad	0.4740	0.8622	0.7468	0.4832	0.0868	0.8781	0.8781	0.9009	
%Arcilla (covariable)	0.2429	0.9594	0.9883	0.3718	0.1994	0.8863	0.8863	0.4350	
Rancho		0.0501	0.0053	0.6262	0.0607	0.2259	0.1084	0.4336	
Variedad		0.7591	0.7303	0.5431	0.0049	0.9717	0.7748	0.8768	
%Agallamiento (covariable)		0.9566	0.6381	0.9492	0.0016	0.2973	0.6496	0.3172	
Modelo Lineal General sin covariable (Proc GLM, SAS)									
Variables	%Agallamiento	<i>Meloidogyne</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Tylenchulus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Total	Rendimiento	
Rancho	0.1301	0.0345	0.0030	0.5829	0.3126	0.1873	0.0845	0.4876	
Variedad	0.4381	0.7110	0.7056	0.4876	0.1118	0.9863	0.7486	0.9099	
Modelo Lineal Generalizado (Proc GENMOD, SAS), función de enlace Log									
Variables	Modelo	<i>Meloidogyne</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Tylenchulus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Total		
Rancho	Distribución Poisson	0.0001	---- ^z	----	----	----	0.0001		
Variedad		0.0001	----	----	----	----	0.0001		
Modelo Lineal Generalizado Mixto (Proc GLIMMIX, SAS), función de enlace Log									
Variables	Modelo	<i>Meloidogyne</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Tylenchulus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Total		
Rancho	Distribución Poisson	0.0001	0.0001	0.0001	0.8576	0.9954	0.0001		
Variedad		0.0001	0.0052	0.0014	0.9987	0.9896	0.0001		

^xProbabilidad de error tipo 1 (falso positivo) o nivel de significancia.^yLas celdas con relleno gris, corresponden a valores estadísticamente significativos.^zNo se logró convergencia de los modelos

de segundo estadio de *Meloidogyne* y otros estadios motiles de nematodos) se seleccionaron las raíces agalladas, se colocaron en una bandeja de plástico con dos litros de agua, se introdujeron las raíces y con movimientos leves se retiró la mayor parte de suelo. Se pesaron 100 g de raíces y se cortaron en pedazos (2 cm de longitud) colocándose sobre la malla papel absorbente. Se colocaron en la cámara de nebulización por 60 horas con un chorro de agua de dos segundos en intervalos de cinco minutos. Se recogieron los tubos y se dejaron reposar por dos horas, se eliminó el agua conservando 10 ml de la base de los tubos.

Identificación de nematodos a nivel de género

Las características del nematodo que permiten la identificación son: el tamaño, la proporción entre el largo y ancho del cuerpo, el tipo y tamaño del estilete, el tipo de esófago, la posición de la vulva y la forma de la cola, número de ovarios, estructura cefálica, caracteres cuticulares, etc (Shurtleff y Averre, 2000).

Se hicieron montajes temporales en agua de los nematodos vivos. Al observar las especies vivas se puede distinguir sin alteraciones, debido a la fijación, las estructuras del estilete, esqueleto cefálico y lumen del esófago (Zuckerman et al, 1985). Se utilizó la clave ilustrada de Mai *et al.* (1996) para la identificación de los géneros.

Identificación de nematodos a nivel de especie

Se separaron las muestras con *Meloidogyne*, se mezclaron 100 g de suelo contaminado (aproximadamente 36 juveniles de segundo estadio (J2) por 100 g de suelo y 20 g de raíces agalladas en trozos de 2 cm de longitud) con sustrato estéril (25% materia orgánica y 75% de piedra volcánica porosa triturada). Se transplantaron plantas sanas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad “Española” de 25 días de edad en el sustrato inoculado. A los 50 días de la inoculación, se lavaron y examinaron las agallas. Se extrajeron las hembras de *Meloidogyne* y se realizaron cortes perineales, se tomaron medidas de la longitud de la vulva, distancia de la vulva al ano y la distancia interfasmidial (Barker *et al.*, 1985). Para la identificación, se utilizaron la forma de la cabeza de los machos y la morfología del estilete (Eisenback *et al.*, 1981).

Las poblaciones de los nematodos se mantuvieron en el invernadero para su posterior identificación molecular y confirmación de las especies identificadas morfológicamente con base en los cortes perineales.

Valor de importancia

El Valor de Importancia o PV (por sus siglas en inglés: Prominence Value) es un parámetro que combina la frecuencia y la densidad de una población, se calculó

Cuadro 2. Once géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de vid en el Valle de Guadalupe, primer trimestre del 2010.

Características de migración y alimentación	Género	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	δ * Absoluta	δ Relativa (%)	PV
Ectoparásitos sedentarios	<i>Criconemoides</i>	0.07	3.48	67	1.14	17.91
	<i>Paratylenchus</i>	0.02	0.87	15	0.26	2.01
Ectoparásitos migratorios	<i>Trichodorus</i>	0.07	3.48	73	1.24	19.51
Semiendoparásitos sedentarios	<i>Tylenchulus</i>	0.21	10.43	340	5.79	157.39
Semiendoparásitos migratorios	<i>Helicotylenchus</i>	0.05	2.61	72	1.23	16.66
	<i>Hoplolaimus</i>	0.02	0.87	16	0.27	2.14
Endoparásitos sedentarios obligados	<i>Meloidogyne</i>	0.91	44.35	4132	70.42	3943.22
	<i>Pratylenchus</i>	0.13	6.09	141	2.41	49.85
Endoparasitos migratorios	<i>Ditylenchus</i>	0.02	0.87	15	0.26	2.01
Presentes en la rizosfera	<i>Aphelenchus</i>	0.46	22.61	840	14.31	572.36
	<i>Tylenchus</i>	0.09	4.35	157	2.68	46.91

* δ = Densidad

con la fórmula $PV = \text{Densidad absoluta} \times (\text{Frecuencia absoluta})^{1/2}$ (Norton, 1978).

Análisis estadísticos

Los datos se sometieron a análisis de varianza empleando diferentes modelos (modelo lineal general, modelo lineal generalizado, modelo lineal generalizado mixto), también se realizaron comparaciones múltiples de medias con la prueba de LSD al 95% de confiabilidad ($\alpha=0.05$), utilizando el Programa Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.2 (SAS, 2008).

Mapas de distribución de nematodos en el Valle de Guadalupe

La exploración e interpolación espacial de las variables y los principales géneros de nematodos se realizaron mediante el programa The Surfer® 6 Binary Versión 6 (GOLDEN SOFTWARE, 2000)

RESULTADOS

Se encontraron 11 géneros en las muestras de suelo: *Aphelenchus* sp., *Criconeoides* sp., *Ditylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Meloidogyne* sp., *Tylenchulus* sp., *Paratylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchulus* sp. y *Tylenchus* sp. Los géneros que se identificaron en las muestras de raíces fueron *Meloidogyne* y *Tylenchulus*. Con excepción de *Aphelenchus* sp., los géneros y especies que se encontraron en el Valle de Guadalupe han sido reportados a nivel mundial como fitoparásitos al cultivo (CPC, 2010; Raski, 2001; Crozzoli, 2002; Cid del Prado-Vera, 2001). No se encontraron *Xiphinema* (vector de virus) en el Valle de Guadalupe.

Comparación de diferentes modelos para el análisis de varianza.

Dado que los resultados de la población obtenidos presentan una gran cantidad de ceros, difícilmente se satisface la suposición de normalidad de los residuales implícita en la estadística paramétrica y en el uso de la teoría del modelo lineal general, por ello fue necesario recurrir a otras metodologías específicas más adecuadas a esta situación. El cuadro 1 resume diferentes análisis de varianza (ANOVA) empleando diferentes modelos teóricos, i) usando el modelo lineal general (PROC GLM, de SAS), ii) modelo lineal generalizado (PROC GENMOD de SAS) y iii) modelo Lineal Generalizado Mixto (PROC GLIMMIX de SAS).

En el análisis de varianza utilizando el modelo Lineal General (Proc GLM de SAS) se realizaron tres evaluaciones diferentes: i) usando como covariable al porcentaje de arcilla, ii) usando como covariable al porcentaje de agallamiento, y iii) sin usar covariables. Los resultados no presentaron diferencias significativas

para las variedades ($P > 0.05$) para ninguno de los géneros de nematodos analizados, excepto para *Pratylenchus* cuando se usó el porcentaje de agallamiento como covariable ($P = 0.0049$) (Cuadro 1). Para los ranchos se encontró diferencia altamente significativa para *Aphelenchus* ($P = 0.0085$, 0.0053 y 0.0030), mientras que la significancia fue marginal para *Meloidogyne* ($P = 0.0501$, 0.0501 y 0.0345), cuando se usó al contenido de arcilla, al porcentaje de agallamiento como covariable, y sin covariable, respectivamente. Ninguna de las covariables utilizadas resultaron significativas, excepto para la covariable porcentaje de agallamiento en el género *Pratylenchus* ($P = 0.0016$) (Cuadro 1).

Debido a la baja potencia del modelo lineal general cuando se tienen datos con distribuciones asimétricas claramente sesgadas de la distribución normal, se analizaron los datos con el Modelo Lineal Generalizado (Proc GENMOD de SAS), se utilizaron tres alternativas presumiendo diferente función de distribución: i) Poisson, ii) Poisson con parámetro de sobredispersión, y iii) binomial negativa, y como función de enlace el Logaritmico (Log). En general hubo muchas situaciones en las cuales debido a la gran cantidad de ceros presentes no se logró convergencia de los modelos y por tanto no fue posible estimar la significancia (datos no mostrados). Se muestran sólo los resultados para el caso de cuando se usó como distribución la Poisson estándar. Para el género *Meloidogyne* y para el total, se encontraron diferencias significativas tanto para ranchos como para variedades en los tres diferentes modelos empleados (Cuadro 1). Para *Aphelenchus* sp. cuando se usó la distribución binomial negativa se obtuvo una alta significancia para rancho y variedad (datos no mostrados). Finalmente con el objetivo de incrementar la potencia en la estimación, como alternativa al modelo lineal generalizado con solo efectos fijos, se usó el modelo lineal generalizado mixto (Proc GLIMMIX de SAS), aún cuando en este caso se usaron solo términos fijos, este procedimiento no presentó problemas de convergencia en ninguno de los casos. Así se tiene en el cuadro 1 los siguientes resultados: Para los géneros *Meloidogyne*, *Aphelenchus*, *Tylenchulus*, así como para el total, se obtuvo alta significancia tanto para ranchos como para variedades. Mientras que para los géneros *Pratylenchus* y *Tylenchus* no se encontró significancia.

Valor de Importancia o "Prominence Value"

El valor de importancia (valor adimensional) es un parámetro que hace referencia a la frecuencia de los géneros en los sitios de muestreo, así como a la densidad de cada uno de ellos (Norton, 1978). Los géneros de mayor predominancia en la zona de muestreo fueron *Meloidogyne* (3943.22) y *Aphelenchus* (572.36). El cuadro 2 detalla el valor de PV para los géneros agrupados por las características de migración y alimentación de los nematodos y la figura 2 ilustra la distribución en la zona de muestreo.

DISCUSIÓN

Relación de nematodos con las variedades de vid

Aballay *et al.* (2009) demostraron que la variación en las poblaciones de nematodos está relacionada con las variedades de vid (18%) más que con el tipo de suelo (0.5%), la varianza no explicada fue del 81.3%. Esto sugiere una alta incidencia de otros factores ambientales del suelo y manejo. En el presente estudio, la relación se presentó al analizarse el efecto de la presencia de los diferentes géneros de nematodos así como el porcentaje de agallamiento y porcentaje de arcilla sobre el rendimiento, empleando un modelo de regresión lineal múltiple con selección de variables mediante el procedimiento “stepwise”, así como regresiones lineales simples con cada uno de los géneros. En la regresión lineal múltiple los únicos géneros que resultaron significativos fueron *Pratylenchus* y *Tylenchus* con probabilidades marginales de 0.0520 y 0.0988, respectivamente.

Las variedades Gamay, Montepulciano, Ruby Cabernet, Viogner, Grenache y Nebbiolo; presentaron una población de *Meloidogyne* spp. mayor a 100 individuos en 100g de suelo. Las variedades Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Shiraz y Merlot tuvieron más de 30 individuos en 100 g de suelo. Mientras que a estas variedades, Aballay *et al.* (2009) las reportaron como las más perjudicadas en el ataque de *Meloidogyne* asociadas a las raíces de las vides.

El género *Meloidogyne* al influir en la disminución del rendimiento, no sólo disminuye el volumen de uvas cosechadas, sino que afecta también a la calidad de vino. Del Valle-Leguizamón *et al.* (2005) reportaron que al bajar el rendimiento de la vid, las antocianinas cambian, su función se asocia con la coloración de la fruta y con la protección ante el estrés lumínico.

Relación de nematodos con los ranchos muestreados

Existen diferencias significativas entre los ranchos para explicar el comportamiento de *Meloidogyne* y *Aphelenchus* tanto mediante el análisis con covariables como sin ellas, y en los diferentes modelos utilizados. En el cuadro 1, para el caso de *Meloidogyne* y *Aphelenchus*, existen diferencias significativas con la variable “rancho” 0.0345 y 0.0030; respectivamente.

La presencia de *Meloidogyne*, es diferente y mayor en el rancho Las Parras, en este rancho se siembran dos variedades Ruby Cabernet y Nebbiolo. El promedio de estados inmaduros J2 de *Meloidogyne* por 100 g de suelo, fueron de 125 y 110 respectivamente para las dos variedades. Estas variedades se encuentran dentro de las seis que presentaron mayor densidad de nematodos de este género.

La población del género *Aphelenchus*, es mayor y diferente en el rancho Agua Honda, en donde se siembra Cabernet Sauvignon. En esta variedad, el promedio de

individuos de *Aphelenchus* por 100 g de suelo fue de 42. Cabernet Sauvignon, se encuentra en tercer lugar y además presentó mayor densidad de este género.

Relación de nematodos con el contenido de arcilla

Como variable independiente o explicatoria, el porcentaje de arcilla no fue significativo para ninguna de las variables respuesta, lo cual coincide con un trabajo realizado por Ferris y McKenry (1975) en vides de la variedad Thompson Seedless en California.

Las variables evaluadas no proveyeron suficiente información para identificar los factores que regulan la distribución y densidad de los nematodos en el Valle de Guadalupe. Al definir inicialmente las variables a medirse en los muestreos, es difícil incluir toda la información necesaria y al mismo tiempo seleccionar las características que en realidad estén interactuando con la presencia del nematodo.

Relación de nematodos con el porcentaje de agallamiento

Meloidogyne fue el género de mayor frecuencia en el muestreo, de los géneros asociados al cultivo de la vid (Raski, 2001) y presentes en el Valle de Guadalupe, únicamente el género *Meloidogyne* produce agallas en las raíces de vid. La época de recolección de las muestras fue en la etapa de dormancia de las plantas, cuando la población juvenil de *Meloidogyne* disminuye por falta de raíces para alimentarse. La población de J2 presentes no explica el grado de agallamiento de las raíces observadas. Sin embargo, biológicamente, al utilizar las raíces agalladas de vid como fuente de inóculo en raíces sanas de jitomate a los 50 días, se obtuvieron agallas en estas últimas plantas, en las que se identificaron las especies *M. arenaria*, *M. incognita*, y *M. javanica*.

Especies del género Meloidogyne en el Valle de Guadalupe

En el análisis morfológico de la región perineal, en el Valle de Guadalupe, B.C., se identificaron las especies *M. arenaria*, *M. incognita*, y *M. javanica*. Las descripciones de los patrones perineales coinciden con las expuestas por los autores Shurtleff y Averre (2000), y Guzmán-Plazola *et al.* (2008). Las medidas de la longitud de la vulva, distancia de la vulva al ano y la distancia interfasmial de las hembras de *Meloidogyne* provenientes del Valle de Guadalupe, B.C., están dentro de los rangos señalados por Hunt y Handoo (2009) para cada una de las especies: *M. arenaria*, *M. incognita*, y *M. javanica*.

Al comparar las características morfológicas del estilete y de la cabeza de los machos, procedentes del Valle de Guadalupe, B. C., con las características expuestas por Eisenback *et al.* (1981) se confirmaron las tres especies anteriormente mencionadas.

Se reportaron *M. arenaria*, *M. incognita* y *M.*

javanica en el 2001 como especies asociadas al cultivo de vid en Orebama y Tepeyac (Sonora-México) por Cid Del Prado-Vera *et al.* (2001). Al igual que en el presente estudio, las especies se encontraron mezcladas, situación característica del género cuando están en regiones cálidas (Guzmán-Plazola *et al.*, 2008).

En el Valle de Guadalupe existe un complejo de nematodos asociados al cultivo de vid, de los cuales; las especies *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, ocasionan daños severos en las raíces, con porcentajes de agallamiento mayores a 80%. Gamay es la variedad de vid más susceptible a la presencia de nematodos de este género.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaria de Relaciones Exteriores de México (SRE) por la beca otorgada para realizar los estudios de Posgrado.

A la Empresa vitivinícola L.A.CETTO. Al personal técnico y administrativo, que facilitaron y colaboraron con la realización del estudio.

LITERATURA CITADA

- Aballay, E., P. Persson, and A. Martensson. 2009. Nematodos fitoparásitos en viñedos de Chile. *Nematropica* 39:85-97.
- Barker, K. R., C. C. Carter, and J. N. Sasser. 1985. An advanced Treatise on *Meloidogyne*. Volumen II: Methodology. Department of Plant Pathology and the United States Agency for International Development, North Carolina State University Graphics, Raleigh, N.C. Pp 69-77.
- Cid Del Prado-Vera, I., A. Tovar-Soto, and J. A. Hernández. 2001. Distribución de Especies y Razas de *Meloidogyne* en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19:32-39.
- Coyne, D. L., J. M. Nicol, and B. Claudius-Cole. 2007. Practical Plant Nematology: a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin. Pp 14-19
- CPC. 2010. Crop Protection Compendium, edición 2010. CAB International, Wallingford, UK. <http://cabicompendium.org/cpc/home.asp>.
- Crozzoli, R. 2002. Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. *Interciencia* 27:354-364.
- Del Valle-Leguizamón, G., A. González-León, and R. Báez-Sañudo. 2005. Antocianinas en Uva (*Vitis*) y su relación con el color. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28:359-368.
- Eisenback, J.D., Hirschmann, H., Sasser, J.N. and Triantaohyllou, A.C. 1981. A guide to the four most common species of Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) with a pictorial key. A cooperative publication of the Departments of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University and the United States Agency for International Development. 48p.
- Ferris, H. and M. V. McKenry. 1975. Relationship of grapevine yield and growth to nematode densities. *Journal of Nematology* 7:295-304.
- Guzmán-Plazola, R. A., B. Hernández-Flores, F. Franco-Navarro, and M. Cadena-Hinojosa. 2008. Nematodos agalladores en la Vega de Metztlán, Hidalgo: identificación, distribución espacial y relación con factores edáficos. *Nematropica* 38:47-61.
- Hunt, D.J. and Z.A. Handoo. Taxonomy, identification and principal species. Pp 55-97. *in* Perry, R.N., M. Moens and J.L. Starr. 2009. Root-Knot nematodes. CAB International Publishing, Wallingford, UK.
- Mai, F. W., G. P. Mullin, H. H. Lyon, and K. Loeffler. 1996. Plant-parasitic nematodes: A pictorial key to genera. 5 ed. Comstock Publishing Associates-Cornell University Press. Ithaca, New York. 269 p.
- Melakeberhan, H., and H. Ferris. 1989. Impact of *Meloidogyne incognita* on physiological efficiency of *Vitis vinifera*. *Journal of Nematology* 21:74-80.
- Melakeberhan, H., H. Ferris, M. V. McKenry, and T. Gaspard. 1989. Overwinter stages of *Meloidogyne incognita* in *Vitis vinifera*. *Journal of Nematology* 21:92-98.
- Norton, D. C. 1978. Ecology of plant-parasitic nematodes. New York: John Willey Sons, Inc. 268p.
- Raski, D. J. 2001. Nematodos parásitos de la Vid. Pp 55-59 *in* Pearson, R. C.; Goheen, A. C. 2001. Plagas y enfermedades de la vid. The American Phytopathological Society. Ed Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Shurtleff, M. C and C. W. Averre. 2000. Diagnosing plant diseases caused by nematodes. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota, Estados Unidos. Pp 99-110.
- SIAP. 2010. 2010 Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Online <http://www.siap.gob.mx/>
- Zuckerman, B. M., W. F. Mai, and M. B. Harrison. 1985. Fitonematología. Manual de laboratorio. Versión en español: Marbán, M. N. 1985. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 248p.

Received:

30/II/2011

Accepted for publication:

23/X/2011

Recibido:

Aceptado para publicación: