



DESINFECCIÓN DE SUELOS MEDIANTE BIOFUMIGACIÓN EN REPLANTACIÓN DE VIÑEDO

Pablo Gómez Soriano
COAG-Jumilla. Murcia

Miguel Ángel Díez Rojo
Rafael Sanz de la Morena
Avelino García Álvarez
Dpto. Agroecología, CCMA, CSIC. Madrid

Rafael López Martínez
Consejería de Agricultura y Agua. Murcia

Edita:

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
Consejería de Agricultura y Agua
© Copyright / Derechos reservados

Coordina y distribuye:

Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria.
Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica.
Plaza Juan XXIII, s/n - 30071 Murcia.

Preimpresión:

CompoRapid, S.L.

Impresión:

Pictografía, S.L.

Depósito Legal:

MU-24-2006

Se autoriza la reproducción total o parcial citando la fuente

1. Introducción

La Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia desarrolla con la Coordinadora de Agricultores y Ganaderos (COAG) de Jumilla un Programa de Colaboración: “Introducción de Tecnologías en Agricultura Ecológica en la Comarca del Altiplano” (Orden de 20-04-98).

Entre los ensayos realizados en este programa destaca, por ser pionero en viticultura, la desinfección de suelos previa a la plantación de viñedo, mediante biofumigación empleando una dosis de 50 t·ha⁻¹ de estiércol de cabra más gallinaza (proporción 7:3), cuando se aplica a toda la superficie. Se puede cubrir el suelo biofumigado con una lámina de polietileno, para retener los gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica, que actúan como fumigantes en el control de patógenos de origen edáfico, manteniendo además la humedad del suelo y puede tener un efecto similar a la solarización, cuando ésta se realiza en los meses de verano. También se ha comprobado que el estiércol de oveja es eficaz en el tratamiento de biofumigación.

La biofumigación se define como un proceso mediante el cual las sustancias volátiles liberadas durante la descomposición de enmiendas orgánicas o directamente por los microorganismos del suelo o las raíces de las plantas, tienen capacidad para controlar organismos patógenos, artrópodos y plantas adventicias. Esta técnica “no contaminante” está resultando una alternativa eficaz a la desinfección convencional de suelos por métodos químicos, con excelentes resultados en el control de patógenos vegetales de origen edáfico (Bello y col., 2003; García Álvarez y col., 2004).

En la actualidad esta práctica se ha extendido a gran escala en el cultivo de pimiento y tomate en los invernaderos de nuestro litoral, resultando de gran efectividad en el control de hongos, nematodos y plantas adventicias (Lacasa y col., 2004). Comprobar su eficacia en el cultivo de viñedo en secano era un reto y es a lo que básicamente trata de responder este trabajo.

En esta publicación se exponen los ensayos de biofumigación desarrollados en la zona de Jumilla durante un periodo de cuatro años (2001-2005), bajo las condiciones agroecológicas del Altiplano, con la finalidad de poner a disposición de nuestros viticulto-

res los resultados obtenidos y con ello poder determinar una posible aplicación de este método de desinfección de suelos en la replantación de viñedos.

Se está estudiando al mismo tiempo la optimización de la biofumigación, mediante la utilización de diferentes subproductos autorizados en agricultura ecológica, con el fin de reducir costes y obtener una mayor eficacia de la biofumigación, así como establecer la duración óptima del periodo de barbecho. Para todo ello se cuenta con la colaboración del grupo de investigación de Ecología y Nematología del Suelo del Dpto. de Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Madrid (Bello y col., 2004).

2. Biofumigación. Antecedentes y fundamentos

La descomposición de la materia orgánica produce la liberación de compuestos orgánicos volátiles y gases tóxicos, como el amoníaco, que tienen efecto biofumigante. En el caso de Jumilla y durante el verano las altas temperaturas permiten la combinación de la biofumigación con solarización (biosolarización), que actúa como una pasteurización del suelo, ya que la temperatura aumenta por encima de 50 °C bajo el plástico durante las horas de mayor insolación. Ambos fenómenos consiguen eliminar de manera selectiva los patógenos del suelo o reducir su capacidad parasitaria, propiciando además un incremento posterior de los organismos saprófagos que intervienen en la descomposición de la materia orgánica.

En el caso de Jumilla se plantea el estudio de la influencia de la biofumigación sobre los nematodos del suelo, especialmente *Xiphinema index*, vector del virus causante del “entrenado corto infeccioso de la vid” (GFLV), que produce pérdidas graves al reducir el contenido de clorofila en las hojas, entrenado corto en los pámpanos, corrimiento de la uva en el racimo y un decaimiento progresivo de la planta, así como la destrucción del sistema radicular causado por la acción directa de *X. index* (Fig. 1).



Figura 1. Síntomas producidos por el virus causante del “entrenado corto infeccioso de la vid” y por acción directa de *Xiphinema index* en raíz.

así como la destrucción del sistema radicular causado por la acción directa de *X. index* (Fig. 1).

3. Parcelas experimentales

Las parcelas donde se han desarrollado los ensayos están situadas en el paraje de “La Jimena”, en Jumilla, en la comarca del Altiplano. La primera parcela tiene una extensión de 2,5 hectáreas y una pendiente moderada hacia el noroeste. Durante 30 años se ha cultivado la variedad de uva blanca Airen, conocida en la zona como “Valdepeñera”; la segunda parcela colindante con la anterior tiene una extensión de una hectárea de la variedad tinta Monastrell. En ambos casos las cepas estaban sobre pie franco y los bajos rendimientos obligaron a su arranque y posterior replantación siguiendo las normas del cultivo ecológico.

3.1. CLIMATOLOGÍA

La zona se caracteriza por tener un clima mediterráneo continental, con una pluviometría media de 300 mm/año, con precipitaciones máximas en primavera y finales de otoño. Los inviernos son fríos con mínimas de -4°C , mientras que en verano se alcanzan los

Cuadro 1. Datos climáticos mensuales en Jumilla para 2003 (estación JU-61).

MES	Temperaturas Medias Anuales ($^{\circ}\text{C}$)			Valores Medios de la Humedad Relativa (%)			Pluviometría Total (mm)	R. Viento (km/día)
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima		
Enero	8,4	13,7	3,6	63,5	83,8	42,5	8,4	147,6
Febrero	8,7	13,5	4,2	71,4	89,4	50,1	0,7	120,3
Marzo	12,3	19,4	5,9	69,3	92,5	41,1	0,0	89,8
Abril	15,4	21,9	8,4	61,1	87,2	36,3	19,2	120,6
Mayo	19,6	26,7	12,2	61,5	90,5	36,6	38,9	22,8
Junio	26,6	34,6	17,9	49,2	77,8	27,6	2,5	70,1
Julio	28,4	36,5	20,0	47,9	76,5	24,4	4,5	94,5
Agosto	27,9	36,4	19,5	48,0	73,0	25,7	11,8	75,3
Septiembre	22,8	30,0	16,3	65,1	89,7	37,1	8,2	73,3
Octubre	17,1	22,4	12,9	74,7	92,6	51,8	65,9	78,0
Noviembre	13,1	18,0	8,9	80,3	95,2	58,6	25,7	79,2
Diciembre	9,4	15,0	4,1	75,0	94,0	53,1	23,7	102,0

cubierta vegetal de la vid, que reduce la temperatura del suelo. También se ha comprobado que en las condiciones de clima mediterráneo continental sólo desarrolla una generación al año, que tiene lugar principalmente entre marzo y mayo (Arias y col., 1997).

3.2. SUELO

La parcela está situada en una ladera con una pendiente mayor del 8%, el suelo tiene un horizonte superior arenoso-franco (85% arena y 6-7% arcilla), un contenido en materia orgánica entre 0,2 – 0,3%, carbonatos 10% y un pH comprendido entre 7,7-8,1 (Bello y col., 2004). El suelo ha sido clasificado como Arenosol háplico, siguiendo el sistema de clasificación de suelos de la FAO (1989) (Fig. 3).



Figura 3. Perfil de suelo clasificado como Arenosol háplico.

4. Plan de trabajo

Después de realizar **el arranque del viñedo viejo en noviembre de 2001** con la retirada de los restos del cultivo, se procedió en marzo de 2002 a realizar una labor con subsolador topo con dos finalidades; la primera extraer el mayor número de raíces y la segunda producir un esponjamiento adecuado del suelo. Posteriormente en el mes de mayo se realizó una toma de muestras de suelo para verificar la presencia de patógenos, aunque es más recomendable realizar la toma de muestras antes del arranque del viñedo y preferentemente alrededor del sistema radicular de la planta. Los análisis confirmaron la presencia del nematodo *X. index* que es transmisor del virus causante de la enfermedad infecciosa del “entrenudo corto infeccioso” de la vid (GFLV). **La parcela quedó en barbecho blanco hasta el 2 de agosto de 2002, fecha en la que se lleva a cabo el tratamiento de biofumigación en bandas de un metro de anchura.**

Durante el experimento de biofumigación se aplicó al suelo una mezcla de estiércol de oveja y gallinaza (proporción 7:3) a razón de 10 kg·m⁻² en las bandas tratadas. El estiércol se enterró mediante una labor de subsolador y de rotavator en bandas de un metro de anchura, con una separación de tres metros entre filas, haciéndolas coincidir siempre con las calles que ocupaba el viñedo anteriormente, lo que supone una dosis aproximada de 30 t·ha⁻¹ de material biofumigante. De esta forma entre dos bandas biofumigadas queda una superficie de barbecho de 2 m de ancho que sirve como testigo.

Tras las lluvias del mes de septiembre, las bandas biofumigadas con el estiércol se cubrieron con una lámina de polietileno transparente de 1,20 m de ancho y un espesor de 0,05 mm, con el fin de mantener la humedad del suelo, favorecer la descomposición de la materia orgánica y retener los gases con efecto biofumigante. Esta labor se realizó



Figura 4. Maquinaria utilizada en la colocación y aporcado de la lámina de polietileno en el experimento de biofumigación a bandas.

empleando una máquina arrastrada por el tractor, que extiende y aporca los laterales de la lámina (Fig. 4). No se considera que en este experimento se haya producido un efecto combinado entre solarización y biofumigación (biosolarización), puesto que la lámina de polietileno se colocó en el mes de septiembre, cuando comienza el descenso de la temperatura. En la parte superior de la finca, en una de las calles, se realizó solamente solarización, sin incorporación de materia orgánica, con la finalidad de comprobar la efectividad de esta alternativa de control (Figs. 5 y 6).

El 20 de noviembre de 2002 se tomaron 72 muestras en ocho puntos de muestreo a las profundidades a 0-20, 20-40 y 40-60 cm, que incluyen todos los tratamientos considerados: **biofumigación, solarización y barbecho**, y representa un total de 24 muestras por cada uno de ellos. El muestreo se realizó siguiendo un esquema en W, cada diez bandas biofumigadas y en las calles que actúan como testigo (barbecho), mientras que en la zona solarizada se muestrearon ocho puntos distribuidos a lo largo de la banda. Además se tomaron ocho muestras entre 0-20 cm alrededor del sistema radicular en un viñedo colindante, eligiendo cepas con síntomas de decaimiento, para utilizarlas como testigo. En total se analizaron 80 muestras.

La toma de muestras en las zonas arenosas se realizó con una sonda cilíndrica de 8 cm de diámetro interior y 25 cm de longitud, eliminando previamente los primeros centímetros de la parte superficial del suelo, recogiendo aproximadamente 500 g de suelo. En las zonas de costra caliza y pedregosa se utilizó para la toma de muestras una azada. Las muestras se guardan separadamente en bolsas de plástico para evitar la pérdida de humedad, etiquetándose debidamente con la misma referencia que corresponde al cuaderno de campo, para su transporte al laboratorio.

Paralelamente a estas operaciones se registran en el cuaderno de campo las características de la muestra: datos para su localización, prácticas culturales, tipo de suelo, fecha de recogida y otros datos de interés. El transporte al laboratorio debe hacerse en cajas de paredes aislantes, no tardando esta operación más de dos días. Las muestras se almacenan en cámaras frigoríficas a una temperatura entre 5 y 10 °C, intervalo óptimo para conservar la muestra sin cambios significativos respecto a las condiciones en las que se recogieron.

La extracción de nematodos se hizo a partir de 200 cm³ suelo y se utilizó el método de decantación. Paralelamente se comprobó la presencia de raíces vivas en las que se determinó la presencia del virus GFLV por el método ELISA (Arias y col., 1997).

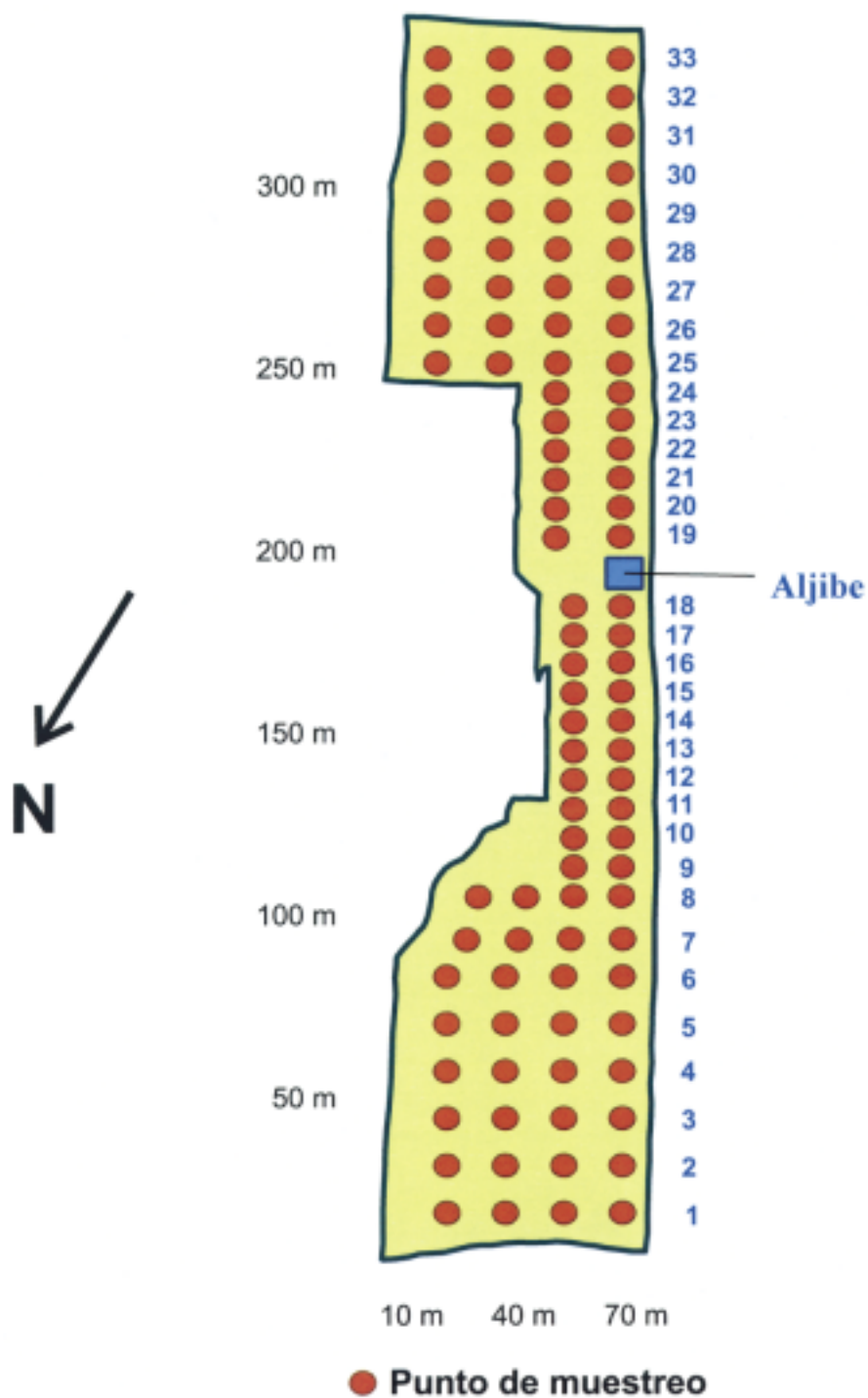


Figura 5. Muestreo realizado el 8 de enero de 2003 en las calles de la parcela, que no fueron objeto de biofumigación.

5. Resultados preliminares

Los resultados de los análisis nematológicos se expresan en número de individuos en 200 cm³ de suelo, agrupando las muestras por tratamientos y separándolas según la profundidad de muestreo (0-20, 20-40 y 40-60 cm). Se pudo comprobar en todas las muestras que la materia orgánica está repartida entre 0-60 cm de profundidad, aunque su distribución no era siempre uniforme (Fig. 9).

Los resultados se recogen en el Cuadro 2 y ponen de manifiesto que en las bandas donde se aplicó la biofumigación no se detectó la presencia de *X. index*, mientras que en las calles en barbecho apareció en una sola muestra entre 40-60 cm de profundidad. Por el contrario, en el tratamiento de solarización se encontró en todas las profundidades muestreadas, observándose un desplazamiento de los nematodos en profundidad, ya que aparecen cinco muestras positivas entre 40-60 cm, con un valor medio de dos individuos en 200 cm³ de suelo; además se han encontrado *X. italiae* y *X. pachtaicum*. En el viñedo colindante aparece *X. index* en todas las muestras, con una media de 40 individuos en 200 cm³ de suelo. A todo ello hay que unir la presencia de restos de raíces vivas

Cuadro 2. Resultados de los análisis de nematodos (Bello y col., 2004)^(*).

Tratamiento	Profundidad (cm)	Humedad	Raíces vivas	<i>X. index</i>	<i>X. italiae</i>	<i>X. pachtaicum</i>
Biofumigación	0-20	Muy seco	0	0	0	0
	20-40	Semi húmedo	+ (2) GFLV	0	0	+ (1) 1
	40-60	Húmedo	+ (2) GFLV	0	0	0
Solarización	0-20	Muy seco	+ (8) GFLV	+ (2) 1	0	+ (1) 1
	20-40	Semi húmedo	+ (8) GFLV	+ (2) 1	+ (2) 1	+ (4) 2
	40-60	Húmedo	+ (5) GFLV	+ (5) 2	0	+ (6) 4
Barbecho	0-20	Húmedo	+ (4) GFLV	0	0	0
	20-40	Húmedo	+ (8) GFLV	0	0	+ (2) 1
	40-60	Húmedo	+ (7) GFLV	+ (1) 1	0	+ (2) 1
Viñedo colindante	0-20	Húmedo	—	+ (8) 40	+ (7) 4	+ (8) 34

Nota: Las cifras entre paréntesis corresponden al número de muestras positivas y las cifras que aparecen a continuación se refieren a la media de nematodos encontrados en 200 cm³ de suelo en las ocho muestras tomadas en cada profundidad.

portadoras del virus GFLV, que han sido encontradas en todos los horizontes, lo que supone un peligro potencial de reinfección.

La biofumigación resultó eficaz en el control de *X. index* incluso hasta los 60 cm de profundidad. Por otro lado, ha quedado patente que la técnica de solarización sin aporte de estiércol no es efectiva, por lo que es necesario prolongar la duración del barbecho. Se debe tener en cuenta que *X. index* sobrevive entre 9 y 10 meses en un suelo estéril sin alimento, manteniéndose hasta cuatro años y medio cuando permanecen raíces vivas en el suelo después del arranque del viñedo. No se han observado diferencias en el contenido de humedad del suelo entre los tratamientos de biofumigación y solarización.

6. Optimización de la biofumigación

La biofumigación resultó eficaz cuando se aplica en bandas con una dosis de 10 kg·m⁻² de estiércol de oveja. Pero era necesario comprobar que ocurre en las calles no biofumigadas que se habían utilizado como testigo, debido al hecho de que en el primer muestreo apareció una muestra con *X. index* entre los 40-60 cm (Cuadro 2). Por otro lado es de todos conocido que las raíces de la vid pueden alcanzar varios metros, tanto en horizontal como en profundidad, y era necesario realizar nuevos estudios con el fin de encontrar otras alternativas que permitieran eliminar los individuos de *X. index* en el suelo, puesto que **basta la presencia de un solo nematodo portador del virus causante del “entrenado corto infeccioso de la vid” para que se produzca la reinfestación del viñedo.**

Por todo ello se realizó un 2º muestreo entre 20-50 cm de profundidad (8 de enero, 2003), recogiendo cuatro muestras a lo largo de las calles en la zona más ancha de la parcela y dos muestras en la zona más estrecha (Fig. 5). Se estudiaron en total 100 muestras y 33 calles, de ellas 52 muestras y 18 calles corresponden al **tramo inferior** al aljibe, que está sometido a una mayor insolación y donde sólo tres muestras fueron positivas (5,8% del total del tramo), con un máximo de dos individuos en 200 cm³ de suelo. En la **zona más estrecha, por encima del aljibe**, se recogen 12 muestras y se estudian seis calles, encontrando que cinco muestras son positivas (41,7%), llegando a alcanzar 11 individuos en 200 cm³ de suelo. Por último en la **zona superior** se estudiaron 36 muestras y nueve calles, de las cuales 14 muestras fueron positivas (38,9%), con un máximo de ocho individuos en 200 cm³ suelo (Figs. 5 y 6). Las muestras positivas para *X. index* en las zonas testigo (calles) de la parcela estudiada se concentran principalmente en la parte superior al aljibe, que está bajo la influencia de la umbría del monte próximo, mientras que en la parte inferior de la parcela, con mayor insolación, prácticamente no aparece el nematodo (Fig. 6).

Se realizó un 3º muestreo en las zonas biofumigadas para confirmar la eficacia de la biofumigación en la zona superior al aljibe de la parcela (28 de enero, 2003). Las muestras se tomaron en las filas biofumigadas (cada dos filas), hasta totalizar ocho filas, en las que se efectuaron cuatro tomas a tres profundidades: 0-20, 20-40 y 40-60 cm, lo que

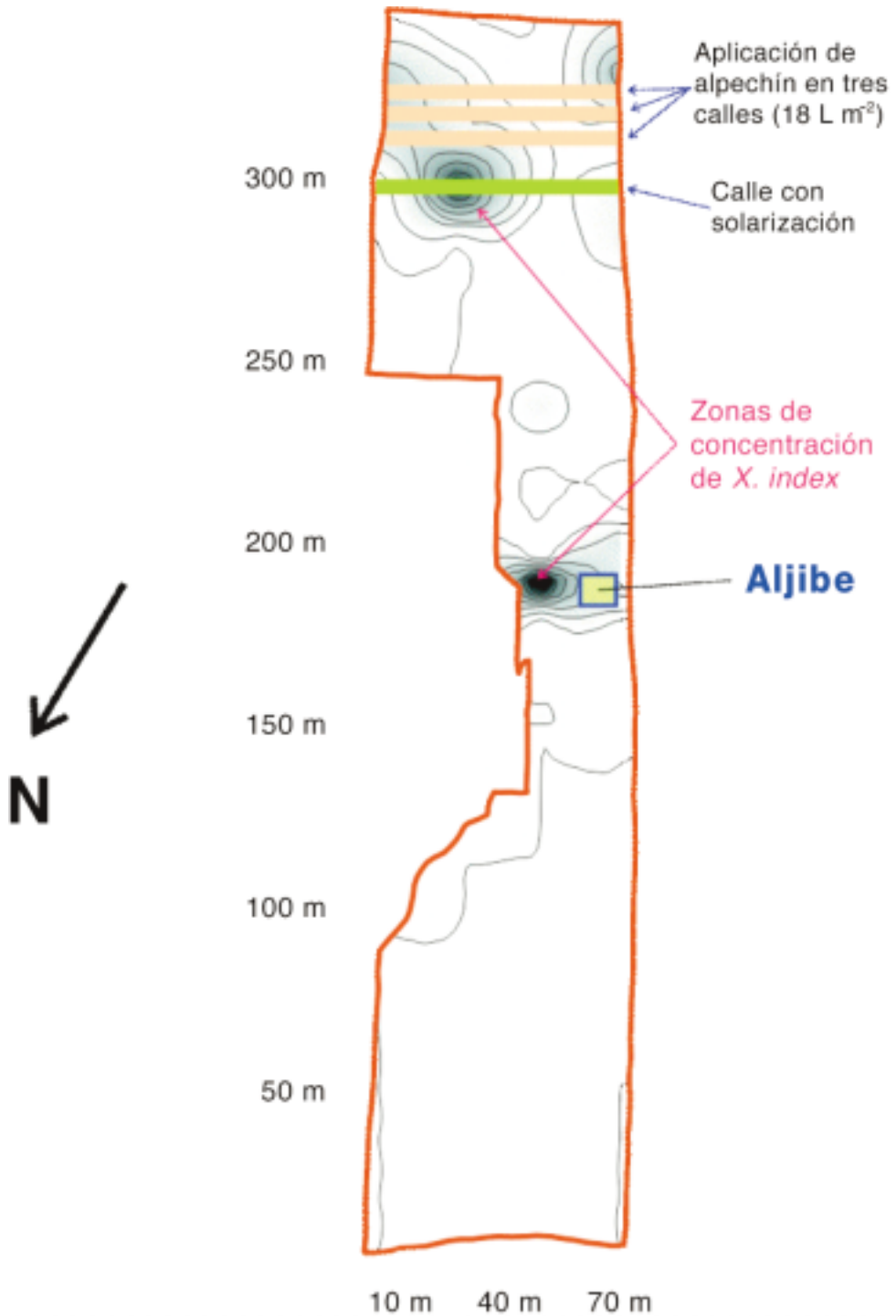


Figura 6. Parcela experimental, detalle de los ensayos realizados y áreas donde se concentran las poblaciones de *X. index*.

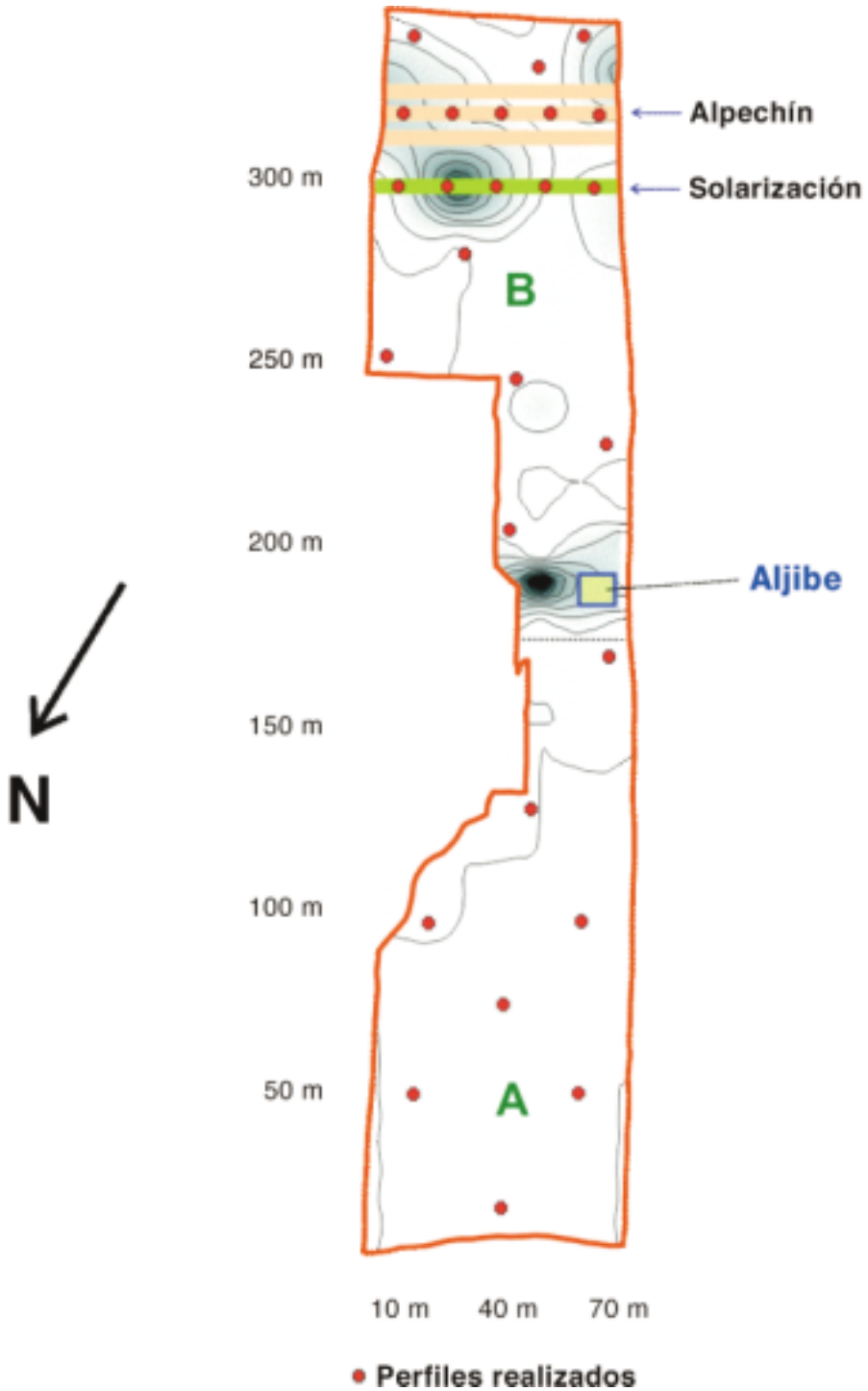


Figura 7. Distribución de los perfiles muestreados en la parcela. A: muestreo de 20 de febrero; B: muestreo del 15 de abril, 2003.

representa 96 muestras. Se encontró que en las cuatro primeras filas aparecieron sólo tres muestras positivas entre los 40-60 cm, todas ellas con un individuo en 200 cm³ de suelo, mientras que es en las cuatro filas superiores, donde se concentran las poblaciones de *X. index* (Fig. 6). Aparecieron entre 0-20 cm dos muestras positivas con dos individuos 200 cm³ suelo, que están localizadas en los bordes de la parcela; entre 20-40 cm aparecieron siete muestras positivas llegando a alcanzar una de ellas siete individuos 200 cm³ suelo, especialmente donde se observó que la aportación de estiércol había sido escasa; y entre 40-60 cm sólo dos muestras fueron positivas, con un individuo 200 cm³ de suelo cada una. **Todo ello nos confirma que la biofumigación en bandas ha resultado eficaz en los primeros 60 cm de profundidad, pero no así en las calles, que sirvieron como testigo, por lo que se recomienda que la biofumigación se aplique a toda la superficie de la parcela.**

6.1. EFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN A LO LARGO DEL PERFIL DEL SUELO

Con la finalidad de comprobar si a más de 60 cm de profundidad existen nematodos que pudieran parasitar a los restos de raíces vivas que permanecen en el suelo después del arranque de la viña, tras año y medio de barbecho, se abrieron ocho perfiles de suelo con una retroexcavadora (20 de febrero, 2003), llegando a una profundidad de dos metros o hasta encontrar la costra caliza. Los perfiles se realizaron en zig-zag (W) para que sean más representativos y de forma transversal, es decir, tomando una banda biofumigada y una calle sin biofumigar (Figs. 7-9). Estos perfiles se abrieron en la zona



Figura 8. Retroexcavadora abriendo un perfil en el suelo.

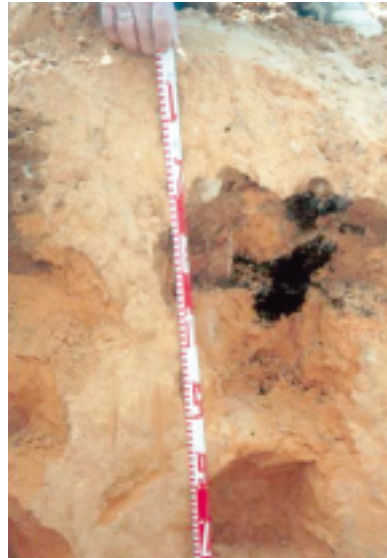


Figura 9. Perfil realizado para toma de muestra y detalle de la profundidad alcanzada por la materia orgánica aplicada como biofumigante.

inferior de la parcela (por debajo del aljibe), donde después de realizar biofumigación no aparecieron nematodos tanto en la fila donde se planta la viña como en las calles.

Una vez realizados los perfiles, se procede a la toma de muestra de suelo de la zona biofumigada (filas) y de la zona testigo (calles). En cada perfil se tomaron 14 muestras (7 en las filas biofumigadas y 7 en las calles testigo) a diferentes profundidades: 0-30, 30-50, 50-70, 70-100, 100-130, 130-160 y 160-190 cm. Conforme se van realizando los perfiles se determina la presencia de raíces de la plantación anterior, encontrándose algunas de ellas vivas a 1,5 m de profundidad. En los ocho perfiles realizados en la zona del aljibe hacia abajo, la presencia de nematodos fue testimonial, apareciendo en los perfiles de los suelos biofumigados una sola muestra positiva en dos perfiles (entre 30-50 cm y 70-100 cm) con un individuo en 200 cm³ de suelo cada una. Por otra parte, en los perfiles no biofumigados aparecieron cuatro muestras positivas en cuatro perfiles, tres entre 0-30 cm, dos con un individuo y otro con siete individuos en 200 cm³ de suelo; y entre 30-50 cm un perfil con cuatro individuos en 200 cm³ de suelo. Se confirma que en la parte inferior de la parcela, tanto en el suelo biofumigado como en el barbecho, la presencia de *X. index* es muy baja, habiéndose eliminado tanto con biofumigación como por el efecto del barbecho.

El 17 de marzo de 2003 se procede a una nueva toma de muestras de suelo, de la parte superior de la parcela, realizando cinco perfiles distribuidos longitudinalmente en el área donde se hizo solarización (Fig. 7). Sólo apareció *X. index* en tres perfiles con un solo individuo en 200 cm³ de suelo en un perfil a una profundidad entre 0-30 cm y en dos entre 50-70 cm.

El 15 de abril de 2003 se realizan ocho perfiles, en el suelo biofumigado, en la parte superior de la parcela a partir del aljibe, que estaban distribuidos en forma de W hasta los 190 cm de profundidad (Fig. 7), apareciendo *X. index* en los cuatro primeros perfiles con ocho muestras positivas hasta los 190 cm de profundidad, por lo general con uno o dos individuos en 200 cm³ suelo, y sólo dos muestras en dos perfiles presentaban cuatro y cinco individuos en 200 cm³ de suelo, y en el perfil superior aparecen tres muestras positivas entre 30-50, 130-160 y 160-190 cm de profundidad, llegando a alcanzar tres individuos en 200 cm³ de suelo entre 160-190 cm. **Se considera que la presencia de nematodos a lo largo del perfil de los suelos biofumigados se puede deber a una posible contaminación lateral desde las calles que no han sido tratadas.**

6.2. BIOFUMIGACIÓN COMPLEMENTARIA EN TODA LA SUPERFICIE DE LA PARCELA

Para resolver el problema debido a las contaminaciones laterales en las bandas biofumigadas por las calles y una vez eliminado el plástico y rellenados los hoyos de los perfiles realizados por la retroexcavadora, en la parte superior de la parcela, por encima del aljibe, se añade superficialmente en el mes de marzo de 2003 estiércol de cabra a toda la parcela a una dosis de $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, labrándose seguidamente con una vertedera de pequeñas dimensiones que profundiza hasta 30 cm, siguiendo las curvas de nivel, con el fin de incorporar en profundidad y distribuir homogéneamente en el suelo la materia orgánica utilizada en la biofumigación (Fig. 10).

El 8 octubre de 2003 (**después de dos años del arranque del viñedo**) se hace un muestreo definitivo en la parte superior de la parcela en las calles testigo para comprobar si después de seis meses de la biofumigación con $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de estiércol de cabra, se habían eliminado los nematodos. Para ello se toman 40 muestras entre 30-60 cm de profundidad en el centro de 13 calles de la parte superior de la parcela, por encima del aljibe, tomando cuatro muestras por calle en la parte ancha (siete calles) y dos en la parte más estrecha de la parcela (seis calles) (Fig. 11). Se recogieron también pámpanos de 20



Figura 10. Labor de vertedera para incorporar en profundidad y distribuir homogéneamente el material utilizado en la biofumigación.

vides, que se habían plantado a finales de abril de 2003 (después de un año y cuatro meses del arranque del viñedo), para analizar la presencia del virus del “entrenado corto infeccioso de la vid” (GFLV). Tanto las muestras de suelo como los pámpanos resultaron negativos.

El 5 de noviembre de 2004 con la finalidad de comprobar la existencia de nematodos en la zona superior de la parcela, por encima del aljibe, se realizó una recogida de muestras distribuidas regularmente en siete filas de viña y en sus calles correspondientes. En cada fila y calle se muestrean seis puntos equidistantes a una profundidad >30 cm, con un total de 84 muestras. Se dejaron sin muestrear las tres calles de los bordes y la zona del aljibe (Fig. 12), que se muestrean posteriormente (9 de diciembre, 2004). Sólo aparecen tres muestras positivas con un individuo en las calles, uno de ellos es un juvenil y en dos muestras alrededor del sistema radicular de la vid, una con uno y otra con dos juveniles, tres de las cinco muestras están en los bordes, **lo cual confirma que la biofumigación con $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de estiércol de cabra aplicado a toda la superficie de la parcela ha sido eficaz.**

El 9 de diciembre de 2004 se completó el muestreo en el tramo del aljibe, para lo que se tomaron tres muestras en cada una de las siete filas de vid y sus respectivas calles hasta una profundidad >30 cm, lo que contabiliza un total de 42 muestras (Fig. 12). En las filas de vid sólo aparecen dos muestras positivas en los bordes, una con un individuo y otra con 18 individuos en 200 cm^3 de suelo, en el borde superior izquierdo. El 24 de febrero de 2005 se arrancó la cepa infestada y se aplicó estiércol de oveja a una dosis de $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Se tomaron muestras de suelo en este punto (antes de aplicar el estiércol) y en 29 cepas a su alrededor, encontrando que todas eran negativas, excepto la cepa arrancada, en la que aparecieron 24 individuos en 200 cm^3 de suelo (17 juveniles). Posteriormente se confirmó que la cepa arrancada estaba infestada por GFLV, **lo que indica que cuando la replantación se realiza después de un año y medio existe un riesgo alto de reinfección.**

En un nuevo muestreo en las cuatro orientaciones de la cepa arrancada (15 de marzo, 2005) entre 0-20 cm sólo se encontró una muestra positiva con dos juveniles en 200 cm^3 de suelo, mientras que a más de 30 cm aparecieron tres muestras positivas, una con 11 individuos en 200 cm^3 de suelo. Este foco se volvió a muestrear tras la apertura de un perfil (18 de agosto, 2005) hasta 40 cm de profundidad, a partir de la cual aparece una

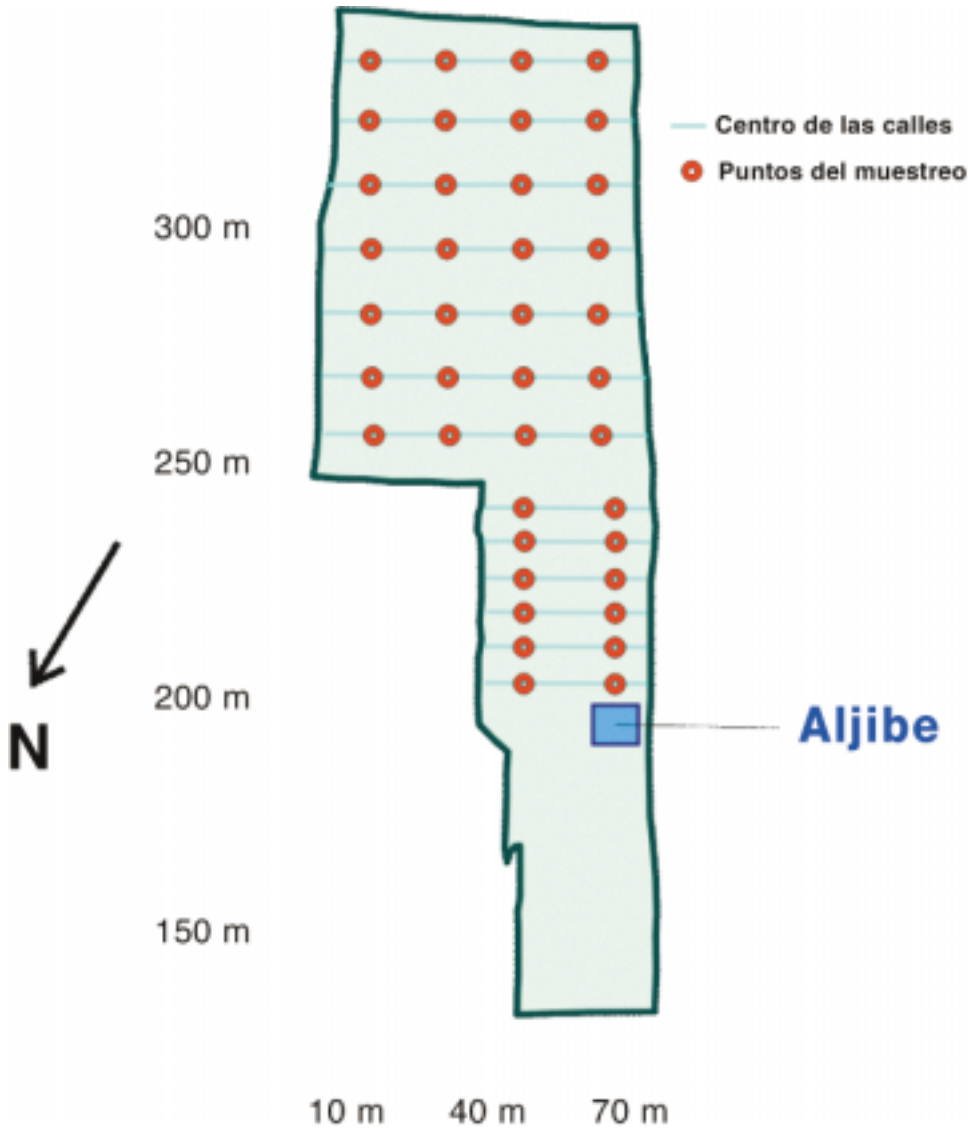


Figura 11. Esquema de la parcela donde se han tomado 40 muestras entre 30-50 cm de profundidad en las calles (8 de octubre, 2003).

costra de caliza fragmentada de gran dureza. En dicho foco se tomaron cuatro muestras en la misma dirección que la fila de las cepas, la primera a 50 cm de la cepa, la segunda en el sitio donde estaba situada la cepa y la tercera y cuarta muestras a 50 y 100 cm de ese punto, siguiendo la misma dirección. Sólo ha resultado positivas para *X. index* las muestras tercera y cuarta, con nueve y un individuos respectivamente en 200 cm³ de

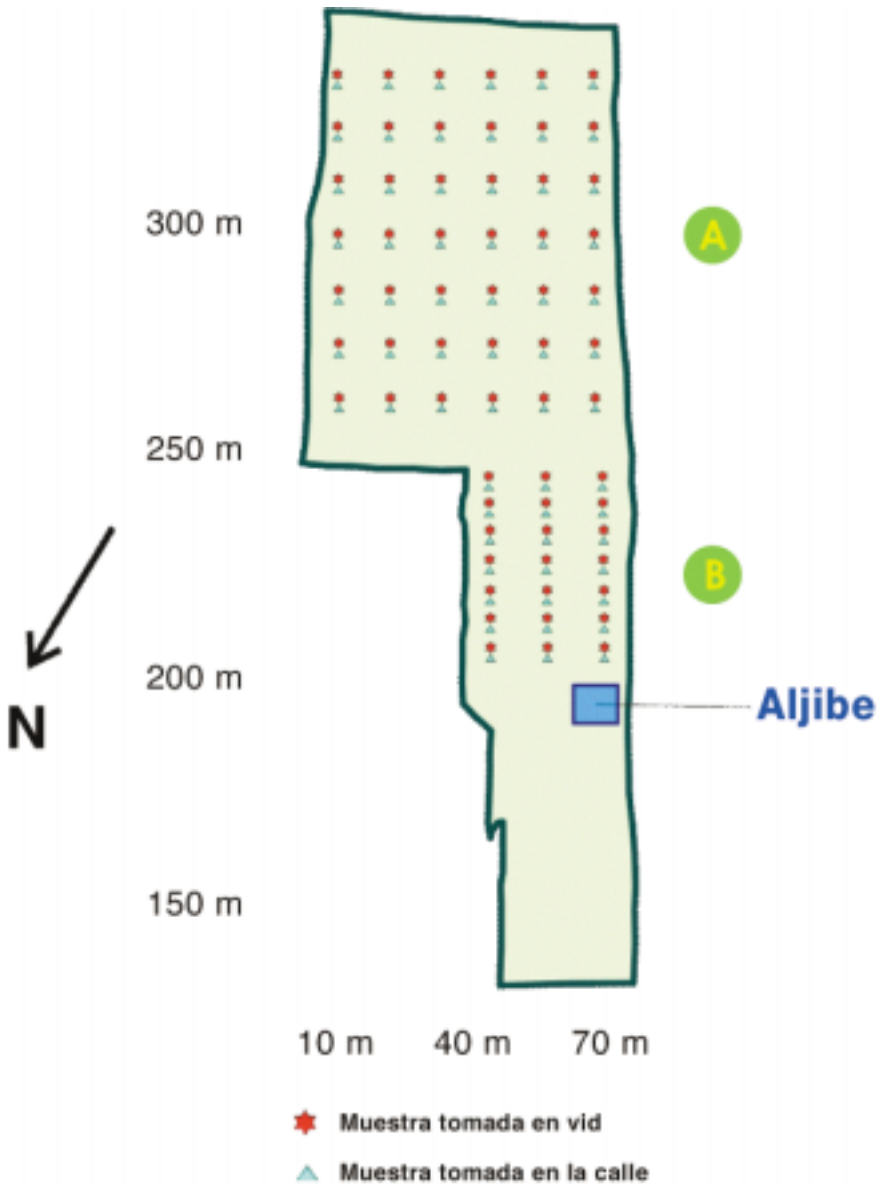


Figura 12. Muestreo en la parte superior de la parcela en el sistema radicular de la planta y en las calles. A: 5 de noviembre; B: 9 de diciembre, 2004.

suelo. Paralelamente se muestreó alrededor del sistema radicular de trece cepas (después de dos años y medio de haber sido plantadas), en un transecto longitudinal en la parte superior de la parcela, apareciendo una sola muestra con *X. index* que estaba cerca del foco anterior, con dos individuos en 200 cm³ de suelo.

6.3. BIOFUMIGACIÓN EN LA SEGUNDA PARCELA

Para confirmar la eficacia de la biofumigación cuando se aplica en toda la superficie se plantea paralelamente a la biofumigación en bandas un nuevo experimento en una parcela vecina con una extensión aproximada de una hectárea de vid de la variedad Monastrell. El 27 de abril de 2004 se recogieron 206 muestras a una profundidad >30 cm, 103 de las filas de la vid y 103 de las calles. De las muestras tomadas en las filas de vid, 94 resultaron positivas (91,3%), llegando a alcanzar una población máxima de 75 individuos en 200 cm³ de suelo, mientras que en las calles se encontraron 70 muestras positivas (68,0%).

Después de arrancar el viñedo en junio de 2004, se muestreó de nuevo el 5 de noviembre de 2004, para determinar el efecto del barbecho después del verano, tomando 74 muestras entre 0-30 cm, de las que 13 muestras resultaron positivas (17,6%), no superando los cuatro individuos en 200 cm³ de suelo y a más de 30 cm se recogen otras 74 muestras, resultando 26 muestras positivas (35,1%), alcanzando el nivel máximo de 10 individuos en 200 cm³ de suelo. **Todo ello pone de manifiesto la importancia del barbecho en el control de *X. index* y la necesidad de aplicar la biofumigación en el momento inmediatamente posterior al arranque del viñedo para evitar que los nematodos se desplacen en profundidad.**



Figura 13. Aplicación de biofumigación en toda la superficie en la segunda parcela, marzo 2005.

El 15 de marzo de 2005 se aplicaron $50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de estiércol de cabra más gallinaza (proporción 7:3) (Fig. 13). El 29 de abril de 2005 (mes y medio después) se realizó un muestreo, recogiendo 90 muestras de las que sólo seis fueron positivas entre 0-20 cm (6,7%), con un número no superior a cuatro individuos en 200 cm^3 de suelo, la mayoría de los cuales eran juveniles. De las 90 muestras recogidas a >30 cm 19 son positivas (21,1%), con un máximo de tres individuos, la mayoría juveniles, sólo una muestra presentaba 10 individuos en 200 cm^3 de suelo. Se dejó como testigo sin biofumigación la primera fila, en la que entre 0-30 cm no aparece ninguna muestra positiva, mientras que tres muestras fueron positivas a >30 cm, con sólo un individuo en 200 cm^3 de suelo (de ellos dos eran juveniles). Se debe señalar que por lo general aparecen las muestras positivas en las zonas donde la materia orgánica era escasa.

Se debe destacar que las poblaciones de *X. index* se eliminaron, salvo en la fila tres, posiblemente debido a una incorporación incorrecta del estiércol y al mantenimiento de la humedad en el suelo, aunque se debe recordar que en esta fila todas las muestras positivas son inferiores a tres individuos, salvo una que presentaba 10 individuos en 200 cm^3 de suelo, siendo la mayoría juveniles. Se recomienda remover el suelo durante el verano para intentar eliminar los nematodos sobrevivientes, así como realizar perfiles que permitan confirmar la eliminación de los nematodos a profundidades > 60 cm.

Por último con el fin de determinar que ocurre a lo largo del perfil después de la biofumigación se realizaron dos perfiles en la zona testigo y siete en la zona biofumigada (18 de agosto, 2005). Se toman seis muestras por perfil cada 30 cm de profundidad, hasta los 180 cm de profundidad, con la excepción del perfil nº 5 que estaba en el borde de la parcela en el que apareció una costra caliza a los 140 cm de profundidad por lo que sólo se pudieron tomar 5 muestras. Los perfiles se realizaron en diagonal cada dos filas y cada dos columnas. En los perfiles testigo sólo una muestra positiva entre 120-150 cm de profundidad con ocho individuos en 200 cm^3 de suelo. En los perfiles muestreados en la zona biofumigada sólo cuatro presentaron muestras positivas entre 0-60 cm de profundidad, con un máximo de dos individuos en 200 cm^3 de suelo y sólo el perfil nº 6 en el borde de la parcela, donde se había encontrado en el muestreo previo al arranque de la viña un foco de *X. index* con un densidad de 57 individuos en 200 cm^3 de suelo, apareció una muestra positiva entre 120-150 cm de profundidad, con siete individuos en 200 cm^3 de suelo, cuatro de ellos juveniles. Se observa que, por lo general, no aparecen raíces vivas entre 0-60 cm y que a > 60 cm de profundidad están recubiertas en la mayoría de los casos por carbonato cálcico, por lo que los nematodos no pueden parasitarlas.

Se puede considerar que la biofumigación en toda la superficie de la parcela resultó eficaz, cuando se combina, con al menos, dos años de barbecho, aunque hay que señalar que la aplicación del estiércol debe hacerse en el momento del arranque para evitar que los nematodos se desplacen en profundidad, y que la distribución del material biofumigante debe ser uniforme para evitar que queden focos de nematodos. Para el caso de las raíces que aparecen en profundidad es necesario establecer una duración mínima del barbecho, que no debe ser inferior a dos años. En la mayoría de los casos los adultos de *X. index* encontrados después de dos días de su extracción suelen estar muertos o atacados por hongos, fenómeno que puede ocurrir en los horizontes profundos del perfil, cuando se acumula la humedad.

6.4. EFECTO DE LOS FRUTALES ASOCIADOS A LA VID EN LA REPLANTACIÓN

El 20 de noviembre de 2002 se tomaron muestras de nueve olivos y un almendro que estaba en la parcela biofumigada, así como tres muestras de suelo sin cultivar, para determinar si existía riesgo de recolonización de la parcela después de la biofumigación. No se encontró *X. index* en ninguna de las nueve muestras de olivo, por lo que no se considera que pueda influir la asociación entre la vid y el olivo en la recolonización de la parcela por el nematodo. Tampoco aparecen en la muestra de almendro, ni en las tres muestras de suelo sin cultivar, pero debe tenerse en cuenta que en este caso el número de muestras fue muy bajo.

En marzo de 2003 se procede a una nueva toma de 12 muestras de suelo con raíces de los almendros que están dispersos por la parcela. En las muestras de almendro, lo mismo que había ocurrido en los olivos no apareció *X. index*, por lo que **se considera que no hay riesgos de reinfestación al resto de la parcela cuando se asocian almendros y olivos con la vid.**

También se muestreó una higuera que estaba asociada al segundo viñedo biofumigado (27 de abril, 2004) y se encontraron 21 individuos en 200 cm³ de suelo, aunque en este caso se sabe que *X. index* pierde su poder transmisor del virus después de alimentarse de las raíces de la higuera. No obstante esta circunstancia representaría un riesgo potencial si se introducen portainjertos portadores del virus.

6.5. INCORPORACIÓN DE ALPECHÍN

La presencia de nematodos patógenos en alguna de las calles de la parcela que se tomaron como testigo en la biofumigación en bandas, nos llevó a comprobar el efecto del alpechín procedente de la extracción del aceite en almazara de producción ecológica, teniendo en cuenta las referencias que se tienen del mismo como agente biocida (Bello y col., 2003).

En el mes de febrero de 2003 se incorporó alpechín a una dosis de 18 L·m⁻² en tres calles no biofumigadas (8.000 L), donde se había detectado la presencia de *X. index*. Para su aplicación se realizó una labor con subsolador topo de cinco púas, abriendo surco

para que el alpechín percolase en profundidad y no se perdiera por escorrentía, a la vez que se iba aplicando el producto desde una cuba de 5.000 L de capacidad, tirada por tractor (Fig. 14).

En el mes de marzo de 2003 se procede a una nueva toma de muestras de suelo, de la parte superior de la parcela, realizando cinco perfiles en la zona donde se aplicó alpechín, distribuidos longitudinalmente (Fig. 6), en los que no aparece *X. index*. El alpechín a la dosis de 18 L·m⁻² ha eliminado totalmente los nematodos que quedaron en las calles. Sin embargo, hay que señalar para la aplicación de alpechín como material biofumigante es necesario establecer la dosis y un método de aplicación adecuado.



Figura 14. Aplicación de alpechín y aspecto final del suelo.

7. Plantación

A finales de abril de 2003, después de año y medio de barbecho, se realizó la plantación del viñedo en toda la parcela con patrón de vid americana R-110 certificada y exenta de virosis, seguidamente se le colocó plástico de polietileno transparente de 0,05 mm a las filas del viñedo, haciendo un agujero al plástico en cada planta para facilitar la posterior brotación. Como se puede apreciar en la Fig. 15, las plantas han brotado adecuadamente a pesar de la colocación del plástico, ya que se pensaba que éste podría resultar perjudicial debido a las altas temperaturas alcanzadas bajo su cobertura, pero ha servido para conservar la humedad del suelo. Este mismo efecto se puede conseguir también con cubiertas de origen vegetal.



Figura 15. Plástico colocado en las filas después de la brotación de las nuevas cepas.

También se toman muestras de pámpanos de vid americana para determinar la presencia de virus mediante el método ELISA, siguiendo el siguiente esquema:

- 10 pámpanos de vid con escaso vigor considerados como estado 1.
- 10 pámpanos de vid con alto vigor que consideramos como estado 5.

Los pámpanos, tanto los que presentan escaso vigor (estado 1) como los que lo presentan alto (estado 5), resultaron negativos para el virus GFLV al aplicar el método ELISA.

8. Desarrollo de las plantas

Paralelamente se realiza un estudio visual pormenorizado, evaluando el vigor planta por planta según la escala siguiente (Fig. 16):

- **Estado 0.** Vides sin brotación o brotación deficiente que se han secado.
- **Estado 1.** Vides con vigor escaso.
- **Estado 2.** Vides con vigor medio.
- **Estado 3.** Vides con vigor-medio-alto.
- **Estado 4.** Vides con vigor alto.
- **Estado 5.** Vides con vigor muy alto.

La estimación del vigor de todas las plantas de la parcela estudiada se recoge en el Cuadro 3 y Fig. 17.

Cuadro 3. Vigor de las plantas, octubre 2003.

Estado	0	1	2	3	4	5	Total
Nº plantas	83	475	432	670	375	365	2.400
%	3	20	18	28	16	15	100

De los resultados expuestos anteriormente se pueden deducir las siguientes conclusiones:

Dada la época del año en la que se ha realizado el estudio (octubre), y teniendo en cuenta que la plantación de la viña fue tardía (abril), se consideran normales los valores de los estados 3, 4 y 5 que representan un 59% de todas las plantas.

Las plantas correspondientes a los estados 1 y 2 representan el 38% del total, considerándose un valor normal, ya que la ubicación de estas plantas corresponde principalmente a las zonas oscuras del plano donde inicialmente aparecieron nematodos, es decir por encima del aljibe, en la parte superior de la parcela (Figs. 18 y 19).

Las plantas correspondientes al estado 0 corresponden a las marras, y representan el 3%, siendo este un valor normal. Estas marras pueden tener origen en plantas defectuosas procedentes del vivero, o por el efecto de las labores con el cultivador.



Figura 16. Clasificación de las plantas según su vigor después de la biofumigación.

GRÁFICO ESTUDIO VIGOR PLANTAS «LA JIMENA». Octubre 2003

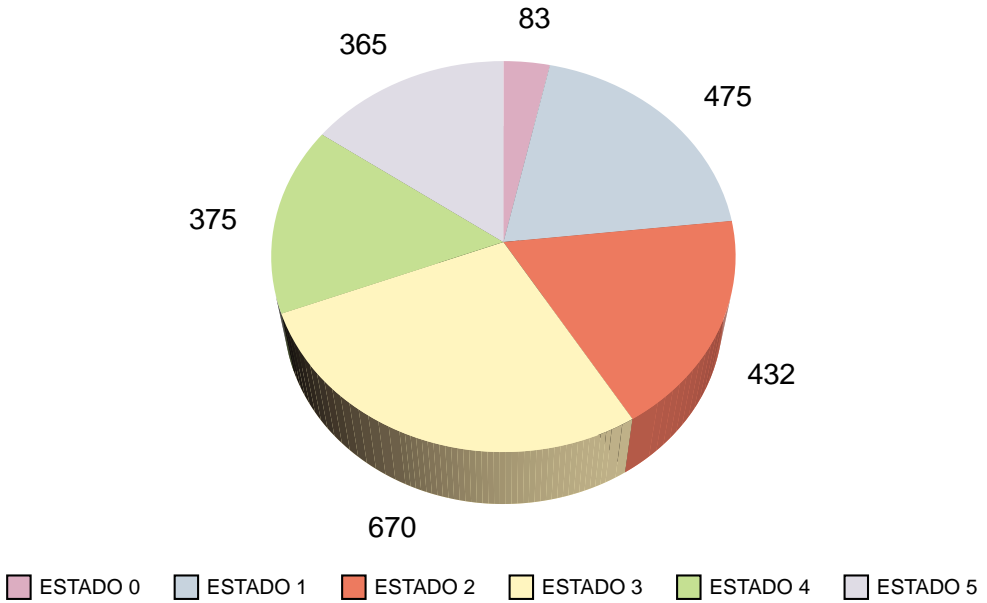


GRÁFICO ESTUDIO VIGOR PLANTAS (%) «LA JIMENA». Octubre 2003

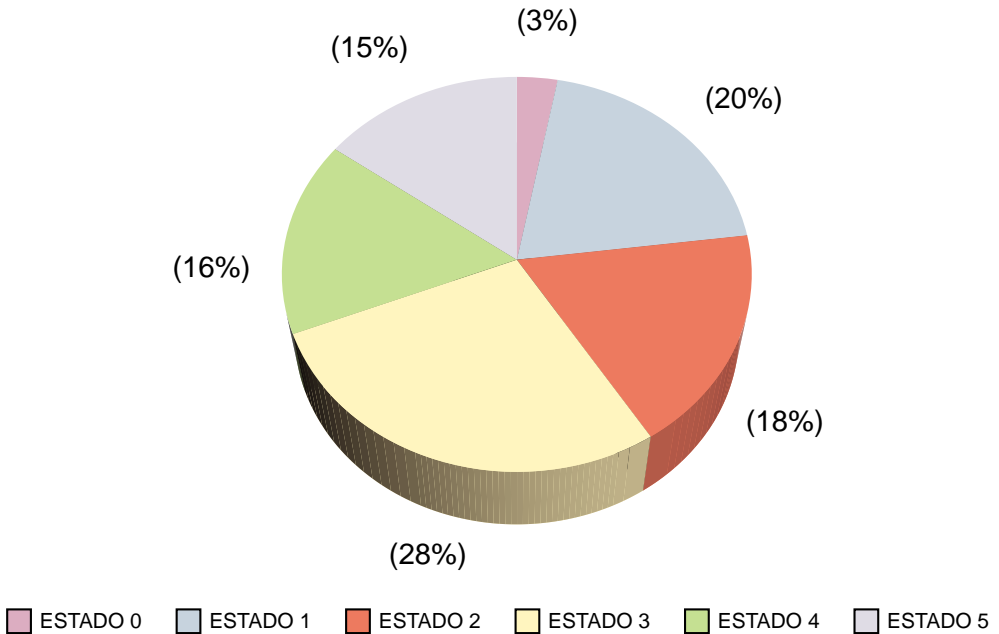


Figura 17. Vigor de las plantas, octubre 2003.

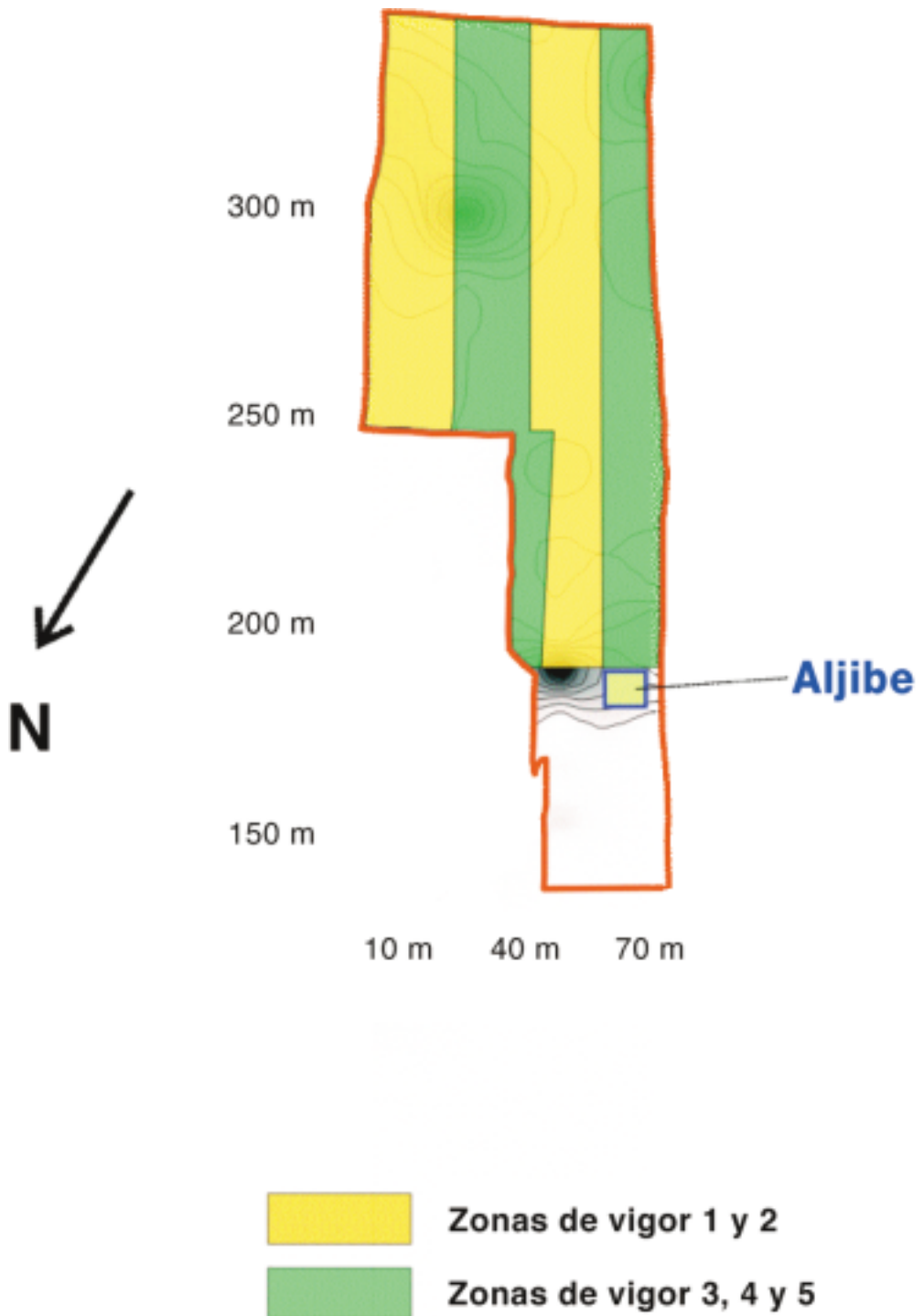


Figura 18. Zonas de máximo y mínimo vigor en la parcela, octubre 2003.



Figura 19. Zona de la parcela próxima a la umbria donde se aprecia la diferencia de vigor. A la derecha el vigor oscila entre 1-3 y a la izquierda entre 4-5.

También hay que señalar que las zonas de vigor 1-2 corresponden con los puntos de la parcela con una topografía más abrupta, el suelo es menos arenoso y la costra caliza es más superficial, apareciendo a partir de los 30 cm de profundidad.

Con el fin de estudiar la evolución del crecimiento de la plantación, una vez acabada la brotación, en abril de 2004 se realizó un nuevo muestreo visual, planta por planta, utilizando la misma escala que en octubre de 2003 (Cuadro 4; Fig. 20).

Cuadro 4. Vigor de las plantas, abril 2004.

Estado	0	1	2	3	4	5	Total
Nº plantas	98	395	443	692	401	371	2.400
%	4	16	18	29	17	16	100

Comparando los datos de los dos muestreos (Fig. 21) no se observan diferencias en la evolución del vigor entre los seis meses de intervalo, presentándose los mismos rodales de crecimiento. El esquema de crecimiento resultante de la parcela es similar al muestreo realizado en octubre de 2003.

GRÁFICO ESTUDIO VIGOR PLANTAS «LA JIMENA». Abril 2004

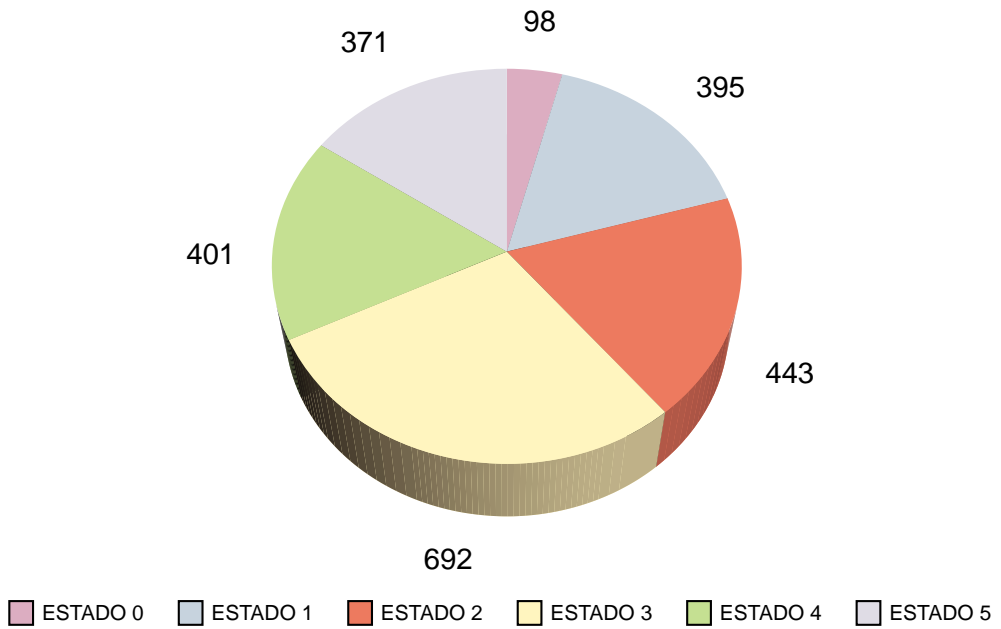


GRÁFICO ESTUDIO VIGOR PLANTAS (%) «LA JIMENA». Abril 2004

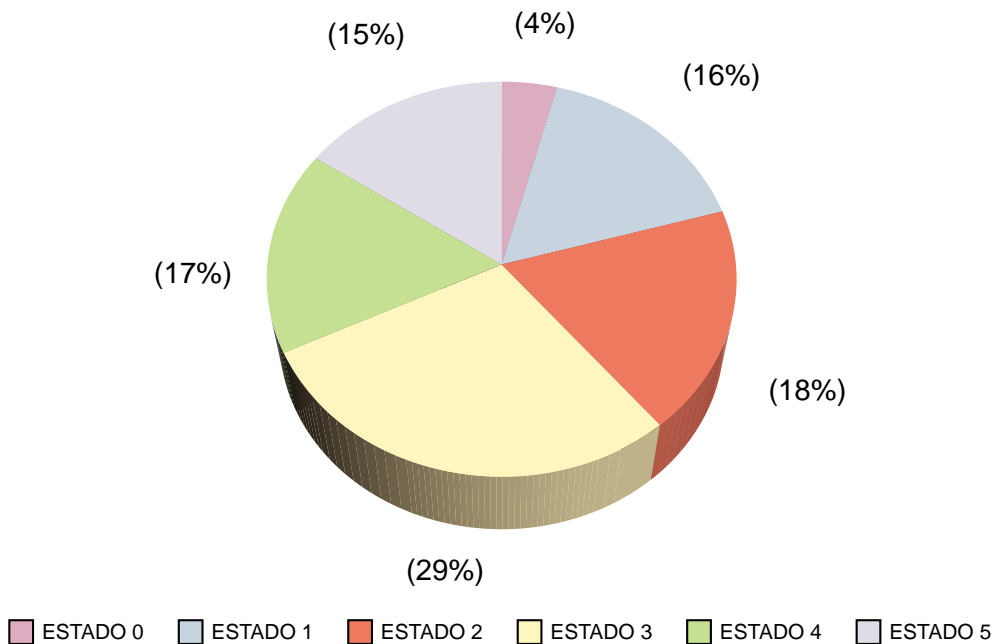


Figura 20. Vigor de las plantas, abril 2004.

- En el estado 0 existe un pequeño aumento de un 3% a un 4%, es decir de 83 a 98 plantas en el total de la parcela, que pone de manifiesto la aparición de nuevas marras.
- En el estado 1 se ha producido una ligera disminución, pasando de un 20% a un 16%, esto es debido a que las vides han ido creciendo y pasando a niveles de vigor más altos (3 y 4).
- En el estado 2 no se produce variación de crecimiento en los dos periodos, siendo los porcentajes de vigor idénticos.
- En los estados 3, 4 y 5 se produce un ligero aumento de vigor, poco significativo, originado por la evolución de las plantas desde el estado 1.

La diferencia más significativa que se observa en el estudio de vigor se ha producido en la ralentización de las plantas ubicadas en las calles donde se aplicó el alpechín, debido a que se utilizó a una dosis elevada (18 L·m²), lo que nos indica que en el futuro se deberá establecer la dosis y el protocolo de aplicación adecuado. Hay que recordar que el empleo de alpechín en suelos agrícolas está sujeto a la legislación medioambiental correspondiente.

GRÁFICO COMPARATIVO VIGOR PLANTAS. PERIODO: Octubre 2003-Abril 2004

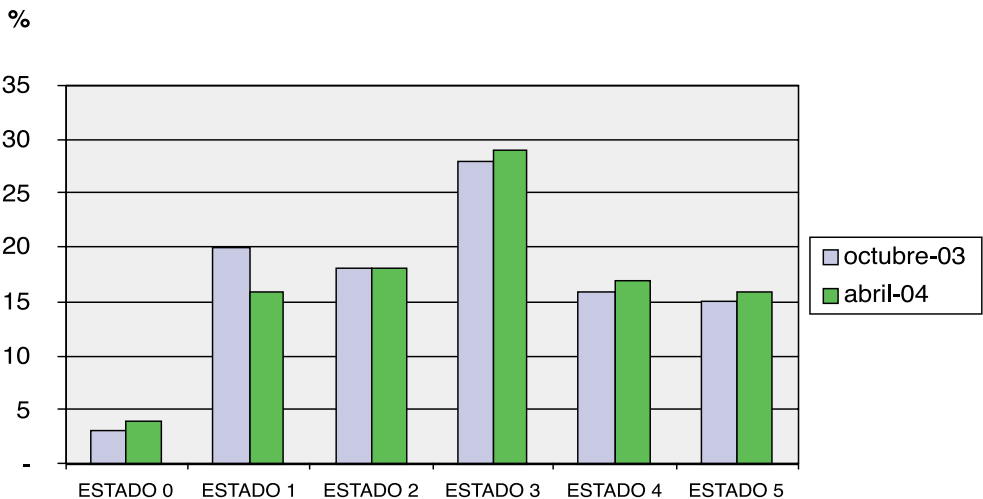


Figura 21. Estudio comparativo del vigor de las plantas, octubre 2003 y abril 2004.

9. Resultados finales

De todas las actuaciones realizadas se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Una vez aplicado el estiércol de cabra en toda la superficie a una dosis de $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, sólo apareció algún individuo de *X. index* en los bordes de la parcela o donde la aplicación del estiércol no fue correcta, aunque hay que señalar que en general se trata de juveniles, más resistentes a la biofumigación y que al realizar la muda pierden su capacidad para transmitir el virus. Resultados que se confirman con un tratamiento de $50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de estiércol de oveja más gallinaza (en la proporción 7:3) que se aplicó en el mes de abril de 2004 en el viñedo colindante que resultó eficaz, con la diferencia de que no se empleó plástico. Se eligió este último tratamiento como referencia en el estudio económico de la biofumigación.
- Se encuentra que en los 25 perfiles realizados en las diferentes zonas de las parcelas estudiadas la presencia de nematodos fue testimonial, salvo excepciones, lo que nos permite concluir que la biofumigación combinada con al menos dos años de barbecho puede ser una alternativa eficaz para la desinfección de suelos, aunque existe un cierto riesgo cuando la biofumigación se hace en bandas.
- El alpechín a la dosis de $18 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}$ ha eliminado totalmente los nematodos que quedaron en las calles de la plantación, aunque habría que establecer la dosis y el método de aplicación adecuado.
- Los pámpanos, tanto los que presentaban escaso vigor (estado 1) como los que lo presentaban alto (estado 5), resultaron negativos para el virus GFLV cuando se aplica el método ELISA para determinar su presencia.

10. Estudio económico de la biofumigación

Se exponen a continuación, de forma resumida, los costes de la biofumigación bajo plástico. Se toman como referencia los tratamientos con 50 t·ha⁻¹ de estiércol de cabra más gallinaza (en la proporción 7:3) que se aplicó en el mes de abril de 2004 sin la utilización de plástico en el viñedo colindante y que resultó eficaz, aunque se recuerda que éste debe aplicarse uniformemente, inmediatamente después del arranque del viñedo, para evitar que los nematodos se desplacen en profundidad, puesto que *X. index* se ha encontrado en las muestras recogidas entre 160-190 cm de profundidad. Por ello se recuerda que es necesario realizar un barbecho de al menos dos años de duración.

En la valoración económica se incluye también la aplicación del alpechín para estimar su posible utilización como método alternativo de control. Se comparan económicamente todos los tratamientos realizados con el método de desinfección convencional. También se tiene en cuenta la repercusión económica de los dos años de barbecho, tomando en este caso como referencia el coste de 200 € por año de barbecho, considerando que serían necesarios al menos dos años para un posible control total de *X. index*.

De la valoración económica obtenida se puede destacar lo siguiente:

- El coste por hectárea de la biofumigación es inferior al de la desinfección en agricultura convencional, tomando como referencia en esta última los costes por hectárea que han sido aprobados en la Orden de 29 de agosto de 2000 de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, por la que se establecen normas reguladoras de las ayudas relativas a reestructuración y reconversión del viñedo en la Región de Murcia.
- La diferencia de coste es de 359 €/ha, siendo mayor en agricultura convencional con respecto a la ecológica, aunque esta cifra aumentaría drásticamente si se elimina el empleo de plástico, utilizado para retener la humedad (609 €/ha menos), aunque en esa situación la duración del período de barbecho puede ser al menos de dos años para que haya un control eficaz. **Al eliminar el plástico el coste de la biofumigación sería de 1.535 €/ha**, que es inferior en 968 €/ha al coste de la desinfección en agricultura convencional.

AGRICULTURA ECOLÓGICA

	€/ha
Plástico:	
– Mano de obra y maquinaria	102
– Material 300 kg·ha ⁻¹ a 1,69 €/kg	507
Estiércol:	
– Caprino u ovino 35.000 kg·ha ⁻¹ a 0,024 €/kg	840
– Gallinaza 15.000 kg·ha ⁻¹ a 0,015 €/kg	225
– Aplicación con maquinaria	70
Barbecho (2 años)	400
COSTE TOTAL	2.144

APLICACIÓN DE ALPECHÍN

Maquinaria y mano de obra	288
Barbecho (2 años)	400
COSTE TOTAL	688

AGRICULTURA CONVENCIONAL

Materia activa aplicada, maquinaria y mano de obra	2.103
Barbecho (2 años)	400
COSTE TOTAL	2.503

- La utilización de alpechín podría ser una alternativa mucho más económica, pero en este caso hay que precisar la dosis y el método de aplicación, así como modificar la normativa vigente relativa al impacto ambiental de este producto.

CONCLUSIONES

La biofumigación mediante la aplicación de una mezcla de estiércol de cabra o de oveja combinado con gallinaza (proporción 7:3) a la dosis de 50 t·ha⁻¹ sin la aplicación de plástico, resultó eficaz en el control de *X. index*, nematodo vector del virus causante de la enfermedad del “entrenudo corto infeccioso de la vid”, cuando ésta se combina con al

menos dos años de barbecho. Para evitar que los nematodos se desplacen en profundidad se recomienda su aplicación inmediatamente después del arranque del viñedo, preferentemente después de la vendimia, durante los meses de octubre o noviembre. No se han observado efectos negativos sobre la planta y el ambiente. Se está optimizando la dosis de estiércol mediante la mezcla con gallinaza para reducir dosis y costes, así como determinar la duración del periodo de barbecho.

Después de dos años de barbecho se observó también un descenso importante de las poblaciones de *X. index*, aunque no se puede considerar una alternativa eficaz de control, algo que también sucede con los tratamientos de solarización, que provocan el desplazamiento en profundidad de los nematodos. Para determinar la duración del barbecho se debe recordar que los nematodos se mantienen vivos en suelo estéril durante 9 ó 10 meses, y siempre que no queden en el suelo raíces vivas.

En todos los tratamientos hay que tener en cuenta la necesidad de eliminar del suelo las raíces vivas, ya que pueden actuar como reservorio de virus y producir más tarde una nueva infección en el viñedo replantado, para ello sería necesario realizar labores profundas que permitan la desaparición de las raíces vivas.

La biofumigación se encarece relativamente cuando se utiliza plástico, debido al coste del material y de su colocación en la parcela, por lo que se considera que no es necesario emplearlo si se establece una duración óptima del barbecho. No hay que olvidar, además, las ventajas de la aportación de materia orgánica (estiércol) al suelo, al actuar como mejorante de la fertilidad del suelo, y el beneficio medioambiental que se genera al reducir el empleo de agroquímicos, así como la retención de humedad debida a la lámina de polietileno, aunque para este fin se podría estudiar el empleo como alternativa de cubiertas de origen vegetal.

Antes de aplicar la biofumigación es necesario hacer un análisis previo al arranque del viñedo para comprobar la existencia de patógenos, al tiempo que se debe tener en cuenta la presencia de síntomas en las plantas, puesto que en el caso de que no hubiera problemas de nematodos, bastaría establecer un periodo de barbecho y labores preparatorias del terreno adecuadas por lo que no sería necesario realizar una desinfección de suelo. La eliminación de *X. index* se ha observado en los viñedos en solana o en aquellos suelos que llevan diez años sin viñedo.

Actualmente se continúa con nuevos ensayos y técnicas tendentes a optimizar la biofumigación, mediante la reducción de la dosis del material biofumigante, tratando de aplicarla a toda la superficie de la parcela, en lugar de hacer una biofumigación en bandas. También se está ensayando la utilización de otros subproductos agroindustriales como biofumigantes con el fin de reducir los costes.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los investigadores Antonio Bello Pérez y María Arias Delgado por su ayuda en la dirección del trabajo, así como a Casimiro Martínez Martínez, José María Carreño Medina y al equipo del Dpto. de Agroecología del Centro de Ciencias Medioambientales, del CSIC (Madrid), por su colaboración técnica; al investigador Alfredo Lacasa Plasencia, del IMIDA (Murcia), por su colaboración en el diseño experimental de la biofumigación en bandas; Jesús Fresno Pérez, investigador del SGIT-INIA (Madrid), por la determinación de los virus; Pedro García Albert, Presidente de COAG-Jumilla, por su colaboración y a la Bodega San Isidro (BSI) por la aportación de los productos utilizados en los experimentos de campo.

Bibliografía

- ARIAS, M.; J. FRESNO, J. A. LÓPEZ PÉREZ, M. ESCUER, S. C. ARCOS, A. BELLO. 1997. *Nematodos, virosis y manejo del viñedo en Castilla-La Mancha*. CSIC-JCCM, Madrid, 117 pp.
- BELLO, A., M. ARIAS, J. A. LÓPEZ PÉREZ, A. GARCÍA ÁLVAREZ, J. FRESNO, M. ESCUER, S. C. ARCOS, A. LACASA, R. SANZ, M. A. DÍEZ ROJO, A. PIEDRA BUENA, C. GOITIA, J. L. de la HORRA, C. MARTÍNEZ. 2004. Biofumigation, fallow and nematode management in vineyard replant. *Nematropica* 34, 53-64.
- BELLO, A., J. A. LÓPEZ PÉREZ, A. GARCÍA ÁLVAREZ (Eds). 2003. *Biofumigación en agricultura extensiva de regadío*. Fundación Ruralcaja-Mundi Prensa, Alicante, 670 pp.
- GARCÍA ÁLVAREZ, A., M.A. DÍEZ ROJO, J.A. LÓPEZ PÉREZ, A. BELLO. 2004. Materia orgánica, biofumigación y manejo de organismos de suelos patógenos de vegetales. J. Labrador (Edit.). *Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería ecológica*. SEAE, Valencia, 71-76.
- LACASA, A., M. M. GUERRERO DÍAZ, M. ONCINA DELTELL (Eds). 2004. *Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento*. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Región de Murcia, 335 pp.

Información

Para cualquier información complementaria, pueden dirigirse a:

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y AGUA

- **Servicios Centrales**

Plaza Juan XXIII, s/n. - 30008 Murcia

Teléfonos: 968 36 27 01 - 968 36 27 26 • Fax: 968 36 64 09

- **Centros Integrados de Formación y Experiencias Agrarias**

Jumilla

Ingeniero La Cierva, s/n.

Tel.: 968 78 09 12 • Fax: 968 78 30 11

Lorca

Ctra. Águilas, km. 2

Tel.: 968 46 85 50 • Fax: 968 46 84 23

Molina de Segura

Gutiérrez Mellado, 17

Tel.: 968 38 90 36 • Fax: 968 64 34 33

Torre Pacheco

Avda. Gerardo Molina, s/n.

Tel.: 968 57 82 00 • Fax: 968 57 82 04

- **Oficinas Comarcales Agrarias**

Jumilla

Avda. Reyes Católicos, 2

Tel.: 968 78 02 35 • Fax: 968 78 04 91

Cieza

Ctra. Murcia, s/n.

Tel.: 968 76 07 05 • Fax: 968 76 01 10

Caravaca de la Cruz

C/. Julián Rivero, 2

Tel.: 968 70 76 66 • Fax: 968 70 26 62

Molina de Segura

Ctra. Fortuna, s/n.

Tel.: 968 61 04 07 • Fax: 968 61 61 12

Mula

B.º Juan Viñeglas

Tel.: 968 66 01 52 • Fax: 968 66 01 80

(Ext. 64024)

Murcia

Plaza Juan XXIII, s/n.

Tel.: 968 36 27 00 • Fax: 968 36 28 64

Lorca

Ctra. de Águilas, s/n.

Tel.: 968 46 73 84 • Fax: 968 46 73 57

Torre Pacheco

Avda. Gerardo Molina, s/n.

Tel.: 968 57 84 06 • Fax: 968 57 76 68

Alhama

C/. Acisclo Díaz, s/n.

Tel.: 968 63 02 91 • Fax: 968 63 19 82

Cartagena

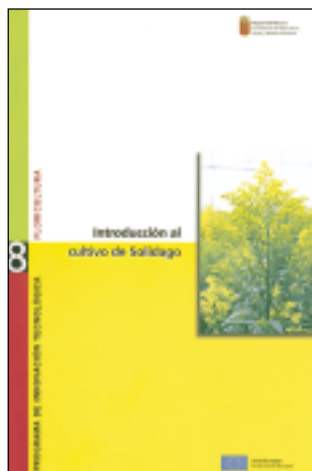
C/. Jara, 29

Tel.: 968 50 81 33 • Fax: 968 52 95 71

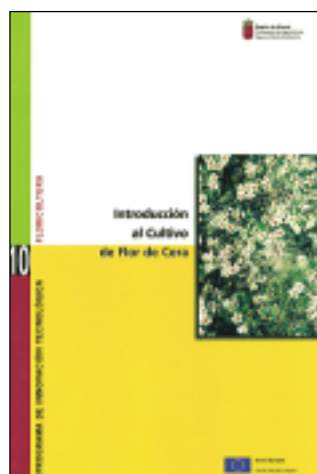
ORGANIZACIONES PROFESIONALES AGRARIAS

FEDERACIONES DE COOPERATIVAS AGRARIAS

OTRAS PUBLICACIONES DE LA SERIE



OTRAS PUBLICACIONES DE LA SERIE



OTRAS PUBLICACIONES DE LA SERIE

- N.º 1.- Las podredumbres del racimo en la uva de mesa. Incidencias en la Región de Murcia.
- N.º 2.- Comportamiento vegetativo y productivo de variedades de almendro.
- N.º 3.- Estructura varietal de los cultivos de lechuga iceberg y coliflor (campo de Cartagena, campaña 1997-1998).
- N.º 4.- Cultivo de clavel en banqueta de arena: una alternativa a la producción en suelo.
- N.º 5.- Producción Integrada. Alimentos sanos y garantizados. Normativa reguladora.
- N.º 6.- El desarrollo de la agricultura de producción integrada en la Comunidad Autónoma de Murcia.
- N.º 7.- Producción de conejo de carne. Reposición de reproductores en el cruzamiento doble.
- N.º 8.- Introducción al cultivo de solidago.
- N.º 9.- Balance de variedades de lechuga en el campo de Cartagena.
- N.º 10.- Introducción al cultivo de flor de cera.
- N.º 11.- Contaminación por nitratos en pimiento de invernadero en el campo de Cartagena.
- N.º 12.- Abonado nitrogenado y producción en pimiento de invernadero en el campo de Cartagena.
- N.º 13.- Producción de variedades de melón tipo «Galia» y «Cantalupo».
- N.º 14.- Stative de Meristemo para producción invernal.
- N.º 15.- Comportamiento y caracterización de nuevas variedades de uva para vinificación en el Altiplano.
- N.º 16.- Ensayo de nuevas variedades de melón.
- N.º 17.- Comportamiento de nuevas variedades de alcachofa procedentes de semilla en el Valle del Guadalentín.
- N.º 18.- Ensayo de variedades de pimiento para pimentón en el Valle del Guadalentín.