

# Monitoreo de la comunidad de nematodos en suelos de Río Colorado

Un indicador de su estado

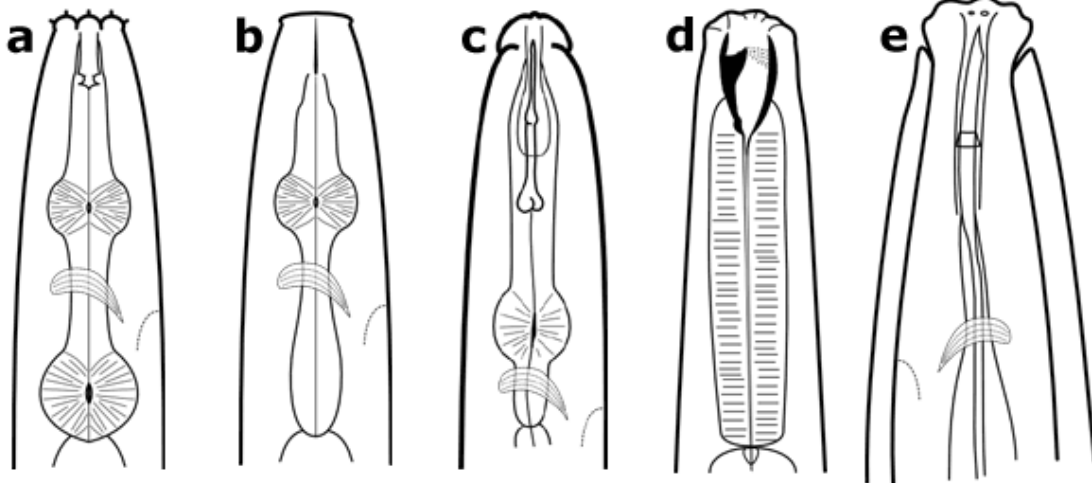


Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Argentina

*En el ámbito de la producción agrícola, los nematodos son conocidos cuando se convierten en un problema para el cultivo existente. Pero hay que decir que habitan el suelo normalmente, siendo un grupo numeroso dentro del conjunto de organismos vivos del suelo: la composición y estructura de esta comunidad son un indicador de su estado.*

### **Nematodos, grupos tróficos, comunidad, salud del suelo, disturbios.**

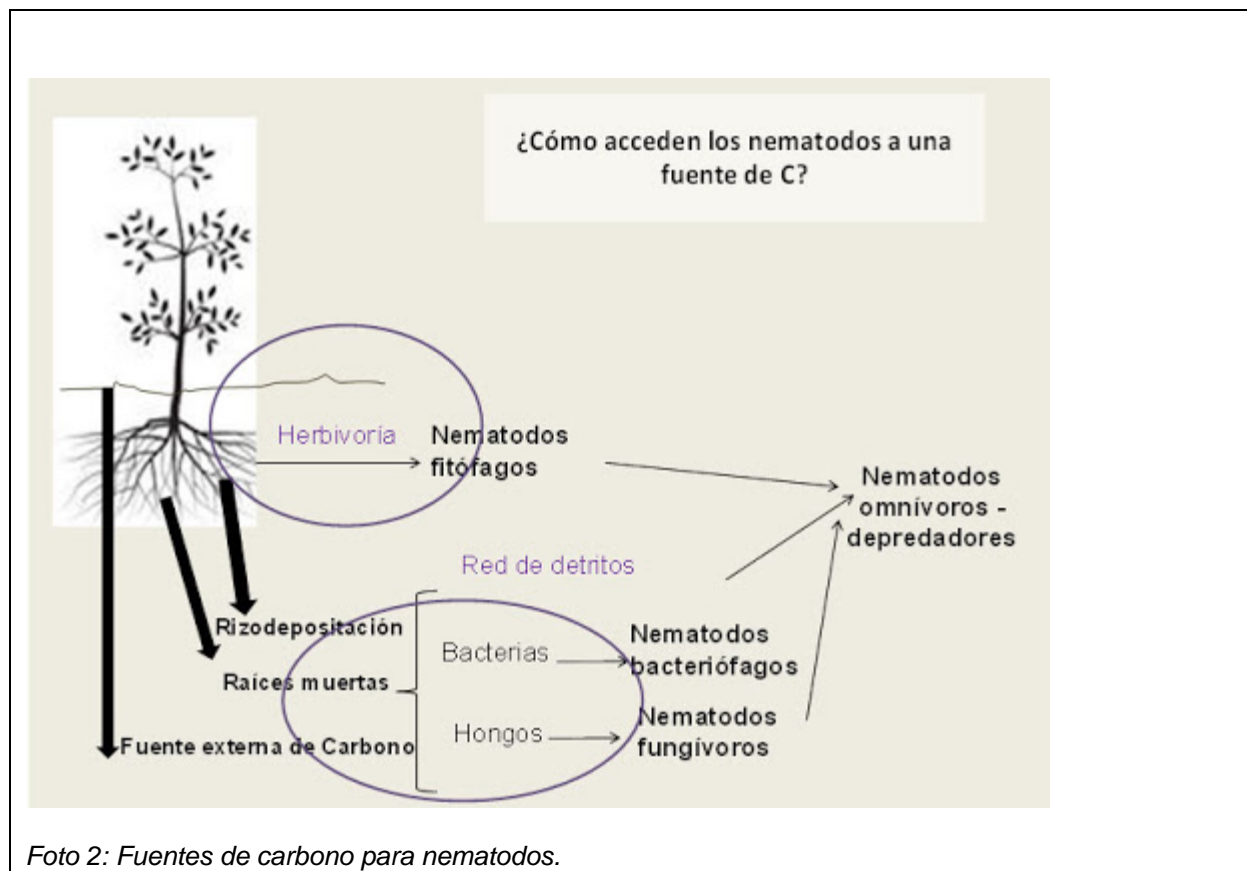
Conocer la composición de la comunidad de nematodos y ubicarlos en grupos tróficos, permite hacer inferencias sobre algunos procesos del suelo. Estos se identifican por el aparato bucal y características del esófago, el cual define de lo que se alimenta. Desde este enfoque, se acepta la existencia de seis grupos tróficos: fitófagos obligados, fitófagos facultativos, fungívoros, bacteriófagos, omnívoros y depredadores. Cada uno de estos, tiene una fuente de alimentación distinta: bacteriófagos de bacterias, fungívoros de hongos, depredadores de otros nematodos u organismos del suelo, o de todos los anteriores como en los omnívoros.



*Foto 1: Los nematodos se pueden clasificar en diferentes grupos tróficos según la estructura de sus piezas bucales. (a) bacteriófago, (b) fungívoro, (c) fitófago, (d) depredador, (e) omnívoro. Crédito de la figura: Ed Zaborski, Universidad de Illinois.*

En una población en equilibrio, en un suelo sin disturbios provocados por el manejo o la presencia de contaminantes, se observa la presencia de todos los grupos tróficos: el manejo al que el suelo es sometido afecta dicho equilibrio. Los nematodos omnívoros y

depredadores son sensibles a las prácticas de manejo, lo que define las condiciones para el aumento de los fitófagos, que afectan nuestros cultivos. Es decir, hay una cadena de sucesos referidos al manejo que termina con la infestación del suelo por parte de los fitófagos y su consecuente daño a los cultivos.



**El momento.** En 2014, durante la vigencia de los Proyectos Regionales de Desarrollo Territorial, una de las líneas de trabajo en la AER Río Colorado se refirió al Monitoreo Ambiental. Circunscripto a la zona bajo riego, en ese primer momento nos concentramos en los suelos de las Colonias Reig y Juliá Echarren. Entre una serie de variables observadas, se realizó el análisis nematológico de 30 sitios con distinto historial de uso agrícola. El análisis consistió en identificar todos los géneros y/o familias de nematodos presentes en cada sitio. La hipótesis de trabajo en esta variable fue que la composición de la población de nematodos nos dice algo sobre el manejo al cual un suelo estuvo sometido (2), y por consiguiente, se podría determinar aquellos sitios con problemas actuales o potenciales, respecto a la presencia e identidad de los nematodos fitófagos. La metodología consistió en la toma de muestras de suelo en la proyección de la copa en cultivos perennes, en el bordo de siembra en cultivos hortícolas, y al azar en cultivos forrajeros, siempre a la misma profundidad (5- 30 cm). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Servicios Agrarios y Forestales (LASAF), dependiente de la Subsecretaría de Producción del Ministerio de Producción e Industria de la Provincia de Neuquén. Asimismo, para la interpretación de los resultados nos orientaron y colaboraron en distintos momentos la Lic. en Biología, Claudia Azpillicueta (Lasaf); el Lic. en Biología, Alejandro Giayetto (Centro Regional Patagonia Norte del INTA), la Ing. Agr. Thounon Islas, A. J. de la EEA Balcarce; la Ing. Agr. Cecilia Picca de

la Experimental Rama Caída, Mendoza, y el Ing. Agr. José Andino, del Ministerio de Producción e Industria, de la Provincia de Neuquén.

Un resumen de los 30 sitios muestreados se detalla en la Tabla 1: se analizaron 16 sitios con cultivos anuales, 14 con cultivos perennes; en los anuales, hortícolas y no hortícolas casi en partes iguales; y predominancia de frutícolas (66%) entre los perennes. El historial de uso del suelo y la ubicación de los sitios se detalla en el anexo.

*Tabla 1: Resumen de los cultivos presentes en los 30 sitios muestreados en 2014 en Río Colorado para análisis nematológico.*

Cultivos	Tipo	nº de muestras	Cultivos
Perennes	Frutícolas	11	Varios
	No frutícolas	3	Álamos, vid
	Subtotal	14	
Anuales	Hortícolas	7	Varios
	No hortícolas	9	Cultivos forrajeros
	Subtotal	16	
Total		30	

## Resultados

**Taxonomía.** En el conjunto de las 30 muestras, se identificaron individuos a nivel de 22 Familias, 3 Subfamilias y 16 géneros. Su identificación estuvo a cargo del LASAF.

Tabla 2: Familias y géneros de nematodos identificados en 30 muestras de suelo, Río Colorado, 2014.

	Grupo trófico	Familias	Géneros
Benéficos	Bacteriófagos	Rhabditidae Cephalobidae Panagrolaimidae	
	Fungívoros		Aphelenchus Aphelenchoides Boleodorus
	Predadores	Seinuridae	
	Omnívoros	Qudsianematidae	
Fitófagos	Obligados		Helicotylenchus Pratylenchus Meloidogyne
	Facultativos		Boleodorus

Se han considerado los siguientes indicadores para la evaluación del estado de la comunidad de nematodos:

1. abundancia total,
2. relación nematodos benéficos/fitófagos,
3. relación nematodos fitófagos/población total,
4. cantidad y frecuencia de nematodos de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*,
5. cantidad y porcentaje de nematodos depredadores y omnívoros,
6. índices de madurez de la comunidad.

**Abundancia total.** Desde este punto para adelante, en cada indicador analizado, se mencionan las muestras con los valores más comprometidos.

La abundancia total de nematodos se considera un indicador del tamaño de la población en cada sitio. Las 30 muestras se clasificaron en tres grupos de acuerdo a la siguiente escala: <100 individuos, entre 101 y 250, y más de 250 en 100 g de suelo seco, para los cultivos perennes y anuales (Tabla 3).

Tabla 3: Abundancia total de nematodos. Porcentaje de muestras con menos de 100, entre 100 y 250, y más de 250 nematodos/100 g de suelo seco, en cultivos perennes y anuales, Río Colorado, 2014.

	Abundancia total de nematodos			
	< 100	Muestras	100 - 250	> 250
Cultivos				
Perennes	14,3	3, 14	42,9	42,9
Anuales	31,3	15, 18, 20 y 24	43,8	25,0

Como puede observarse en la tabla anterior, el 85,8% de las muestras de cultivos perennes contenían más de 100 individuos, versus el 68.8 % de los anuales.

Las muestras más comprometidas para este indicador fueron seis: 3 y 14, dentro de los cultivos perennes; 15, 18, 20 y 24 para los anuales.

**Grupos tróficos.** La cantidad de individuos en cada grupo trófico es otro indicador de la composición de la comunidad de nematodos. En la Tabla 4, se detallan estas cantidades y su frecuencia.

*Tabla 4: Abundancia y frecuencia de nematodos por grupo trófico. Río Colorado, 2014.*

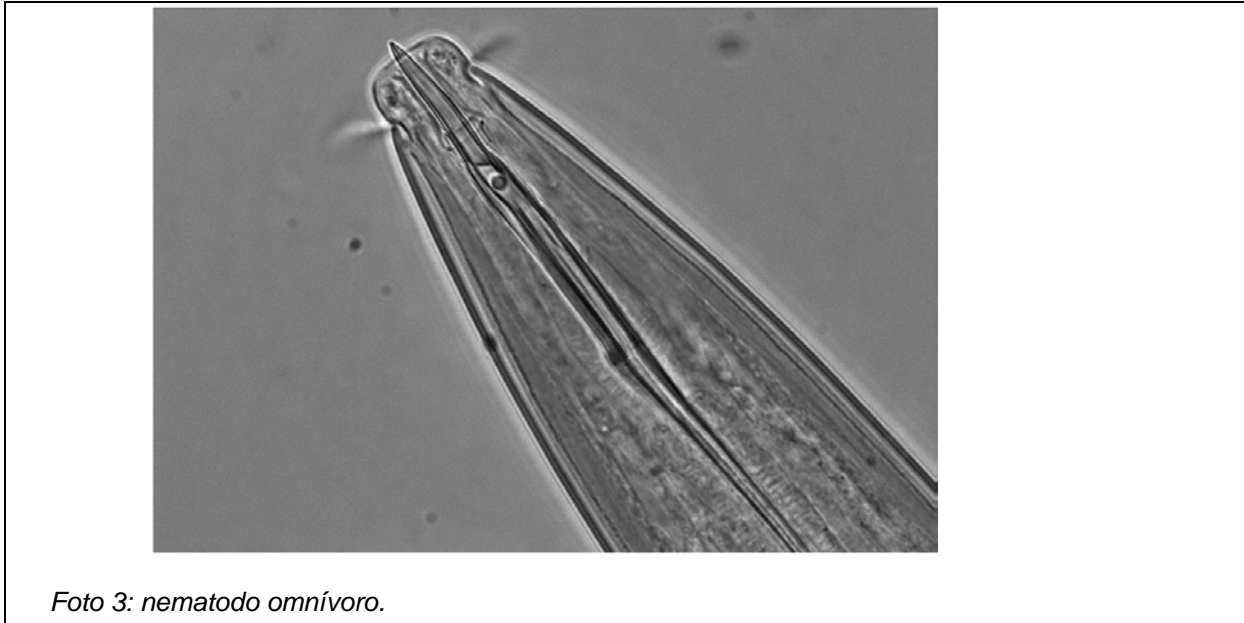
Cultivos		Grupos tróficos*					Total
		FO	FF **	BAC	FUN	PRE/OM	
Perennes (n= 14)	Abundancia	177,9	20,6	96,6	43,9	15,4	354,4
	Frecuencia	50	6	27	12	4	100
Anuales (n= 16)	Abundancia	112,3	15,4	42,3	20,4	7,2	197,6
	Frecuencia	57	8	21	10	4	100

\* : FO, fitófagos; FF: fitófagos facultativos; BAC: bacteriófagos; FUN: fungívoros; PRE/OM: predadores y omnívoros.

\*\* : Solo la mitad de los nematodos facultativos se consideran fitófagos.

Lo primero a resaltar es la superioridad de todos los grupos tróficos en cultivos perennes, respecto de los anuales. Los fitófagos y los bacteriófagos son los grupos predominantes para cada tipo de cultivo; del mismo modo que los depredadores y omnívoros, los minoritarios. De acuerdo a la especie de nematodo presente y al cultivo a implantar, los suelos ocupados con cultivos anuales están más próximos a constituirse en un problema de manejo. La abundancia de los nematodos fitófagos, además, está asociada con una mayor biomasa de raíces, entre otras cosas estimuladas por la fertilización nitrogenada. El sistema radical es un factor biótico determinante de la abundancia de los nematodos fitófagos del suelo, siendo la dinámica de la planta la que regula finalmente la actividad de estos nematodos.

**Relación nematodos benéficos/fitófagos.** La relación nematodos benéficos / fitófagos puede tomarse también como un indicador simple de equilibrio en la comunidad de nematodos, cuando su valor se aproxima a 1. Los benéficos están constituidos por bacteriófagos, fungívoros, predadores y omnívoros, y la mitad de los fitófagos facultativos. Los fitófagos, entonces, lo conforman los fitófagos obligados y la mitad de los facultativos. En la tabla 5, resumimos el porcentaje de casos con valores inferiores a 0,5 - que fijamos arbitrariamente por indicar que los fitófagos duplican a los benéficos-, el valor promedio por categoría de cultivo, y el rango donde se ubican todas las muestras.



*Tabla 5: Relación nematodos benéficos/fitófagos. Porcentaje de casos con valores inferiores a 0,5 en la relación benéficos/fitófagos, valor promedio por categoría de cultivo, y rango donde se ubican todas las muestras, Río Colorado, 2014.*

Cultivos	n	% muestras B/F < 0,5	Promedio	Rango	Muestras
Perennes	14	28,6	1,07	0,04-3,59	2, 4, 12 y 14
Anuales	16	37,5	0,9	0,12-2,31	16, 18, 21, 23, 24 y 27

Los valores de la tabla anterior, ratifican lo mostrado en las anteriores comparaciones (tabla 3 y 4) mostrando una leve tendencia a un mayor equilibrio en poblaciones de nematodos en suelos bajo cultivos perennes.

Son diez las muestras que arrojaron valores inferiores a 0,5: las designadas como 2, 4, 12 y 14 entre los cultivos perennes; y 16, 18, 21, 23, 24 y 27 entre los anuales.

**Frecuencia de fitófagos.** Otro indicador lo constituye el porcentaje de fitófagos sobre el total de nematodos de cada muestra, siendo el 80% un límite a no sobrepasar (Tabla nº 6a).

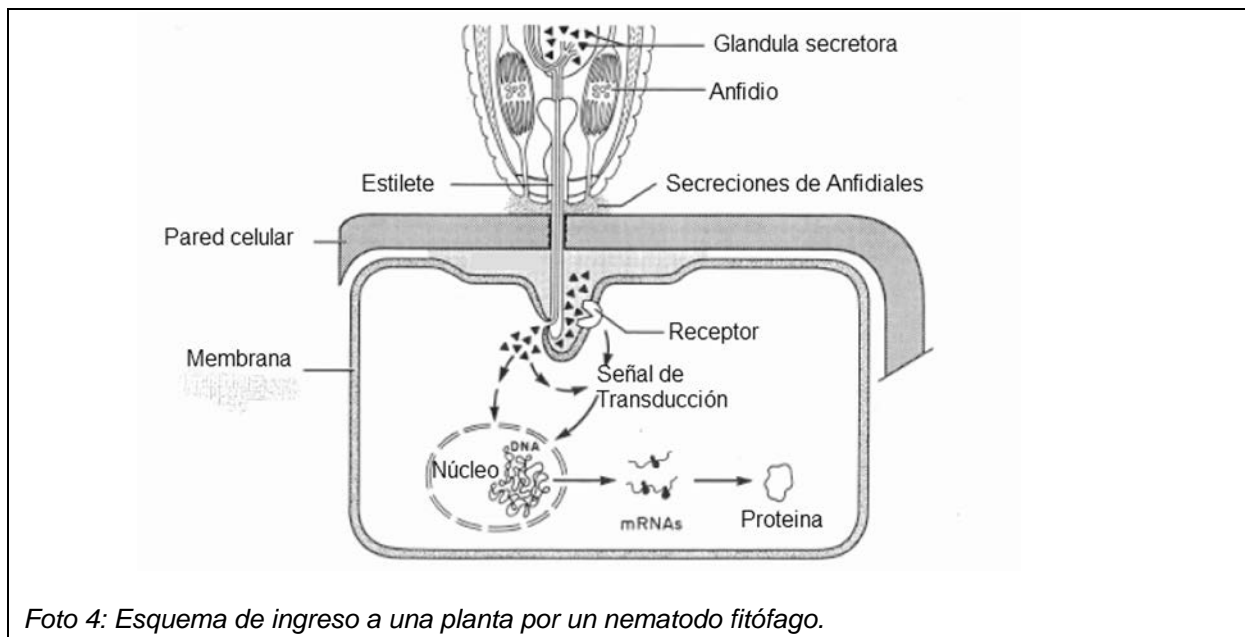


Foto 4: Esquema de ingreso a una planta por un nematodo fitófago.

<https://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/15A.html>



Foto 5: Nematodo fitófago del género *Helicotylenchus*.



*Tabla 6a: Relación nematodos fitófagos/población total. Porcentaje de muestras con más de 80% de nematodos fitófagos, promedio por tipo de cultivo y rango de variación, Río Colorado, 2014.*

Cultivos	n	Nº muestras > 80% FO*	Promedio	Rango	Muestras
Perennes	14	2	57,6	21,8-95,7	4 y 14
Anuales	16	3	59,7	30,2-89,2	16, 23 y 24

En esta condición se hallaron cinco muestras, dos en cultivos perennes (las nº 4 y 14), y tres en anuales (las nº 16, 23 y 24). Nuevamente, esta tabla confirma la tendencia puesta de manifiesto en las anteriores comparaciones, respecto a la menor frecuencia de nematodos fitófagos en suelos con menor disturbio, como son los que están bajo cultivos perennes.

Si consideramos solamente los tres géneros de nematodos fitófagos más dañinos para los cultivos, entre los encontrados (*Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*), el número de muestras no cambia, pero sí su identidad (Tabla nº 6b)



*Foto 6: Daños de nematodos fitófagos en raíces de durazneros.*

<https://newswire.caes.uga.edu/story.html?storyid=7514&story=Nematodes>

*Tabla 6b: Cantidad, frecuencia e identidad de muestras de suelo con <80% de nematodos de los géneros MPX, Río Colorado, 2014.*

Cultivos	n	Nº muestras > 50% MPX*	Frecuencia	Muestras
Perennes	14	2	14,3	4 y 7
Anuales	16	3	18,8	16, 27 y 30

\* MPX : GÉNEROS Meloidogyne, Pratylenchus y Xiphinema

**Frecuencia de predadores y omnívoros.** En una comunidad de nematodos, la presencia de Predadores y Omnívoros, indica la estabilidad de dicha comunidad: su ausencia o baja frecuencia, es un llamado de atención para los que definen el manejo porque son grupos tróficos a preservar. Se acepta que su frecuencia límite no debe ser inferior a 2,5%. Su desaparición implica la condición previa a la proliferación de fitófagos a niveles de daño para los cultivos.

*Tabla 7: Cantidad y porcentaje de muestras con menos de 2,5% de nematodos depredadores y omnívoros, Río Colorado, 2014.*

Cultivos	n	Nº muestras P+O < 2,5%	Muestras
Perennes	14	6	1, 4, 8, 9, 12 y 14
Anuales	16	9	15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24 y 26

P+O: nematodos predadores más omnívoros.



*Foto 7: Nematodo predador. Detalle de aparato bucal.*

La abundancia de nematodos omnívoros y depredadores fue la más baja de todos los grupos tróficos, porque son sensibles al disturbio derivado de las labranzas, la fertilización, y la aplicación de agroquímicos. Estos grupos tróficos, deberían ser monitoreados con regularidad y conservados, ya que pueden afectar (i) la dinámica de nutrientes, al modificar la abundancia de los consumidores intermediarios de la materia orgánica, y (ii) regulan las poblaciones de nematodos fitófagos. Quince muestras (el 50% del total) arrojaron valores inferiores al límite de 2,5%, seis entre las de los cultivos perennes (muestras nº 1, 4, 8, 9, 12 y 14), y nueve entre las de los cultivos anuales (muestras nº 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24 y 26).

**Índices ecológicos.** Hay bibliografía abundante sobre el cálculo de distintos “Índices ecológicos”, posiblemente útiles para estudios más vastos en el tiempo y en el espacio. Aun así, para interpretar resultados de análisis de la composición de la población de nematodos de un suelo, esos índices algo sugieren. Algunos de ellos, se denominan: índice de madurez, índice de estructura, índice de nematodos parásitos de plantas, índice de enriquecimiento, etc.

El índice de madurez (IM) está asociado con la producción primaria, donde valores altos indican enriquecimiento de nutrientes del suelo, y cuando toma valores bajos, indica el grado de perturbación de un suelo agrícola o sometido a contaminación. En nuestro caso, hay cuatro muestras con valores inferiores a 1,5 (tabla 8), sugerido como límite.

*Tabla 8: Porcentaje de muestras con Índice de madurez < a 2, promedio por cultivo y rango de variación, Río Colorado, 2014.*

Cultivos	n	Nº muestras IM< a 2*	Muestras
Perennes	14	7	1, 4, 6, 7, 8, 11 y 12
Anuales	16	10	15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 28

\* IM : índice de madurez

Las muestras de suelo con IM< a 2 son las nº 1, 4, 6, 7, 8, 11 y 12 entre los cultivos perennes, y 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 28, entre los anuales. De igual modo que otros indicadores considerados anteriormente, hay una tendencia a tener suelos menos perturbados entre las muestras correspondientes a cultivos perennes. El índice de madurez puede variar con las prácticas de manejo, la clase textural del suelo, el tipo cultivo y la estación del año. Los suelos con cultivos perennes son más maduros (estables) que los suelos con cultivos anuales. Valores entre 2,57 y 2,46 de MI se han determinado en la zona en suelos con manzanos sin fertilizar y con aplicación anual de 100 kg de N / ha, respectivamente (Azpilicueta et al., 2014).

**Resumen final.** En las Tabla 9 se resumen los resultados alcanzados por las 30 muestras de suelo, frente a todos los parámetros considerados en la evaluación. Se identifica con el color rojo a aquellos casos donde se detectaron valores que indican deterioro o problema.

A los que obtuvieron hasta 1 resultado negativo en cualquiera de los parámetros, se los consideró como suelos **sin problemas**, otorgándosele el color verde en la evaluación global (15 muestras: 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 17, 19, 25, 26, 28, 29 y 30).

Del mismo modo, a los que obtuvieron entre dos y tres resultados negativos, se consideró como suelos con problemas leves que, según el manejo al que sean sometidos y a los cultivos a implantar, pueden evolucionar hacia una condición mejor o peor. Estas muestras se indican con el color amarillo en la tabla 9 (10 muestras: 1, 7, 8, 12, 15, 16, 20, 21, 22, y 27). En estos casos, un monitoreo de las condiciones permitirá identificar la orientación que va teniendo el proceso.

A las muestras que arrojaron cuatro o más resultados negativos en los seis parámetros considerados, se les otorgó el color rojo en la evaluación global, considerándose suelos que requieren medidas de recuperación (5 muestras: 4, 14, 18, 23 y 24). En cuatro de ellas hay un intenso laboreo de suelo de muchos años de horticultura, y en una hay suelo desnudo en base a herbicidas en un monte de manzanos. En estas situaciones, se harán necesarias una serie de prácticas de manejo que permitan ir recuperando a la comunidad de nematodos hasta su equilibrio.

**Tabla 9: Listado de muestras analizadas, cultivo actual del sitio, y resultados de la evaluación frente a seis parámetros de la población de nematodos. Río Colorado, 2014.**

Nº	Sitio/muestra	Cultivo actual: edad	Abundancia	Indicadores						Global
				BE / FO < 0,5*	% FO > 80**	MPX > 50%***	PE+OM<2,5%(+)	IM < 2 (++)	Rojos	
<b>Perennes</b>										
1	Agricoar	Cerezos orgánicos 10 años							2	
2	J.A.	Alamos 30 años							1	
3	N.B.	Durazneros 3 años							1	
4	P.Ch.	Vid vinífera >30 años							6	
5	N.D.	Durazneros 10 años							1	
6	C.M.	Manzanos 20 años							1	
7	P.H.	Durazneros 3 años, 3º replante							2	
8	Q.H.	Perales 30 años							2	
9	E.R.	En blanco, 20 años vid vinífera							1	
10	M.R.	Manzanos 25 años							0	
11	G.S.	Manzanos 10 años, 2º replante							1	
12	N.S.	Vid de mesa 7 años							3	
13	V.T.	Manzanos 35 años							0	
14	O.Z.	Manzanos 25 años, 2º replante							4	
<b>No perennes</b>										
15	C.R.	Alfalfa perdida							3	
16	R.F.	horticultura 5 años; manzanos 30 años							3	
17	N.B.	Alfalfa 3 años; ex manzanos							1	
18	J.D.	Horticultura 6 años							4	
19	M.C.	Horticultura 4 años; ex manzanos							1	
20	E.P.	Horticultura 5 años; ex manzanos							3	
21	C.M.exagudo	Maíz 2 años; ex manzanos							3	
22	E.F.	Horticultura 5 años; ex durazneros							2	
23	Q.J.	sorgo; horticultura 5 años							4	
24	L.M.	Maíz 7 años							5	
25	M.M.	Horticultura 5 años							0	
26	J.M.	Horticultura 4 años; ex manzanos							1	
27	B.N.	Maíz choclo; horticultura 5 años							2	
28	V.R.	Vivero durazneros							1	
29	G.J.	alfalfa 3 años; ex perales							0	
30	R.V.exolivi	alfalfa 3 años; ex manzanos							1	

* BE / FO < 0,5	relación benéficos/fitófagos < a 0,5	0 ó 1 indicador en rojo
** % FO > 80	porcentaje de fitófagos > 80	
*** MPX > 50%	porcentaje de Meloidogyne, Pratylenchus y Xiphinema > 50	2 y 3 indicadores en rojo
(+) PE+OM<2,5%	porcentaje de depredadores y omnívoros < a 2,5	
(++) IM < 2	índice de madurez < a 2	4 ó más indicadores en rojo



**Foto 8: Ubicación de sitios de muestreo en las Colonias Reig, y Juliá y Echarren.**

## Conclusiones

Ninguno de los indicadores, por sí solos, permiten identificar suelos con algún grado de deterioro en marcha: es el conjunto de ellos el que debemos considerar. Salvo que se pretenda solamente identificar si la presencia de nematodos fitófagos es la causa de alguna problemática observada en el cultivo.

Entre los especialistas consultados para la interpretación de los resultados aquí expuestos, hubo coincidencias y divergencias, cuestión obvia cuando se trata de positivistas argentin@s.

Pero sí hay coincidencias casi unánimes sobre las condiciones predisponentes a que el desarrollo de nematodos afecte a determinado cultivo, y se constituya en un problema agronómico de caída de rendimientos o pérdida de plantas actual o futura, entre ellas:

- La elección de cultivos más sensibles (tomate versus un cultivo forrajero con gramíneas; durazneros con portainjerto cuaresmillo versus frutales de pepita),
- El monocultivo (es decir la ausencia de rotaciones considerando la relación familia del huésped/nematodo),
- El tiempo de ocupación del cultivo en el año (tomate solo para primicia versus para primicia y otoño),
- La frecuencia, tipo e intensidad de labores mecánicas,
- La frecuencia de aplicación de fertilizantes químicos y herbicidas.

Cuanto mayor es la frecuencia de labores mecánicas, mayores son los disturbios provocados en la zona de las raíces, tanto desde el punto de vista de la fertilidad física y química, como en las poblaciones de organismos que habitan los suelos normalmente. En una misma propiedad o empresa, el compartir maquinarias, implica una forma de contagio entre suelos infestados y no infestados. Un condicionante más lo representan los agroquímicos, con el consiguiente impacto en la microflora y microfauna del suelo.

El uso de enmiendas orgánicas y el cultivo de abonos verdes estimulan el crecimiento de la población de nematodos, especialmente del componente de los benéficos. La rotación de cultivos es una herramienta para evitar que las poblaciones de nematodos fitófagos más peligrosos (*Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*) alcancen umbrales de daño para los cultivos a realizar. Rotar cultivos significa no repetir las mismas especies o familias con susceptibilidad semejante: las solanáceas son las más susceptibles; seguidas por las cucurbitáceas. Entre dos temporadas con estos cultivos, deben intercalarse con quenopodiáceas y gramíneas.

El uso de portainjertos resistentes (*Nemaguard* o *Nemared*) en durazneros, ciruelos o damascos, permite evitar problemas de replante cuando éste se debe a nematodos.

En suelos con cultivos hortícolas sin rotación y con tratamientos de nematicidas/insecticidas y fertilizantes químicos, suelen presentar los mayores índices de poblaciones de fitófagos, ya que los químicos causan un vacío biológico en el suelo que es aprovechado por los

nematodos fitófagos para ocuparlo, al ser más agresivos y estar más preparados para invadir los suelos en estas circunstancias.

La habitual práctica en fruticultura de tratar la fila de plantas con herbicidas para tenerla libre de malezas todo el año, a la larga termina afectando a la comunidad de nematodos en su conjunto.

Estudios de mayor alcance, rigurosidad y profundidad, en éste u otros aspectos de la biología de los suelos, permitirán orientar aún más las prácticas de manejo reestructurantes o conservacionistas.

### **Bibliografía de referencia**

- (1) Giayetto, A.: Dime qué comes y te diré quién eres. Nematodos del suelo: diversidad en un mundo microscópico. Rompecabezas Tecnológico Nº 24
- (2) Azpilicueta, C. y otros (2008): Estructura de la comunidad de nematodos del suelo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en Alto Valle de Río Negro, Argentina. Nematropica, Vol. 38, nº 1.
- (3) Azpilicueta, C. (2019): Nematodos: ¿qué beneficios aportan al suelo?, Revista de Divulgación Científica, Facultad de Ciencias Agrarias, UN Cuyo, Nº 10.
- (4) Ferris, H. et al (2001): A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept, Applied Soil Ecology 18 (2001) 13-2
- (5) Picca, C: Nematodos en frutales de carozo. Seminario de Formación Dirigencial 2014, INTA EEA Rama Caída.
- (6) Bongers et al (1997): Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. Applied Soil Ecology 6:195-199.
- (7) Sánchez-Moreno, S and Ferris H (2018) : Nematode Ecology and Soil Health, : Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture edited by Richard A. Sikora, Danny Coyne, Johannes Hallmann, Patricia Timper. 3rd edition.

## ANEXO 1

### Historial de los sitios muestreados 2014

1. Surcoar: actual cultivo de cerezas orgánicas, herbicidas, ninguno; fertilizante Organutsa, 1000 kg / ha. Movimiento de suelo: rastra 1 vez al año para defensa pasiva de heladas.
2. J. A. cultivo de álamos, 30 años, sin fertilizantes, sin herbicidas, pastura natural, riegos excesivos pero infrecuentes, labores mecánicas muy pocas, cultivo antecesor monte natural.
3. N.B. durazneros de 3 años, con mortandad de plantas por nematodos, enguanada importante hace un año; glifosato, nada; fertilizantes guano y urea.
4. P.Ch. parral de vid malbec, 30 años. Herbicidas nada; fertilizantes poco o nada; labores mecánicas 2-3 movimientos de suelo por año.
5. N.D.: durazneros de 10 años.
6. C.M.: manzanos 15 años 2º replante.
7. P.H. 3º replante de durazneros sobre pie cuaresmillo. Importantes fallas.
8. Q. H. perales Red Sensation de 22 años, espaldera, labores mecánicas 1 vez al año para defensa pasiva; herbicidas no; fertilizantes, casi exclusivamente urea 150-200 kg / ha.
9. E.R.: actual suelo sin cultivo, 3 años en blanco, anteriores 5 años con manzanos Red Chieff; anteriores 25 años con vid. Suelo salinizado. CE 4 ds/m.
10. M.R.: manzanos Red King Oregon 30 años. Fertilización anual con Organutsa 800-1200 kg/ha; labores: una rastra por año para defensa pasiva de heladas.
11. G.S.: manzanos de 10 años replantados sobre manzanos de 30 años. Suelo arenoso, sin labores mecánicas, fertilización anual con urea 180 kg/ha.
12. O.S.: vid de mesa de 7 años; 1 rastra/año para defensa pasiva de heladas; fertilización sólo con residuos orgánicos de un criadero de aves. Suelo limoso, muy fértil. Exceso de crecimiento vegetativo.
13. V.T.: manzanos 25 años, muy pobres; suelo con sales; herbicidas ninguno; fertilizantes, urea 150 kg / ha no todos los años. Problemas de riego. CE 4ds/m
14. O.Z. manzanos 20 años, antes manzanos 30 años. Glifosato 2 aplicaciones por año; fertilizantes urea 150 kg/ha; antes solmix 150 l/ha
15. C.R.: 3 años de alfalfa perdida por salinización y problemas de riego. Sin fertilizantes ni herbicidas. CE 10 ds/m.
16. R.F.: cuadro hoy en blanco, antes, 3 años de zapallos y cebollas; antes, 25 años de manzanos.
17. N.B.: alfalfa de 3 años sobre manzanos de 30 años.
18. J.D.: cultivo actual cebolla, dos años anteriores otras hortalizas, 20 años anteriores frutales. Herbicidas en el último año Hache 1, fertilizante fosfato diamónico, labores mecánicas propias de estos cultivos.
19. M.C.: 4º año de horticultura, sobre manzanos de 20 años perdidos por elevamiento freático.
20. E.P.: horticultura permanente desde hace 5 años, sobre suelos con frutales de pepita 30 años.
21. C.M. exagudo: 2º año de maíz sobre 30 años de manzanos.



22. E.F.: 2 últimos años choclo, 2 anteriores cebolla, 3 años sin cultivo, y 20 antes pelones. El último año de choclo se hizo una aplicación de glifosato (4l/ha), y se fertilizó con 25-30 kg de 18-46-00 y 300 kg de urea.
23. O.J.: cultivo actual sorgo para semilla, antes 2 años zapallo, antes 2 años cebolla.
24. M. 6 años de maíz permanente.
25. R.M. cultivo actual zanahorias, anterior 2 años de cebollas.
26. J.M.: actual maíz, antes zapallo, 5 años sin nada y 30 años de vid. Zapallo (2012 2013): 50 Kg Urea. Herbicidas: Galant 4l ha. Maíz (2013 2014): 100 Kg fosforo 250 Kg Urea. Herbicidas: Round up max 3 kg ha y 2,4D 0,5 l ha.
27. B.N.: Cultivo actual choclo; horticultura los últimos 5 años. Fertilización química y orgánica; labores propias de los cultivos.
28. Vivero V.R.: 2 años de durazneros; antes 4 años en blanco; antes frutales 30 años. Herbicidas ninguno; fertilizantes solo Organutsa 1000 kg / ha.
29. G.J.: alfalfa de 3 años, sobre perales de 40 años.
30. R.V ex Olivi alfalfa de 5 años; antes frutales. Fertilizantes nada, herbicidas nada.

### Fuente de las imágenes

**Foto 1:** Crédito de la figura: Ed Zaborski, Universidad de Illinois. <https://eorganic.org/node/4495>

**Foto 2:** Ferris & Bongers, 2006, en Azpilicueta, C.V. y Aruani, M.C. (2020): Nematodos: ¿qué beneficios aportan al suelo?; Experticia, Revista de Divulgación Científica; Facultad de Ciencias Agrarias – Uncuyo; Número 11; ISSN 2422-6254.

### Foto 3, 5 y 7

[https://static1.squarespace.com/static/5b9033f1f8370a3700df6f4b/t/5be317c903ce646801a3181d/1541609420974/GSBAAtlas\\_ch2\\_Nematode.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5b9033f1f8370a3700df6f4b/t/5be317c903ce646801a3181d/1541609420974/GSBAAtlas_ch2_Nematode.pdf)

**Foto 4:** <https://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/15A.html>

**Foto 6:** <https://newswire.caes.uga.edu/story.html?storyid=7514&story=Nematodes>

**Foto 8:** <https://earth.google.com/web/@-39.01076489,-64.04882108,84.57762144a,33996.24709298d,30y,0h,0t,0r>

### Agradecimientos

A la Lic en Biología Claudia V. Azpilicueta, del Laboratorio de Servicios Agrarios y Forestales, del Ministerio de Producción e Industria de la Provincia de Neuquén, por sus aportes, su guía, y su paciencia infinita.