

Evaluación de cubiertas de suelo para el control de malezas en la producción integrada de tomate

Mulch evaluation for weed control on integrated tomato production

A. Anzalone¹, H. Ramírez-Guerrero¹, J. Lugo¹,
A. Cirujeda², C. Zaragoza² y J. Aibar³

¹Departamento de Fitotecnia. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado postal 400. Barquisimeto, Venezuela.

²Unidad de Sanidad Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Apartado postal 727; 50080. Zaragoza, España.

³Escuela Universitaria Politécnica Superior de Huesca, Ctra. de Zaragoza, Km 67, 22071 Huesca, España.

Resumen

Se evaluó el uso de diferentes restos vegetales y papel como cubiertas de suelo para el control de malezas como alternativa al uso de polietileno no degradable en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron restos de cosecha de arroz, restos de cosecha de maíz, aserrín de madera, papel kraft y polietileno gris-negro, desherbado manual, herbicida (rimsulfuron+metribuzina) y testigo sin desherbar. Se determinó el efecto de las cubiertas sobre las malezas y su control, así como sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo. Se observó una diferencia en las especies de malezas presentes entre los tratamientos. A 63 días después del tratamiento la menor cobertura del suelo por malezas la obtuvo el herbicida (1,92%), seguido del control manual (1,50%), polietileno (4,58%) y papel (14,67%). Las cubiertas de restos vegetales y el aserrín obtuvieron valores similares entre sí, pero siempre menores a los de polietileno y papel. Los tratamientos con papel y polietileno obtuvieron mayores valores para las variables de desarrollo del cultivo, aunque la biomasa seca de las plantas a 45 días después del trasplante fue menor en polietileno que en los tratamientos de cubiertas con restos vegetales. El polietileno logró los

Recibido el 10-4-2009 ● Aceptado el 4-6-2010

Autor de correspondencia e-mail: anzalone@ucla.edu.ve; acirujeda@aragon.es; carza@aragon.es; jaibar@unizar.es

mejores rendimientos del cultivo, seguido del papel y los restos de maíz. Los materiales biodegradables evaluados son una alternativa al uso del polietileno y pueden ser de gran utilidad para la producción integrada de tomate en zonas semiáridas cálidas del trópico.

Palabras clave: acolchado, papel, polietileno, arroz, maíz, aserrín, *Lycopersicum esculentum*.

Abstract

The effect of soil mulching polyethylene and some biodegradable alternatives on weed control and tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) growth and yield was evaluated. Eight treatments were established in a completely randomized design with four replications. The mulch treatments were rice harvest residues, maize harvest residues, wood sawdust, Kraft paper and silver-black no degradable polyethylene, untreated, hand weeding and herbicide (rimsulfuron+metribuzin). The effect of treatments on weeds and the development and yield of crop were determined. A difference in weed species was observed between treatments. To 63 days after the treatment the smaller cover of the soil by weeds was herbicide (1.92%), followed by hand weeding (1.50%), polythene (4.58%) and paper (14.67%). The vegetal mulches and the wood sawdust obtained values similar to each other, but smaller than polythene and paper. For the plots with vegetal mulches, weed control was similar among them. However, these results were significantly lower from the polyethylene and paper mulches. The best vegetative growth was obtained by plastic and paper mulches. However, biomass dry matter 45 days after transplanting was lower with polyethylene than the organic mulches. The polyethylene mulch gave the highest tomato yield, followed by paper and maize harvest residues mulches. Results show that paper and vegetal mulches could be excellent biodegradable alternatives for weed control and increasing growth and tomato yields in semiarid tropical regions.

Key words: mulch, paper, polyethylene, rice, maize, wood sawdust, *Lycopersicum esculentum*.

Introducción

En los cultivos hortícolas existe una oferta limitada de herbicidas en comparación con los cultivos extensivos, por la menor superficie que ocupan (Zaragoza, 2003). Un resultado de ello es que los horticultores a menudo emplean herbicidas poco selectivos y frecuentemente tienen problemas de fitotoxicidad. Además, muchas áreas

Introduction

In horticultural crops there is a limited herbicides supply in comparison to extensive crops, by the lower surface they occupies (Zaragoza, 2003). A result of this is that horticultural workers commonly use few selective herbicides and frequently have phyto toxicity problems. Also, many horticultural production areas

de producción hortícola están cercanas a lugares con capa freática superficial, a llanuras fluviales y a ríos, lo que aumenta la preocupación medioambiental por el uso de herbicidas en estos cultivos (Tei *et al.*, 2002). Estos aspectos, junto a otros de tipo social crean limitaciones y problemas en el uso de herbicidas en cultivos hortícolas, aumentando el interés general por los métodos no químicos para el control de plagas, en especial insectos y malezas. Así, un gran número de productores de hortalizas muestran un creciente interés en combinar métodos químicos con otros métodos de control de malezas para minimizar el uso de herbicidas (Zaragoza, 2005).

El uso de cubiertas de diferentes tipos colocadas sobre el suelo para el control de malezas es una técnica de manejo para la reducción del impacto de éstas plantas sobre cultivos hortícolas. Esta técnica se conoce como acolchado, uso de coberturas, cubiertas o mulch y ha demostrado ser eficiente, por lo que es una opción frente al uso de herbicidas. Una de las alternativas más común son las cubiertas plásticas con polietileno negro y su uso conlleva una serie de ventajas técnico-ambientales, pero también presenta desventajas, como el elevado precio, los costos de manejo y la dificultad de recoger completamente los restos del plástico después de la cosecha. Otro inconveniente es que en zonas cálidas puede perjudicar a los cultivos debido al excesivo calentamiento del suelo (Radics y Székelyne, 2002; Miles *et al.*, 2003; Pardo *et al.*, 2005).

El problema de generación de desechos es uno de los mayores inconvenientes del uso de cubiertas plásticas no

are closed to places with superficial phreatic layer, to fluvial plains and to rivers, which increases environmental concern by the use of herbicides in these crops (Tei *et al.*, 2002). These aspects and other of social type create limitations and problems in use of herbicides in horticultural crops, increasing general interest by no chemical methods to pest control, especially insects and weeds. Thus, a great number of horticultural producers show a growing interest on combination of chemical methods with other weeds control to minimize the use of herbicides (Zaragoza, 2005).

The use of covers of different types placed on soil to control weeds is a management technique for reduction of impact of these plants on horticultural crops. This technique is known like mulch, use of covers, covers or mulch and it has proved to be efficient, thereby, is another option to use herbicides. One of more common alternatives are plastic covers black polyethylene and its usage takes to a serial of technical-environmental advantages, but also have disadvantages, like high price, the management costs and difficulty to pick up in a total way the rests of plastic after harvest. Other inconvenient is that in warm zones possibly cause damages to crops because the excessive soil heating (Radics and Székelyne, 2002; Miles *et al.*, 2003; Pardo *et al.*, 2005).

The wastes generation problem is one of higher inconvenient of using plastic covers no degradable to control weeds. Although low density polyethylene used in agriculture like soil cover suffer different degradation

degradables para el control de malezas. Si bien el polietileno de baja densidad utilizado en la agricultura como cubierta de suelo sufre diferentes formas de degradación por oxidación, fotodegradación, termodegradación o degradación por la acción de microorganismos (Bonhomme *et al.* 2003; Lemaire, 2003; Koutny *et al.*, 2006), este proceso, además de ser altamente variable y dependiente de las condiciones climáticas y de suelo, es muy lento y según Feuilleley *et al.* (2003) se puede tardar hasta 300 años para la degradación total del polietileno de 60 micras de espesor sin aditivos. En muchos casos el proceso de degradación es incompleto, por lo que la permanencia de estos residuos de plásticos en los campos puede alargarse en el tiempo y debido a la alta fragmentación se hace inviable la recolección; esta situación se agrava cuando la tasa de introducción es mayor que la tasa de degradación.

En 1988 en los Estados Unidos de América (EUA) existían unas 8.500 ha de producción de hortalizas bajo cubiertas de suelo y en el 87% de esa área se utilizaba polietileno de baja densidad no degradable (Schales, 1989 citado por Abdul-Baki *et al.*, 1996). En el año 2000 sólo en el estado de Florida (EUA) se cultivaron alrededor de 40.000 ha bajo acolchado con polietileno negro (Hochmuth *et al.*, 2002). Si bien no existen cifras exactas, se estima que China puede estar utilizando cinco veces más plástico para cubiertas de suelo que EUA, mientras en Taiwán en el año 2001 se utilizaron unas 5.500 t de plásticos para cubiertas en 31.220 ha (Scott, 2005). En Venezuela el uso de plástico de polietileno como cubierta de suelo se limita a un grupo reducido de

ways by oxidizing, photo-degradation, thermo-degradation or degradation by the microorganisms action (Bonhomme *et al.* 2003; Lemaire, 2003; Koutny *et al.*, 2006), this process, besides of being highly variable and depending on climatic and soil conditions, it is very slow and according to Feuilleley *et al.* (2003) can be late until 300 years for total degradation of 60 micron width without additives. In many cases the process of degradation is incomplete, thus, permanency of these plastic resources in fields can be enlarged in time and because the high fragmentation becomes recollection not viable; this situation is aggravated when introduction rate is superior than degradation rate.

In 1988, at the United State of América (USA) there would be around 8.500 ha of horts production of soil covers and in 87% of this area used low density no degradable polyethylene (Schales, 1989 cited by Abdul-Baki *et al.*, 1996). In 2000 only in Florida (USA) around 40.000 ha were cultivated under mulch with black polyethylene (Hochmuth *et al.*, 2002). Although there are not exact numbers, in China can be using five times more plastic for soil covers than USA, while in Taiwán in 2001 around 5.500 t of plastic for covers were used in 31.220 ha (Scott, 2005). In Venezuela, the use of polyethylene plastic like soil covers is limited to a reduced group of crops like watermelon, pepper, tomato and ornamental flowers, that have generate problems of wastes from this material.

Even though it is permitted, the use of plastic covers in ecological or integrated production incompatible

cultivos como el melón, pimentón, tomate y flores ornamentales, lo que ha generado problemas puntuales de residuos de este material.

Aún cuando está permitido, el uso de cubiertas plásticas en la producción ecológica o integrada parece incompatible con la filosofía de sostenibilidad que se pretende alcanzar con la implantación de estos sistemas, ya que se emplea un producto derivado del petróleo (energía no renovable) y además se genera un residuo difícil de manejar, que se degrada con lentitud y con pocas posibilidades o altos costos de reciclaje. Es por ello que deben estudiarse opciones más compatibles con el ambiente que permitan el eficiente control de las malezas, aprovechando las otras ventajas que ofrece el acolchado.

La evaluación de cubiertas de suelo biodegradables como plásticos fotodegradables, papel, fibras sintéticas, polímeros de origen vegetal, residuos de cosecha, entre otros, acapara gran parte de la investigación que se realiza en el área de los métodos no químicos para el control de malezas. Recientes trabajos con plásticos biodegradables y otros materiales muestran resultados muy prometedores, ya que pueden controlar las malezas de forma eficaz sin dejar residuos y sin necesidad de ser recogidos del campo (Martin y Pelacho, 2004; Moreno *et al.*, 2004; Cirujeda *et al.*, 2007). En este trabajo se tuvo como objetivo evaluar el uso de diferentes restos vegetales, aserrín de madera y papel como alternativa al uso herbicidas y de polietileno como cubierta de suelo para el control de malezas en un sistema de producción integrada de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.).

with sustainability philosophy to reach with implantation of these systems, because a product derived from oil is used (not removable energy) and also, a waste difficult to be managed is generated, slowly degraded and with little possibilities or high recycle costs. That is why more options more compatible to the environment have to be studied permitting the efficient control of weeds, taking advantage of other advantages that mulch offer.

Evaluation of soil biodegradable covers like photo-degradable plastics, paper, synthetic fibers, polymers of vegetal origin, harvest residues among others, capture a lot of research about no chemical methods to weed control. Recent works with plastic biodegradable plastic and other materials shows promising results, since weeds can be controlled on a effective way without leaving residues and without to be collected from field (Martin and Pelacho, 2004; Moreno *et al.*, 2004; Cirujeda *et al.*, 2007). The objective of this research was to evaluate the use of different vegetal residues, wood sawdust and paper like alternative to the use of herbicides and polyethylene like soil covers for weed control on a tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) integrated production system.

Materials and methods

The experimental area was located at Agropecuaria "El Tunal" (9°57' NL) in Quíbor, Lara state, Venezuela. Inceptisol soils of Quíbor series are characterized by its low structure and high mud and clay proportion that result in a difficult

Materiales y métodos

El área experimental fue ubicada en las instalaciones de la Agropecuaria "El Tunal" (9°57' LN) en Quíbor, estado Lara, Venezuela. El área posee suelos inceptisoles de la serie Quíbor que se caracterizan por su baja estructuración y la alta proporción de limo y arcilla, lo que resulta en dificultades para su manejo, ya que tienden a encostrarse, agrietarse y compactarse, obteniéndose así una muy baja infiltración de agua.

El ensayo se realizó entre marzo y junio de 2007, registrándose algunas precipitaciones inusuales para este período del año, con un total de 173 mm y promedio mensual de 43,3 mm; la evaporación promedio mensual fue de 229 mm. Por su parte, la temperatura promedio fue de 25,7°C, la humedad relativa promedio fue de 66%, y la radiación promedio de 492,5 cal.m⁻². El tomate utilizado fue el híbrido 'Shanty' (Hazera Seeds®); es un tomate de crecimiento determinado para uso en industria, pero con características adecuadas para su uso en consumo fresco, condición que es favorable en el mercado de tomate venezolano; su propiedad más importante es la resistencia al virus del mosaico del rizado amarillo del tomate (TYLCV), una enfermedad común de los trópicos y presente de forma local y nacional debido a la alta incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), agente transmisor del virus. En las condiciones de producción de Quíbor las plantas de crecimiento determinado se tutorean para facilitar las labores fitosanitarias y poder aumentar la densidad de siembra.

management, because they have a tendency to be crusted, cracked and crushed, being obtained a low water infiltration.

The essay was carried out between March and June 2007, being registered some unusual rainfalls during this period, with a total of 173 mm and mean monthly of 43.3 mm; mean monthly evaporation was 229 mm. Mean temperature was 25.7°C, mean relative humidity was 66%, and mean radiation of 492.5 cal.m⁻². Tomato used was hybrid «Shanty» (Hazera Seeds®); a tomato of determined growth for industrial use, but with characteristics adequate for fresh consumption being favorable in Venezuelan market; its more important property is the resistance to the tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), a common disease in tropics and present both local and national because the high incidence of white fly (*Bemisia tabaci*), virus transmitting agent. In production conditions Quíbor those determined growth plants are observed to easy healthy tasks to increase sowing density.

Experimental design

A totally at random design with eight treatments and four replications were used. Each experimental unit consisted of a tomato sowing row on seedbed of 0.90 m width, 25 cm height, 20 m long and separated 1 m among them, for a total of 18 m² per line and 1455.9 m² all the essay including edges.

Treatments applied were: (1) mulch with rice harvest rests (2) mulch with corn harvest rests (stems and leaves); (3) mulch with sawdust from different woods; (4) mulch with paper (type Kraft of 200 g.m⁻²); (5) mulch with

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió de un hilo de siembra de tomate sobre un cantero de 0,90 m de ancho, 25 cm de alto, 20 m de largo y separadas 1 m entre sí, para un total de 18 m² por línea y 1455,9 m² en todo el ensayo, incluyendo las borduras.

Los tratamientos aplicados fueron: (1) acolchado con restos de cosecha de arroz (2) acolchado con restos de cosecha de maíz (tallos y hojas); (3) acolchado con aserrín de diferentes maderas; (4) acolchado con papel (tipo Kraft de 200 g.m⁻²); (5) acolchado con polietileno gris-negro (25 µm); (6) herbicida (rimsulfuron+metribuzina); (7) desherbado manual (dos veces) y (8) testigo sin desherbar. Los restos vegetales y el aserrín de madera se aplicaron de forma manual en dosis de 1 kg.m⁻² a ambos lados de la línea del cultivo, sobre el cantero y a los lados de la misma (talud) a los 14 días después del trasplante (DDT). En trabajos previos se encontró que esta dosis era adecuada (Anzalone, 2008). Los restos de cosecha de maíz se trituraron con una picadora de pastos antes de su colocación. El tratamiento correspondiente a herbicida se realizó con una mezcla de rimsulfuron en dosis 12,5 g(i.a.).ha⁻¹ y metribuzina a 0,70 kg(i.a.).ha⁻¹ a los 18 DDT; para ello se utilizó una asperjadora de mochila con bomba manual dotada de una boquilla TeeJet® 8002 calibrada para una descarga de 350 l.ha⁻¹ a 2 kg.cm⁻² de presión. El control de malezas entre canteros de siembra se realizó de forma manual.

grey-black polyethylene (25 µm); (6) herbicide (rimsulfuron+metribuzin); (7) manual weed-off (twice) and (8) without weed-off control. Vegetal rests and wood sawdust were manually applied in doses of 1 kg.m⁻² both sides of crop line, on seedbed and both sides, 14 days after transplant (DAT). In previous researches it was found that this dose was adequate (Anzalone, 2008). The corn harvest rests were crushed with a fodder harvester before its placing. Correspondent treatment to herbicide was accomplished with a rimsulfuron mix in doses 12.5 g(i.a.).ha⁻¹ and metribuzin to 0.70 kg(i.a.).ha⁻¹ at 18 DAT; an sprinkler with manual bomb equipped with a TeeJet® 8002 mouthpiece calibrated for a discharge of 350 l.ha⁻¹ to 2 kg.cm⁻² pressure. Weed control along sowing seedbed was manually done.

Crop management

A soil preparation with disc, after that it was distributed and composted organic matter was added (bovine manure and poultry manure mix) at a doses of 30 t.ha⁻¹. Seedbed conformation for crop sowing was mechanized. Height was looked not to be inferior to 25 cm and at the top more plane possible, such a way that water would be homogenized all seedbed surface. This plane conformation is also desirable for the correct covers placing, especially plastic and paper depths.

Plantlets used for transplant were obtained from a commercial nursery where seeds have been previously supplied. After marking and identify crop lines tomato transplant was done when two or three real leaves were observed, by placing five plants

Manejo del cultivo

Se realizó una preparación del suelo con gradas de disco, después de lo cual se distribuyó y se incorporó materia orgánica compostada (mezcla de estiércol bovino y cama de pollo) a una dosis de 30 t.ha⁻¹. Posteriormente se procedió a la conformación de los canteros para la siembra del cultivo de forma mecanizada. Se procuró que la altura no fuera menor a 25 cm y que en la parte superior fuera lo más plana posible, de manera que la distribución del agua fuera homogénea en toda la superficie del cantero. Esta conformación plana también es deseable para la correcta colocación de las cubiertas, en especial las láminas de plástico y de papel.

Las plántulas utilizadas para el trasplante fueron obtenidas de un vivero comercial al que se le habían suministrado previamente las semillas. Después de marcar e identificar las líneas de cultivo se realizó el trasplante del tomate cuando presentaron de dos a tres hojas verdaderas, colocando cinco plantas por metro lineal. Esta labor se realizó de forma manual. Las raíces de las plántulas fueron sumergidas en un preparado con *Trichoderma* spp., un hongo hiperparásito competitivo que tiene comprobada acción sobre hongos patógenos del suelo, entre los que cabe mencionar *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Fusarium* (Stefanova et al., 1999). El sistema de riego utilizado fue por goteo, utilizando para ello una cinta de riego por unidad experimental con goteros separados a 20 cm entre sí con caudal de 5 l.h⁻¹ a 0,55 bar de presión. Se realizaron tres riegos diarios de una duración de 20 minutos cada uno con

per lineal meter. This labor was manually done. Plantlets roots were immersed on *Trichoderma* spp., a competitive hyperparasite fungal having proved action on several pathogen fungi of soil; *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Phytophthora* and *Fusarium* among them (Stefanova et al., 1999). The drop irrigation system was used, an irrigation tape was also used per experimental unit with droppers separated to 20 cm among them with caudal of 5 l.h⁻¹ to 0.55 bar pressure. Three daily irrigations were accomplished during 20 minutes each in order to guarantee the good water infiltration.

After initial application of organic manure also organic fertilizers were applied (liquid humus) though irrigation during first 15 days after transplant and later mineral fertirrigation with urea (46% N) and potassium nitrite (13-00-46) were done based on crop necessities and the nutrients availability in soil according to a soil study previously carried out. Necessities estimations were according to potential of hybrid tomato used a yield of 125 t.ha⁻¹.

A serial of biological products were used to control different pests, especially white fly (*B. tabaci*), the principal pest of crop in region. Applications of Sukrina CE-75® (azadiractina) and of *Beauveria bassiana* to control this pest and other species, likewise chrysopa (*Chrysoperla* spp.) liberation, a natural controller of white fly, highly effective while larvae. Biological management of crop permitted proliferation of other beneficial insects, especially ladybirds (*Coccinella*

el objetivo de garantizar la buena infiltración del agua.

Después de la aplicación inicial de abono orgánico fueron aplicados fertilizantes orgánicos (humus líquido) a través del riego durante los primeros 15 días después del trasplante y posteriormente se inició la fertirrigación mineral con urea (46% N) y nitrato de potasio (13-00-46) basados en las necesidades del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo de acuerdo a un estudio de suelo realizado previamente. Los cálculos de las necesidades se realizaron según el potencial del tomate híbrido utilizado para un rendimiento de 125 t.ha⁻¹.

Se utilizaron una serie de productos biológicos para el control de diferentes plagas, en especial la mosca blanca (*B. tabaci*), la principal plaga del cultivo en la zona. Se realizaron aplicaciones de Sukrina CE-75® (azadiractina) y de *Beauveria bassiana* para el control de dicha plaga y otras especies, así como una liberación de crisopas (*Chrysoperla* spp.), un controlador natural de la mosca blanca altamente efectivo en su estado larval. El manejo biológico del cultivo permitió la proliferación de otros insectos benéficos, en especial de mariquitas (*Coccinella septempunctata*), las cuales en su estado larval son excelentes depredadores de pulgones y de otros insectos. Para prevenir los ataques por hongos se realizó la aplicación foliar de sulfato de cobre y fosfoyeso. También fueron utilizadas trampas con feromonas de diferentes tipos para el control de perforadores del fruto y trampas de colores (amarillas y blancas) para el control no selectivo de insectos voladores. A su vez se instala-

septempunctata), which during larvae are excellent aphididae predators and of other insects. To prevent fungal attacks, foliar applications of copper sulphate and phosphogypsum. Traps with pheromones of different types with control of fruits perforators and color traps (yellow and white) for no selective control of flyers insects were also used. A group of trap crops and lives fences were installed into concentric frames placed from inside toward outside to minimize the attack of pest insects; crops used were (ordered from those closer to crop to those away it): ornamental sunflower (*Helianthus annuus* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), onion (*Allium cepa* L.), fennel (*Foeniculum vulgare* Miller), basil (*Ocimum basilicum* L.), several species of leguminous and seed sunflower (Ramírez-Guerrero *et al.*, 2008). All these crops were sowed and transplanted to seedbeds of 80 cm width in double row with two irrigation tapes.

Variables evaluated

a.- Impact on weeds: To evaluate the control efficacy on weeds at 21 days after treatment (DAT) the number of individual each of specie was determined. The population parameters are described in table 1 for different species present, subsequently; the importance value index (IVI) was also determined for each of species according to Páez (2001). IVI is a numeric format that permits to assign each of species its category of importance based on its phyto-sociological conditions, to its relation with other species present on determined area. Percentage of soil cover by weeds was also visually

ron un conjunto de cultivos trampa y barreras vivas en cuadrados concéntricos colocados de adentro hacia fuera alrededor del mismo para minimizar el ataque de insectos plagas; los cultivos utilizados fueron (ordenados desde los más cercanos al cultivo hacia los más lejanos): girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), albahaca (*Ocimum basilicum* L.), variadas especies de leguminosas y girasol de semilla (Ramírez-Guerrero *et al.*, 2008). Todos estos cultivos fueron sembrados y trasplantados en canteros de 80 cm de ancho a doble hilera con dos cintas de riego.

Variabes evaluadas

a.- Impacto sobre las malezas:

Para evaluar la eficacia de control sobre las malezas a los 21 días después del tratamiento (DDT) se determinó el número de individuos de cada especie. Se determinaron los parámetros poblacionales descritos en el cuadro 1 para las diferentes especies presentes; posteriormente se determinó el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada especie según Páez (2001). El IVI es un formato numérico que permite asignarle a cada especie su categoría de importancia en base a su condición fitosociológica, es decir, a su relación con las otras especies presentes en un área determinada. También fue evaluado de forma visual el porcentaje del suelo cubierto por malezas a los 21, 42 y 63 DDT; para ello se tomaron tres muestras por cada repetición distribuidas al azar en los 20 m de longitud de la línea, utilizando un marco de 0,5 m². Los marcos fueron apoyados sobre

evaluated at 21, 42 and 63 DAT; three samples were taken by any replication at random distributed in 20 m length of line, by using a frame of 0.5 m². Frames were supported on stems of crop row, for evaluating the closer zone, over the sowing seedbed.

b.- Crop development: The following variables were determined at 35 days after transplant: (1) number of open roots; (2) number of fruits present, place where fruits were taken from without consider the size; (3) biomass of fruits and (4) dry biomass of plants without fruits. Plants were dried in forced air oven to 60°C until constant biomass. All these variables were measured in four plants at random taken as a part of each experimental unit.

c.- Crop production: In this essay an unique harvest was done at 92 days after transplant, even though variety used and the way of crop conduction (entutoradas plants) permit multiple harvests. Six at random plants were taken per experimental unit and the following variables were measured: (1) percentage of mature fruits, based on biomass of total production (percentage relationship between mature and immature fruits); (2) mean biomass per fruit, considering mature and green fruit biomass of commercial size; (3) percentage of lost or discarded fruits (relationship of biomass between discarded fruits, where small fruits, and mature fruits + no mature were taken), (4) production per plant, showing biomass of mature fruits + biomass of no mature fruits (kg.plant⁻¹) and (5) total production (kg.ha⁻¹).

Statistical analysis

The analysis of variance was

Cuadro 1. Expresiones matemáticas para el cálculo del IVI (índice de valor de importancia).**Table 1. Mathematic expressions for the IVI (index of importance value) estimation.**

Parámetro Poblacional	Expresión para su cálculo
Densidad (De)	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas por especie}}{\text{Unidad de área (m}^2\text{)}}$
Densidad relativa (Dr)	$\frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad total}}$
Frecuencia (F)	$\frac{\text{Número de muestras en las que aparece la especie} \times 100}{\text{Número total de muestras}}$
Frecuencia relativa (Fr)	$\frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia total}}$
Dominancia (Do)	$\frac{\text{Número de individuos de una especie} \times 100}{\text{Número total de individuos de todas las especies}}$
Dominancia relativa (dr)	$\frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia total}}$
IVI	$Dr + Fr + dr$

los tallos de la hilera del cultivo, para así evaluar la zona más cercana al mismo, sobre el cantero de siembra.

b.- Desarrollo del cultivo: Se determinaron las siguientes variables a los 35 días después del trasplante: (1) número de flores abiertas; (2) número de frutos presentes, donde se tomaron todos los frutos sin importar su tamaño; (3) biomasa de los frutos y (4) biomasa seca de las plantas sin frutos. Las plantas se secaron en estufa de aire forzado a 60°C hasta biomasa constante. Todas estas variables fueron medidas en cuatro plantas tomadas al azar dentro de cada unidad experimental.

c.- Producción del cultivo: En este ensayo se realizó una cosecha única a 92 días después del trasplante, aún cuando la variedad utilizada y la forma de conducción del cultivo (plantas

applied for data analysis; previously the normality assumptions were proved, homogeneity of variance and errors independence. In cases where normality was not fulfilled the *Lambda* value was determined in graphic test of Box-Cox like support to carry out the more appropriated transformation of data, Fisher was the mean test applied (lower significant difference).

Results and discussion

Impact of using evaluated covers on weeds

Weeds related to the tomato culture in essay were little, since presence of five of them was registered: *Trianthema portulacastrum* L. (AIZOACEAE), with IVI of 1.801; *Echinochloa colona* (L.) Link

entutoradas) permitían cosechas múltiples. Se tomaron al azar seis plantas por unidad experimental y se evaluó: (1) porcentaje de frutos maduros, en base a la biomasa de la producción total (relación porcentual entre frutos maduros y no maduros); (2) biomasa promedio por fruto, tomando para ello la biomasa de los frutos maduros y verdes de tamaño comercial; (3) porcentaje de frutos perdidos o de descarte (relación de la biomasa entre frutos de descarte, donde se tomaron frutos pequeños y en estado de putrefacción, y frutos maduros+no maduros), (4) producción por planta, que indicó la biomasa de los frutos maduros + la biomasa de los frutos no maduros (kg.planta^{-1}) y (5) producción total (kg.ha^{-1}).

Análisis estadísticos

Para el análisis de los datos se utilizó el análisis de la varianza; previamente fueron comprobados los supuestos de normalidad, homogeneidad de la varianza e independencia de los errores. En los casos donde no se cumplía la normalidad en los datos se determinó el valor de *Lambda* en la prueba gráfica de Box-Cox como apoyo para realizar la transformación más apropiada de los datos. La prueba de media aplicada fue la de Fisher (menor diferencia significativa).

Resultados y discusión

Impacto del uso de las cubiertas evaluadas sobre las malezas

Las malezas asociadas al cultivo del tomate en el ensayo fueron pocas, ya que se registró la presencia de sólo cinco especies: *Trianthema portulacastrum* L. (AIZOACEAE),

(POACEAE) with 0.884; *Lagascea mollis* Cav. (ASTERACEAE) with 0.136; *Datura stramonium* L. (SOLANACEAE) with 0.106 and *Portulaca oleracea* L. (PORTULACACEAE) with IVI of 0.073. These species agreed with those reported by Martínez and Alfonso (2003) like typical in horticultural systems of Quibor valley, with exception of *L. mollis*, important specie last years. It is important to detach that *E. colona* is not a typical specie from regions closed to Quibor, which are characterized by being semi-arid; this specie have been introduced by different ways and it has been well adapted to the zone because the low soils infiltration, which produce that irrigation water remain long time, favorable condition for this specie. Results of IVI valuation each treatment for three species of higher importance according IVI are shown in table 2.

Control of important species by paper and polyethylene covers and by herbicides is important to be detached. Only *T. portulacastrum*, specie of creeping/procumbent growth habit, and *E. colona* were showed as importance weeds, especially in treatments correspondent to covers, the manual hoe and, of course, control. The herbicide treatment was incapable of controlling *E. colona*. Control level of *L. mollis* by wood sawdust, phenomenom probably related to chemical interactions between covers and the specie. This specie was reported by Ramakrishna *et al.* (2006) like an important and common weed in fields for peanut (*Arachis hypogaea*) production in Vietnam and control level

con un IVI de 1,801; *Echinochloa colona* (L.) Link (POACEAE) con 0,884; *Lagascea mollis* Cav. (ASTERACEAE) con 0,136; *Datura stramonium* L. (SOLANACEAE) con 0,106 y *Portulaca oleracea* L. (PORTULACACEAE) con un IVI de 0,073. Estas especies fueron coincidentes con las reportadas por Martínez y Alfonso (2003) como típicas en sistemas hortícolas del valle de Quíbor, con la excepción de *L. mollis*, una especie importante en los últimos años. Es importante aclarar que *E. colona* no es una especie típica de las zonas aleñañas a Quíbor, las cuales se caracterizan por ser semiáridas; esta especie ha sido introducida por diferentes vías y se ha adaptado a la zona debido a la baja infiltración que poseen los suelos, lo que produce que el agua de riego permanezca largo tiempo sobre el mismo, condición que le es favorable a esta especie. Los resultados de la valoración del IVI en cada tratamiento para las tres especies de mayor importancia según el IVI se presentan en el cuadro 2.

Es notable el control de las especies importantes por las cubiertas de papel y de polietileno, así como por los herbicidas. Sólo *T. portulacastrum*, una especie de hábito de crecimiento rastrero/procumbente, y *E. colona* se presentaron como malezas de importancia, en especial en los tratamientos correspondientes a las cubiertas, la escarda manual y, por supuesto, el testigo. El tratamiento herbicida fue incapaz de controlar *E. colona*. También destaca el nivel de control de *L. mollis* por el aserrín de madera, fenómeno que podría estar relacionado a interacciones químicas entre la cubier-

achieved with rice harvest covers was little satisfactory.

Respect to soil cover by weeds (table 3), detach those of weeds achieved by herbicides, manual control, polyethylene and finally, paper. Vegetal rest covers and wood sawdust registered similar values among them, but always higher than plastic covers and paper. The increase of soil cover by weeds at the end of cycle in paper was caused by rainy damage. In this essay the rests of corn harvest were cut into small pieces before its placing on field and visual comparison between this system and those used in previous experiences (Anzalone, 2008) suggest a better cover performance to weed control, especially on dicotyledonous.

The initial weeds control by covers treatments of organic origin was similar to those achieved by other treatments like paper or herbicide, but at the end of cycle significant differences were obtained since weeds affected to crop at the end cycle. This agrees with those reported by *et al.* (2006) in essays with organic tomato under different covers. On the other hand, Kristiansen *et al.* (2003) established in lettuce (*Lactuca sativa* L.) essays and echinacea (*Echinacea purpurea* [L.] Moench) essays, that reduction of weeds biomass by paper respect to control without weeding off was between 96 and 98% and also described that mulch (*Lolium* sp. and *Avena sativa* mixing) had a performance less efficient in weed control than paper, as observed in rice harvest rests. Finally, Radics and Szkékelyné (2002) agreed about treatments with polyethylene and paper covers had the better performance in weed control

Cuadro 2. Valores promedios del IVI para las malezas de acuerdo al tratamiento aplicado.**Table 2. Mean values of IVI for weeds according to treatment applied.**

Tratamiento	<i>Trianthema portulacastrum</i>	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Lagascea mollis</i>
Restos de cosecha de arroz	1,674	0,609	0,342
Restos de cosecha de maíz	2,004	0,458	0,276
Aserrín de madera	1,826	0,793	0,000
Papel	0,000	0,000	0,000
Polietileno	0,000	0,000	0,000
Herbicida	0,000	1,500	0,000
Escarda manual	1,992	0,649	0,201
Testigo	2,413	0,320	0,150

ta y la especie. Esta especie fue reportada por Ramakrishna *et al.* (2006) como una maleza importante y común en campos para la producción de maní (*Arachis hypogaea*) en Vietnam y que el nivel de control alcanzado con cubiertas de restos de cosecha de arroz (paja de arroz) fue poco satisfactorio.

Con respecto a la cobertura del suelo por malezas (cuadro 3), destaca el de malezas alcanzada por los herbicidas, el control manual, el polietileno y en menor proporción, el papel. Las cubiertas de restos vegetales y el aserrín de madera registraron valores parecidos entre sí, pero siempre mayores a los de la cubierta plástica y el papel. El aumento de la cobertura del suelo por malezas al final del ciclo en el papel se debió a que éste se deterioró por el efecto de las lluvias. Cabe recordar que en este ensayo los restos de cosecha de maíz fueron cortados en pequeños trozos antes de su colocación en el campo, y la comparación visual entre este sistema y el utilizado en

both in arid and high humidity conditions when compared to other covers, among them, some from vegetal rests.

Impact of using evaluated covers on crop development

In relation to the crop development variables, significant differences in flowers number per plant among them were not found among treatments, but in cases of number of fruits per plant, fruits biomass and dry biomass of tomato plants. In general, paper treatment widely detach in all the parameters evaluated, the values obtained with polyethylene are similar to those of vegetal rests or herbicide. These results disagree with those obtained by Abdul-Baki *et al.* (1996), who found that tomato fruits were more weigh in mulch treatments of vegetal rests than in those of black polyethylene. Between vegetal rests, the wood sawdust obtained the lower values in growth variables. Al no haber detectarse diferencias There were

Cuadro 3. Separación de medias para la cobertura del suelo por malezas.**Table 3. Means separation for soil cover by weeds.**

Tratamiento	Cobertura del suelo por malezas (%)		
	21 DDT	42 DDT	63 DDT
Restos de cosecha de arroz	1,92 ^d	10,08 ^{bcd}	20,00 ^{cd}
Restos de cosecha de maíz	6,75 ^c	11,08 ^{bc}	24,17 ^c
Aserrín de madera	9,92 ^{bc}	12,50 ^b	56,67 ^b
Papel	0,17 ^d	0,25 ^e	14,67 ^{cde}
Polietileno	0,00 ^d	1,58 ^{de}	4,58 ^{de}
Herbicida	0,92 ^d	0,17 ^e	1,92 ^e
Escarda manual	15,00 ^a	2,75 ^{cde}	1,50 ^e
Testigo	11,83 ^{ab}	32,08 ^a	77,92 ^a

DDT=días después del tratamiento.

Letras distintas significan diferencias significativas según la prueba de medias LSD ($\alpha=0,05$)

experiencias anteriores (Anzalone, 2008) sugiere un mejor desempeño de la cobertura para el control de malezas, en especial sobre dicotiledóneas.

El control inicial de malezas por los tratamientos de cubiertas de origen orgánico fue similar al alcanzado por otros tratamientos como el papel o el herbicida, pero al final del ciclo se evidenciaron diferencias importantes, ya que las malezas no controladas afectaron al cultivo al final del ciclo. Esta observación coincidió con la reportada por Radics *et al.* (2006) en ensayos con tomate orgánico bajo diferentes coberturas. Por otra parte, Kristiansen *et al.* (2003) indicaron en ensayos realizados en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y equinácea (*Echinacea purpurea* [L.] Moench) que la reducción de la biomasa de malezas por el papel con respecto al testigo sin desherbar estuvo entre 96 y 98% y a su vez describieron como el mulch de paja (mezcla de *Lolium* sp. y

not differences in flowers number, but in fruits per plant there was, a differential process among treatments of lost flowers (without fruits production) is assumed, especially in case of control without any way of weed control.

Impact of using evaluated covers on crop yield

From yield variables evaluated significant differences ($P<0.01$) were found between treatments in biomass per fruit and production ($\text{kg}\cdot\text{plant}^{-1}$), unlike in case of mature fruits variables and lost fruits (table 4). Polyethylene had the higher crop production in fruits biomass per plant (1.67 kg = 100%), followed by paper (73%) and corn harvest rests (65%); the rest of treatments obtained similar values for this variable (<59%). Radics and Szkékelyné (2002) agreed when reporting that tomato yield was higher in treatments of paper covers and

Avena sativa) tuvo un desempeño menos eficiente en el control de malezas que el papel, tal como se observó para el caso de los restos de cosecha de arroz. Por último, Radics y Szkékelyné (2002) coincidieron en que los tratamientos con cubiertas de polietileno y papel tuvieron el mejor desempeño en el control de malezas tanto en situación de aridez como de alta humedad al compararlos con otras cubiertas, entre ellas algunas de restos vegetales.

Impacto del uso de las cubiertas evaluadas sobre el desarrollo del cultivo

En cuanto a las variables de desarrollo de cultivo, no se encontraron diferencias significativas en el número de flores por planta entre tratamientos, pero sí en los casos de número de frutos por planta, biomasa de los frutos y biomasa seca de las plantas de tomate. En general, el tratamiento con papel destaca ampliamente en todos los parámetros evaluados; por su parte, los valores obtenidos con el polietileno son similares a los de los restos vegetales o el herbicida. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Abdul-Baki *et al.* (1996), quienes encontraron que los frutos de tomate fueron más pesados en los tratamientos con acolchado de restos vegetales que en los de polietileno negro. Entre los restos vegetales, el aserrín de madera fue el que obtuvo los menores valores en las variables de crecimiento. Al no haber detectarse diferencias en el número de flores, pero sí en el de frutos por planta, se supone un proceso diferencial entre tratamientos de flores perdidas (que no producen frutos), en especial en el caso del testigo sin ninguna forma de control de malezas.

polyethylene in comparison to those using herbicides in low humidity conditions.

Treatment without weeds control showed 44% of losses in production respect to manual control and 71% respect to polyethylene. In contrast with other previous research (Anzalone *et al.*, 2007), in our results it was possible to observe that corn harvest rests in group of treatments with better results, with a higher production than herbicides control treatment, even though the last one achieved a higher level in weeds control, which suggested that this treatment had added advantages to crop, more than weeds control. Treatment with herbicides was placed inside of same group than rice harvest rests, because agree with results obtained in other locality and on similar conditions (Anzalone, 2008). Control treatment without weeds control showed low production level, which suggested a storing influence of weeds on yield, even though diversity and weeds abundance in this essay was relatively low.

Conclusions

Mulches with paper and polyethylene controlled to *E. colona* and *T. portulacastrum* in a satisfactory way, the principal weeds in essay. Between vegetal rests evaluated; those from rice harvest obtained the higher weed control levels, similar to herbicides.

Soil covers technique with vegetal rests could constitute an alternative in relation to the use of polyethylene, specially in small to middle plots of horticultural production; however,

Impacto del uso de las cubiertas evaluadas sobre el rendimiento del cultivo

De las variables de rendimiento evaluado se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos en la biomasa por fruto y producción de (kg.planta^{-1}), pero no fue así en el caso de las variables frutos maduros y frutos perdidos (cuadro 4). El polietileno logró la mayor producción del cultivo en biomasa de frutos por planta ($1,67 \text{ kg} = 100\%$), seguido del papel (73%) y los restos de cosecha de maíz (65%); el resto de los tratamientos obtuvieron valores similares para esta variable ($< 59\%$). Radics y Szkékelyné (2002) coincidieron al reportar que el rendimiento del tomate fue mayor en los tratamientos de cubiertas de papel y polietileno que aquellos con uso de herbicidas en condiciones de baja humedad.

El tratamiento sin control de malezas obtuvo pérdidas en la producción de 44% con respecto al control manual y de 71% con respecto al polietileno. En contraste con otra investigación previa (Anzalone *et al.*, 2007), en los resultados de esta investigación se observó que los restos de cosecha de maíz se encontraron en el grupo de los tratamientos con mejores resultados, con una mayor producción que el tratamiento de control con herbicidas, aún cuando este último alcanzó un mayor nivel de control de malezas, lo que sugirió que este tratamiento tuvo ventajas agregadas al cultivo, más allá del control de malezas. El tratamiento con herbicidas se ubicó dentro del mismo grupo que los restos de cosecha de arroz, dato que coincidió con los resultados obtenidos en otra

despite that, it is necessary to improve the efficacy of materials evaluated in weeds control, to reduce placing costs and also improve some aspects of agronomical management of crop, to achieve this way more attractive economical benefit levels. In case of covers with paper, this material showed high potential to substitute polyethylene like soil covers, but it is necessary to improve mechanization aspects in costs placing and reduction.

Acknowledgements

Authors want to express their thanks to the Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" by financing to project No. 005-DAG-2006.

End of english version

localidad y bajo condiciones semejantes (Anzalone, 2008). El testigo sin control de malezas presentó un bajo nivel de producción, lo que sugirió una fuerte influencia de las malezas sobre el rendimiento, aún cuando la diversidad y la abundancia de malezas en este ensayo fue relativamente baja.

Conclusiones

Los acolchados con papel y polietileno controlaron de forma satisfactoria a *E. colona* y *T. portulacastrum*, las principales malezas en el ensayo. Entre los restos vegetales evaluados, los restos de cosecha de arroz obtuvieron los mayores

Cuadro 4. Separación de medias para los valores de las variables de desarrollo y rendimiento del cultivo.
Table 4. Means separation for values of development and crop yield variables.

Tratamiento	Variables de desarrollo del cultivo (35 días después del trasplante)				Variables de producción del cultivo (92 días después del trasplante)			
	NFP (g.planta ⁻¹)	BF (g.planta ⁻¹)	BSP (g)	FM (%)	Biomasa (g).fruto ⁻¹	FP (%)	Producción (kg.planta ⁻¹)	Producción (kg.ha ⁻¹)
Restos de cosecha de arroz	22,38 ^{bc}	432,00 ^{bc}	80,50 ^b	55,71 ^a	100,18 ^{bc}	22,30 ^a	0,83 ^{bc}	21995±11881
Restos de cosecha de maíz	26,88 ^{ab}	449,25 ^{bc}	80,75 ^b	57,98 ^a	103,25 ^{bc}	19,44 ^a	1,10 ^{abc}	29150±18147
Aserrín de madera	20,00 ^{bc}	317,75 ^{cd}	65,25 ^{bc}	54,59 ^a	93,75 ^{bc}	20,16 ^a	0,80 ^{bc}	21200±7662
Papel	32,63 ^a	716,75 ^a	107,75 ^a	62,93 ^a	112,92 ^{ab}	18,02 ^a	1,22 ^{ab}	32330±18759
Polietileno	24,63 ^b	520,25 ^b	72,00 ^{bc}	75,62 ^a	137,25 ^a	17,30 ^a	1,67 ^a	44255±14251
Herbicida	22,13 ^{bc}	433,25 ^{bc}	65,00 ^{bc}	60,22 ^a	96,50 ^{bc}	15,04 ^a	0,98 ^{bc}	25970±7204
Escarda manual	19,26 ^{bc}	405,50 ^{bcd}	60,50 ^{bc}	62,31 ^a	104,50 ^{bc}	17,57 ^a	0,89 ^{bc}	23585±7385
Testigo	15,38 ^c	270,25 ^d	53,75 ^c	55,06 ^a	82,63 ^c	17,88 ^a	0,49 ^c	12985±2343

Letras distintas significan diferencias significativas según la prueba de medias LSD ($\alpha=0,05$)

Número de frutos por planta=NFP

Biomasa de frutos=BF

Biomasa seca de planta=BSP

Frutos maduros=FM

Frutos perdidos=FP

niveles de control de malas hierbas, similares a los de los herbicidas.

La técnica de cubiertas de suelo con restos vegetales podría constituir una alternativa al uso del polietileno, en especial en pequeñas a medianas parcelas de producción hortícola; sin embargo, aún es necesario mejorar la eficacia de los materiales evaluados en el control de malezas, disminuir los costos de colocación de los mismos y mejorar algunos aspectos del manejo agronómico del cultivo, para así lograr niveles de beneficio económico más atractivos. En el caso de la cubierta con papel, este material presentó un elevado potencial para sustituir al polietileno como cubierta de suelo, pero se requiere mejorar aspectos de la mecanización en la colocación y reducción de sus costos.

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento por la Subvención del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" a través del proyecto 005-DAG-2006.

Literatura citada

Abdul-Baki, A., J. Teasdale, R. Korcak, D. Chitwood y R. Huettel. 1996. Fresh-market tomato production in a low-input alternative system using cover-crop mulch. *HortScience* 31(1):65-69.

Anzalone, A. 2008. Evaluación de alternativas al uso del polietileno como cubierta del suelo para el manejo de malas hierbas y otros aspectos agronómicos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) en España y Venezuela. Tesis Doctoral.

Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. España. 153 p.

- Anzalone, A., A. Cirujeda, J. Aibar, G. Pardo, M. León y C. Zaragoza. 2007. Evaluation of biodegradable mulch materials for weed control in processing tomato. Proceedings of 7th Workshop Physical and Cultural Weed Control. Salem, Alemania. s/p.
- Bonhomme, S., A. Cuer, A. Delort, J. Lemaire, M. Sancelme y G. Scott. 2003. Environmental biodegradation of polyethylene. *Polymer Degradation and Stability* 81(3):441-452.
- Cirujeda, A., J. Aibar, C. Zaragoza, A. Anzalone, M. Gutiérrez, S. Fernández-Cavada, A. Pardo, Ma. L. Suso, L. Martín, M. Moreno, A. Moreno, R. Meco, I. Lahoz y J. Macua. 2007. Evaluación de acolchados para el control de la flora arvense en un cultivo de tomate. Actas del Congreso 2007 de la Sociedad Española de Malherbología, Albacete, España. p. 217-221.
- Feuilloley, P., G. César, L. Benguigui y Y. Grohens. 2003. Biodégradation des films de paillage en polyéthylène: Conjecture ou réalité?. Colloque international: Produits biodegradable et environnement. Rouen, Francia.
- Hochmuth, G., B. Hochmuth y S. Olson. 2002. New technologies in mulching for vegetable production in Florida. *Citrus & Vegetable Magazine*, July 2002.
- Koutny, M., M. Sancelme, C. Dabin, N. Pichon, A. Delort y J. Lemaire. 2006. Acquired biodegradability of polyethylenes containing pro-oxidant additives. *Polymer Degradation and Stability* 91:1495-1503.
- Kristiansen, P., B. Sindel y R. Jessop. 2003. Agronomic and economic evaluation of weed management methods in organic herb and vegetable production systems. Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference. Geelong (Victoria), Australia. s/p.
- Lemaire, J. 2003. Devenir des films de polyéthylène dans l'environnement. Comunicación del Centre National

- d'Evaluation de Photoprotection. Université Blaise Pascal.
- Martín, L. y A. Pelacho. 2004. Los acolchados biodegradables como alternativa a los acolchados de papel y polietileno en un sistema de producción de tomate. Actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Almería, España. pp. 237-238.
- Martínez, M. y P. Alfonso. 2003. Especies de malezas más importantes en siembras hortícolas del Valle de Quíbor, Estado Lara, Venezuela. *Bioagro* 15(2):91-96.
- Miles, C., L. Garth, M. Sonde y M. Nicholson. 2003. Searching for alternatives to plastic mulch. Washington State University. Disponible en: <http://agsyst.wsu.edu>.
- Moreno, M., A. Moreno, I. Mancebo, R. Meco y J. López. 2004. Comparación de diferentes materiales de acolchado en cultivo de tomate. Actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Almería, España. p. 243.
- Páez, C. 2001. Algunos aspectos fitosociológicos y anatómicos de las principales gramíneas malezas en campos de arroz en el sistema de riego río Guárico. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Pardo, G., A. Anzalone, A. Cirujeda, S. Fernández-Cavada, J. Aibar y C. Zaragoza. 2005. Different weed control systems in tomato. Proceedings of 13th European Weed Research Society Symposium, Bari, Italia. s/p.
- Radics, L. y E. Székelyné. 2002. Comparison of different mulchings methods for weed control in organic green bean and tomato. Proceedings of 5th European Weed Research Society Workshop on Physical Weed Control. Pisa, Italia. pp. 1925-204.
- Radics, L., E. Székelyné, P. Pustztai y K. Horváth. 2006. Role of mulching in weed control of organic tomato. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special issue XX:1-8.
- Ramakrishna, A., H. Tam, S. Wani y T. Long. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research* 95:115-125.
- Ramírez-Guerrero, H., J. Moyeja-Guerrero, P. González-Casamayor, D. Renaud-Rodríguez, R. Paz-León, J. Lugo-González, y A. Anzalone-Graci. 2008. "Aurora Tropical": a model of ecological horticulture. Case studies of 11 onion and shallot cultivars. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR). Modena. Italia. pp 639-643.
- Scott, G. 2005. Biodegradable plastics in agriculture. En: *Biodegradable polymers for industrial applications*. Edited by Smith, R. Woodhead Publisher. London, United Kingdom. 552 p.
- Stefanova, M., A. Leiva, L. Larrinaga y M. Coronado. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 16: 509-516.
- Tei, F., P. Montemurro, D. Baumann, A. Dobrzanski, R. Giovinazzo, Y. Kleifeld, F. Rocha, S. Rzozi, T. Sanseovic, A. Simoncic y C. Zaragoza. 2002. Weeds and weed management in processing tomato. Proceedings of 5th World Congress on the Processing Tomato and 8th ISHS Symposium on Processing Tomato. *Acta Horticulturae* 613: 111-120.
- Zaragoza, C. 2003. Weed management in vegetables. En: *Weed management for Developing Countries. Addendum 1*. FAO Plant Production and Protection paper. Edited by Labrada, R. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italia. pp. 145-157.
- Zaragoza, C. 2005. Weed management in vegetables. Proceedings of V Congress of Plant Protection of the Plant Protection Society of Serbia. Zlatibor, Serbia. p. 257.