



Elías Fereres Castiel'
Real Academia de Ingeniería

La agricultura frente al cambio climático

■ En este artículo, su autor reflexiona sobre la agricultura ante el cambio climático, utilizando para ello una conversación ficticia entre varias personas, cada una con posiciones diferentes respecto a este problema. Desde la persona convencida de la evidencia del cambio climático (Patachurra) hasta la más escéptica (Goskep) y la que vive preocupada por su ignorancia sobre estos temas (Seno), el autor presenta un interesante trílogo que le permite exponer las certezas y las dudas existentes en esta cuestión de la máxima relevancia internacional.

Palabras clave:

Cambio climático | Agricultura | Mitigación | Emisión de gases.

Todos sabemos que la característica principal de la atmósfera es que su estado cambia constantemente. Definido por una serie de rasgos como la temperatura del aire y su humedad, la radiación solar y el viento, ese estado es lo que caracteriza al "tiempo meteorológico".

El "tiempo meteorológico" es variable por naturaleza, y estamos habituados a sus fluctuaciones diurnas y estacionales, con tendencias predecibles según la época del año, pero también con alteraciones bruscas e inesperadas. Cuando promediamos en una localidad los valores de esos parámetros meteorológicos durante un largo período (años), definimos el "clima" de esa localidad. El "clima local" está mejor definido que el "tiempo meteorológico" si se dispone de series de datos de mayor duración. En la península ibérica, la estación meteorológica con registros más largos está en Gibraltar.

La agricultura, como actividad que es al aire libre, está muy condicionada por los caprichos del "tiempo meteorológico" y limitada por el "clima local". Pocas actividades humanas son más influenciadas por las condiciones climáticas que la producción de alimentos, por lo que, desde que se inventó la agricultura, hace más de 10.000 años, los

En recuerdo a don Joseph de la Vega

agricultores han ido adaptándose tanto a los bruscos cambios del tiempo como a las fluctuaciones climáticas.

Una parte del avance experimentado en la agricultura se ha basado en desarrollar y explotar con éxito medidas de adaptación a las condiciones extremas que tiene todo clima. A pesar de eso, el agricultor siempre corre un riesgo cuando toma decisiones y se enfrenta a situaciones nuevas, por cuanto tienen un grado de incertidumbre por la naturaleza caótica de los fenómenos meteorológicos.

Una diferencia entre riesgo e incertidumbre es que mientras que, en el caso del riesgo, se conoce, o se cree conocer, la probabilidad de que ocurra el fenómeno, en el caso de la incertidumbre se ignora. El análisis del riesgo debe evaluar tanto la probabilidad de ocurrencia como los efectos que pudiera tener. Por ejemplo, existe el riesgo de que se produzca una helada en una localidad y una fecha dadas, con una probabilidad que los agrónomos cuantifican con base en los registros meteorológicos pasados.

Sin embargo, en una primavera determinada, el agricultor se enfrenta a la incertidumbre de que ocurra una helada y que tenga unas consecuencias para su plantación,



La agricultura, como actividad que es al aire libre, está muy condicionada por los caprichos del “tiempo meteorológico” y limitada por el “clima local”. Pocas actividades humanas son más influenciadas por las condiciones climáticas que la producción de alimentos, por lo que, desde que se inventó la agricultura, hace más de 10.000 años, los agricultores han ido adaptándose tanto a los bruscos cambios del tiempo como a las fluctuaciones climáticas

que ignora. En general, las decisiones en agricultura relacionadas con el clima se toman a mitad de camino entre un cierto conocimiento y la ignorancia. Ese conocimiento se basa en las probabilidades derivadas de estudiar el clima pasado, por lo que un cambio en el clima cambiaría drásticamente las reglas del juego.

Tres personas debaten sobre agricultura y cambio climático

Sr. Seno:

Como agricultor, me he pasado y me paso la vida pendiente del tiempo y del clima. Cuando era joven, los ancianos me decían en el campo que el tiempo había cambiado. Ya no llovía tanto como antes, decían. ¿Había cambiado el clima? Últimamente, llevamos un tiempo en que cada vez se habla más del cambio climático (CC) en todos los medios, y uno ya no sabe a qué atenerse. ¿Hasta qué punto es cierto?

Sr. Patachurra:

No hay ninguna duda sobre el CC y, desgraciadamente, ya se está produciendo. Las emisiones de CO₂ y otros gases debidas a la actividad humana, sobre todo al uso de combustibles fósiles, están produciendo el calentamiento de nuestro planeta, la Tierra, cuya temperatura media se ha elevado 0,9°C desde 1880, según la NASA, con incrementos mayores en las temperaturas nocturnas que en las diurnas. Los modelos de clima futuro predicen que, si no se controla la emisión de gases de efecto invernadero, la temperatura media del planeta puede aumentar más de cuatro grados para 2100. Esto está directamente relacionado con el efecto invernadero causado por el aumento de la concentración de CO₂, que ha pasado de ser menor de 320 ppm, en 1958, a más de 410 ppm, en la actualidad. No solo es el CO₂ el causante del efecto invernadero, pues hay otros gases (tales como el metano, los óxidos de nitrógeno y los gases fluorados que se usan en refrigeración) que también con-

tribuyen a ello, aunque en menor proporción. Las consecuencias afectan a todos. Por ejemplo, los grandes fuegos del año pasado en California han hecho que, incluso los agricultores más escépticos, se hayan convertido en creyentes del CC.

Sr. Goskep:

No entiendo la relación entre el calentamiento global y los fuegos en una región como California. Esa es la exageración típica de los que quieren imponer una visión determinada de los cambios globales que se están experimentando. Creo que la principal causa de esos fuegos fue la gran cantidad de vegetación más seca que se acumuló en los bosques del estado de California en la gran sequía de 2011-2015 y que no fue manejada convenientemente. Ese error en la gestión de los bosques ha supuesto la emisión de más CO₂ que todo el que dicho estado haya podido ahorrar en la última década con programas costosísimos de reducción de emisiones, los cuales se han hecho a costa del contribuyente.

En todo caso, yo no estoy tan seguro de la asociación que se hace entre calentamiento global y las actividades humanas. En primer lugar, ha habido en la historia de la Tierra periodos en los cuales se han producido cambios en la temperatura sin estar asociados a cambios en la concentración de CO₂. Me refiero al periodo cálido de la Edad Media (siglos XI y XII) seguido por un enfriamiento que tuvo su mínimo en el siglo XVII, cuando se estima que la temperatura media disminuyó un grado, lo mismo que se dice que ha aumentado en el último siglo. ¿Cuáles fueron las causas de estos cambios? ¿No podríamos atribuir a causas similares lo que está pasando ahora? Nadie duda de que el aumento de la concentración de CO₂ pueda tener influencia sobre el clima, pero hay quien discute la magnitud de esa influencia e incluso quien afirma que pudiera tener también efectos beneficiosos que se ignoran. Por ello, puede que la propuesta de recortar drásticamente las emisiones de CO₂ afecte irreversiblemente a la economía mundial. Por último, si estamos hablando de agricultura, ¿qué tiene que ver la agricultura con el CC que se anuncia?

Sr. Patachurra:

La contribución de la agricultura al total de

las emisiones que causan el efecto invernadero no es nada despreciable; por el contrario, el Panel Internacional del Cambio Climático (IPCC) lo cifra en su último estudio de 2014 en casi la cuarta parte del total (24%). En el caso de la agricultura, no se trata solo de las emisiones de CO₂, sino que son más importantes las emisiones de metano por la ganadería (ruminantes) y por el cultivo del arroz por inundación. Además, la emisión de óxidos de nitrógeno debido al uso de fertilizantes es un aporte significativo. Aunque los aportes de estos dos gases son menores que el aumento del CO₂, su contribución unitaria al efecto invernadero es mayor que la de este gas. Por ejemplo, mientras que el metano representa solo el 4% de la masa de las emisiones antropogénicas, supone casi un 20% del efecto invernadero total estimado desde el año 1750. A todo ello hay que añadir el hecho histórico de que la deforestación y/o la roturación de tierras para la puesta en cultivo de los 1.600 millones de hectáreas que hoy se cultivan, han supuesto una pérdida para la biosfera de más de 200 Gt de carbono en los últimos 300 años.

Sr. Goskep:

Conviene hacer una serie de precisiones a esa cuarta parte de las emisiones totales que usted atribuye a la agricultura. De acuerdo con un estudio publicado en 2015 por investigadores de un centro nada sospechoso de ir contra el CC, las emisiones a las que se refiere el estudio del IPCC proceden no solo de la agricultura, sino que incluyen la deforestación y el cambio de uso del suelo. Ese porcentaje del 24% al que se refiere se ha reducido al 20% para la década 2002-2012. De ese 20%, solo el 10% corresponde estrictamente al sector agrario y otro tanto a los cambios de uso del suelo. Y, si nos centramos en las emisiones de metano, el 40% del total son emisiones naturales, mientras que el resto se consideran antropogénicas. Además de las de origen agrícola, como las procedentes de la fermentación entérica de los ruminantes (la principal) y las de las zonas de cultivo del arroz, hay emisiones procedentes de la producción y distribución de carbón, petróleo y gas natural, de tal manera que, de acuerdo con otro estudio reciente, las emisiones de metano de origen agrario solo suponen el 35% del total.

Sr. Seno:

Estoy hecho un lío con tantas cifras. Ustedes deben ser ingenieros. Parece que ya nadie discute que la Tierra se está calentando, pero lo que me interesa saber es cómo afectará eso al clima de mi finca, ¿positiva o negativamente? Por cierto, puesto que se cree saber tanto del clima futuro, ¿me podrían decir si va a llover de una vez esta primavera? En relación a las emisiones que causa mi actividad, ¿puedo concluir que el sector agrario solo contribuye con el 10% del total de emisiones? Yo que me dedico al engorde de terneros, ¿dejo de producir carne para luchar contra el CC?

Sr. Patachurra:

Para empezar a contestar a sus preguntas, permítame que analice lo que sabemos sobre el clima futuro. Los modelos de circulación global de la atmósfera permiten simular cómo será el clima con unos supuestos determinados de emisiones futuras. El IPCC en su último informe propone cuatro supuestos, que denominan escenarios, basados en distintos niveles de reducción de emisiones de aquí a fin de siglo (el año 2100). Si pudiésemos mantener la concentración de CO₂ por debajo de 500 ppm para ese fin de siglo, la temperatura apenas aumentaría un grado sobre la actual. Por el contrario, si no reducimos las emisiones, la concentración de CO₂ puede llegar a 1.300 ppm en 2100, y la temperatura media aumentaría unos cuatro grados. Ese aumento se traduciría en consecuencias catastróficas para la vida en el planeta, y por eso debemos actuar de inmediato para reducir las emisiones de CO₂, por haber perdido demasiado tiempo: hay que trasladar esa urgencia a la ciudadanía.

Sr. Goskep:

Las posturas catastrofistas no son útiles para avanzar. Los informes del IPCC varían en el tiempo y seguimos sin saber cómo trasladar esas predicciones globales tan negativas al clima local. No se deben tomar decisiones que afecten negativamente a la economía hasta que no haya mayor seguridad en las predicciones. Después de todo, el tema del CC es reciente.

Sr. Patachurra:

No estoy de acuerdo. Años antes de que Charles Keeling decidiera medir en continuo

la concentración de CO₂ en un observatorio remoto de Hawaii (que ahora es el registro más objetivo del aumento del CO₂ global), Gilbert Plass declaró a la revista *Time* en 1953 que sus investigaciones sobre los efectos de las emisiones industriales de CO₂ indicaban que se produciría un efecto invernadero que incrementaría la temperatura media de la Tierra 0,8 °C cada cien años. Pero es más, en el siglo XIX, el químico sueco Arrhenius investigó los efectos del CO₂ y del vapor de agua en la determinación de la temperatura del planeta, y aunque sus cálculos no fueran muy exactos, pronosticó que la disminución del CO₂ enfriaría el planeta Tierra y que su aumento provocaría un calentamiento. Por tanto, hace más de un siglo que se conoce el problema, y han pasado más de 70 años desde las primeras alarmas sobre los efectos que las emisiones de CO₂ iban a tener sobre el clima. Hay que trasladar a la ciudadanía la urgencia de hacer algo para evitar una catástrofe a las generaciones venideras. ¿Cuánto más vamos a esperar para actuar?

Sr. Goskep:

Yo sostengo que aún hay mucho que no se sabe; en concreto, sobre la traducción del calentamiento global a la escala local. Hay mucha incertidumbre en las predicciones de los modelos a escala regional, en particular en lo que se refiere a cómo variará la lluvia en el futuro. Globalmente, habrá mayor evaporación y, por tanto, más lluvia, pero todo lo que oímos son predicciones de mayores sequías en distintas zonas, incluida la cuenca mediterránea, donde estamos. Eso me lleva a intentar responder a la pregunta concreta sobre si va a llover y cuánto esta primavera. En realidad, y a pesar de las grandes inversiones en investigación en el clima futuro, apenas hemos avanzado en mejorar las predicciones estacionales, que son clave en la toma de decisiones en la agricultura. Parece insólito que se hable con tanta seguridad sobre cómo será el clima en 2100 y no se pueda pronosticar cómo será el tiempo de aquí a tres meses. Los que trabajan en CC dicen que las predicciones meteorológicas requieren de otra ciencia, pero eso le choca a los ciudadanos de a pie, e indica que sigue habiendo mucha incertidumbre. Es cierto que algo se ha avanzado en las predicciones estacionales

en áreas como Australia, pero el tiempo meteorológico es caótico por naturaleza, y quizás fuera necesario que las agencias de financiación de la investigación promovieran más trabajos sobre cómo mejorar las predicciones a medio plazo, evitando concentrar la mayor parte de la financiación en el *lobby* dedicado exclusivamente a modelar el CC.

Sr. Patachurra:

Yo ahora quisiera centrarme en la pregunta sobre si el CC será negativo o positivo para la producción de la finca del señor Seno. Evidentemente, en las altas latitudes de Norteamérica y Rusia, una subida de las temperaturas será positiva para una agricultura limitada por la longitud de la estación de crecimiento. Pero aquí estamos en el Mediterráneo, donde todas las predicciones apuntan a que hará más calor y lloverá menos. Las mayores temperaturas acelerarán el desarrollo de los cultivos y en cosechas importantes, como el trigo, se acortará su ciclo con la consiguiente disminución en los rendimientos, a lo que contribuirán la menor lluvia y la mayor evaporación. Además, un problema muy importante que se le plantea a la agricultura es cómo hacer frente al aumento en la frecuencia de acontecimientos extremos, tales como sequías e inundaciones que ya se están produciendo y que pronostican la gran mayoría de los modelos de CC. En resumen, las perspectivas para la finca del señor Seno no son halagüeñas, de ahí la urgencia en intentar mitigar los efectos del CC en todos los sectores, incluida la agricultura. No hemos hablado de la importancia que puede tener la agricultura como sumidero de carbono, lo que ayudaría en los esfuerzos de mitigación.

Sr. Goskep:

Pero eso es solo parte de la película. Parece que nos olvidamos de que el CO₂ es esencial para la fotosíntesis y que, a mayor concentración de CO₂, mayor fotosíntesis en la gran mayoría de los cultivos. Ello lleva a una mayor producción, que, al menos, compensaría, en el caso del trigo, la menor producción por acortamiento del ciclo debido a las mayores temperaturas. De hecho, los estudios que se han hecho al aire libre, en campos donde se aumenta artificialmente la con-

centración de CO₂, demuestran que la producción de los principales cultivos aumenta al pasar de 360 ppm a 550 ppm, pensando en un clima futuro. Las simulaciones de producción global indican que, dependiendo de los escenarios, los efectos del CC sobre la producción agrícola global serán moderadamente positivos hasta 2050, pasando a ser neutros o, en algún caso, ligeramente negativos hacia 2100. Pero, para entonces, habrá muchos otros cambios en la agricultura que no son fáciles de imaginar. ¿Sabéis por qué? Porque la agricultura se irá adaptando de muchas maneras a los cambios en el clima que se irán produciendo de acuerdo a las predicciones actuales. Podemos hablar de las grandes posibilidades de adaptación que siempre ha tenido y tiene la agricultura, lo cual reforzaría aún más mi convicción de que los efectos sobre la producción global de alimentos, contrariamente a lo que se dice, van a ser ligeros o moderadamente positivos. Esto podría ser una mala noticia para los agoreros de las catástrofes del CC, pero, por lo que sabemos, es una realidad altamente probable. Examinemos el caso del olivo: sin entrar en detalles técnicos, la producción de aceite de oliva se beneficiará de las mayores concentraciones de CO₂, las cuales aumentarán la fotosíntesis e inducirán un cierre estomático que aumentará la eficiencia en el uso del agua, con lo que la producción podrá ser mayor, incluso si las lluvias fuesen algo menores.

Sr. Seno:

Me he quedado preocupado con algo que ha dicho el señor Patachurra y que no ha sido rebatido por Goskep. ¿Es cierto que el CC aumentará la frecuencia de eventos extremos, tales como sequías e inundaciones? Yo estoy bastante seguro de que podría adaptar la explotación de mi finca a una subida gradual de las temperaturas. Tengo muchas opciones, y mencionaré algunas. Puedo adelantar la fecha de siembra para escapar a los mayores calores veraniegos. Igualmente, podría sembrar variedades de menor longitud de ciclo con el mismo propósito. Si los inviernos van a ser más suaves, puedo pensar en siembras otoñales o invernales de otros cultivos que ahora se siembran en primavera y que serían más productivos al aumentar la longitud de su

ciclo. Básicamente, observaría y adoptaría prácticas agrícolas exitosas de zonas que ahora tengan un clima más cálido que el mío actual; sin embargo, tendría muchas más dificultades si me tuviera que enfrentar a una frecuencia mayor de sequías que la que es usual en nuestro clima o a lluvias intensas más frecuentes. Una mayor frecuencia en las sequías que amenazaran no solo al secano, sino también al suministro de agua para riego, pondría en peligro la viabilidad de mi explotación. Y díganme qué hago con mis terneros, por favor.

Sr. Patachurra:

No cabe duda del riesgo que corremos en este tema. Además de que el informe del IPCC indica que el CC aumentará la frecuencia de extremos de acuerdo a las predicciones de los modelos de circulación globales de la atmósfera, hay evidencia de que dichas frecuencias se han incrementado últimamente. Por ejemplo, la mayor frecuencia de huracanes o de lluvias torrenciales en buena parte de los Estados Unidos, donde se han detectado aumentos en la frecuencia de dichas lluvias examinando los eventos ocurridos en las distintas décadas desde principios del siglo XX. Respecto a sus terneros, parece cierto que, si cambia de actividad, contribuirá a mitigar los efectos del CC.

Sr. Goskep:

Estando de acuerdo en que el incremento de los acontecimientos extremos supone una amenaza mucho mayor a la sostenibilidad de la agricultura que el calentamiento, yo creo que no hay evidencia de que hayan aumentado las frecuencias de extremos. Desde luego, la frecuencia de huracanes no ha aumentado, de acuerdo al Centro de Huracanes de EEUU. Es curioso que se mencionen aumentos en la frecuencia de sequías e inundaciones con toda la incertidumbre que hay al respecto, ya que los modelos regionales se comportan mucho peor en la predicción de lluvias futuras que en las predicciones de otros rasgos del clima futuro. Yo no me lo creo, francamente, aunque en esto del tiempo siempre hay que estar preparados para lo peor. Si aumentasen las lluvias torrenciales, el riesgo de erosión del suelo aumentaría y, en ese caso, las prácticas de agricultura de

conservación para minimizar la pérdida de suelo serían esenciales. En el otro tema, hay una campaña contra el consumo de carne de vacuno a la que se han sumado los fundamentalistas del CC. En el planeta hay más del doble de superficie de pastos que de superficie cultivada y que solo aprovechan los rumiantes. Este aprovechamiento conserva esos ecosistemas y hace posible una producción de carne sostenible. Por tanto, señor Seno, si su sistema de producción incluye el aprovechamiento de pastos,

le hará un flaco favor al ecosistema si abandona esa práctica.

Sr. Seno:

Me han aclarado ustedes algunas cosas, pero veo que hay mucha incertidumbre en esto del CC. Yo creo que los agricultores como yo, que tenemos aversión al riesgo, tendremos que estar preparados para adaptarnos a un clima más cálido. No es novedad la incertidumbre respecto de las lluvias. Aquí siempre ha sido así. Lo que está claro es que,

si hay que reducir la emisión de gases de efecto invernadero, habrá antes que actuar en otros sectores, pues el sector agrario ni es un gran contribuyente de emisiones ni parece que pueda mitigar mucho los efectos de las mismas. Pero no me he aclarado respecto a lo que debe hacer la humanidad. ¿Vamos a correr el riesgo de afectar el bienestar de las futuras generaciones? ¿Qué actuaciones serían las más convenientes? Esto habrá que dejarlo para otra conversación. ■

▼ Nota

¹ Elías Fereres Castiel es también catedrático emérito de la Universidad de Córdoba y del Instituto de Agricultura Sostenible (IAS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).