

UN MODELO DE GENERACIÓN DE RENTA Y ALIMENTOS CAPAZ DE MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL LOCAL Y GLOBAL

## El cambio climático una oportunidad para la agricultura protegida bajo plástico



**Dr. Pablo Campra.**

Profesor de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Almería.

**Un estudio científico concluye que la cubierta de plástico de los invernaderos ha sido la causa más probable de la disminución de la temperatura media del Poniente almeriense en las últimas décadas, debido al aumento de albedo o reflectancia superficial, amortiguando así los efectos del calentamiento global en esta comarca. El sector debe ser ahora capaz de capitalizar este extraordinario valor añadido en los mercados.**

Investigadores de la Universidad de Almería y la Estación de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), han aportado las primeras evidencias científicas sólidas de que los invernaderos de la Comarca Litoral del Poniente de Almería pueden haber amortiguado los efectos del cambio climático en la zona, provocando una disminución de la temperatura media anual desde principios de los 80. Dicho estudio ha sido publicado el pasado mes de septiembre bajo el título "Tendencia al enfriamiento superficial y forzamiento radiativo negativo debido al cambio de uso del suelo hacia la agricultura de invernadero en el sureste de España" en la prestigiosa revista científica *Journal of Geophysical Research*,

editada por la American Geophysical Union, tras un riguroso proceso de revisión técnica, y ha tenido una importante difusión en medios de noticias internacionales.

Esta investigación se originó en la cuestión de cual estaría siendo el impacto del cambio climático global sobre la agricultura intensiva almeriense. Sin embargo, y tras constatar en los primeros análisis de las series temporales de temperaturas la existencia de un inesperado descenso de las temperaturas en la comarca, se planteó un enfoque inverso estudiando cuál habría sido el efecto sobre el clima local causado por las 27.000 hectáreas de invernadero existentes en la provincia de Almería. La idea surgió al considerar la semejanza de esta superficie con los casquetes polares, al reflejar gran parte de la radiación solar que reciben y que hemos denominado como efecto albedo.

Comúnmente se ignora que el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero no es el único efecto modificador del clima originado en las actividades humanas. El cambio de uso y propiedades físicas del suelo tiene una mayor influencia sobre el clima local y comarcal y puede orientarse para compensar el conocido efecto invernadero, lo que se conoce como geoingeniería climática. Un creciente número de científicos sostiene que la mitigación del cambio climático no puede basarse exclusivamente en la reducción de emisiones globales de gases, sino que debe tener en cuenta otros efectos de los cambios de uso del suelo que pueden influenciar los climas locales y regionales.

### La investigación geofísica

La investigación se planteó en dos fases. En la primera se analiza la evolución en las últimas décadas de las temperaturas medias anuales.

les registradas en tres estaciones meteorológicas de la provincia de Almería: aeropuerto de Almería (Aemet) y dos estaciones agroclimáticas del Campo de Dalías: la Mojonera (Ifapa, Junta de Andalucía) y Las Palmerillas (Fundación Cajamar). Los datos de las dos estaciones agroclimáticas se consideran como una misma observación por duplicado planteada para reducir posibles errores metodológicos o instrumentales en los registros climáticos. Seguidamente se comparan estas observaciones con los registros procedentes de otras estaciones de primer orden de Aemet usadas como controles, esto es, lejos de la influencia directa de los invernaderos almerienses. Para ello se eligieron las estaciones sitas en los aeropuertos de Málaga, Granada y Murcia-San Javier.

Pues bien, en todos los observatorios control se confirma el efecto ya conocido del calentamiento global en las temperaturas del sur de España a partir de 1972 (en tasas elevadas de unos  $+0,4^{\circ}\text{C}$  por década desde principios de los 80), mientras que en el observatorio del aeropuerto de Almería la temperatura media anual no ha subido desde un máximo alcanzado en 1989, e incluso presenta un leve descenso en la actualidad (**figura 1**).

Pero lo más sorprendente es la inversión en la tendencia de temperatura detectada en los dos observatorios del Campo de Dalías, con una tasa de enfriamiento de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  por década, lo que supone una disminución de  $0,75^{\circ}\text{C}$  en los últimos veinticinco años, mientras que en el sur peninsular ha sufrido un calentamiento de  $1^{\circ}\text{C}$  en el mismo periodo.

La segunda parte del estudio trata de demostrar la hipótesis de que

**Pero lo más sorprendente es la inversión en la tendencia de temperatura detectada en los dos observatorios del Campo de Dalías, con una tasa de enfriamiento de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  por década, lo que supone una disminución de  $0,75^{\circ}\text{C}$  en los últimos veinticinco años, mientras que en el sur peninsular ha sufrido un calentamiento de  $1^{\circ}\text{C}$  en el mismo periodo**

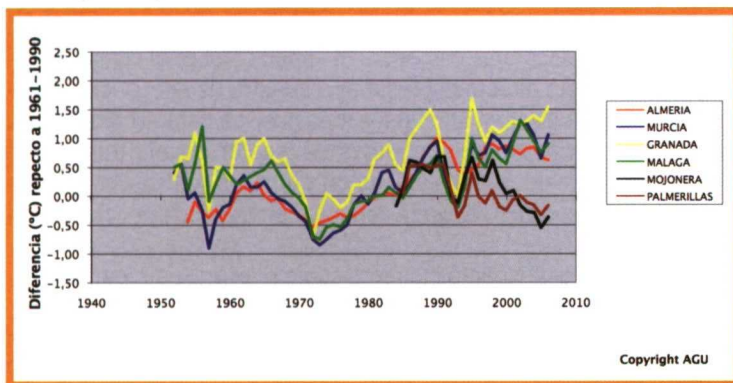
la causa de este enfriamiento está en el reflejo de parte de la radiación solar al espacio (efecto albedo) por la cubierta de los invernaderos. La energía devuelta al espacio no puede entonces calentar la superficie terrestre como lo haría de no existir la agricultura intensiva en la comarca. Según nuestros análisis de los datos de teledetección enviados por el satélite Terra de la NASA, cada una de las 27.000 hectáreas de invernaderos almerienses devuelve al espacio un 9% más de radiación media anual que el terreno preexistente de matorral, erial y pastos sin cubierta invernada. Este aumento del albedo en la comarca tiene como consecuencia una disminución de un 9% en la energía solar disponible para calentar el terreno y la atmósfera sobre la superficie.

Esta alteración de la energía disponible para el sistema climático se denomina forzamiento radiativo. Un forzamiento positivo genera un calentamiento de la atmósfera mientras que un forzamiento negativo tiene el efecto de enfriamiento contrario. La diferencia de insolación neta incidente sobre dos tipos de superficie constituye una estimación del forzamiento sobre el clima originado en un cambio de uso del suelo. En este estudio se ha calculado el efecto del cambio desde el estado secular de matorral y erial a pastos en lo que era conocido como "el ejido" de Dalías, hasta el uso intensivo actual por la expansión de la agricultura protegida bajo plástico a partir de los años 80.

Tras el aumento en los gases invernadero, el cambio de uso del suelo constituye el mayor impacto humano sobre el clima del planeta. En el caso almeriense, según nuestros análisis el cambio de uso del suelo ha sido la causa más probable del enfriamiento de la temperatura media del aire sobre la comarca. Este forzamiento asociado al desarrollo de los invernaderos se ha estimado en un valor medio anual de  $-20 \text{ W/m}^2$  (**figura 2**), con intensidad máxima en verano de  $-35 \text{ W/m}^2$ , con valores negativos todo el año y, por tanto, causantes de un descenso de temperaturas. El valor medio del forzamiento del clima generado por la cubierta de los invernaderos es doce veces más intenso y

**Figura 1.**

**Series temporales de temperaturas medias anuales correspondientes a las estaciones meteorológicas control y a las dos estaciones agroclimáticas del Campo de Dalías, La Mojonera y Las Palmerillas.**



**SOLUCIONES INTEGRALES EN TRACTORES Y MAQUINARIA AGRÍCOLA, CON EL MEJOR SERVICIO.**

[www.agrinava.com](http://www.agrinava.com)

**DIRECCIONES HIDROSTÁTICAS, ASISTENCIA ELEVACIÓN, RELOJES, KITS FRENO**

Disponemos de una amplia gama para todos los modelos y marcas de tractores



opuesto al conocido efecto invernadero por aumento global de CO<sub>2</sub>, estimado en +1,66 W/m<sup>2</sup> por el último informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), y de magnitud comparable al efecto protector neto de las nubes a escala planetaria, estimado también aproximadamente en unos -20 W/m<sup>2</sup> de media anual.

Se concluye en nuestro estudio que el vertiginoso desarrollo de los invernaderos en las últimas décadas es la causa más probable de la ausencia de calentamiento del clima del sur de la provincia de Almería, en contraste con la tendencia del sur de España y del Hemisferio Norte. Esta tesis se apoya además en el calentamiento del Mar de Alborán, que baña la comarca del Campo de Dalías, con una tasa de +0,3 °C/década, según un estudio del Instituto Español de Oceanografía.

## Convertir riesgo climático en oportunidad



El invernadero tradicional tipo parral almeriense, prototipo de invernadero mediterráneo, se caracteriza por su bajo nivel de inputs tecnológicos y energéticos.

El caso único en el mundo de la expansión de los invernaderos almerienses en las últimas décadas constituye una insólita experiencia de ingeniería climática que, a raíz de esta investigación, ha sido noticia en los teletipos y webs de medio mundo, oportunidad que el sector hortofrutícola debería ser capaz de capitalizar con una adecuada estrategia de comunicación. La divulgación de este efecto amortiguador del calentamiento global debe suponer un salto cualitativo en la tan comúnmente maltratada imagen ambiental de este modelo productivo intensivo. Pero, en mi opinión, para ello los agentes del sector deben antes fomentar, certificar y publicitar la adopción de medidas de mitigación activa del cambio climático, algunas de ellas ya en marcha.

El futuro de la agricultura protegida es una cuestión de imagen: calidad, seguridad y respeto al medio ambiente. Éstas son las tres exigencias básicas de los consumidores europeos sobre nuestras frutas y hortalizas. Loables esfuerzos se han venido realizando en los últimos años para el control de la salubridad y mantenimiento de unos

estándares de calidad en los que se basa la competitividad del sector. La optimización del uso de fertilizantes y la reciente expansión de la lucha biológica en detrimento del empleo abusivo de fitosanitarios son dos prometedores puntos de partida en la mejora de la, a veces interesada, imagen antiecológica de nuestra agricultura. Sin embargo, en el siglo XXI, el cambio climático (creamos o no en él) va a constituir la preocupación ambiental prioritaria de las sociedades destinatarias de nuestros productos.

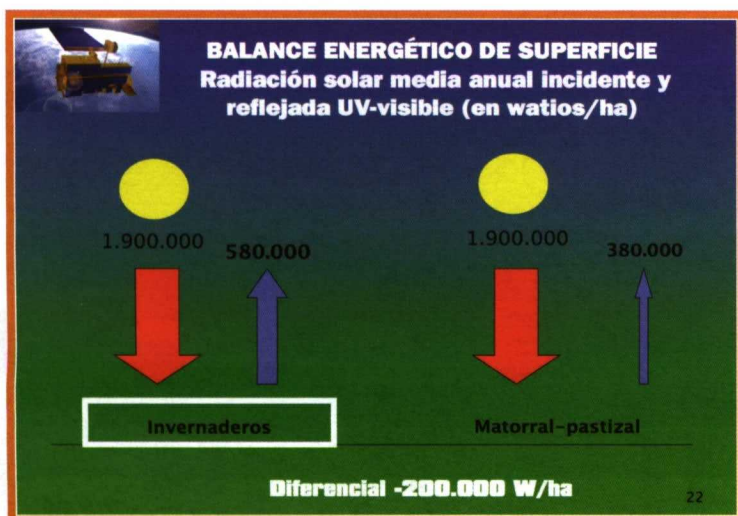
El efecto amortiguador del calentamiento global en el Campo de Dalías por el albedo del mar de plástico, puede convertirse ya en la carta de presentación del modelo agrícola almeriense en relación con la lucha contra el cambio climático. El impacto sobre el clima comarcal de este efecto directo debe situar a nuestro uso del suelo en posición ventajosa frente a otros usos más nocivos para el clima, como el urbano, industrial o competidores del sector agrario tradicionalmente con una mejor imagen ambiental, como los cultivos invernados del norte de Europa con elevado consumo energético por calefacción e iluminación.

¿Y qué hay del impacto indirecto sobre el clima, esto es, las emisiones de gases invernadero generadas fuera del campo almeriense por consumo de energía para fabricación de insumos como plásticos o agroquímicos, e incluso el transporte y distribución a los mercados? Si bien este impacto indirecto por unidad de producto no es mayor en muchos casos que otros tipos de agricultura convencional y en particular, la mayoría de usos agrarios extensivos, la paulatina reducción o eliminación de aquellas prácticas que generen emisiones asociadas de gases de efecto invernadero atmosférico es la gran oportunidad de futuro para el sector. Es más, al mencionado efecto albedo deben irse acumulando las aproximadamente 10 toneladas de CO<sub>2</sub> retiradas de la atmósfera al año por cada hectárea de invernadero, entre producto y residuo, el limitado uso de maquinaria agrícola y el bajo consumo energético del invernadero tradicional almeriense, tipo parral, en comparación con los invernaderos europeos.

Además existe un efecto indirecto del uso intensivo del territorio no resaltado suficientemente: la agricultura intensiva almeriense, ocupando tan sólo 27.000 ha (un 3% de la superficie provincial), por su capacidad de creación de renta agraria, ha contribuido en gran medida al abandono de la ganadería y agricultura extensivas en tierras marginales montañosas, altamente limitantes de la restauración na-

Figura 2.

**Balance energético de radiación solar media anual recibida sobre una superficie de agricultura protegida y sobre la superficie anterior de matorral-erial a pastos.**



tural de los montes. Este abandono ha creado inmensos sumideros de carbono en suelos y biomasa aérea, los más potentes de Andalucía según el I Inventario de la JJAA, por la regeneración natural del monte mediterráneo acontecida en las últimas décadas en 400.000 ha de montes almerienses. Esta transferencia y concentración de la actividad agraria hacia las llanuras costeras ha contribuido en gran medida a la recuperación espontánea del matorral y en muchos casos del arbolado, ayudado por las repoblaciones forestales de más de 150.000 ha llevadas a cabo en las últimas décadas. Esta estrategia de conservación del medio natural por concentración de actividades humanas se ha denominado High Yield Conservation, y el sistema agroforestal almeriense constituye un ejemplo claro de liberación de presión humana sobre el medio natural por concentración de la actividad agraria.

## Una certificación climática para el sector hortofrutícola

Con esta investigación geofísica se abre una nueva carta de presentación al mercado exterior, un producto de Almería con credenciales suficientes que permitan certificar la marca Producto de Almería bajo el sello Climate Respect. Sin embargo, la gestión del residuo vegetal como sumidero de CO<sub>2</sub> es clave para poderse contabilizar además el secuestro fotosintético anual de carbono en el haber de este sistema productivo: deben potenciarse medidas de mitigación activa del cambio climático, como la transformación de los residuos en bioenergía, así como la reducción del exceso de fertilización nitrogena-

da, fuente de óxido nítrico, un gas de intenso efecto invernadero.

El producto ideal merecedor de dicho hipotético sello de calidad ambiental, hacia el que debe tender el sector hortofrutícola almeriense, ha de ser cultivado en invernadero tipo parral, bajo plástico reciclado y reciclable, sin empleo de calefacción, iluminación o ventilación forzada, con residuos vegetales no incinerados, sino gestionados como sumideros de CO<sub>2</sub> (biogás, compost), con uso de lucha biológica (menor gasto energético), con uso justo de fertilizantes nitrogenados y transportado preferentemente por mar o ferrocarril a mercados no excesivamente lejanos.

Estas medidas son además sinérgicas con la sostenibilidad ambiental clásica, ámbito en el que el sector viene realizando encomiables esfuerzos en los últimos años. Mediante éstas y otras medidas activas la agricultura protegida debe ir alcanzando cada vez mayores cotas de sostenibilidad, especialmente en el uso del agua, la energía y la gestión de los residuos y agroquímicos.

Desde el punto de vista que estamos tratando, la solución dada por el momento al déficit hidrológico en la comarca mediante desalación convencional supone en mi opinión un cierre en falso, por el elevado gasto eléctrico requerido y las consiguientes emisiones asociadas de CO<sub>2</sub>. Debe estudiarse la viabilidad de otras alternativas complementarias e innovadoras para reducir esta nueva fuente de dependencia energética. Una de ellas es el aprovechamiento íntegro de los pluviales caídos sobre todo el mar de plástico almeriense: potencialmente supone aproximadamente el 40% de las necesidades hídricas anuales de los cultivos. Otra es la frustrada implantación de la desaladora por presión natural en Enix, la cual, por ir acoplada a una central hidroeléctrica reversible con agua de mar, permite según un estudio técnico del MMA obtener agua a un coste de 6 euros/m<sup>3</sup>, con



**GOR GOL,**  
**EL PERA**  
**QUE SE ESCRIBE CON G.**



una eficiencia energética muy superior a la desalación convencional.

Sin embargo, y a corto plazo, es urgente e ineludible gestionar el residuo agrícola como fuente de energía o sumidero de CO<sub>2</sub> e implantar una certificación de tipo climático que permita capitalizar este extraordinario valor añadido ambiental.

Para ser prácticos, son dos los pasos a seguir sin más demora en el caso almeriense:

1. Desbloquear de una vez por todas el kafkiano proceso de implantación definitiva de una planta de generación de bioenergía y/o biogás a partir de los residuos vegetales almerienses. Las administraciones y todo el sector deben cooperar en la viabilidad técnica y económica de este sistema de tratamiento que supondrá un activo fundamental para la imagen ambiental de nuestro sistema productivo.

2. Certificar aquellas producciones almerienses que realicen una adecuada gestión del residuo vegetal con un sello internacional que reconozca el esfuerzo de mitigación del cambio climático en el empleo del residuo como sumidero, o cualquier otro destino alternativo que contribuya a reducir el empleo de combustibles fósiles en la generación de energía o insumos agrarios.

Este sello ya existe y está siendo concedido desde febrero de 2008 por la certificadora alemana TÜV NORD bajo la denominación "Climate Neutral Product" a tomates orgánicos en rama holandeses. Paradójicamente, se da la circunstancia de que el área comprendida entre Amsterdam y Frankfurt registra las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> de toda Europa, lo cual se ha asociado al uso intensivo de combustibles fósiles para calentar los invernaderos centroeuropeos. Las emisiones anuales de dióxido de carbono producidas por los invernaderos de Holanda ascendían en 2003 a 6,44 millones de toneladas, con un con-



Debido a su alta reflectancia los invernaderos almerienses son la única estructura humana visible desde el espacio. Foto NASA.

sumo de combustibles fósiles de 17 toneladas por hectárea y año.

Frente a este modelo, la agricultura de Almería se caracteriza por una escasa dependencia de los factores energéticos y constituye un sumidero natural del CO<sub>2</sub> emitido por el resto de sectores industriales de la provincia. Pero además de la considerable fijación de CO<sub>2</sub> por campaña, la certificación climática que se implante en Almería debe en justicia valorar el hecho científico de que la actividad agraria en la comarca del Campo de Dalías ha contribuido ya a la mitigación del calentamiento a escala global. Según nuestro estudio, el aumento en el albedo de cada hectárea de cultivo protegido implantada en Almería, ha compensado el calentamiento por efecto invernadero asociado a 400 toneladas de CO<sub>2</sub>, cantidad equivalente al secuestro fotosintético bruto de carbono durante cuarenta años. Por tanto, como medida de mitigación de alcance global, el cambio de uso de 38.000 hectáreas de horticultura invernada en Andalucía en las últimas décadas ha generado ya un efecto geotérmico equivalente a la retirada neta de unos 15 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. A este efecto, asociado exclusivamente al cambio histórico de uso del territorio, debe añadirse naturalmente la mencionada fijación anual de CO<sub>2</sub> por la elevada actividad fotosintética de la agricultura intensiva.

Pero la anomalía climática almeriense tiene implicaciones que exceden del ámbito agrario, aunque pueden beneficiarlo. Científicos americanos del Berkeley National Laboratory están tratando de promover en la ONU un plan a escala global, complementario a la reducción de emisiones, para aumentar el albedo de las cien mayores urbes del planeta. Según sus modelos matemáticos, sencillamente blanqueando techos y pavimentos se conseguiría un efecto de enfriamiento masivo que compensaría la emisión de 44 GT CO<sub>2</sub>, equivalente al incremento mundial de emisiones previsto para los próximos once años. La experiencia geoclimática del Campo de Dalías constituye una sólida evidencia empírica de la efectividad real de esta estrategia de enclavado global y ya ha sido puesta en conocimiento de los impulsores de este plan mitigación global, aplicable en determinadas zonas hortofrutícolas con elevada vulnerabilidad al calentamiento global.

La contención del calentamiento local y global mediante aumento del albedo permitiría ganar un tiempo crucial, alargando en varias décadas los plazos necesarios para lograr la necesaria e ineludible estabilización y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El campo almeriense, las comercializadoras, las organizaciones agrarias y la Administración tienen ahora la responsabilidad y la oportunidad de consolidar al sector hortofrutícola almeriense como referencia en la vanguardia de la lucha mundial contra el cambio climático desde el sector agrario, lo que sin duda sabrán recompensar los mercados internacionales. ■

AGRITECO//  
7ª FERIA DE LA TECNOLOGÍA AGRARIA DEL MEDITERRÁNEO.



PABELLÓN I

Horario de 10:00 a 20:00 h.

Más información y la investigación geofísica completa en  
[www.ual.es/~pcampra](http://www.ual.es/~pcampra)