

CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS EN UN CULTIVO DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUM, L.*) BAJO INVERNADERO

J. CÁNOVAS CUENCA
E. MOLINA NAVARRO
J. NAVARRO SÁNCHEZ

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario
Estación Sericícola
30150 La Alberca (Murcia)

E. GONZÁLEZ LEZCANO
J. CUESTA JUARROS

Laboratorio Agrario y de Medio Ambiente
Ctra. de Mazarrón, km. 2. 30120 El Palmar (Murcia)

N. ALCARAZ ALONSO
M. C. GÓMEZ HERNÁNDEZ

Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias
Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia
Avda. Gerardo Molina, s/n. 30700 Torre-Pacheco (Murcia)

RESUMEN

La principal finalidad del proyecto era la de obtener datos reales sobre la persistencia y distribución medioambiental de plaguicidas en unas parcelas de pimiento bajo invernadero cultivadas desde hace cinco años, utilizando únicamente un plaguicida en el cultivo para evitar interacciones con los preexistentes. Se empleó la lucha biológica y el insecticida Buprofezín, de uso común en el cultivo de pimientos de invernadero en el Campo de Cartagena. Se pretendía también comprobar el efecto de los tratamientos con Buprofezín sobre la contaminación, los artrópodos empleados en la lucha biológica y los residuos en producción y así poder establecer unas recomendaciones de uso en el ámbito de una agricultura respetuosa con el medio ambiente. Para ello se diseñó un ensayo con tres tratamientos de plaguicida (T-0= sin plaguicida, T-1= aplicación bisemanal, T-2= aplicación semanal) y dosis fija, controlando la cantidad de plaguicida lixiviado en el tiempo, por medio de ocho lisímetros de drenaje de $7 \times 7 \times 0,8 \text{ m}^3$, y su presencia en suelos y plantas, ensayo que se llevó a cabo en el año 2002. Los resultados

han demostrado que la práctica de una adecuada aplicación de fitosanitarios contribuye a la reducción de los mismos en los ecosistemas naturales, sin afectar a la cantidad ni calidad de las cosechas, habiéndose comprobado en el ensayo como se produce una presencia de pesticidas hasta un 25 % mayor en suelo y hasta 2,3 veces mayor en frutos con exceso de aplicaciones, que no ha aumentado en cambio la efectividad de la lucha contra las plagas. La aplicación continuada de plaguicida también hace que al final del ciclo se supere el Límite Máximo de Residuos. También se ha comprobado como la persistencia y distribución medioambiental de ciertos fitosanitarios supera el período anual de cultivo durante el que se aplica, apareciendo en suelos Bromopropilato, Buprofezín, DDEpp y Penconazol, y en los lixiviados Lindano, Buprofezín, Fenitrotion y Clorpírifos. La lucha biológica ha sido muy efectiva en este cultivo.

INTRODUCCIÓN

La principal finalidad del proyecto es la de obtener datos reales sobre la persistencia y distribución medioambiental de plaguicidas de uso común en el cultivo de pimiento grueso bajo invernadero en el Campo de Cartagena a fin de prevenir contaminaciones. Se ha diseñado el ensayo este año, empleando un único plaguicida en el cultivo para evitar interacciones con los metabolitos de otros pesticidas aplicados en años anteriores y de, esta manera, homogeneizar las parcelas para futuros ensayos. El plaguicida utilizado ha sido el Buprofezin, por ser la mosca blanca el problema de más difícil control biológico actualmente en los invernaderos de pimiento.

Hoy día la utilización de sustancias químicas de síntesis es casi imprescindible en la mayoría de los sistemas de producción intensivos, como es el caso del cultivo de pimiento grueso en invernadero. Sin embargo, esta utilización conlleva la aparición de otros problemas, tales como la presencia de residuos de las sustancias en los alimentos o la contaminación de las aguas, suelos, sedimentos, etc., como consecuencia de su liberación al medio ambiente.

Esta preocupación por el medio ambiente, que aparece como uno de los principios fundamentales de la gestión de sustancias químicas, es particularmente intensa en los plaguicidas, al ser sustancias biológicamente activas, lo que ha justificado el desarrollo de directivas específicas, como la Directiva 91/414/CE y la 98/8/CE que exigen la realización de análisis de riesgo específicos para garantizar la inocuidad de estos productos. Estos programas se basan en el criterio de «no efecto», que supone que cualquier actividad pueda conllevar la emisión de determinadas sustancias tóxicas en el medio ambiente (contaminación), siempre que esta emisión no tenga consecuencias adversas (polución). Los protocolos de Evaluación de Riesgos Ambientales (ERA) precisamente tratan de determinar el límite entre la contaminación y la polución, mediante procedimientos científicos basados en la información disponible, cuyo perfeccionamiento es la mejor herramienta para garantizar una utilización adecuada.

Como soporte del ensayo se utilizó un invernadero ubicado en la comarca del Campo de Cartagena en el que se ensayó uno de los cultivos más representativos de la zona, el cultivo de pimiento grueso bajo invernadero (tipo California, cultivar «Ribera»). En esta Comarca el cultivo del pimiento bajo invernadero ocupa una extensión de más de 1.700 ha, demanda más de 2 millones de jornales al año y participa en la producción final agraria de la Región de Murcia en una cantidad superior a 60 millones de euros (AMOPA, 2000).

Todo ello justifica que el mantenimiento de la productividad del cultivo en condiciones de efecto mínimo sobre el medio ambiente sea un objetivo deseable y necesario desde el punto de vista socioeconómico. Para conseguir este objetivo es necesario disponer de información científico-técnica necesaria que permita optimizar las dosis de pesticidas en función de su eficiencia y del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Infraestructuras

Este proyecto de investigación comenzó a desarrollarse en el último trimestre del año 2001, contándose con las infraestructuras necesarias para contener las variantes objeto de ensayo, que fueron ejecutadas durante el último trimestre de 1997, y que consisten en un invernadero tipo multicapilla con ocho lisímetros de drenaje en su interior.

El conjunto de ocho lisímetros, bajo invernadero, es la estructura fundamental del proyecto. Se distribuyen en dos series de cuatro unidades, cada una de ellas ocupa la mitad del invernadero; en el centro, a todo lo largo, se han construido dos zanjas de un metro de anchura y un metro de profundidad, a las que vierten las aguas de la serie adyacente de lisímetros, vertido que tiene lugar a través de válvulas seguidas de contadores de molinillo. Los lisímetros tienen forma prismática, de sección cuadrangular cuya base superior, horizontal, mide 7,80 metros de largo por 6,65 metros de ancho. Su profundidad varía entre 0,7 m en la parte del lateral del invernadero y 0,8 m junto a la zanja central, lo que asegura inclinación suficiente para que puedan verter los flujos lixiviados a través de las válvulas situadas en el fondo de los lisímetros.

Los lisímetros se llenaron de tierra de cultivo procurando ordenar los horizontes conforme a la distribución existente al momento de la excavación, operación esta que se realizó en los últimos meses de 1997, tras lo cual se han llevado a cabo cuatro cultivos de pimiento grueso desde ese año. Tras estercolar, desinfectar y dar labores de rotovator se instaló la red de riego de goteo.

Sobre toda la infraestructura descrita se construyó un invernadero multitúnel, formado por dos módulos de 34 metros de largo por 10 metros de ancho cada uno, en total 680 m² de superficie cubierta. Está provisto de ventilación cenital automatizada por medio de sensores que aportan datos sobre temperatura interna, humedad relativa interna, velocidad del viento, dirección de tiempo y lluvia. También cuenta con pantalla térmica aluminizada para evitar golpes de sol durante el día y pérdidas de temperatura por la noche.

Material vegetal

La preferencia en el empleo de lucha biológica en el cultivo por las características del ensayo hacen recomendable utilizar cultivares resistentes a las virosis, que es el principal problema sanitario de los cultivos actualmente. Por su mayor resistencia genética a las virosis y por suponer ya el 60 % del pimiento grueso bajo invernadero cultivado en el Campo de Cartagena, debido a su buena y creciente aceptación para la exportación, se ha elegido para el ensayo un tipo «California», cultivar «Ribera». El éxito del pimiento dulce cuadrado en los mercados del norte y centro de Europa es por su mejor clasificación y presentación, colores más uniformes que los tipos largos y mayor consistencia, por tener mayor espesor de la carne.

Diseño experimental

Se diseñó un experimento con 3 dosis del plaguicida, repetidas en tres bloques al azar, que se realizó durante el año 2002. Las parcelas se cultivaron aplicando los conocimientos de la Producción Integrada en la lucha biológica, a fin de utilizar únicamente un sólo plaguicida en el cultivo para evitar interacciones. La aplicación de un único plaguicida durante el año 2002 se ha programado para que sea un «año en blanco» en cuanto al uso de fitosanitarios. Se ha pretendido evitar el uso de otras materias activas y la eliminación de la mayor parte de los residuos preexistentes con vistas a realizar un ensayo de persistencia y distribución medioambiental con mayor número de sustancias activas.

Para la determinación de residuos de plaguicidas se empleó la cromatografía gaseosa, contando actualmente con cromatógrafos de gases HP 5890 serie II provistos de los detectores específicos de captura de electrones (ECD), fotométrico de llamas (FPO), termoiónico alcalino (NPD) y espectrométrico de masas (MSD), así como los necesarios sistemas de integración y tratamiento de datos y diferentes columnas para la confirmación de resultados.

También se dispone del sistema GC/MS/MS Varian SATURM 2000 para análisis de pesticidas, compuesto por cromatógrafo Varian 3800 con inyector capilar con opción criogénica, inyector automático Varian 8200, Kit de inyección de grandes volúmenes y sistema de ionización química, entre otros equipamientos.

Asimismo se dispone de la metodología para la determinación de distintos grupos de plaguicidas en aguas, suelos y material vegetal. Entre las materias activas analizadas, el Buprofezín se determinó por Cromatografía Gaseosa y detectores NPD/MSD y MS/MS (masas/masas).

Durante el año 2002 se han ensayado 3 dosis del plaguicida Buprofezín en pimiento grueso cultivado en invernadero del cultivar «Ribera», tipo «California», que es uno de los de más amplio uso en la zona, con riego localizado. Los tres tratamientos ensayados son: T-0 = sin plaguicida, T-1 = aplicación bisemanal de plaguicida y T-2 = aplicación semanal de plaguicida. Estas aplicaciones se empezaron a realizar a partir del mes de marzo, con la concentración de plaguicida recomendada por el fabricante.

Labores culturales

La desinfección del terreno se llevó a cabo por técnicas de solarización. Riego y fertilización se dosificaron según las necesidades reales del cultivo, y el control de malas hierbas se realizó por métodos mecánicos y manuales. En lo que se refiere al control fitosanitario, el principal problema ha sido el trips (*Frankliniella occidentalis*), que se combatió por medio de depredadores (*Orius*, *Amblyseius*). Los pulgones también se han controlado biológicamente por *Aphidius*, y la araña roja con el *Amblyseius* y *Phytoseiulus*. El problema de más difícil tratamiento con lucha biológica es el de la mosca blanca, que se ha combatido en las parcelas del T-1 y T-2 con el insecticida Buprofezín (Applaud de nombre comercial), que respeta bastante bien la fauna auxiliar y ha constituido la variable del estudio experimental, y también con *Eretmocerus*. No ha habido problemas de noctuidos este año.

En cuanto a las enfermedades (Botritis, Oidio), se controlaron por métodos culturales, vigilando los primeros síntomas para evitar su evolución, con una adecuada ventila-

ción, eliminando los órganos afectados y limitando los riegos y abonados nitrogenados (*Botrytis*). Contra oídio se ha empleado azufre.

Lucha biológica

El principal método de control empleado en el ensayo ha sido el biológico, por varios motivos: por la conveniencia de emplear un único plaguicida para que no haya interacciones entre metabolitos, por estar en consonancia con los métodos de agricultura en expansión en la zona y por estar dentro de la tendencia de las legislaciones respetuosas con el medio ambiente y ser el tipo de productos que a la larga va a demandar el consumidor.

Como se sabe, el método tradicional químico para la lucha contra plagas y enfermedades tiene una serie de desventajas, ya que algunos productos químicos producen resistencias, modifican y dañan las plantas, desequilibran el ecosistema, dañan a microorganismos y animales beneficiosos del suelo, contaminan las aguas y perjudican al hombre al quedar como residuos en los alimentos.

Se planificó una lucha biológica preventiva, en función de las patologías aparecidas en años anteriores y que se centró en las plagas de trips, mosca blanca, araña roja y pulgón. No obstante, todavía hacia finales de febrero el invernadero estaba asombrosamente limpio de plagas, viéndose únicamente alguna galería de minador (*Liriomyza trifolii*) proveniente de semillero y varios adultos de pudenta (*Nezara viridula*).

Frankliniella occidentalis es de difícil combate con productos químicos, debido a su modo de vida oculto (ninfas en el suelo), a su forma de desarrollo (huevos en tejidos de la planta) y su creciente resistencia a los insecticidas. Se utilizó el ácaro depredador *Amblyseius* que come larvas del trips. Hubo que hacer varias sueltas, ya que no son capaces de reproducirse sólo alimentándose de trips, hubo que detectar pronto la plaga (manchas plateadas con excrementos oscuros en las hojas, trips en flores, atrofias de tallo o frutos) y colocar trampas fotocromáticas azul claro para su detección. También se usó contra el trips el chinche *Orius laevigatus*, en una fase más avanzada del cultivo.

Contra larvas de *Bemisia tabaci* se empleó el Buprofezín, aunque al no ser selectivo contra adultos y por la creciente resistencia de la mosca a los productos químicos se combinó con lucha biológica. Ésta consistió básicamente en sueltas de la avispa parásita *Eretmocerus eremicus*, que agujerea con su aguijón las larvas de mosca y las chupa después, llegando a parasitar hasta 50 larvas en toda su vida, en las que deposita un huevo en su interior. Como medidas que se tuvieron en cuenta están la gran sensibilidad de *Eretmocerus* a productos químicos, la necesidad de detectar a tiempo la presencia de mosca (sacudir las hojas a menudo, bastando 1 mosca en cada 10 plantas para tratar) y colocar trampas fotocromáticas amarillas.

La araña roja sólo se observó en años anteriores en pequeños focos en la zona más soleada del invernadero y en los dos últimos meses de cultivo. Se combatió con los ácaros depredadores *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus permisilis*, que succionan la araña roja y sus huevos. Para que la lucha fuese exitosa se debía detectar a tiempo la araña roja en el envés de las hojas, o por los puntitos amarillentos a los que da lugar, y que no queden residuos de productos químicos al soltar el depredador.

En cuanto a los pulgones fitofágos, fueron controlados fácilmente con los tratamientos químicos en años anteriores, si bien al emplear solamente este año Buprofezin fue mayor su presencia como plaga, con sus efectos negativos conocidos de succionar la savia, taponar los estomas con sus secreciones y transmitir virus. Como depredadores se

empleó la avispa parásita *Aphidius colemani*, que actúa insertando la hembra un huevo en el interior del pulgón y desarrollándose la larva a costa del individuo parasitado, quedando una «momia». Al final del ciclo apareció otra especie de pulgón que riza la hoja, el *Aulacortum solani*, debiendo realizarse una suelta localizada de mariquitas (*Hippodamia convergens*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los tratamientos sobre la producción de pimientos

La recolección de pimientos se realizó desde principios de mayo hasta principios de julio y hubo 4 recolecciones. Se clasificaron en 2 categorías: comercial (extra, primera y segunda) y destriño. Una vez realizada la clasificación se determinaron para cada categoría el número de frutos y el peso de los mismos.

Teniendo en cuenta que la superficie real dedicada el cultivo de pimiento fue 414,96 m², la producción total media por metro cuadrado de ensayo para la campaña 2001-2002 fue 10,66 kilogramos; la producción comercial por metro cuadrado de ensayo fue de 9,93 kg, datos que ponen de manifiesto que la cosecha fue semejante a las habituales en la Comarca, y que se reflejan en la tabla 1.

Esta tabla contiene el análisis de la varianza de los datos de producción total y comercial (ANOVA con el tratamiento con Buprofezín como factor) y pone de manifiesto que, al nivel del 95%, no se aprecia efecto significativo de los tratamientos sobre las producciones, es decir, que el tratamiento en el que sólo se ha empleado la lucha biológica no ha acusado descenso de producción. Por lo tanto, se puede afirmar que la producción total de pimientos es similar para los 3 tratamientos y no se puede considerar que han tenido efecto la aplicación del plaguicida en la producción.

Estudio de la presencia inicial de plaguicidas en el suelo

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se refleja la presencia de plaguicidas en suelo para cada uno de los 8 sectores y a 3 profundidades: A = 0-20 cm, B = 20-40 cm, C = 40-60 cm.

Las figuras muestran como en un suelo estándart del Campo de Cartagena, cultivado desde hace 25 años con cultivos al aire libre y desde hace 5 con pimiento bajo invernadero, aparecen trazas de diversos pesticidas que no se han degradado en el tiempo.

El Buprofezín (APPLAUD) detectado corresponde a los tratamientos del año 2001 (de enero a julio). El Bromopropilato (NEORON) es un acaricida (4-4 dibromofenilato de isopropilo) que no se usaba desde 1998, lo que demuestra su elevada persistencia. Igual ocurre con el Penconazol (TOPAS) que es un fungicida derivado de los clorados, de uso frecuente en pimiento para la lucha contra oídio y que no se aplicaba desde 1999. Como caso extremo de persistencia en el suelo, la presencia de DDEpp, metabolito procedente de la degradación del DDT, el cual se tiene constancia de que no se emplea en la finca desde hace más de 40 años.

Para el Bromopropilato y el Penconazol la concentración es en general más elevada en la capa de suelo superficial 0-20 cm. que en las profundas. En el caso del Buprofezín no se observa correlación entre ppm detectadas y profundidad en el perfil del suelo, y en el caso del DDEpp su presencia es homogénea a lo largo de todo el perfil del suelo, ob-

teniéndose una concentración anormalmente excesiva en el lisímetro 3 a la profundidad de 20-40 cm, lo que puede ser un dato anormal.

La presencia de estos plaguicidas en general es baja, no superando las 0,08 ppm., estando en torno a las 0,01 ppm. en la mayoría de los casos.

Estudio de la presencia inicial de plaguicidas en los lixiviados

En las figuras 5, 6, 7 y 8 se reflejan los plaguicidas detectados en el lixiviado inicial antes de comenzar el cultivo, los cuales provienen de cultivos anteriores y que es indicativo del drenaje hacia las aguas subterráneas de estas sustancias. Los 8 lisímetros vienen representados por la letra L y el numero indica la muestra (1 ó 2).

Es de destacar la presencia de Lindano, insecticida organoclorado que no se usaba en la parcela desde hace 10 años, tanto en uno de los lixiviados como en el agua procedente del embalse. También es reseñable la presencia en los lixiviados de Buprofezín, empleado para combatir la mosca blanca en el cultivo del año anterior, a pesar de que se considera un producto que no lixivia. También aparece el insecticida Fenitrotion (SUMITHION), que no se aplicaba desde 1998 y el insecticida-acaricida Clorpirifos (DURSBAN), muy empleado en estos suelos hacia mediados de los 90.

No obstante, la presencia de estos plaguicidas es puntual, apareciendo sólo en alguno de los drenajes y en una proporción muy pequeña. Así, del Clorpirifos sólo se detectan 0,003 ppm y del Lindano 0,013, el Fenitrotion sólo aparece en una de las 8 muestras y el Buprofezín no supera las 0,08 ppm.

Estudio de la presencia de plaguicida en el suelo durante el ensayo

En el ensayo con Buprofezín como único tratamiento fitosanitario durante el cultivo 2001/2002 se cogieron 3 muestras de suelo (una para cada tratamiento diferencial con Buprofezín) a varias profundidades, una al inicio del cultivo (19-12-01) y otras 2 hacia al final (20-6-02), cuyos datos se reflejan en las siguientes figuras.

Como resultado del muestreo se ha observado que al principio del cultivo (19-12-02) ya no aparece Buprofezin en el suelo, habiéndose degradado el que se detectaba en el mes de julio de 2001 y que provenía del cultivo del año anterior. Con las sucesivas aplicaciones aparece este plaguicida en los tratamientos a los que se aplica y una cantidad casi despreciable en el tratamiento sin aplicación (0,007 a 0,056 ppm), proveniente posiblemente de la difusión a lo largo del invernadero. Como se observa en la figura 9, la presencia del Buprofezín es más importante en los primeros 20 cm del suelo y en el tratamiento con más aplicaciones (T-2). Al final del ciclo (10 julio) estas diferencias se disparan y la presencia de Buprofezín en el T-2 llega a ser hasta 20 veces mayor que en el T-1.

Estudio de la presencia de plaguicida en plantas de pimiento durante el ensayo

En lo que respecta a la presencia de residuos de Buprofezín en frutos, se tomaron 4 muestras a lo largo del ensayo, cuyos datos se reflejan en la figura 11.

Como se observa, hay una correlación positiva entre el número de tratamientos y su concentración, llegando a superarse el límite máximo de residuos en el T-2. El hecho de

que la concentración disminuya al final del cultivo, una vez terminados los tratamientos, es indicativo de la rapidez de degradación del producto.

CONCLUSIONES

Durante todo el ciclo de cultivo no ha aparecido Buprofezín en los lixiviados, por lo tanto no hay un efecto significativo de los tratamientos con Buprofezín sobre la cantidad de plaguicida lixiviado durante el ensayo. Este hecho deberá ser interpretado sobre la base de los datos de este estudio que informan sobre la distribución de valores acumulados de Buprofezín aportado y Buprofezín lixiviado en distintos momentos del ciclo de cultivo, datos que ponen de manifiesto la capacidad que tuvo el suelo para retener el plaguicida en cantidades superiores a las que recibió durante períodos significativos del ciclo de cultivo, así como el hecho de que la mayor parte del plaguicida se degrada.

El que apareciera Buprofezín en los lixiviados iniciales a los 6 meses de finalizar el cultivo es indicativo de la velocidad de lixiviación de esta sustancia, que tarda varios meses en aparecer en las aguas de drenaje.

Se ha constatado como en un terreno intensamente cultivado se produce lixiviación de pesticidas incluso bastante tiempo después de haber sido aplicados y cuya frecuencia y concentración es directamente proporcional a la cantidad de sustancia empleada y a la cercanía en el tiempo de su aplicación. Al parecer, cuando dejan de realizarse tratamientos fitosanitarios continuados dejan de fijarse metabolitos al suelo y se produce la lixiviación de los de cultivos anteriores.

El comportamiento de los plaguicidas en el suelo sí tiene una correlación más directa con las dosis y frecuencias de aplicación, aunque su degradación es rápida en la mayoría de los casos y si las cantidades aplicadas no son excesivas. Como es lógico, la persistencia en el suelo depende del tipo de sustancia y de la cantidad aplicada. En el caso del Buprofezín la persistencia es pequeña a dosis normales, pero puede prolongarse más allá del cultivo anual a dosis elevadas. Los plaguicidas del tipo organoclorados si presentan una persistencia elevada, aunque se ha visto como con un año de cultivo «biológico» pueden llegar a lixiviarse y degradarse.

La aparición de residuos en hojas, tallos y plantas de pimiento muestra un comportamiento lógico similar al del suelo, proporcional a las dosis aplicadas, aunque su degradación es un mecanismo mucho más rápido. La concentración del plaguicida en los órganos de la planta es mayor que en los suelos (del orden de 2 a 3 veces mayor), como consecuencia lógica de ser aplicado vía foliar, y la de los suelos mayor que la concentración de los lixiviados, ya que ésta procede de aquélla y con un desfase en el tiempo en su aparición (unos 6 meses en el caso del Buprofezín).

Las técnicas de Producción Integrada y lucha biológica en pimiento bajo invernadero están bastante perfeccionadas, apareciendo menos problemas de plagas que en años anteriores con el cultivo convencional. La aplicación del Buprofezín no parece haber afectado significativamente a los auxiliares, por su baja toxicidad.

Por lo tanto, se constata como se pueden producir pérdidas por lixiviación de un plaguicida (Buprofezín) que teóricamente no debía lixiviar y que por tanto puede contaminar las aguas subterráneas. Como recomendaciones sobre las dosis convenientes para una adecuada producción compatible con las buenas prácticas agrícolas parece que no deben sobrepasarse las recomendaciones del fabricante.

La información obtenida, que debe ampliarse utilizando otros plaguicidas, da pie a pensar que las dosis de pesticidas comúnmente empleadas en el cultivo de pimiento bajo

invernadero en la comarca del Campo de Cartagena superan a las cantidades necesarias para controlar los patógenos por debajo del umbral de daños económicos y obtener una cosecha normal sin afectar a las propiedades químicas del suelo, las aguas y sin superar el límite máximo de residuos en el producto.

El exceso de tratamientos, además de elevar los costes de cultivo, afecta a la contaminación de las aguas, residuos en las plantas y frutos y persistencia en el suelo, habiéndose comprobado en el ensayo como se produce una presencia de pesticidas un 25% mayor en suelo y hasta 2,3 veces mayor en frutos con exceso de aplicaciones.

Después de la realización de este trabajo, y según los resultados expuestos, se puede decir que el control biológico fue un éxito, llegando a un buen control de todas las plagas al final del cultivo. No siendo necesario realizar ninguna aplicación de insecticida y acaricida químicos para complementar las sueltas de los auxiliares. En este invernadero el principal problema fue la araña roja y se consiguió erradicar con sueltas de *A. californicus* y *P. persimillis*, complementadas de tratamientos con aceite parafínico (Sunspray Ultrafine). En relación al resto de plagas, se tuvieron niveles muy bajos y un elevado control con los auxiliares.

AGRADECIMIENTOS

Además de la financiación de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia, se ha contado con las instalaciones e infraestructuras de invernadero y riego y colaboración técnica de personal del Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco; análisis de aguas, suelos, plantas y lixiviados por personal del Laboratorio Agrario Regional (LAYMA), e información sobre aspectos técnicos del cultivo por parte de técnicos de la Oficina Comarcal Agraria de Cartagena-Mar Menor e investigadores del Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia. También ha sido financiada la parte de lucha biológica y el asesoramiento técnico necesario por la empresa Koppert Sistemas Biológicos, S.L.

Tabla 1

**PRODUCCIÓN TOTAL Y COMERCIAL DE CADA TRATAMIENTO,
REFERIDA A LA CAMPAÑA 2001-2002
(Parcela elemental 22 m²)**

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN TOTAL kg/m ²	PRODUCCIÓN COMERCIAL kg/m ²
T-0	10,64 a	9,81 a
T-1	11,25 a	10,49 a
T-2	10,08 a	9,48 a
MEDIA	10,66	9,93

Las cifras acompañadas con la misma letra no presentan diferencias significativas

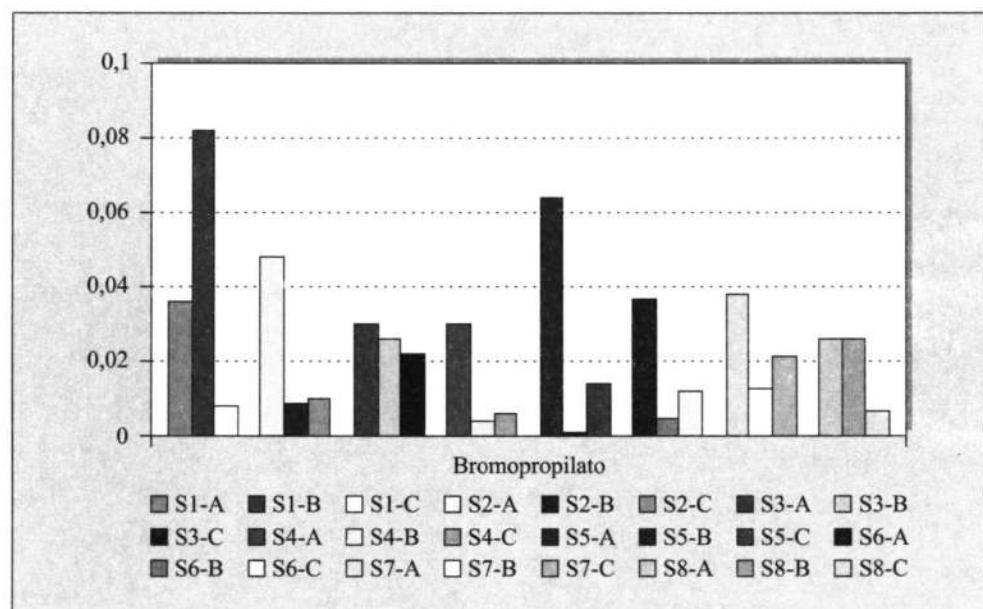


Figura 1

PRESENCIA DE BROMOPROPILATO EN MUESTRA INICIAL DE SUELOS

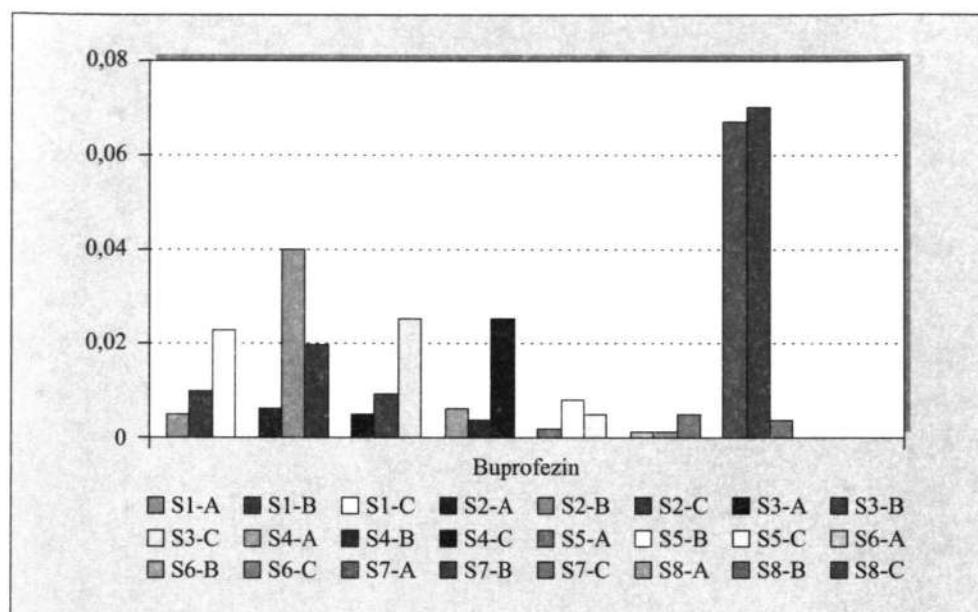


Figura 2
PRESENCIA DE BUPROFEZÍN EN MUESTRA INICIAL DE SUELOS

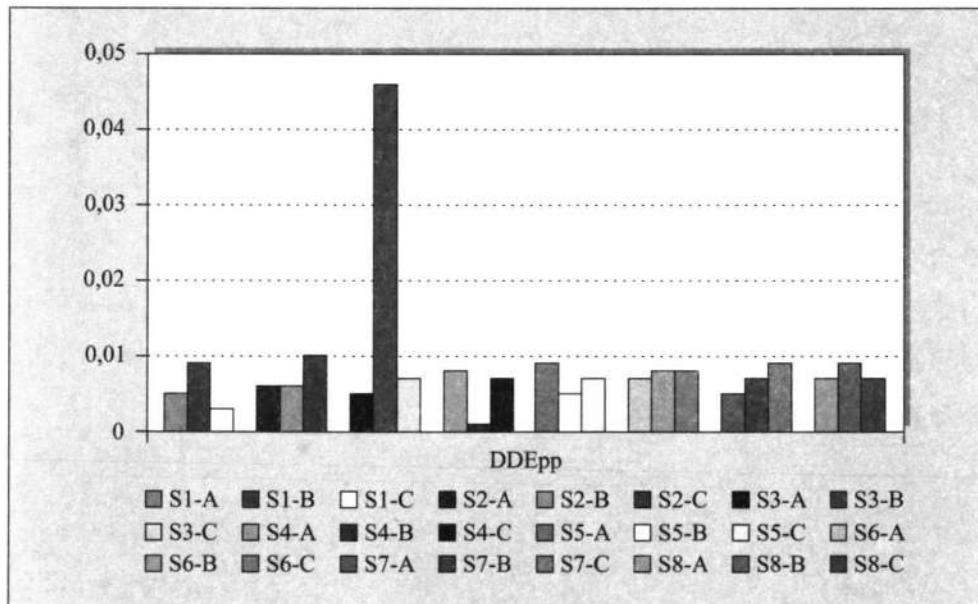


Figura 3
PRESENCIA DE DDEPP EN MUESTRA INICIAL DE SUELOS

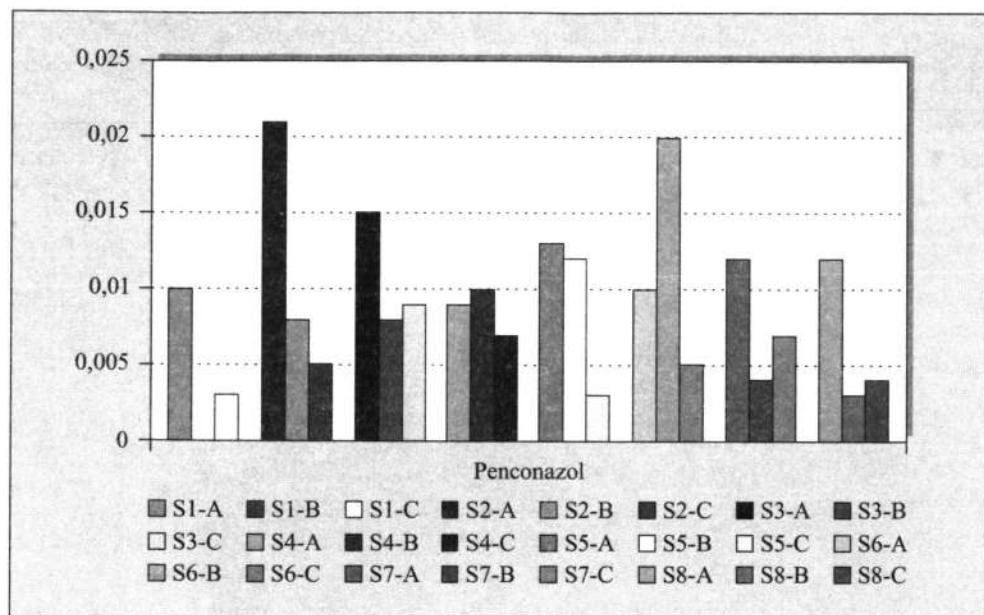


Figura 4

PRESENCIA DE PENCONAZOL EN MUESTRA INICIAL DE SUELOS

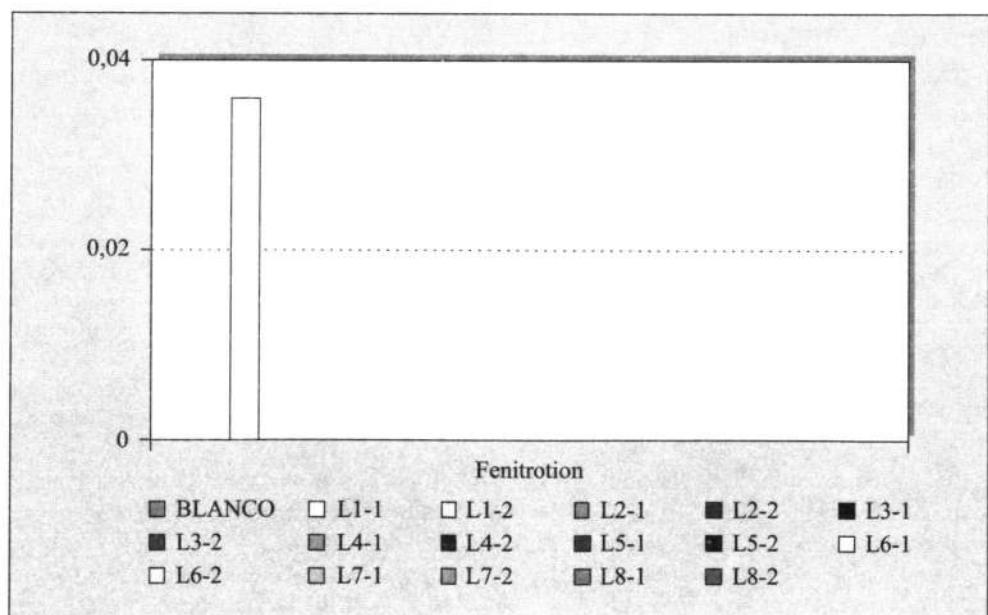


Figura 5

PRESENCIA DE FENITROTION EN MUESTRA INICIAL DE LIXIVIADOS

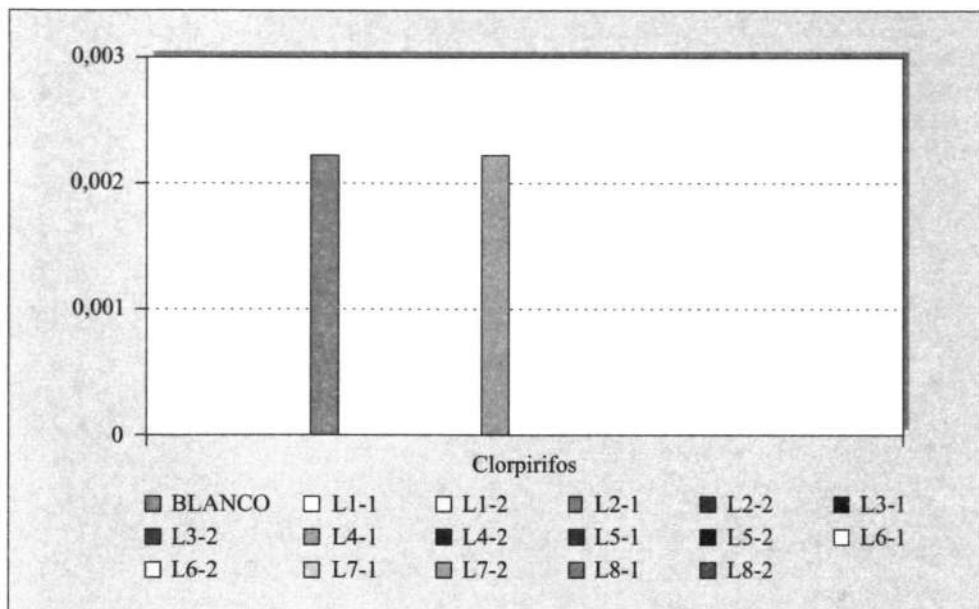


Figura 6

PRESENCIA DE CLORPIRIFOS EN MUESTRA INICIAL DE LIXIVIADOS

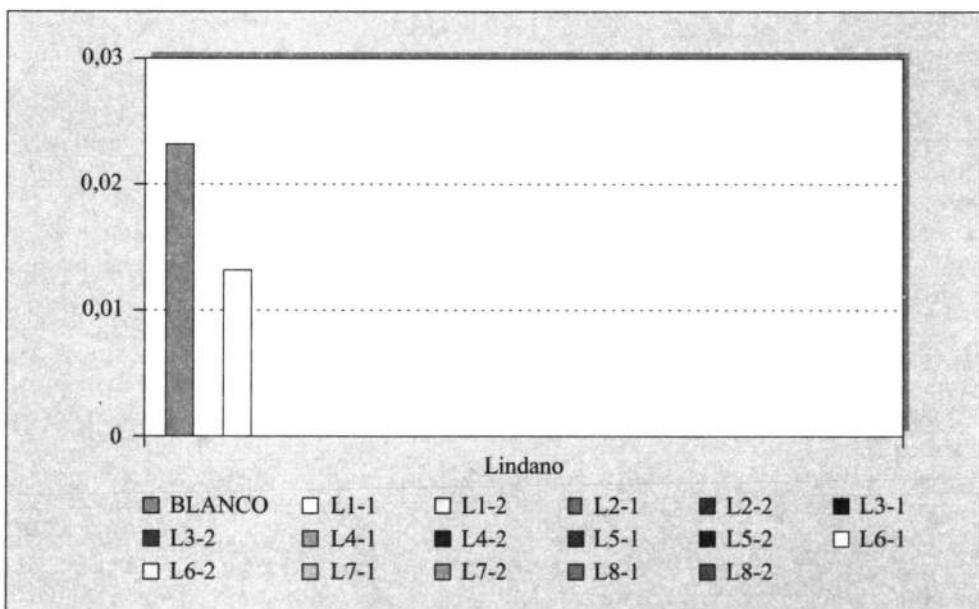


Figura 7

PRESENCIA DE LINDANO EN MUESTRA INICIAL DE LIXIVIADOS

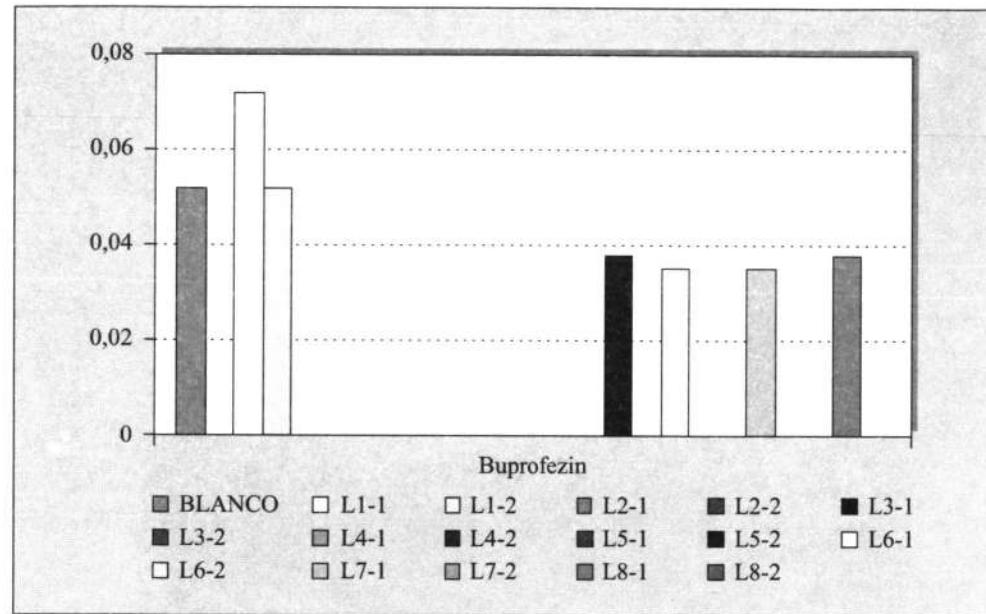


Figura 8

PRESENCIA DE BUPROFEZÍN EN MUESTRA INICIAL DE LIXIVIADOS

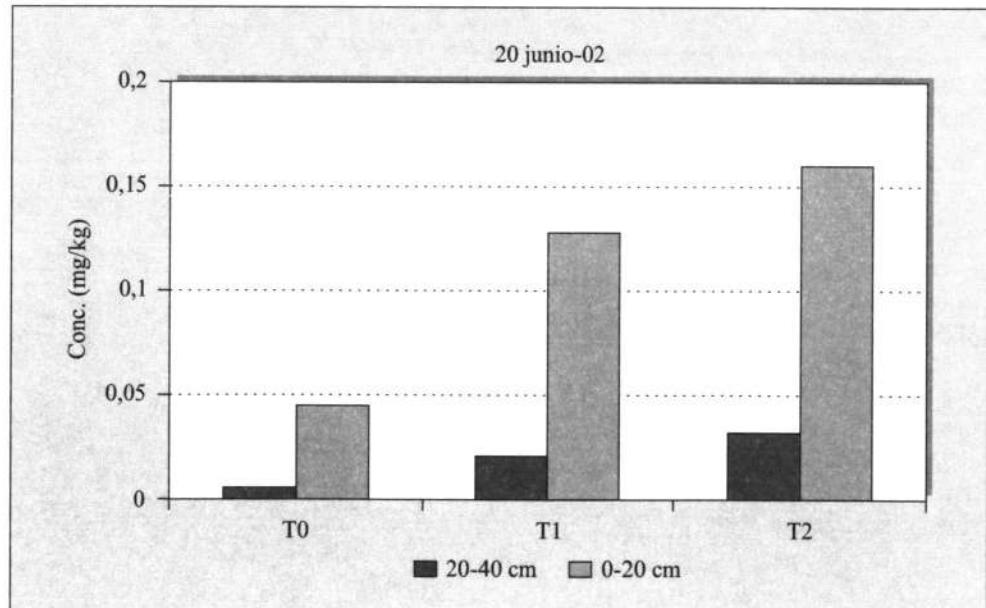


Figura 9

PRESENCIA DE BUPROFEZÍN EN EL SUELO DURANTE EL ENSAYO

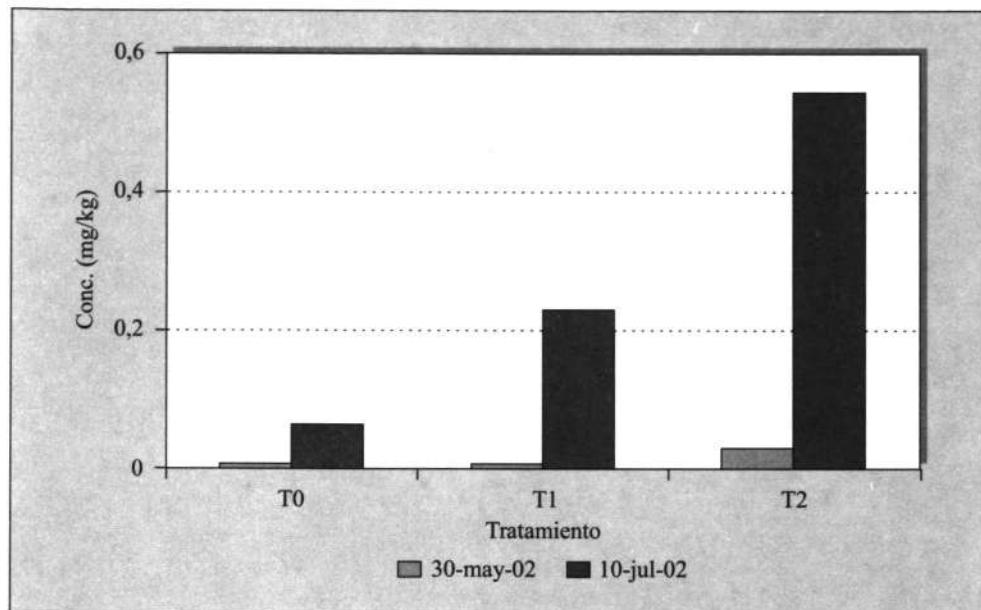


Figura 10

¿FALTA?

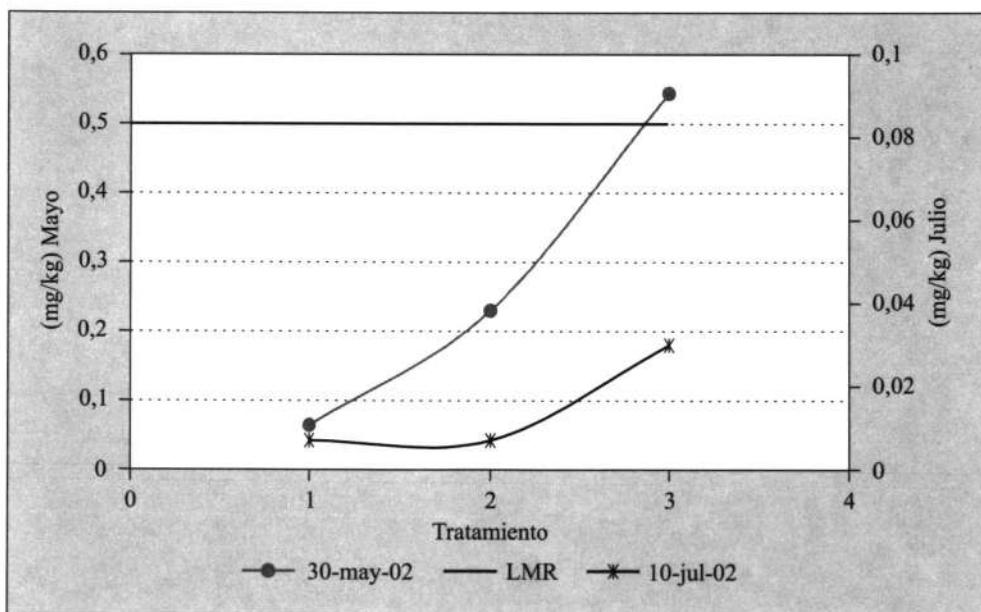


Figura 11

PRESENCIA DE BUPROFEZÍN EN FRUTOS DURANTE EL ENSAYO