



LA AGRICULTURA INTENSIVA DEL PONIENTE ALMERIENSE Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental

Alfredo Tolón Becerra

Área de Proyectos de Ingeniería. Universidad de Almería.
atolon@ual.es

Xavier Lastra Bravo

Área de Proyectos de Ingeniería. Universidad de Almería. Becario de la Junta de Andalucía.
xl607@alboran.ual.es

Recibido: 8 de febrero de 2010
Aceptado: 25 de mayo de 2010

RESUMEN

La comarca del Poniente, en la Provincia de Almería, es el mayor exponente europeo, y probablemente mundial, de la agricultura intensiva bajo plástico. El desarrollo sin precedentes de esta actividad agrícola la ha convertido en la actualidad en el principal pilar de la economía de la provincia. A pesar de los grandes beneficios económicos obtenidos, también se han producido problemas ambientales que requieren ser analizados, con el objeto de diseñar y establecer políticas que permitan corregirlos y avanzar hacia un desarrollo sostenible de esta actividad. En este artículo, primero se analizan las principales características de la comarca que han permitido albergar este modelo productivo, se resume su evolución histórica destacando sus principales hitos, y se realiza un diagnóstico global. Posteriormente, se realiza un diagnóstico ambiental de la agricultura intensiva en la comarca, determinando los principales efectos sobre los recursos naturales como el suelo y el agua, y sobre otros elementos como los productos hortícolas. Finalmente, se indican los principales instrumentos de gestión ambiental que sirven de respuesta a los problemas detectados.

Palabras clave: Gestión Ambiental, Agricultura bajo plástico, gestión de residuos, impactos ambientales, Poniente Almeriense.

INTENSIVE AGRICULTURE OF PONIENTE ALMERIENSE. DIAGNOSIS AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT TOOLS.

ABSTRACT

The comarca of Poniente (Western) in the Province of Almeria is the greater European exponent (and probably global) of intensive agriculture under plastic. The unprecedented development of this agricultural activity has now become it in the main basis of the province's economic. Despite the big economic benefits obtained, some environmental problems were produce, and require to be studied in order to design and establish policies to correct them and make progress towards a sustainable development of this activity. In this article, first we studied the main characteristics of the comarca

that allowed accommodate this productive model, its historic evolution is resumed emphasizing its main milestones, and a global diagnosis is made. Later, we made an environmental diagnosis of intensive agriculture in the comarca, and we identify the main effects on the natural resources, as the ground and the water, and on other elements like vegetables. Finally, the main environmental management tools that serve as answer to identified problems are indicated.

Keywords: Environmental management, Agriculture under plastic, waste management, environmental impacts, Western Almería.

L'AGRICULTURE INTENSIVE DE L'OUEST D'ALMÉRÍA. DIAGNOSTIC ET OUTILS D'AMÉNAGEMENT ENVIRONNEMENTALE.

RESUMÉ

L'aire géographique Poniente, à l'Ouest de la Province d'Almería, est le plus grand exposant européen, et probablement mondial, de l'agriculture intensive de serre. Le développement sans précédent de cette activité agricole l'a transformée actuellement en le principal pilier de l'économie de la province. Malgré les grands bénéfices économiques obtenus, des problèmes environnementaux se sont aussi produits qui requièrent d'être analysés, dans le but de concevoir et établir des politiques qui permettent de les corriger et d'avancer vers un développement durable de cette activité. Dans cet article, on analyse d'abord les principales caractéristiques de l'aire géographique qui ont permis de loger ce modèle productif, on résume son évolution historique en soulignant ses principaux aspects, et on effectue un diagnostic global. Ultérieurement, on effectue un diagnostic environnemental de l'agriculture intensive dans le secteur, en déterminant les principaux effets sur les ressources naturelles comme le sol et l'eau, et sur d'autres éléments comme les produits agricoles. Finalement, on indique les principaux instruments de gestion environnementale qui servent de réponse aux problèmes détectés.

Mots clé: Aménagement Environnementale, Agriculture de serre, aménagement de résidus, impacts environnementaux, Poniente Almería.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA AGRICULTURA INTENSIVA DEL PONIENTE ALMERIENSE

La característica que ha marcado a la Comarca del Poniente de la provincia de Almería (sureste de España) durante las últimas décadas ha sido el desarrollo económico sin precedentes propiciado por su sector agrícola intensivo. Durante las últimas décadas, se ha ido extendiendo a lo largo del Poniente un "mar de plástico", paralelo al mar, con una altísima producción hortofrutícola en pequeñas superficies, que ha supuesto que hoy encabece las exportaciones de estos productos (Figura 1).

Figura 1. Comarca del Poniente Almeriense.



Fuente: Google Earth.

1.1. Breve descripción del Poniente Almeriense

La Comarca del Poniente limita al oeste con la provincia de Granada, al sur con el mar Mediterráneo, y al norte con las potentes sierras montañosas que cierran el ámbito. Tiene una población unos 220.000 habitantes y la superficie total es de 960 Km², lo que supone una densidad de 230 Hab/km², que se concentra en los municipios costeros, por la agricultura intensiva bajo plástico y por el turismo de playa, destacando los municipios de El Ejido y Roquetas de Mar. Tiene una altitud media de 300 m con una diferenciación en tres franjas en sus municipios: elevada en Felix y Enix, media en Dalías, Berja y Vicar, y a pie de costa en Ejido, Mojónera, Adra y Roquetas (Figura 2). Las condiciones climáticas son las propias del Dominio Climático Subtropical, pero matizadas por la pertenencia a la zona mediterránea, con una profunda aridez (213 mm de media), una elevada insolación, una temperatura (18,3 °C de media) y humedad óptimas para las distintas fenofases de los cultivos hortícolas, y la presencia de vientos que azotan la llanura litoral. La estructura hidrogeológica del ámbito ésta fuertemente condicionada por la Sierra de Gádor, con unas condiciones idóneas para la acumulación de recursos hídricos en diversos acuíferos de compleja relación entre sí, con frecuente superposición de varios de ellos, e intensas modificaciones de su régimen natural, lo que dificulta su caracterización precisa (IEA, 2008; Cámara de Comercio de Almería. 2008; Junta de Andalucía, 2000).

Figura 2. Municipios y relieve del Poniente Almeriense.



Fuente: Google Earth. Elaboración propia.

1.2. Evolución histórica de los Invernaderos en el Poniente Almeriense

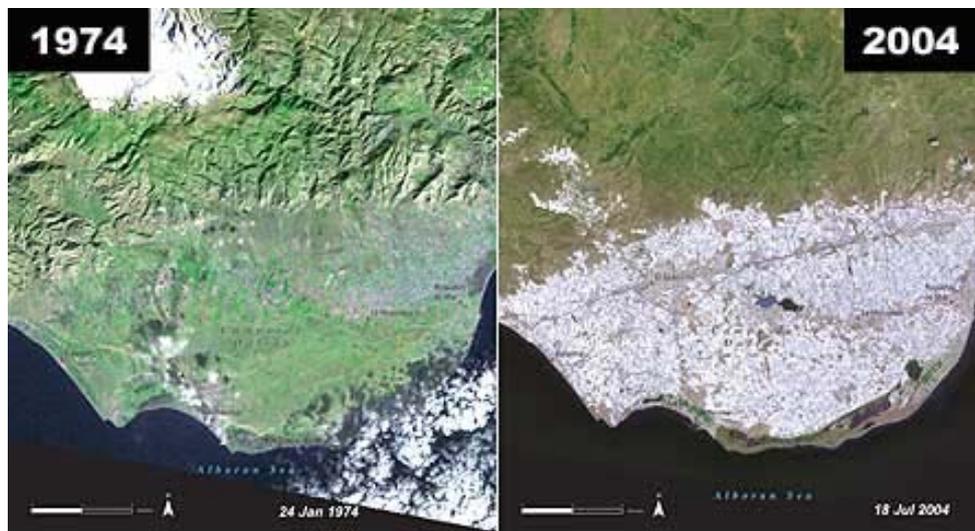
Con el objeto de comprender la situación actual del Poniente Almeriense, se analiza con perspectiva histórica los principales Hitos que han marcado la evolución del sector hortofrutícola y de los invernaderos en la comarca, y que se resumen a continuación:

- 1º. Descubrimiento del enarenado (1956), hecho fortuito aprovechado por un observador perspicaz.
- 2º. Experimentación, verificación y validación de la técnica de enarenado por el Instituto Nacional de Colonización (1957). Tras el sorprendente descubrimiento, se realizó una experiencia para enarenar varias parcelas en Roquetas de Mar, con resultados tan espectaculares que tierras prácticamente improductivas pasaron a ser cultivadas de hortalizas.
- 3º. Primeras experiencias del INC sobre construcción de abrigos plásticos (1960), para aprovechar al máximo las privilegiadas temperaturas y horas de insolaciones invernales, y forzar los rendimientos.
- 4º. Construcción de los primeros invernaderos tipo "Parral de Almería" (1961), a base de rollizos de eucalipto y alambre galvanizado, cubriéndose el techo y las caras laterales con plástico incoloro, con lo que se adelantaba la recolección, como consecuencia del aumento de la temperatura en el interior.
- 5º. Colonización estatal que, con sus planes de infraestructuras eléctricas e hidráulicas, estimularon el asentamiento de colonos, facilitando asesoramiento técnico y financiación.
- 6º. Desarrollo del sistema productivo y comercial primario (década de los sesenta), con una generalización de la producción de hortalizas y una permanente incorporación de innovaciones para mejorar la productividad y la calidad de los productos.
- 7º. Desarrollo secundario y estructuración del sistema comercial (década de los 70). La agricultura intensiva se constituye en un sistema tecnológico dinámico, concentrando grandes cantidades de agua, mano de obra y agroquímicos, mejorando los rendimientos de los productos, por alargamiento del ciclo de las plantas y obtención de dos y hasta tres cosechas al año, de ahí que se hable de

- "cultivos forzados". Desarrollo de un proceso de comercialización que ha facilitado la salida de las producciones agrícolas y aumentar su valor añadido.
- 8º. Consolidación del sistema productivo y comercial (década de los 80 y 90). El "clúster" de actividades se vuelve muy complejo, incluyendo tanto actividades industriales como de servicios, que se vinculan con la agricultura intensiva abasteciéndola de inputs intermedios (plásticos, semillas, sistemas de riego, envases de cartón, madera y palets, abono orgánico y abejorros) o complementando la cadena de valor.
 - 9º. Toma de conciencia de la sostenibilidad del sistema, e implantación paulatina de la Producción Integrada.

En la siguiente figura se puede apreciar la profunda transformación del paisaje y de los usos del suelo en la Comarca del Poniente, convertido en un "mar de plásticos".

Figura 3. Evolución del poniente almeriense. 1974-2004



Fuente: www.criadoylopez.com

1.3. Factores de la Agricultura Intensiva en el Poniente

La situación actual de la agricultura intensiva, en un espacio reducido (en torno a 20.000 hectáreas) en el que se encuentra el mayor centro de producción de hortalizas bajo invernadero del mundo, con una "atmósfera industrial" que facilita una dinámica innovadora, genera la acumulación y difusión rápida de conocimientos, y es motivo de atracción para la localización de nuevas actividades y empresas, es el resultado de la confluencia de una serie de factores, que pueden agruparse en: Recursos naturales, Tecnología, Capital humano, y Factor institucional.

En el grupo de los **Recursos naturales** hay que considerar unas condiciones climáticas favorables (temperatura benigna en invierno y poco diferencial térmico entre las distintas estaciones, elevada insolación durante todo el año, y fuertes vientos que permiten la eliminación rápida de la humedad propia del cultivo bajo abrigo), unos recursos hídricos suficientes (abundancia de recursos hídricos subterráneos) y otros recursos naturales accesibles (como la arena por tratarse de una zona de litoral, y la tierra cultivable a un coste no demasiado elevado).

Los componentes **tecnológicos** del desarrollo de esta horticultura son el **enarenado** (que consiste en colocar una capa de arena de unos 10-12 centímetros de espesor sobre un terreno labrado y estercolado, consiguiendo la eliminación de la salinidad y alcalinidad, elevación de la temperatura del suelo de hasta 10°C, adelantar la maduración del fruto unos 15 días, el aumento del desarrollo radicular, la disminución del consumo de agua y la condensación de la humedad atmosférica, entre otros efectos) y el **invernadero tipo "parral"** de Almería (que se elabora generalmente con cubiertas de plástico entre dos mallas de alambre soportadas por postes de madera, posteriormente sustituidos por postes metálicos). A éstos, hay que unir otra serie de **mejoras tecnológicas** (sistemas de riego por goteo, sistemas de cultivo sin suelo o hidroponía, nuevas variedades híbridas de semillas mejoradas, mejora en los productos fitosanitarios y los fertilizantes, mejora en la maquinaria y en las prácticas culturales etc.) que se han ido incorporando a lo largo de la evolución de esta agricultura intensiva.

El tercer pilar lo constituye el **agricultor** por su gran capacidad de trabajo, nivel de cualificación, experiencia acumulada e iniciativa. La estructura de la propiedad, en la gran mayoría familiar, es ideal por la gran cantidad de mano de obra artesanal necesaria en sus múltiples operaciones culturales (riegos, tratamientos y cuidados delicados de las plantas y empleo de variedades muy seleccionadas). La comarca del Poniente recibió inicialmente una intensa afluencia de agricultores procedentes de regiones agrícolas cercanas que contaban con facilidad para acceder a las tierras y conseguir su propiedad (consecuencia de la política colonizadora). El aumento del tamaño de las explotaciones convirtió esta región en un centro de atracción para inmigrantes norteafricanos, subsaharianos, sudamericanos y de los países del Este de Europa que, pese a su escasa especialización y elevada inestabilidad, están cubriendo el déficit en la oferta de trabajo. También las asociaciones y cooperativas de agricultores han tenido un papel muy importante en la comercialización en origen y en destino a los centros consumidores.

Finalmente, el **Factor Institucional**, a través del Instituto Nacional de Colonización (INC), con su política de asentamientos, y apoyos financieros y técnicos, del sector financiero local, como las Cajas de Ahorros, de la industria auxiliar ligada a la agricultura, y de los centros de investigación públicos y privados, ha jugado un papel esencial.

1.4. Caracterización de los invernaderos en el Poniente

Los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según los elementos constructivos, los medios de cultivo, o los tipos de cultivo.

De sus **elementos constructivos** (por su perfil externo, fijación, material de cubierta, o material de la estructura, etc.) podemos distinguir entre las siguientes tipologías de invernaderos (Montero y Antón, 1994; Pérez et al. 1992; Valera y Molina, 1999; Valera, et al. 2003; Pérez y Céspedes, 2004; Serrano, 2005; Fernández-Sierra y Pérez-Parra, 2004):

- A. **Tipo Almería o tradicional**, que suponen un 98 % del total del Poniente, más antiguas y básicas, que se subdividen en: Planos o tipo Parral, Raspa y amagado, Asimétricos, Capilla, Doble capilla,... (Figura 4).

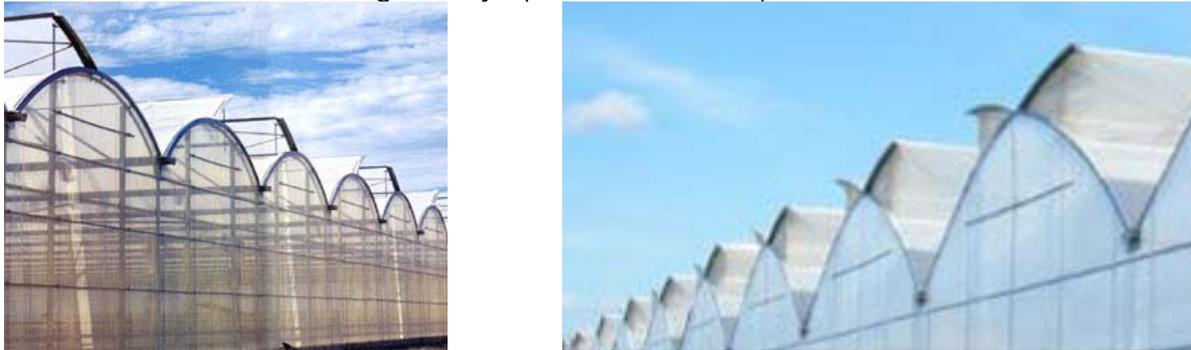
Figura 4. Ejemplos de invernaderos tipo Almería



Fuente: <http://alinverspain.com/imagenes/fotos-contenido/invernaderos-parral-1.jpg>
http://www.elpais.com/recorte/20081016elpepusoc_4/LCO340/1es/Oro_verde.jpg

B. **Tipo industrial**, el 2 % restante, más tecnificado, moderno y de mayor altura para un mejor control climático, con las siguientes tipologías: Túnel o semicilíndrico, y de Cristal o tipo Venlo (Figura 5).

Figura 5. Ejemplos de invernadero tipo industrial



Fuente: <http://www.tecnoponiente.com/imagenes/zoom-empresa3.jpg>
http://www.rufepa.com/img/inv_plastico/yuksel_1_z.jpg

Según los **Medios de cultivo**, destacan dos tipos: los cultivos en **suelo enarenado** (80% de la superficie), y los cultivos en **sustrato ò hidropónicos** (20% restante) (Fernández-Fernández y Cuadrado-Gómez, 1999), que necesitan una mayor especialización pero requieren menos mantenimiento y resultan más productivas. Los tipos de sustratos más empleados en hidroponía son la Perlita (60%) la Lana de Roca (35%) y la Fibra de coco (5%).

Los **cultivos** principales son, por orden de importancia: Pimiento, Tomate, Pepino, Calabacín, Sandía, Melón, Berenjena, y Judía verde. Las 20.000 Ha cultivadas producen 2 millones de Tm (productividad media de 100 Tm/Ha), y unos ingresos de unos 1000 millones € anuales (50.000 €/Ha) (Novotecnia, 2009).

1.5. Diagnóstico global de la Agricultura Intensiva del Poniente

Tras revisar la evolución, los factores que inciden en el sistema productivo, y la tipología de invernaderos presentes en el Poniente Almeriense, se realiza un diagnóstico global del sector mediante una matriz DAFO (Tabla 1). En la matriz se plasman, de manera muy sintética, las principales Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades que afronta en la actualidad la Agricultura Intensiva del Poniente Almeriense.

Tabla 1. Matriz DAFO de la Agricultura del Poniente.

Fortalezas y Oportunidades	Debilidades y Amenazas
<ul style="list-style-type: none">• Climatología favorable para la producción intensiva• Alta productividad agrícola• Sistemas de cultivo tecnificados (maquinaria, riego, semillas mejoradas...)• Producción durante todo el año lo que facilita su exportación• Cooperativismo y asociacionismo fuerte• Desarrollo de la industria auxiliar• Mano de obra extranjera de bajo coste	<ul style="list-style-type: none">• Problemas en la calidad de los productos por el uso de fertilizantes y fitosanitarios (residuos)• Bajo porcentaje de certificación de productos de calidad diferenciada.• Dependencia tecnológica de terceros países (maquinaria, insumos, semillas)• Competencia de otros países con costes de producción inferiores• Problemas sociales y de inmigración incontrolada• Problemas ambientales (se desarrollan a continuación)

1.6. Planteamiento para el Diagnóstico Ambiental: entradas y salidas en un Invernadero

Para realizar un diagnóstico ambiental metódico de la agricultura intensiva, es preciso plantear las entradas y salidas de un invernadero-tipo, y analizar si es ambientalmente aceptable.

Las **entradas** en un invernadero serían: la energía procedente de la radiación solar, las plántulas, el agua, los fertilizantes, los fitosanitarios, el enarenado, la energía procedente de instalaciones auxiliares, los plásticos y la mano de obra. Como vemos, entre las entradas existen Recursos Naturales que, si son renovables deberían utilizarse por debajo de su tasa de renovación, y si no son renovables con un ritmo de consumo asumible por el medio ambiente, dando prioridad a los reutilizables frente a los que se consumen y desaparecen de forma definitiva (no reutilizables).

Las **salidas** producidas en el sistema serían: la cosecha productiva, los residuos (vegetales, plásticos, envases, rafias, fitosanitarios, etc.) y los lixiviados de agua y fertilizantes. Por tanto, entre las salidas existen Efluentes ambientales (residuos sólidos y vertidos), que deben ser asimilados por el medio ambiente como receptor último, según su capacidad de procesarlos en sus circuitos físico-químicos y biológicos, transformándolos en elementos no perjudiciales, o al menos aceptables.

2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA AGRICULTURA INTENSIVA DEL PONIENTE ALMERIENSE

Se exponen, a continuación, los principales efectos ambientales producidos por la agricultura intensiva, abordando especialmente el recurso agua, los residuos sólidos, y la contaminación por el uso de fertilizantes y plaguicidas.

2.1 El recurso natural Agua. Consumo. Balance hídrico y Eficiencia.

2.1.1. Consumo de agua y problemas ambientales por su exceso

Se muestran en la Tabla 2 los datos medios y totales de fertirriego de los principales cultivos del Poniente. Los mayores aportes de agua son para el tomate, la berenjena y el pimiento. En contraposición, el pepino (para los cultivos de otoño) y la

judía (para los cultivos de primavera) necesitan aportes menores de agua. Las necesidades medias de agua para el riego de los cultivos sin suelo (hidropónicos) son algo superiores pues la aportación de nutrientes es continua y la evapotranspiración mayor, pero las producciones son más elevadas. Prácticamente en la totalidad de la superficie invernada del Poniente se emplea el sistema de riego localizado por goteo, que permite la utilización de aguas de mala calidad, inutilizables bajo otros sistemas como aspersión o inundación.

Tabla 2. Datos medios y totales de fertirriego de los principales cultivos del Poniente Almeriense.

CULTIVO	Medio Cultivo con suelo (m ³ /ha)	Medio Hidroponía (m ³ /ha)	Total Cultivo con suelo (hm ³)	Total Hidroponía (hm ³)	Total (hm ³)
Pimiento	3.950	3.933	20,68	5,15	25,73
Tomate	4.110	6.052	11,24	4,14	15,38
Pepino	2.780	2.664	8,75	2,10	10,85
Calabacín	3.490	3.876	10,62	2,95	13,57
Berenjena	4.190	4.059	4,98	1,21	6,19
Judía	1.680	1.554	1,53	0,35	1,88
Sandía	2.120	2.262	4,80	1,28	6,08
Melón	2.520	2.360	7,82	1,83	9,65
Rango/Total	1700-4200	1600-6000	70,42	19,00	89,42

Fuente: Datos de campo de la Estación Experimental de las Palmerillas.

No hay estudios científicos definitivos sobre los aportes externos a los acuíferos, pero es evidente que la extracción de agua se ha realizado por encima de la tasa de recarga, por el descenso espectacular del nivel piezométrico, es decir del aumento de su profundidad. Esto está ocasionando el fenómeno de intrusión marina o entrada de agua de mar, con la consecuente salinización y empobrecimiento de su calidad. Por otro lado se está produciendo un aumento en el consumo energético en la extracción de agua que se tiene que elevar con más altura (desde el año 1989 hasta el año 2007 se ha incrementado el consumo eléctrico en un 76%, sin apenas producirse incremento de la superficie agrícola). La pérdida de calidad química de las aguas se desarrollará cuando se aborde los fertilizantes y los fitosanitarios, causantes principales de su contaminación (lixiviación,...).

2.1.2. Balance hídrico y eficiencia

En los apartados siguientes se van a ir describiendo diversos datos e indicadores de flujos hídricos, aplicándolos al área de estudio, cuyos resultados se sintetizan en la Tabla 3. El **Consumo** de agua en los cultivos invernados del Poniente se ha reflejado anteriormente, con un total de aproximadamente 90 Hm³. Como balance hídrico (BH) entenderemos la cantidad total de agua utilizada para producir los bienes y servicios que consume un área determinada. Tiene dos componentes: el agua doméstica y el agua foránea. El agua doméstica o balance hídrico interno (BHI) se define como la suma del consumo de agua de la agricultura (en este caso, mayoritaria), la industria y el consumo doméstico, menos el agua virtual (oculta) exportada (AVE). Y el balance hídrico externo, o agua foránea, se calcula restando al agua virtual importada (AVI) del agua virtual procedente de ésta que se exporta, es decir, el agua virtual re-exportada (Allan, 1999; Madrid, 2007). Como puede consultarse en la Tabla 3, la agricultura intensiva en el Poniente es mucho más exportadora de agua virtual que importadora, y el producto con mayor volumen de agua exportado es el pimiento, seguido del melón y del tomate. La

única entrada significativa de producto y por tanto de agua virtual interna se produce con la judía.

También se muestran los **parámetros de eficiencia**. El primero es la Rentabilidad Monetaria del agua en producción (RMp), relación entre los flujos monetarios (que dependen de los precios comerciales) y los flujos de agua, expresados en euros ganados con cada producto agrícola dividido por cada metro cúbico de agua consumido en su producción. Se obtiene una media de unos 9€ /m³, destacando el pepino con 17,40 €/m³. El indicador de la Rentabilidad Hídrica (RH) o "productividad" es la cantidad de producción que se genera por unidad de agua. El cultivo con mayor producción en kilos por m³ de agua consumido es el pepino, seguido del calabacín y del pimiento.

Tabla 3. Datos de eficiencia hídrica del Poniente Almeriense.

CULTIVO	Consumo (hm ³)	AVE (hm ³)	AVI (hm ³)	BHI (hm ³)	BH (hm ³)	RMp (€/m ³)	RH (Kg/m ³)
Pimiento	25,73	11,07	0,01	11,21	11,22	17,40	20,7
Tomate	15,38	7,44	0,01	6,93	6,94	7,70	20,3
Pepino	10,85	6,23	0,01	1,49	1,50	12,00	37,6
Calabacín	13,57	4,53	0,01	1,43	1,45	10,20	28,3
Berenjena	6,19	4,20	0,00	1,70	1,70	7,00	13,7
Judía verde	1,88	2,25	1,21	11,39	12,59	3,70	4,1
Sandía	6,08	4,50	0,00	4,61	4,61	4,00	20,1
Melón	9,65	9,41	0,02	4,74	4,76	3,20	10,1
Total (ó media)	89,42	49,64	1,27	43,50	44,77	9	25

Fuente: Coexphal 2002; Madrid, 2007. Elaboración Propia.

Todo este apartado justifica el uso intensivo del agua en El Poniente, pues buena parte de ella es exportada en forma de agua virtual, por lo que la huella hídrica es moderada, y se obtiene una altísima productividad y rentabilidad monetaria.

2.2 Residuos sólidos en la agricultura intensiva del Poniente

2.2.1 Residuos vegetales.

Para el sistema invernadero, se consideran residuos vegetales a los desechos de la producción agrícola procedentes de la poda, (tallos, hojas, frutos), arranque de plantas, destríos de almacenes comercializadores (frutos no aptos para el consumo humano), raíces, malas hierbas, etc. Suelen contener un índice de humedad del 60% en el momento de su retirada, con cualidades específicas dependiendo del tipo de cultivo del que se hayan extraído y de la etapa de crecimiento de las plantas. La generación de los residuos vegetales está relacionada directamente con la organización típica de las campañas, por lo que se han considerado los periodos de máxima generación para la correcta planificación de su gestión. La cuantificación de dichos residuos se puede consultar en la Tabla 4.

En el Poniente, se han generado un total de 650.000 Tm (media de 30 Tm/Ha) equivalentes a un volumen total de unos 2.5 millones de m³ (media de 100 m³/Ha). El cultivo que más residuos produce es el pimiento, seguido del tomate, melón y pepino, aunque no sigan el mismo orden de sus superficies, pues depende del periodo de cultivo y de su porte vegetativo. Así, el cultivo que genera mayor volumen de residuos vegetales por hectárea es el tomate, seguido del pimiento y de la berenjena, por sus valores altos de área foliar y períodos de cultivo más largos. Para el caso de los cultivos de pepino,

tomate y pimiento se ha hecho una distinción entre los invernaderos tipo Almería y los industriales más tecnificados, siendo mayores estos últimos pues los cultivos alcanzan un porte más alto que en los de tipo tradicional.

Tabla 4. Residuos vegetales del Poniente Almeriense.

CULTIVO	Residuos		Periodo	Superficie	Residuos		Prod.
	m3/Ha	Tm/Ha	meses	Ha	m3	Tm	Tm
Pimiento (T)*	100	25	En- Feb/Dic	6.476	647.600	161.900	425.425
Pimiento (I)*	110	27		69	7.590	1.897	
Tomate (T)	140	35	En/May	3.173	444.220	111.055	382.704
Tomate (I)	182	45.5		244	44.408	11.102	
Pepino (T)	90	22.5	Feb/May	3.898	350.820	87.705	334.305
Pepino (I)	94,5	23.6		35	3.307,5	827	
Calabacín	90	22.5	En/May	3.805	342.450	8.5612	213.080
Berenjena	90	25	Feb/Jun	1.485	133.650	37.125	118.800
Judía	70	17	En-My/ My-Jul	1.140	79.800	19.950	17.100
Sandía	50	15	En/May	2.830	141.500	43.865	212.250
Melón	80	23	Feb/Jun	3.880	310.400	89.240	155.200
MEDIA Ó TOTAL	90	25	Feb-May	27.035	2.505.745	650.278	1.858.864

*(T) = Cultivo en invernadero tradicional; *(I) = Cultivo en invernadero industrial.

Fuente: Ayuntamiento de El Ejido (2003). Elaboración propia.

2.2.2 Residuos plásticos de invernaderos.

Una vez finalizada la vida útil de los plásticos utilizados en la agricultura, invernaderos, túneles etc., éstos se convierten en residuos que son necesarios recuperar, ya que su envío a vertedero significa una pérdida de recursos valiosos. Los procedentes del acolchado y de túneles conservan aún buenas propiedades, pero los de filmes de larga duración, procedentes de cubiertas de invernaderos han soportado una mayor radiación solar, por lo que están más degradados y ello hace difícil su reciclado mecánico, siendo necesarios otros sistemas de valorización. Los residuos plásticos agrícolas originan problemas medioambientales si se incineran de forma incontrolada (se producen dioxinas, altamente tóxicas) o no son tratados o almacenados adecuadamente. Además contaminan los suelos y las aguas superficiales y subterráneas, y producen impacto paisajístico negativo.

En el Poniente almeriense se generan al año unas 45.000 Tm de residuos plásticos, siendo el de cubierta el que mayor cantidad aporta al total (Ayuntamiento de El Ejido, 2003; Fundación Cajamar; 2008). En cuanto al volumen de amarres de polipropileno o rafias pueden contabilizarse unas 1.650 Tm. La época en la que se generan más residuos plásticos en el Poniente es desde los meses de Julio hasta Octubre, coincidiendo con el período de descanso de cultivos y con escasa producción hortícola, tiempo idóneo para cambiar los plásticos de las estructuras invernadas.

2.2.3 Envases de productos fitosanitarios y Otros residuos.

Los **envases de producto fitosanitarios** generados dependen del tipo de cultivo, del tipo de plaga o enfermedad, y del tipo de presentación comercial. Se estima que se generan en el Poniente unos 3 millones de envases/año, fundamentalmente de

plástico y también de metal, aunque en algunos casos se utiliza vidrio o papel. En cuanto al destino de estos envases una vez utilizados, aproximadamente el 70% de los productores los devuelven al almacén o los depositan en contenedores apropiados, un 15% son depositados en vertederos, mientras que otro 15% los abandonan o los tiran con otros residuos, quedando sin gestionar de manera conveniente.

La agricultura intensiva del Poniente genera también **otros residuos** como: Sustratos usados (lana de roca, perlita, fibra de coco), Maderas (palets, rollizos de invernaderos,..), Cartón y papel, Chatarra metálica, Mantas térmicas, Gomas de goteo, etc..

2.3 Contaminación por el uso de Fertilizantes.

El uso de fertilizantes minerales ha contribuido en gran parte a incrementar el rendimiento de los cultivos, pero en las últimas décadas su consumo ha aumentado considerablemente. Se consumen de media entorno a los 2.000 kg. ha⁻¹ de fertilizantes minerales, llegando en algunos casos hasta los 3.400 kg. ha⁻¹ (Ramos-Miras, 2002). La eficiencia del uso de los fertilizantes es mayor cuanto más se haga coincidir su disponibilidad con las necesidades de nutrientes por la planta. El uso poco controlado de los fertilizantes puede provocar la salinización del suelo y la contaminación de las aguas por iones nitrogenados y fosfatados. Los fosfatos, al tener una movilidad muy baja en el suelo y ser fuertemente retenidos por el mismo no suelen ocasionar graves problemas en general.

Por el contrario, los **nitratos** son muy móviles y fácilmente lavados mediante el agua en el suelo y transportados a los **acuíferos**. Sin embargo, para que exista lixiviación de nitratos, es necesario que se produzcan simultáneamente un exceso de nitratos en el suelo y un exceso de agua en el riego. La Unión Europea (UE) ha adoptado un límite de nitrato de 50 mg NO₃⁻ * L⁻¹ y de nitrito de 0,5 mg NO₂⁻ * L⁻¹ para este tipo de aguas (CEE, 1991; Ferrer-Márquez, 2005), y obliga a los países miembros de la UE a identificar las regiones con valores superiores como Zonas Vulnerables de Nitratos (ZNV), por el riesgo de Metahemoglobinemia en la salud humana (García-García y Alonso-Pérez, 2006), y a reducir su contaminación por NO₃⁻. En la zona del Poniente, los niveles piezométricos y la concentración de N-NO₃⁻ están subiendo en los acuíferos (Gallardo-Pino, 2007; Granados, et al., 2007) y hay una superficie importante con concentraciones muy superiores al límite máximo establecido por la UE, superando hasta cinco veces este límite en las zonas más contaminadas (Pulido-Bosch; 2005). Las cantidades más altas de NO₃⁻ lixivados se produjeron en los cultivos en sustrato, pues el nitrógeno no recuperado por el cultivo se pierde por lixiviación; mientras que en cultivos en suelo el nitrógeno no recuperado puede ser retenido en el suelo.

Los **suelos** de invernadero están sufriendo un proceso de degradación en sus **características físico-químicas** y en la acumulación de metales pesados (Ramos-Miras, 2002). Los cloruros y los sulfatos son los aniones predominantes en la solución del suelo de los invernaderos. Los nitratos y nitritos se presentan a concentraciones relativamente elevadas, y se ha detectado la presencia de bromuros, con una baja concentración media. Respecto a los cationes solubles, los resultados revelaron que el calcio es el mayoritario en la solución del suelo, seguido del sodio y del magnesio, mientras el potasio arrojó valores sensiblemente inferiores. Finalmente se observa que, al igual que la conductividad eléctrica, los valores del SAR son bastante bajos.

Los niveles de contaminación de **metales pesados** indicaron que los suelos de invernadero están sufriendo un proceso de contaminación, detectándose la presencia de todos los metales pesados investigados. No obstante, tanto los contenidos medios (totales) como los máximos de MP encontrados en los suelos analizados estuvieron, en

todos los casos, dentro de los límites considerados como normales para el cultivo cumpliendo con las normativas española y comunitaria, aunque éstas son menos restrictivas que las de otros países comunitarios (Suiza, Holanda, etc.).

2.4 Contaminación por uso de Fitosanitarios.

La problemática de plagas y enfermedades en cultivos bajo plástico en el Poniente Almeriense es particularmente severa y de una importancia muy superior a cultivos al aire libre, lo que supone un uso importante de plaguicidas, función del tipo de cultivo y del tipo de plaga o enfermedad. Por ejemplo, el cultivo intensivo de tomate en invernadero puede verse afectado por numerosas plagas y enfermedades, entre las que destacan: Mosca blanca, Trips, Pulgón, Araña roja, Minadores de hoja, Orugas de lepidópteros, Tuta absoluta, Vasates, Nematodos (Cabello, 1996). Los productos fitosanitarios se pueden clasificar según su origen en tres grupos: minerales, vegetales y compuestos orgánicos de síntesis. Los dos primeros, salvo excepciones, no presentan problemas de contaminación. Los compuestos orgánicos de síntesis son los que plantean mayor riesgo debido tanto a su persistencia como a su toxicidad, siendo los que mayores problemas plantean los organoclorados y los carbamatos. El poniente es la comarca con mayor volumen de uso de plaguicidas, manteniéndose una tendencia creciente desde los años 90. La cantidad de productos fitosanitarios comercializados en el Poniente era de unas 5.000 toneladas al año en el año 2000, con un promedio de aplicación de 0,2 toneladas de fitosanitarios por hectárea. El uso excesivo de plaguicidas conlleva unos riesgos medioambientales, que pasamos a resumir.

2.4.1 Contaminación del agua.

La contaminación medioambiental que ha recibido mayor atención en los últimos años ha sido la del agua, tanto superficial como subterránea. El hecho de que muchos plaguicidas se apliquen al suelo, donde deben persistir durante un cierto tiempo para poder controlar las plagas, puede explicar que las concentraciones encontradas en estas aguas sean a menudo relevantes. Un reciente estudio ha determinado más de cuarenta plaguicidas (organofosforados y organoclorados) en los acuíferos de esta área, y demostrado cómo se ha ido degradando la calidad de las aguas (Martínez-Vidal, et al. 2004a). Los plaguicidas fueron seleccionados de entre los más utilizados en los últimos 20 años (algunas estén prohibidas en la actualidad). En las muestras procedentes de aguas subterráneas se encontraron plaguicidas en 10 de las 16 muestras analizadas, siendo endosulfan α , endosulfan sulfato y clorpirifos etil los más frecuentes, aunque la mayor concentración detectada correspondió a malation. En muchos casos se presentaron valores de endosulfan α superiores al máximo nivel permitido en la legislación establecido en 0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$ por compuesto individual. También se encontró aldrín a una concentración superior al máximo establecido para aguas de consumo. Asimismo, se detectaron residuos de otros plaguicidas como p,p-DDE, p,p-DDT, metoxicloro y lindano.

2.4.2 Contaminación del suelo

En los resultados obtenidos en un estudio sobre plaguicidas en suelos del Poniente, se pudo observar la presencia de 17 plaguicidas de un total de 42 materias activas analizadas (Fundación Tecnova, 2009). El contenido variaba en función de las características del plaguicida y del contenido en arcilla de los suelos. La materia activa que aparece con mayor frecuencia ha sido el imidacloprid, seguido del tebuconazol, y del fipronil, con un porcentaje más elevado de detecciones. Endosulfan sigue apareciendo en un porcentaje elevado de los casos, Procimidona ha disminuido notablemente su frecuencia de aparición, y Miclobutanil la incrementa.

2.4.3 Presencia de fitosanitarios en los productos agrarios.

En el Reglamento de la UE de armonización de los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en los alimentos de origen vegetal, se establece un valor único de LMR para cada fitosanitario y cultivo en el ámbito de toda la U.E (CE, 2008). Diversos estudios han constatado la presencia de un gran número de plaguicidas en productos agrarios cultivados en invernaderos de Almería, muchos de ellos en concentraciones que excedían los valores límites (Coexphal, 2002). Algunos de los plaguicidas detectados son disruptores endocrinos y otros son persistentes y bioacumulativos. El endosulfán fue el plaguicida detectado en mayor concentración y con mayor frecuencia, y en la actualidad su utilización está prohibida por ley.

2.4.4 Presencia de fitosanitarios en los restos vegetales.

Un estudio sobre la presencia de plaguicidas en restos vegetales del cultivo de judía, melón y sandía en invernaderos de Almería, utilizados como alimento animal, muestra claramente que los restos vegetales procedentes del cultivo en invernadero están contaminados con plaguicidas, siendo el endosulfán fue el plaguicida detectado con mayor frecuencia (en 33 de las 45 muestras), por lo que es urgente la necesidad de controlar estos restos post-cosecha, en particular si se utilizan como alimento de ganado (Garrido-Frenich, 2003; Martínez-Vidal, et al. 2004b). Esta fuente de contaminación del medio ambiente por plaguicidas es muy importante dada la gran cantidad de residuos vegetales generados en los cultivos en invernadero.

2.4.5 Presencia de fitosanitarios en los plásticos de invernaderos y en los Envases de productos fitosanitarios.

Trabajos recientes han demostrado la absorción de plaguicidas en los tejidos plásticos utilizados para cubrir los suelos agrícolas, lo que debe tenerse en cuenta a la hora de manipular este material contaminado o gestionar los residuos, ya sea en vertederos, mediante incineración o reciclaje (Gómez-Ariza, 1998; Grupo Ecologista Mediterráneo, 1998).

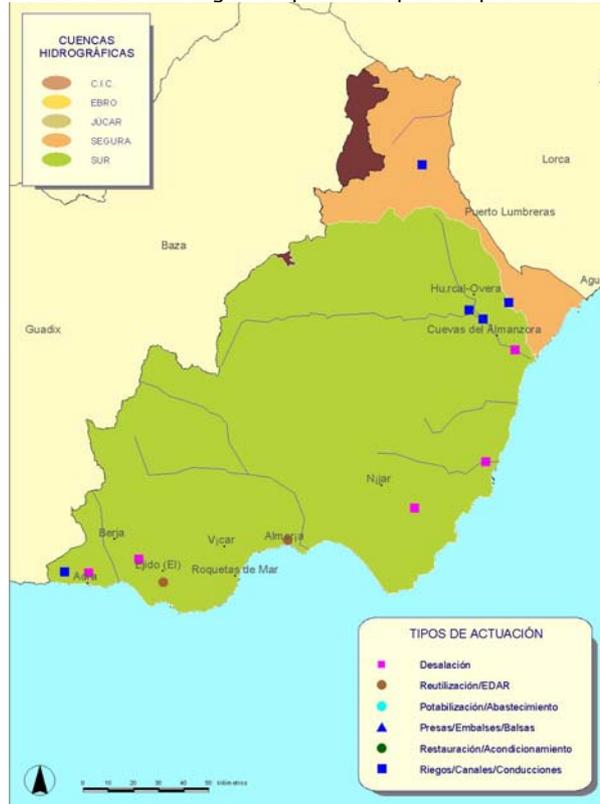
Los envases fitosanitarios, una vez utilizados, son obviamente una fuente de contaminación por lo que su gestión debe ser muy cuidadosa (Grupo Ecologista Mediterráneo, 1998).

3. RESPUESTAS. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL.

3.1 Respuesta al balance deficitario de agua.

Para corregir el actual balance deficitario de agua, es preciso ordenar los nuevos invernaderos (prohibiendo o regulando su implantación), mejorar los regadíos (riego por goteo, sistemas de redes,..) y aumentar el aporte externo de agua mediante desaladoras, depuradoras, trasvases hidrológicos, etc...

Figura 6. Actuaciones urgentes previstas para la provincia de Almería.



Fuente: MARM, 2009.

Al respecto, el Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), tiene previsto realizar importantes inversiones para la aportación de recursos hídricos, como la desaladora del Campo de Dalías (Poniente), las actuaciones complementarias de reutilización de aguas residuales en el Campo de Dalías ($10 \text{ Hm}^3 \text{ año}^{-1}$), la conexión presa Cuevas de Almanzora-Poniente Almeriense (Sector Norte) y la mejora de las infraestructuras hidráulicas de los riegos de la zona de Adra del Poniente ($2 \text{ Hm}^3 \text{ año}^{-1}$) (Informe de sostenibilidad ambiental: Actuaciones urgentes del programa A.G.U.A. en las cuencas mediterráneas. MARM, 2005).

3.2 Respuesta a los residuos.

3.2.1 Instrumentos de Gestión

Durante la última década se han iniciado distintos procesos destinados a la eliminación racional de estos residuos que no han resultado tan eficaces como se pensaba en un primer momento. Se indican los principales instrumentos de gestión de residuos, resumiendo su proceso.

a. Residuos vegetales de invernadero.

Para la gestión de los residuos vegetales procedentes de los invernaderos se realizan dos tipos de actuaciones: compostaje y producción de energía eléctrica.

El proceso de compostaje podría resumirse en las siguientes etapas: Recepción - Retirada de materiales inorgánicos - Trituración - Fermentación, Humectación y Volteo -

Compost maduro y estable - Condicionamiento (tamizado, cribado y envasado) - Comercialización.

Las etapas consideradas para la producción de energía eléctrica a partir de residuos vegetales de los invernaderos son: Recepción - Retirada de materiales inorgánicos - Trituración - Secado - Gasificación (CO, CO₂, H₂, CH₄, N₂) - Energía Eléctrica.

b. Residuos plásticos.

En la actualidad, aún persiste el problema de los plásticos que están tan degradados, que ya no es posible su reciclado. Además son muy difíciles de recoger, ya que suelen ser de pequeño tamaño y los fuertes vientos los reparten por todo el campo. En general, las etapas consideradas en la gestión de los residuos plásticos son: Empacado - Transporte - Limpieza - Triturado - Lavado - Secado - Granceado (por extrusión).

c. Envases fitosanitarios.

La Ley obliga a los fabricantes, envasadores y los comerciantes de productos fitosanitarios a establecer un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) o bien participando en un Sistema Integrado de Gestión como SIGFITO (Sigfito Agroenvases; 2009), que funciona a través de una red de puntos de recogida, denominados Centros de Agrupamiento. Este sistema facilita a los envasadores, distribuidores y agricultores su cumplimiento, evitando posibles sanciones. El posterior proceso se resume en: Recogida - Vertido en Tolva - Trituración - Lavado (detoxificación solar del agua contaminante) - Centrifugado - Secado - Envasado - Comercialización en Recicladoras.

d. Sustratos usados en cultivos sin suelo.

Al terminar la vida útil de los distintos sustratos utilizados en los invernaderos, el proceso para su gestión es el siguiente: Recogida - Almacenamiento - Recepción por Distribuidores - Expedición a Fabricantes.

e. Otros Residuos generados.

La agricultura bajo plástico no sólo genera residuos directamente relacionados con el cultivo, sino que existen otros procedentes de actividades complementarias, como pueden ser maderas, cartones, chatarra, gomas de goteo, etc... Para su gestión se realiza el siguiente proceso: Acopio - Tratamiento - Traslado - Gestión por Empresas recicladoras.

3.2.2 Situación actual de la gestión de residuos.

Durante los últimos años se han iniciado distintos procesos destinados a la gestión adecuada de los residuos sólidos y de los residuos vegetales procedentes de invernadero (RVI), siendo el ayuntamiento de El Ejido pionero en esta actividad y el que más actuaciones ha llevado a cabo en los últimos años, destacando el Plan de Higiene Rural o el inicio de la fabricación de compost por parte de la empresa Tecmed en el año 1993, en su planta con capacidad de tratamiento de 50.000 toneladas anuales (Ayuntamiento de El Ejido. 2003; Cabildo de Tenerife, 2009).

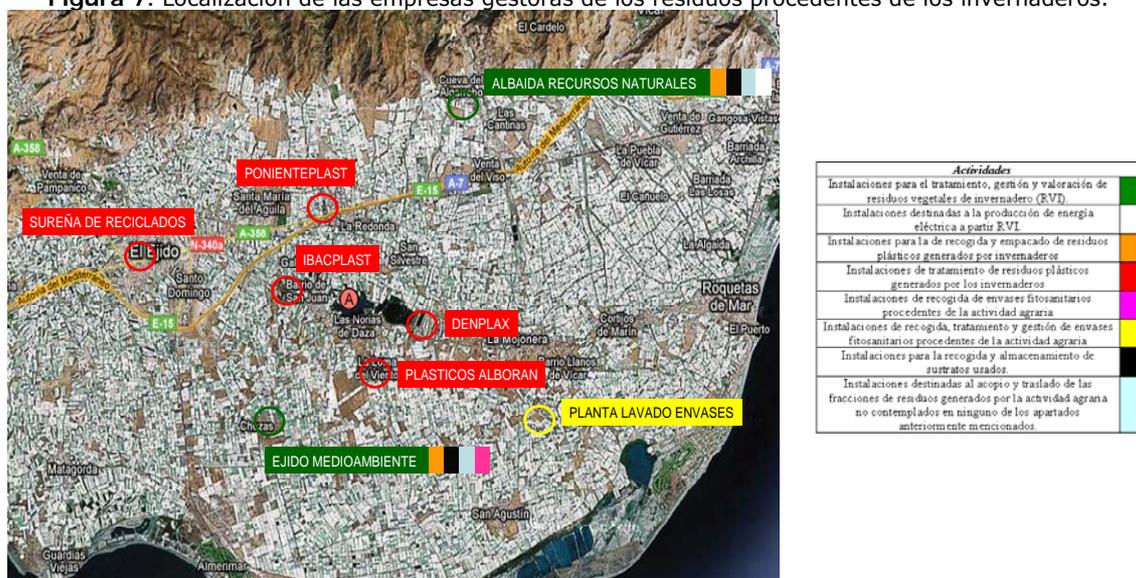
En la actualidad, la empresa Ejido Medio Ambiente S.A. continúa con el trabajo del Grupo Tecmed, y según el Plan de Higiene Rural del Ayuntamiento de El Ejido tiene previsto gestionar 340.000 unidades de residuos de envases peligrosos, 40.000 Tm de frutos, 500.000 m³ de restos vegetales, 100.000 m³ de plásticos, metales y maderas y en torno a los 70.000 m³ de residuos de sustratos (Ayuntamiento de El Ejido. 2003). Los residuos y los meses de máxima producción de los mismos, gestionados por la empresa Albaida Recursos Naturales y Medio Ambiente en el año 2008 se recogen en la tabla 5.

Tabla 5. Residuos sólidos del Poniente Almeriense gestionados por Albaida.

Residuos	Planta				Total	
	La Mojenera		Níjar		Tm	Mes
	Tm	Mes	Tm	Mes		
RVI	34.230,2	May-Jun	117.640,4	Jun-Jul	151.870,7	Jun-Jul
Podas	2.491,1	Ene-Feb	415,9	Agosto	2.906,9	Feb-Mar
Destríos	9.049,5	May	0		9.049,5	May-Jun
Plásticos	64,4	Abr/Ago	1.110,7	Abril y Agosto	1.175,1	Abr-May Jul-Ago
Colmenas	212,9	Sep	10,3	Jul.	223,2	Ago-Sept
Perlita	1.060,1	May-Jun	459,4	Jul.	1.519,5	Jun-Jul
Lana de Roca	191,3	May-Jun	802,2	Agosto	993,5	Agosto
Fibra de coco	24,4	May	44,5	Jul-Ago	68,9	May Jul-Ago
Sustratos	1.275,8	May-Jun	1.306,1	Jul-Ago	2.581,9	May-Jun Jul-Ago
Bandejas	0,64	-	50,4	-	51,01	-

En el año 2008, en la Comarca del Poniente el volumen real de residuos vegetales de invernadero gestionados en plantas de tratamiento, gestión y valoración fue de 283.252 Tm, y para producir energía eléctrica se utilizaron 34.230,65 Tm. En instalaciones destinadas a la recogida y almacenamiento de sustratos usados se gestionaron 6.875,81 Tm, y 800.000 envases fitosanitarios procedentes de la actividad agraria fueron recogidos. Las principales empresas que funcionan en la Comarca del Poniente Almeriense, con el objetivo de gestionar los distintos residuos que producen los invernaderos, son recogidas en la Figura 7, así como su actividad específica y su localización.

Figura 7. Localización de las empresas gestoras de los residuos procedentes de los invernaderos.



Fuente: Castellano Navarro, M. Páez Cano, F. Vázquez Cabrera, J. "Gestión de Residuos Agrícolas en el Poniente Almeriense".

Asimismo, en la actualidad, la empresa Albaida Recursos Naturales y Medioambiente, S.A., ha construido una planta de tratamiento de residuos vegetales de invernadero por gasificación, destinada a producir energía eléctrica, y se estima que se

obtendrán 13.600.000 Kwh año⁻¹, con una capacidad para tratar 21.600 T de residuos al año (Ayuntamiento de Níjar, 2009).

Si bien se han obtenido grandes avances en la gestión de los residuos procedentes de invernaderos, aún no se ha llegado a gestionar el 100% de ellos. Se debe alcanzar este objetivo y concienciar a los productores sobre los beneficios de reciclar y tratar adecuadamente los residuos.

3.3 Respuesta a la contaminación de acuíferos por nitratos.

Es necesario reducir la contaminación por NO₃⁻ de origen agrario y en consecuencia, hay que desarrollar prácticas agrícolas que minimicen la lixiviación de NO₃⁻ desde los invernaderos, desarrollando las siguientes mejoras en las prácticas agrícolas.

a. Uso eficiente del agua y del nitrógeno

Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir el consumo de agua del cultivo. Una aportación de agua inferior al consumo de agua del cultivo puede llegar a provocar déficit hídrico y por tanto una reducción de la producción, pero un exceso de agua de riego supone el lavado de fertilizantes, y en el caso de suelos arcillosos puede provocar asfixia radicular por falta de aireación de las raíces, por lo que es necesario que las plantas reciban nada más que el agua necesaria y en el momento que la precisan.

b. Reducción de la lixiviación en los cultivos en sustrato

En los cultivos en sustrato se plantean fundamentalmente dos formas a través de las cuales se puede reducir la lixiviación de NO₃⁻. El primero consiste en la recirculación de la solución nutritiva, que precisa de una infraestructura cara y agua de buena calidad. El segundo consiste en mejorar el manejo, manteniendo la concentración de los nutrientes en la solución ligeramente inferior a la concentración de absorción, con fracciones de drenaje moderados, implicando una reducción de las pérdidas de nutrientes.

3.4 Respuestas a la contaminación por fitosanitarios.

La tendencia alcista del consumo de fitosanitarios en el Poniente ha cambiado en los últimos años, y la situación de la sanidad vegetal ha ido variando paulatinamente hacia el empleo de otros métodos de protección para la consecución de una protección integrada de los cultivos.

a. Solarización en la desinfección del suelo

Desde hace algunos años se está imponiendo en la Comarca del Poniente el método de desinfección del suelo por solarización, método en el que no se utilizan productos químicos ni fitosanitarios. Consiste en la instalación de un acolchado plástico transparente sobre toda la superficie del suelo del invernadero, y realización de riegos hasta poner el suelo a capacidad de campo, manteniéndose durante 40-60 días. El acolchado evita que el agua se evapore, y se alcanza una temperatura de hasta 70°C, con lo que se eliminan la mayoría de organismos fitopatógenos del suelo. Se realiza durante los meses de verano, aprovechando que la radiación es mayor.

b. Potenciar la implantación de la Agricultura ecológica

La agricultura ecológica del Poniente se encuentra, paradójicamente, por encima de la media almeriense y muy por encima de la media andaluza, con un claro crecimiento en los últimos años, siendo una de las estrategias de futuro.

c. Fomentar la Producción Integrada

Teniendo en cuenta que muchas de las plagas pueden ser combatidas mediante la introducción de insectos auxiliares, desde la administración autonómica se promovió (1989) la Lucha Integrada, que dio lugar a la norma de Producción Controlada (UNE 155001) para el sector empresarial (1996). La producción integrada es un sistema de producción agraria respetuoso con el medio ambiente, a medio camino entre la agricultura ecológica y la convencional. En ella se permite el uso de agroquímicos (abonos, fertilizantes, etc) pero de forma controlada y justificada, cumpliendo las normas que regulan este tipo de producción. Por otra parte, a día de hoy no se usan ni los organoclorados ni los carbamatos, ya que su uso está prohibido desde hace varios años por nuestra legislación vigente sobre plaguicidas (Ley 43/2002 de sanidad vegetal). Además, las normas de calidad que certifican la agricultura almeriense son bastante más restrictivas en el uso de plaguicidas que la propia legislación, reducen un 50% los límites máximos de residuos (LMR) aprobados por la legislación y recomiendan el uso de otros sistemas de control de plagas como la lucha integrada, lo cual reduce aún más la lista de materias activas a usar, ya que deben de ser compatibles con los organismos de control biológico (OCB). La última cifra oficial en lo referente a superficie de invernaderos con control integrado en sus cultivos asciende a 11.000 ha, con un continuo crecimiento, siendo el cultivo del pimiento el que ocupa mayor superficie con un 85% del total.

4. CONCLUSIONES. INTEGRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Como se ha puesto de manifiesto, existen y se usan instrumentos **correctivos** de gestión ambiental, de Conservación, Mejora, Restauración, Rehabilitación, Reutilización, y Puesta en Valor. Pero es necesario extender y garantizar el uso de estos instrumentos mediante Certificaciones de carácter fedatario, como auditorías ambientales, ecobalances, verificaciones, ó distintivos, como el Etiquetado ecológico, las tarjetas individuales,... También es necesario potenciar los instrumentos **preventivos** de gestión ambiental, directos como la Planificación, el Diseño y la Evaluación de Impacto Ambiental previa a la puesta en marcha de nuevas actividades, y muy especialmente los indirectos tanto primarios: educación ambiental de todos los agentes que participan en la agricultura intensiva (agricultores, asesores, directivos, administración,...) como secundarios: investigación, innovación, y difusión tecnológica.

Por último se deben agrupar e **Integrar** todos los instrumentos certificadores, como los de Responsabilidad Social (Norma SA 8000), Sistema de Gestión de Calidad (ISO 9001), Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud ocupacional (OSHAS 18001:1999), Sistemas de Administración Ambiental (ISO 14001), Puntos de Control & Criterios de cumplimiento en Frutas y vegetales.... La intervención pública consiste en promover la elaboración de estándares voluntarios, aunque el control del cumplimiento de los estándares suele ser realizado por un certificador acreditado.

En este contexto, se inscribe la normativa **EUREPGAP**, que es un medio para incorporar el Manejo Integrado de Plagas (IPM) y el Manejo Integrado de Cultivos (ICM) en el marco de la producción agrícola comercial. La adopción del IPM/ICM están consideradas por EUREPGAP como aspectos esenciales para el mejoramiento y la sostenibilidad de la producción agrícola en el largo plazo. EUREPGAP respalda los principios HACCP (análisis de riesgos de puntos críticos de control) y sus estándares han sido elaborado por un conjunto significativo de distribuidores europeos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ALLAN, J.A. 1999. Virtual Water: a strategic resource Global solutions to regional deficits. *Ground Water*. 36(4); 545-546.
- Asociación de empresarios-cosecheros exportadores de productos hortofrutícolas de Almería - Coexphal. 2002. Programa de control.
- Ayuntamiento de El Ejido. 2003. Plan de higiene rural. Área de Agricultura y Medio Ambiente.
- Ayuntamiento de Níjar. 2009. Planta de gasificación de Residuos Agrícolas de Invernadero. Disponible en: <http://agricultura.vicar.es/cdigital/impe/agricultura/contenidoRuta?path=/contenidos/agriculturaMA/sectorAgrario/PlantaGasificacion/descripcion&idActivo=MI3&l=>
- CABELLO, T. 1996. Utilización de pesticidas en cultivos en invernaderos del sur de España y análisis de los riesgos toxicológicos y medio ambientales. *Phytoma*, 75; 11-19.
- Cabildo de Tenerife. 2009. Plan territorial especial de ordenación de residuos de Tenerife.
- Cámara de Comercio de Almería. 2008. Almería en Cifras 2008. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Almería.
- Castellano Navarro, M. Páez Cano, F. Vázquez Cabrera, J. "Gestión de Residuos Agrícolas en el Poniente Almeriense". Trabajo para el Máster en Innovaciones en Invernaderos. Universidad de Almería.
- Comisión de las Comunidades Europeas (CE). 2008. Reglamento (CE) Nº 149/2008 de la Comisión de 29 de enero de 2008 por el que se modifica el Reglamento (CE) Nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo mediante el establecimiento de los anexos II, III y IV que estipulan límites máximos de residuos para los productos que figuran en el anexo I de dicho Reglamento (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Consejo de las Comunidades Europeas (CEE). 1991. Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, M. CUADRADO-GÓMEZ, I.M. 1999. Cultivos sin suelo II. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, FIAPA y Caja Rural de Almería. Almería.
- FERNÁNDEZ-SIERRA, C. PÉREZ-PARRA, J.J. 2004. Caracterización de los invernaderos de la Provincia de Almería. Cajamar.
- FERRER-MÁRQUEZ, A. ROMANO-MOZO, D. HERNÁNDEZ-JORGE, E. 2005. Estudio de caso 3: Evaluación del impacto de los plaguicidas en la agricultura intensiva almeriense. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud
- Fundación Cajamar. 2008. Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería 2007/2008. Cajamar. Almería.
- Fundación Tecnova. 2009. Caracterización de la contaminación de suelos agrícolas en la provincia de Almería y establecimiento de protocolos de gestión y descontaminación. Disponible en: http://www.fundaciontecnova.com/innovacion/proy_idi_detalle.asp?id_proyecto_idi=9
- GALLARDO-PINO, M. 2007. Uso eficiente del agua y el nitrógeno en cultivos hortícolas de invernadero. Jornadas de Divulgación de la Actividad I+D+i.
- GARCÍA-GARCÍA, M.C. ALONSO-PÉREZ, M.M. 2006. Contaminación por Nitratos de origen agrario. Revisión Legislativa. FIAPA.
- GARRIDO-FRENICH, A. 2003. Rapid pesticide analysis, in post-harvest plants used as animal feed, by low-pressure gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 377(6); 1038-1046.

- GÓMEZ-ARIZA, J.L. MORALES, E. GIRÁLDEZ, I. 1998. Spatial distribution of butyltin and phenyltin compounds in Huelva Coast (Southwest Spain). *Chemosphere*. 37; 937-950.
- GRANADOS, M.R., THOMPSON, R.B. FERNÁNDEZ, M.D. MARTÍNEZ-GAITÁN, C. GALLARDO, M. JIMÉNEZ, C. 2007. Reducing nitrate leaching with a simple model for nitrogen and irrigation management of fertigated vegetable crops. Pp. 373-375. En A. Bosh, Teira, M.R. Villar, J.M. "Towards a better efficiency in N use". Editorial Milenio.
- Grupo Ecologista Mediterráneo. 1998. Propuestas para la reducción y gestión de los residuos agrícolas en el poniente almeriense. Septiembre 1998.
- Instituto de Estadística de Andalucía (IEA). 2008. Almería. Datos básicos 2008. Consejería de de Economía y Hacienda.
- Junta de Andalucía - Consejería de Obras Públicas y Transportes. 2000. Plan de Ordenación del Territorio del Poniente Almeriense. Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo. Sevilla
- Madrid, C. 2007. Hidratar el metabolismo socioeconómico: los flujos de agua virtual y el metabolismo hídrico. Universidad Autónoma de Barcelona. Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental. Barcelona. Tesis Doctoral.
- MARTÍNEZ-VIDAL, J. L. ARREBOLA, F. J. GARRIDO-FRENICH, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. MATEU-SANCHEZ, M. 2004. Validation of a Gas Chromatographic-Tandem Mass Spectrometric Method for Analysis of Pesticide Residues in Six Food Commodities. Selection of a Reference Matrix for Calibration. *Chomatographia*. 59; 321-327.
- MARTÍNEZ-VIDAL, J.L. GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.J. BELMONTE-VEGA, A. GARRIDO-FRENICH, A. 2004a. Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería. *Revista Científica Ecosistemas*. 13(3); 30-38.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). 2009. Programa A.G.U.A. Disponible en: <http://www.mma.es/secciones/agua/entrada.htm>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). 2005. Informe de sostenibilidad ambiental; Actuaciones urgentes del programa A.G.U.A. en las cuencas mediterráneas. Programa A.G.U.A.
- MONTERO, J. I., ANTÓN, M. A. 1994. Evolución tecnológica de los invernaderos españoles. *Acta Horticulturae*, 357: 15-28.
- Novotécnica, S.A. 2009. Anuario de la agricultura Almeriense 2008. Almería.
- PÉREZ, F. MANZANO, F. AYUSO, J. CABALLERO, A. DE LA CRUZ, J.L. LÓPEZ, M. 1992. Invernadero tipo parral en la provincia de Almería. Tipología, cálculo constructivo y optimización. FIAPA., Almería.
- 1 Pérez-Parra, J., Céspedes, A. 2004. Tecnología de los invernaderos mediterráneos. Evolución de la tecnología en los invernaderos de bajo consumo energético de Almería. Estación Experimental De La Fundación Cajamar. Almería.
 - 2 Pulido-Bosh, A. 2005. Recarga en la Sierra de Gádor e hidrogeoquímica de los acuíferos del Campo de Dalías. Estación Experimental Cajamar.
 - 3 Ramos-Miras, J.J. 2002. Estudio de la contaminación por metales pesados y otros procesos de degradación química en los suelos en los invernaderos del Poniente Almeriense. Editorial Universidad de Almería. Almería. Tesis doctoral
 - 4 Serrano, Z. 2005. Construcción de Invernaderos, III edición. Mundi-Prensa. Madrid.
 - 5 Sigfito Agroenvases, S.L. 2009. Sistema Integrado de Gestión de envases fitosanitarios. Disponible en www.sigfito.es.
 - 6 Tirado González, M. Manjón Rodríguez, M. Cantón Ramos, J. Carreño Sánchez, J. Aroca Delgado, R. "Estudio de las actividades productivas relacionadas con la agricultura intensiva en el poniente almeriense". Trabajo para el Máster en Innovaciones en Invernaderos. Universidad de Almería.

- 7 Valera, D.L. Molina, F.D. Gil, J. 1999. Los invernaderos de Almería: Tipología y mecanización del clima. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería, España, 268 pp.
- 8 Valera, D.L. Peña, A.A. Pérez, J. Álvarez, A.J. Molina, F.D. 2003. Tensoestructuras como sistemas de protección de cultivos: el invernadero Tipo Almería. En: Control climático en invernaderos. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería, España.