

Com quantificar l'impacte sobre el canvi climàtic d'un aliment?

La petjada de carboni

Javier Rocher, Gabriela Clemente i Neus Sanjuán

Institut Universitari d'Enginyeria d'Aliment · Food-UPV.

De segur que has sentit parlar del canvi climàtic i de l'efecte hivernacle. Moltes vegades, aquests termes són usats com a sinònims, però tenen significats diferents. L'efecte hivernacle és un fenomen natural causat per certs gasos presents a l'atmosfera (CO₂, metà, aigua o gasos fluorats) que són els coneguts com a gasos d'efecte hivernacle (GEH), ja que retenen part de la calor del sol i contribueixen a l'escalfament del planeta. Sense aquest efecte, la vida a la Terra tal com la coneixem seria impossible. D'altra banda, el canvi climàtic és la modificació global del clima. El clima de la Terra ha anat variant al llarg del temps, i s'han produït períodes de glaciacions i interglaciacions en escales de temps de milions d'anys. En l'actualitat, estem veient un canvi climàtic molt més ràpid. Es pot observar en la desaparició dels glacials, l'augment d'episodis de precipitacions, inundacions o de temperatures extremes, entre altres fenòmens. L'evidència científica indica que aquest canvi climàtic és causat per l'activitat humana, com ara la crema de combustibles fòssils, la desforestació o l'agricultura. Podria semblar que una cosa tan "natural" com l'agricultura no tinguera grans impactes ambientals, però és una de les principals fonts de gasos d'efecte hivernacle. A escala global, s'estima que el sector agroalimentari (incloent-hi també el processament i la distribució d'aliments) genera entre un 21 % i un 37 % d'aquestes emissions, de les quals entre un 9 % i un 14 % provenen directament de l'activitat agrícola.

Es podria pensar que el conreu de productes ecològics pot reduir aquestes emissions perquè s'utilitzen fertilitzants orgànics com el fem en comptes dels de síntesi química, que consumeixen molta energia i primeres matèries per a la fabricació. Però també hem de tindre en compte la dosi de fertilitzant aplicada o altres factors com ara l'origen del producte, el transport o el tipus d'envàs. Per tant, ¿què és millor des del punt de vista del canvi climàtic, blat conreat amb fertilitzants sintètics o amb fem, de producció local o importat? Per a donar una resposta, utilitzarem una metodologia quantitativa i científicament reconeguda: la petjada de carboni. Aquesta eina quantifica les emissions de GEH que genera un producte o servei durant el seu cicle de vida complet. Amb aquesta tècnica podem comparar alternatives de productes o conèixer aquelles etapes del procés de fabricació d'un producte que generen més emissions per tal de poder

El clima de la Terra ha anat variant al llarg del temps, i s'han produït períodes de glaciacions i interglaciacions en escales de temps de milions d'anys. En l'actualitat, estem veient un canvi climàtic molt més ràpid.

proposar canvis per a reduir-les. Per a calcular-la, s'han de seguir uns passos que expliquem a continuació.

Primer, hem de definir l'objectiu i l'abast de l'estudi. Amb l'abast determinem aspectes rellevants per a aconseguir l'objectiu, entre altres, la unitat funcional i els límits del sistema. La unitat funcional és una quantitat que s'utilitza com a referència per a expressar la petjada i facilita les comparacions. Per exemple, en el cas del blat podem calcular la petjada per hectàrea conreada o per tona de blat produït. Els límits del sistema indiquen les etapes del cicle del producte que es consideren i l'extensió temporal. En el cas del blat, podem considerar la petjada de l'última collita i incloure-hi totes les etapes del conreu fins que es cull i es transporta al molí, però també podríem comprendre el seu processament en farina, l'envasament i el transport al supermercat.

A continuació s'elabora un inventari en què es comptabilitzen les emissions de GEH que es produeixen dins els límits del sistema que hem definit. Per a l'elaboració de l'inventari és cabdal conèixer el procés, ja que poden generar-se emissions que no són evidents, com les de N₂O que produeixen els bacteris del sòl a partir del nitrogen aplicat en la fertilització, o el metà que es genera en els camps d'arròs inundats per la descomposició de la matèria orgànica del sòl en absència d'oxigen.

Una vegada tenim l'inventari, avaluem la petjada de carboni, que implica quantificar quant contribueix cada GEH al canvi climàtic. Els GEH són diferents, uns són més estables a l'atmosfera que altres i la seua capacitat d'absorció de radiació és diferent. Per això, la petjada s'expressa prenent el CO₂ com a substància de referència

mitjançant els factors de caracterització, que indiquen la capacitat d'absorbir i irradiar la calor de la Terra de cada GEH en relació amb la del CO₂. Així, tenim l'efecte de cada gas amb les mateixes unitats, podem sumar-los i obtenir la petjada de carboni expressada en kg de CO₂ equivalents. Per últim, s'interpreten els resultats analitzant els passos seguits i tenint en compte la qualitat de les dades utilitzades i les suposicions que s'han fet en l'estudi. D'aquesta manera, podem identificar els processos que més influeixen en la petjada i proposar possibles vies de reducció d'emissions de GEH.

Per a entendre millor el càlcul de la petjada de carboni continuem amb l'exemple del blat, en el qual prenem com a unitat funcional una tona de blat collit. A més, suposem que es fertilitza de forma manual amb 50 kg d'urea per hectàrea i que cada hectàrea produeix 5 tones de blat, per tant, es necessiten 10 kg d'urea per tona de blat. Si consultem bases de dades especialitzades, podem saber que les emissions produïdes en la producció i el transport de la urea des de la fàbrica al camp són 1,32 kg CO₂ eq/kg d'urea.

Ara hem de calcular les emissions de l'etapa d'aplicació en el camp. Com que l'aplicació és manual, no inclourem les emissions de l'ús d'un tractor. En el sòl, la urea es descompon i genera NH₃, N₂O i CO₂. No tindrem en compte les emissions de NH₃ perquè no és un GEH. Les directrius del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) són una guia per a calcular les emissions de GEH. Segons l'IPCC, l'1% del N aplicat al sòl s'emet en forma de N₂O, mentre que el 0,26 % s'emet indirectament, és a dir, passa a NH₃ o NO₃⁻ i després a N₂O, tot açò mesurat com a nitrogen total. A més, un 20% del pes de la urea aplicada s'emet com a diòxid de carboni (CO₂), mesurat com a carboni. Per tant, en el nostre cas, s'emetran 0,1 kg N₂O/t blat i 7,3 kg CO₂/t blat. Com que no podem sumar kg de N₂O i kg de CO₂, utilitzarem els factors de ca-

racterització que també ens proporciona l'IPPC per a expressar les emissions amb les mateixes unitats. L'IPPC indica que 1 kg N₂O té el mateix poder d'absorció de la radiació solar que 273 kg CO₂, és a dir, el factor de caracterització és 273 kg CO₂ eq/kg N₂O. Òbviament, el factor de caracterització del diòxid de carboni és 1 kg CO₂ eq/kg CO₂. Si multipliquem cada emissió pel seu factor de caracterització i sumem els resultats, tenim que l'aplicació d'urea al camp emet 34,6 kg CO₂ eq/t blat, i si hi sumem la producció i el transport de la urea d'abans, obtenim una petjada de 47,8 kg CO₂ eq/t blat. Hauríem de fer el mateix per a l'ús d'altres fertilitzants, de maquinària o el transport al molí. Evidentment, segons el sistema de conreu (per exemple, tipus de fertilitzant i dosi), la petjada de carboni canviarà.

La petjada de carboni es fa servir també per a comparar productes. Ara compararem la petjada de carboni del blat que es consumeix a Espanya segons el seu origen, ja que, a més del blat que es produeix aquí, també se n'importa, de França, Letònia, Canadà, Ucraïna i el Regne Unit. En aquest cas, utilitzarem 1 kg de blat com a unitat funcional i considerarem, a més de l'impacte de la producció dels inputs agraris (fertilitzants i pesticides) i de les pràctiques fetes (emissions de l'aplicació dels fertilitzants), el transport del blat des del seu origen fins al port de València. El pas següent és trobar les dades, i com que no tenim dades específiques de camps de blat de cada país, farem un càlcul més general utilitzant diverses fonts. L'Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura (FAO) ens proporciona el rendiment, és a dir, la producció de blat per hectàrea, en diferents països, com també les quantitats de pesticides utilitzades. Les diferències de rendiment es deuen a les piques de cultiu, les varietats utilitzades, o la climatologia. Pel que fa als fertilitzants usats farem servir farem servir les dades de l'Associació Internacional de Fertilitzants (IFA), que ens proporciona dades

Taula 1. Dades utilitzades per a calcular la petjada en l'etapa de cultiu de blat

	Espanya	França	Letònia	Canadà	Ucraïna	Regne Unit	Font
Rendiment (kg/ha)	4.033	6.768	3.431	3.274	3.724	7.755	FAO
Fertilitzants utilitzats (kg/ha)	200	200	200	123	149	251	IFA
Producció fertilitzants (g CO ₂ eq/kg blat)	201	134	250	158	174	143	Sphertzada
Pesticides usats (kg/ha)	0,75	3,17	4,36	4,39	1,22	2,26	FAO
Producció pesticides (g CO ₂ eq/kg blat)	10	6	3	6	2	4	Sphera
Emissions sòl N ₂ O (g CO ₂ eq/kg blat)	168	144	232	153	172	145	Pròpia utilitzant IPCC
Residu collita (g CO ₂ eq/kg blat)	0,08	0,07	0,15	0,15	0,11	0,07	FAO

Taula 2. Anàlisi de la petjada de la producció i el transport d'1 kg de blat

País d'origen i transport principal	Conreu (g CO ₂ eq/kg blat)	Transport (g CO ₂ eq/kg blat)	Total (g CO ₂ eq/kg blat)
Espanya (camió)	379	28	407
França (camió i vaixell)	284	55	338
França (camió)	284	124	408
Letònia (camió i vaixell)	485	34	519
Canada (tren i vaixell)	317	52	369
Ucraïna (camió i vaixell)	348	77	424
Regne Unit (camió i vaixell)	292	36	328

mitjanes de quantitat de fertilitzant aplicat per hectàrea d'aquest conreu a cada país. En la taula 1 es mostren les dades de partida (rendiment i consum d'inputs), les emissions associades a producció dels inputs i les de l'aplicació dels fertilitzants, així com les fonts.

Amb les emissions de GEH de la producció de fertilitzants i pesticides juntament amb les de N₂O produïdes per l'aplicació de fertilitzants (taula 1), obtenim la petjada en l'etapa de conreu (primera columna de la taula 2). Per a calcular les emissions del transport des de cada país fins a València, necessitarem conèixer la distància, el mitjà de transport i les emissions de GEH de cada mitjà, que obtenim de bases de dades especialitzades. Suposarem que el blat es conrea a la principal zona de producció de cada país i que es transporta en camió fins al port més pròxim, excepte en el cas de Canadà, on es transporta per tren. A més, per a comparar mitjans de transport, en el cas de França simularem tant el transport en vaixell fins a València com en camió. En el cas d'Espanya, considerem que el blat es cultiva a Conca i que es transporta a València en camió. En la taula 2 presentem els resultats.

Podem observar que, amb les dades utilitzades, el blat del Regne Unit i França (quan part del

transport és marítim) tenen la petjada més baixa, amb valors de 328 i 338 g CO₂ eq/kg blat, respectivament. Aquests països són els que tenen major rendiment per hectàrea, per la qual cosa l'impacte per kg de blat és més baix. A més, la contribució del transport a la petjada és de les més baixes. D'altra banda, el blat produït a Conca té una petjada de 407 g CO₂ eq/kg; per tant, respecte del canvi climàtic no sempre és millor el consum del producte local.

Què serà millor, el transport en camió o en vaixell? Analitzem el cas de França. Si el blat produït a la Borgonya es transporta en camió al port de Marsella i d'allí en vaixell fins a València s'emeten 55 g CO₂ eq/kg blat, mentre que si tot el transport es fa en camió són 124 g CO₂ eq/kg blat. Per tant, l'elecció del mitjà de transport pot tenir gran influència en la petjada de carboni i, concretament, el transport marítim és més eficient quant a emissions de GEH. No obstant això, s'estima que el transport marítim contribueix a un 2,5 % de les emissions de GEH a escala global a causa del gran volum de mercaderies transportades.

Altres aspectes importants són la infraestructura de transport i l'electricitat del país, ja que depenen de la matriu elèctrica, és a dir, si la proporció d'electricitat de fonts renovables és elevada, el



Tots els processos tenen un impacte ambiental. Camp de dacsa, Relva, isla de San Miguel, Azores, Portugal.
Diego Delso, delso.photo, License CC BY-SA



Símbol de la petjada de carboni.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon_footprint_representation.jpg

tren representa un avantatge pel que fa al canvi climàtic. Açò ho podem observar en el cas d'Ucraïna i Canadà. Els dos països transporten el blat per vaixell, però tot i que Ucraïna es troba més a prop d'Espanya, les seues emissions són més elevades a causa del transport terrestre. En el cas de Canadà, el blat es mou majoritàriament en tren de mercaderies fins al port, mentre que a Ucraïna, per la guerra, el transport al port d'Odesa es fa per carretera (abans es feia en tren).

Els resultats ens indiquen que tot i que hem de ser més racionals en el consum de molts productes, el fet que siguin d'origen estranger no implica necessàriament que tinguin una petjada de carboni superior. Aspectes com el sistema de conreu (dosi i tipus de fertilitzant emprat) o l'eficiència dels mitjans de transport són en ocasions més influents en la petjada que la distància entre el punt de producció i el punt de consum. A més, no hem d'oblidar que en aquest exemple hem usat dades genèriques i que els resultats podrien variar d'acord amb les pràctiques que realitza cada agricultor. Per exemple, si se substitueix part o tot el fertilitzant per compost elaborat a partir de residus, les emissions de la producció del fertilitzant es reduirien considerablement. A més, segons la localització dels camps en cada país, les pràctiques agràries podrien canviar segons factors com ara la pluviometria (pot necessitar-se més o menys reg), l'ús d'energia i les emissions de GEH que implica. També ha

de tenir-se en compte que depenen de la matriu elèctrica de cada país, l'electricitat i, per tant, el ferrocarril tindrà més o menys petjada.

En conclusió, hem de destacar que la petjada de carboni és una metodologia quantitativa i científica molt útil perquè ens pot ajudar a triar entre productes i serveis considerant un criteri mediambiental rellevant com ara el canvi climàtic. Per això hi ha iniciatives que volen que la petjada del producte s'incloga en les etiquetes, de la mateixa manera que tenim la informació nutricional dels aliments o la classificació energètica dels electrodomèstics. No obstant això, no hem d'oblidar que la producció d'aliments i d'altres productes que consumim produeixen altres impactes ambientals com és el consum d'aigua, la pluja àcida o l'eutrofització, que també caldria calcular. A més, una anàlisi de sostenibilitat completa hauria de tenir en compte no solament els impactes ambientals, sinó també aspectes econòmics (com ara el benefici que rep l'agricultor) i socials (com les condicions dels treballadors) associats al producte en qüestió.

AGRAÏMENTS. Els autors agraeixen a l'Agència Estatal d'Investigació el finançament concedit per a elaborar aquest article en el marc del projecte «New agroecological approach for soil fertility and biodiversity restoration to improve economic and social resilience of Mediterranean farming Systems (PCI2022-132972)».