

Nuevos datos refrendan la tesis de que el cultivo de aguacates no es ecológico

(3) Más sobre la huella de carbono

Rafael Yus Ramos
(GENA-Ecologistas en Acción)

La **huella de carbono** es un concepto que va cobrando cada vez más importancia en tiempos de transición ecológica y energética, desde el mundo alimentado con combustibles fósiles (como todavía es el presente) a un mundo regido por energías alternativas. En estos tiempos de transición es importante valorar en qué medida una actividad determinada se realiza con alguna intervención que disminuya el consumo de energía fósil. Dado que el uso de la energía fósil se realiza mediante una combustión, cuyo resultado final, además de liberar energía, aparecen productos como el dióxido de carbono (CO_2), la magnitud de la energía fósil utilizada se simboliza con lo que se denomina **huella de carbono**. De este modo, una actividad es tanto más ecológica, en el sentido energético, cuanto más baja sea su huella de carbono. La importancia de disminuir la huella de carbono es que desde hace decenios se sabe que los gases producidos por la combustión de derivados del petróleo, no sólo el CO_2 , sino también otros gases, que se denominan GEI (gases de efecto invernadero) son responsables de cambio climático por el efecto invernadero que producen estos gases en la atmósfera, al dificultar la evacuación natural del calor producido por la radiación solar (Fig. 1). Por lo tanto, la huella de carbono es una declaración de la cantidad de emisiones de GEI, y por tanto es un índice del grado de sostenibilidad de una actividad, en los tiempos en que vivimos.

La huella de carbono del sector aguacatero

Puede parecer que un sector eminentemente agrícola como el cultivo de aguacates sea candidato a tener una determinada huella de carbono, pero lo cierto es que la tiene y en cantidad significativa como para ser considerada como una variable a tener en cuenta a la hora de evaluar la sostenibilidad del sistema. Para su análisis debemos considerar las cinco etapas de que consta todo el ciclo que lleva esta actividad (Fig.1):

- M:** Energía empleada por maquinaria pesada en la preparación del terreno para los movimientos de tierra previos a la puesta en cultivo
- C:** Energía empleada para el cultivo, como la necesaria para suministrar agua de riego. Aquí distinguiríamos dos subtipos:
 - Aguas convencionales, como el bombeo (**B**) en cultivos bajos (**B1**) o altos (**B2**)
 - Aguas no convencionales, sea regenerada en EDAR (**R**) o desalada en IDAM (**D**)
- R:** Energía necesaria para la eliminación de residuos (dependiendo del tipo de tratamiento)
- E:** Energía necesaria para el proceso de envasado de los aguacates para su comercialización
- T:** Energía necesaria para transportar el aguacate a los mercados, difiriendo si estos mercados son cercanos (nacionales) o lejanos (centroeuropeos).

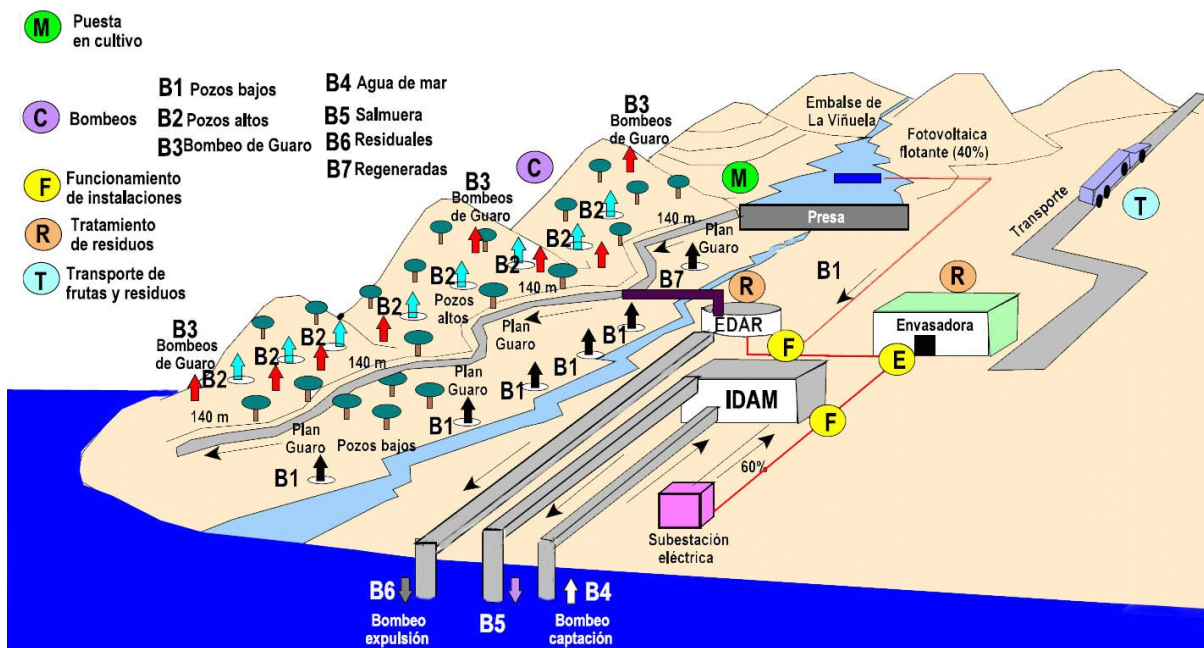


Fig.1. Elementos del sistema del cultivo de aguacates con huella de carbono

De este modo, se puede observar gráficamente que el sistema de producción de aguacates en la Axarquía es altamente consumidor de energías fósiles, y por tanto con una huella de carbono nada despreciable. No disponemos de cifras concretas pero damos algunas que, al menos pueden permitir intuir la envergadura del problema.

Fase de puesta en cultivo (M). Es la fase inicial, no permanente, pero sí de importante gasto energético que llamamos **M**, ya que es cuando el propietario contrata a un maquinista para que realice un movimiento de tierras descomunal (nunca antes visto en esta comarca). Como referencia, consideremos que una retroexcavadora modesta, de 320D, tiene un consumo que oscila entre los 6,5-12,5 l/hora y los 12,5-18,5 l/hora de combustible, consumo variable según el tamaño y pendiente de la parcela. En esta fase se han visto máquinas trabajando mañanas y tardes durante al menos un mes, o más si son parcelas grandes.

Fase de riego de cultivo (C). Es la fase más constante pues se dedica al mantenimiento de los cultivos, empleando agua azul de diversas fuentes.

a.-Aguas convencionales. La fuente clásica de riego es la de acuíferos detríticos de los principales ríos. Para acceder a este agua siempre se ha tenido que recurrir a bombes en pozos de las vegas, con el consiguiente gasto energético (**B1**). Tras la construcción del Embalse de la Viñuela, se creó un plan de regadío llamado Plan Guaro, que daba agua de riego a unas 8.000 ha, regadas sin apenas gasto energético porque el agua llega a las fincas por simple gravedad, desde los 140 m (altitud de la presa). El resto, hasta las más de 14.000 ha, es decir las 6.000 ha que no están en el Plan Guaro necesitan recurrir a la energía de bombeo (**B**), de las que hay dos clases, además de los pozos bajos junto al río (**B1**): por una parte, está el bombeo que necesitan los pozos construidos en las parcelas que están por encima de los 140 m (**B2**) y por otra están los bombes que necesitan las parcelas que están por encima de los 140 m que compran agua del Embalse a los regantes del Plan Guaro (**B3**). Se puede intuir, pues, que esta fase tiene una importante huella de carbono, de la que es responsable la estructura geomorfológica del territorio en donde se encuentran las parcelas de cultivo: suelos muy pobres, formados a partir de rocas impermeables como las metapelitas, que apenas retienen cantidades significativas en su atípico

manto freático de grietas y fallas, además, con fuertes pendientes, y muy susceptibles a la erosión, y sin el acondicionamiento de terrazas protegidas con balates como se hacía antiguamente. La contabilidad de la huella de carbono de las bombas de agua es complicada por la gran variabilidad de situaciones. Una bomba normal tiene un gasto de 1.500 w (próximo a los 2 HP), variando según la diferencia de altura entre el pozo y la finca, la profundidad en la que se encuentra el agua del pozo, pudiendo llegar a 2.500 w e incluso 4.000 w en algunos casos. Por otra parte el gasto también se ve incrementado por el diámetro de la goma de conducción (ej. las balsas de almacenamiento usan diámetros de 46 a 63 mm). y hay fincas muy grandes en las que los tubos de conducción de agua son de 200 mm de diámetro, lo que se puede intuir que conlleva un formidable gasto de energía.

b.-Aguas no convencionales. La sobreexplotación de los acuíferos y del agua embalsada ha provocado la aparición de una nueva fase en la que se plantea el uso de aguas no convencionales. Primero se empezó a utilizar las aguas residuales depuradas en la **estación depuradora** (EDAR) en terciario para dar lugar a **aguas regeneradas (R)**, donde al gasto energético de la instalación (**F**) hay que añadir el gasto energético de impulso para su evacuación al mar, cuando no se emplea, estimado en 0,778 kW/h/m³ (**B6**) o el gasto energético de impulso para alcanzar las balsas de los regantes (**B7**), y aunque de allí gran parte se riega por gravedad, hay muchas parcelas que necesitan bombearla (**B8**). Finalmente, y aunque por ahora es un proyecto en fase de tramitación, ya se ha aprobado la construcción de una **instalación desaladora** de agua de mar (IDAM), altamente consumidora en energía, si bien el 40% será renovable (fotovoltaica flotante en el Embalse de la Viñuela), el 60% es de la red. De forma general se tiene establecido que la desalación de 1 m³ de agua de mar supone un gasto de 0,9 kWh, pero en la práctica gastan más, siendo las más eficientes las que gastan 2,5-3 kWh/m³. Además del consumo energético de la desaladora (**F**), que solo en la operación de filtrado es de 0,15 a 0,20 kWh/m³ de agua, y la ósmosis inversa supone un mínimo de 3kWh/m³, hay que contar con la energía necesaria para el bombeo de captación de agua marina (**B4**) y la energía necesaria para la impulsión de la salmuera al mar (**B5**), procesos que requieren un gasto de 0,03-0,30 kWh/m³ de agua. En ambas instalaciones hay también un gasto para la eliminación de los residuos y desechos (**R**).

Fase de envasado (E). Una vez realizada la cosecha, los aguacates se depositan en las plantas de envasado de las empresas comercializadoras, donde hay un importante gasto de maquinaria en el envasado (**E**). Aquí se producen desechos que precisan una energía para su eliminación (**R**). En algunos casos, hay que añadir un gasto de mantenimiento de una cámara de almacenamiento.

Fase de transporte (T). La fase final del sistema consiste en el transporte de los aguacates, ya envasados, con destino a los mercados. Este transporte se hace con vehículos, camiones, de gran consumo energético en combustibles fósiles. Aunque la huella de carbono del transporte de los aguacates hasta los mercados de Centroeuropa son mucho más bajos que la de los aguacates procedentes de Perú o México, es preciso contabilizar la energía empleada en el transporte de ida y vuelta de los camiones u otro medio de transporte. Si usamos un promedio de 30-40 litros/100 km, el mercado de París (a una distancia de 1800 km. siendo ida y vuelta 3.600 km) tendría una huella de carbono equivalente a la combustión de 1.440 litros de gasoil. Por otra parte, habría que contabilizar en este apartado la energía empleada para la reposición de materiales y la eliminación de productos de desecho (**R**)

Por supuesto, en esta contabilidad habría que incluir la huella de carbono creada para la

fabricación de los materiales usados en las distintas fases y operaciones, y sus respectivos transportes, pero por su complejidad no lo incluimos en el esquema general.

Hacia la sostenibilidad energética del sistema

Como se puede intuir por lo expuesto anteriormente, el sistema agrario actual es claramente insostenible y tiene una importante huella de carbono, en contra de los compromisos internacionales de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático. Este problema tiene su origen en dos situaciones socioeconómicas relevantes y singulares en el territorio:

- a.- **La estructura de la propiedad**, de carácter minifundista, que hace poco rentable el cultivo tradicional, que en la mayor parte de la Axarquía ha estado en régimen de secano. Los minifundios, que al menos suponían un medio de supervivencia a las familias de antaño, ahora no satisfacen a sus herederos, que alcanzan trabajos menos penosos, más rentables y más seguros en el sector turístico e inmobiliario.
- b.- **La creciente demanda de aguacates** y subtropicales en general, que convierte en rentable o, al menos aceptable como segunda fuente económica, una explotación en fincas minifundistas, a lo que se añade la relativa facilidad de cultivo, no tan penoso como los clásicos de secano (olivos, viñas, almendros, etc.).

Como abundábamos en un artículo anterior en esta misma revista, la crisis crediticia del 2008 alcanzó el nicho exclusivo de la inversión de capital en la provincia: el negocio inmobiliario, dependientes del crédito bancario. Ante esta situación, hubo un gran capital, generado en el negocio inmobiliario y turístico, que encontró en esa demanda de subtropicales un nuevo nicho de inversión, tanto para los herederos de las fincas como para los que deciden invertir en ellas, generándose, por su éxito en los mercados, y de la mano de potentes comercializadoras de la Axarquía, en una burbuja económica, que condujo a poner en cultivo incluso parcelas que no tenían garantizado el riego necesario. Las crisis provocadas por el exceso de consumo de agua, acrecentadas por las sequías, condujo al empleo de aguas no convencionales, entre las que destaca el futuro proyecto de una planta desaladora en la Axarquía. En este punto nos planteamos en qué medida esta nueva infraestructura incrementará la huella de carbono en la comarca y con ello contribuirá a la agudización de la insostenibilidad del sistema.

Para acercarnos a esta cuestión, consideraremos un caso estudiado por Cruz *et al.* (2022) en las islas Canarias, en un contexto que, con sus diferencias, tiene aspectos que son asimilables a la realidad existente en la Axarquía. En Canarias, el riego tradicional se ha realizado mediante galería o minas (que van por gravedad, sin gasto energético) y por bombeo de pozos o. La intensificación agrícola y turística ha obligado al empleo de desaladoras, siendo actualmente 6 las que están en funcionamiento. Para ello, encuestaron a todas las instalaciones destinadas a suministrar riego, sobre su consumo energético, obteniendo el siguiente resultado:

- 1.- **Consumo de combustibles.** El consumo de combustibles fósiles por parte de las empresas concesionarias estudiadas es mínimo o incluso inexistente. Están restringidos a generadores o dispositivos similares, y en todos los casos su consumo es insignificante o inexistente. En cuanto a los vehículos de empresa, existen, en general, vehículos asociados a una o más instalaciones, destinados principalmente a trabajos de mantenimiento y revisión.

- 2.- **Consumo eléctrico de las instalaciones.** El consumo eléctrico es la actividad más importante en la generación de emisiones, debido a la importancia del consumo eléctrico anual de instalaciones como el bombeo de pozos y el proceso de desalación. De hecho, los principales costos por consumo de energía se ubican en las bombas de alta presión de las plantas desaladoras.
- 3.- **Consumo de combustible en el transporte de personal.** Se han considerado los recorridos de los vehículos que no son propiedad de la empresa objeto de estudio, pero que realizan viajes relacionados con la gestión o servicios de la empresa. Dado que cada tipo de vehículo está asociado con una cierta cantidad de emisiones por km recorridos, se tuvieron en cuenta las emisiones de estos vehículos y sus recorridos al año. En cuanto a la gestión de residuos, la desalinización suele producir dos productos, agua dulce y salmuera. Esta salmuera necesita ser tratada antes de enviarla al mar como agua salada muy diluida. Ha sido observado que este capítulo, junto con el alcance 2º, es uno de los más importantes en términos de emisiones, ya que (especialmente las instalaciones más grandes) cuentan con un gran número de trabajadores y empresas proveedoras. Sin embargo, se debe considerar que los hábitos de los trabajadores así como su tipo de vehículo pueden cambiar a lo largo del año estudiado.

El resultado de la encuesta en los años 2019 y 2020 puede observarse en el gráfico de la Fig.2, que muestra la huella de carbono (en toneladas equivalentes de CO₂) producida por todas las instalaciones relacionadas con el regadío. Se puede advertir que las plantas desaladoras tienen una huella de carbono netamente superior a la correspondiente del bombeo de pozos, siendo insignificante la empleada en el sistema de galería porque la mayoría funcionan por gravedad.

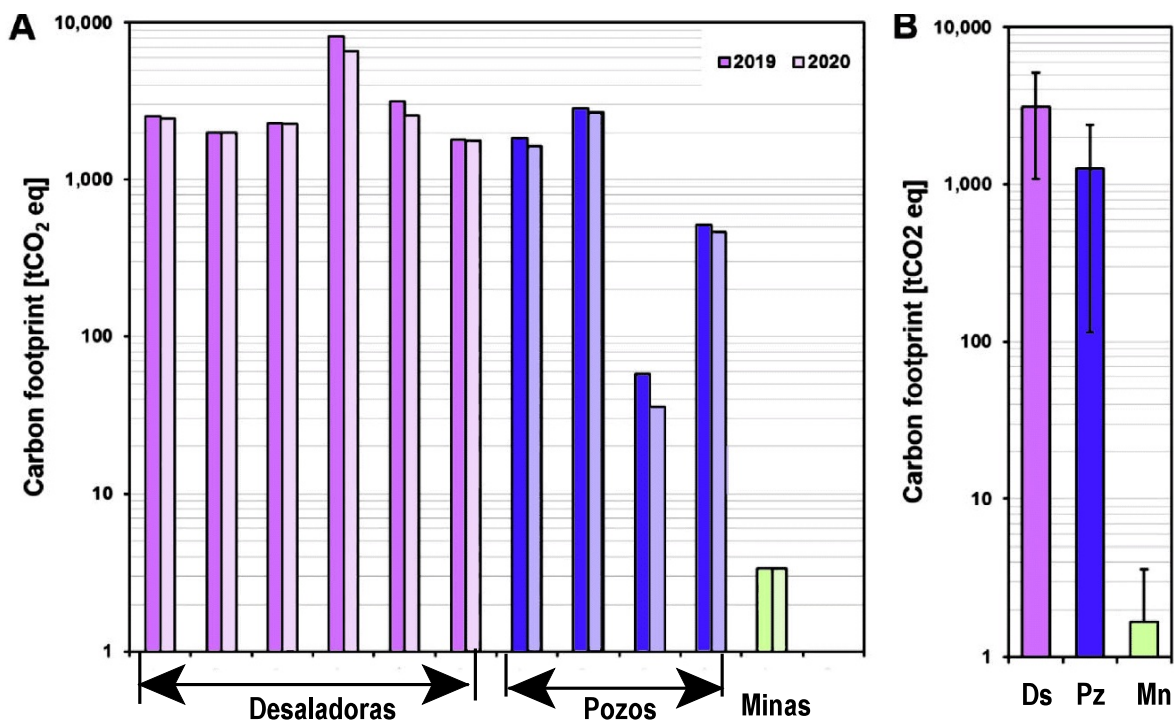


Fig.2. Huella de carbono de desaladoras, pozos y minas (A) y promedio (B)

Cada día se desalan 600.000 m³ de agua en el Islas Canarias. Gracias a estudios previos en las islas, Se sabe que el consumo energético de las planta desaladoras de aproximadamente 4,80 kWh/m³. Por lo tanto, en el conjunto de las islas esto supone 3000 GWh consumidos anualmente

para la producción de agua desalada. Las plantas desaladoras de agua de mar ven aumentar su huella de carbono principalmente debido al capítulo 2º, referido a las emisiones de la producción de electricidad. Por lo tanto, hasta que los proveedores de electricidad incorporen plenamente las energías renovables en su producción energética, la desalación del agua de mar seguirá ligada a altas Emisiones de GEI, para atender a la demanda de riego de cultivos y abastecimiento urbano

Llevando estos resultados al caso de la Axarquía, donde el 80% de los recursos hídricos se emplean para la agricultura, y por tanto al cultivo de subtropicales, especialmente el aguacate, se puede afirmar que, al menos el 60% del coste energético de la desalación prevista añade un plus muy importante a una huella de carbono local que, como se ha indicado anteriormente, sin necesidad de cuadrar cifras, actualmente ya se intuye que está bastante sobrepasada por el uso de energías fósiles y por tanto con una huella de carbono importante.

Conclusiones

Actualmente, los países desarrollados más aquejados por el déficit hídrico, acentuado por las recurrentes olas de calor y sequías, como es el caso del sur de España, y en particular la comarca de la Axarquía, que alcanza las condiciones adversas del déficit hídrico en pleno proceso expansionista del regadío por la hiperproducción de aguacates, para atender a la demanda comercial principalmente Centroeuropea, están incorporando la desalación como sistema de apoyo, e incluso de crecimiento, de esta actividad económica. De este modo, la comarca de la Axarquía, la principal zona productora de aguacates de origen europeo, amenazada actualmente por el colapso hídrico, y por tanto el derrumbe de todo un sistema productivo, ha reclamado la atención de los gobiernos para crear instalaciones de desalación que ofrezcan la seguridad hídrica que requiere el sistema. Sin embargo, los estudios sobre esta forma de gestionar el sistema de riego tiene los siguientes peligros:

- 1.- El proceso de desalación añade un plus muy importante a la huella de carbono que ya existe hoy en el sector agrícola de la Axarquía, principalmente por el bombeo de agua.
- 2.- La construcción de una desaladora podrá aliviar el déficit hídrico neto pero no reducirá la huella de carbono que crea el sistema actual de captación de aguas convencionales.
- 3.- Tal como ha sucedido durante la burbuja de los subtropicales, la disponibilidad de agua acentuará un “efecto llamada” para captar parte de los recursos hídricos, ahora disponibles por la desalación, aumentando peligrosamente la superficie regada, así como la huella de carbono por bombeos.

En consecuencia, la única forma de lograr un panorama guiado con criterios de sostenibilidad consiste en controlar el expansionismo del regadío y el ámbito energético concebir la desalación como una instalación alimentada con una energía 100% renovable, que se ponga en marcha sólo en periodos de crisis, como las sequías, y nunca como una fuente adicional de recursos hídricos que se añade a los recursos naturales disponibles y reconocidos por la Cuenca Mediterránea en el Plan Hidrológico. De este modo, el impacto ambiental, en particular debido a la huella de carbono, de la desaladora alcanzará unos niveles tolerables y no se creará el efecto llamada que supone la disponibilidad de agua para extensos sectores de la comarca que aún no se han incorporado a la fiesta del regadío.