


# El CO<sub>2</sub> influencia la biodiversitat

View metadata, citation and similar papers at [core.ac.uk](http://core.ac.uk)

brought to you by  CORE

provided by Revistes Catalanes amb Accés Obert

**Christian Körner**

Director de l'Institut Botànic de la Universitat de Basilea, Suïssa

***L'anhidrid carbònic és un compost essencial per a la vida en la Terra. Està present a l'escuma de la cervesa, els porus del pa i les bombolles de l'aigua mineral. Seguint amb exemples quotidians, una concentració massa alta de CO<sub>2</sub> en un celler de vins poc airejat pot tenir resultats fatals, però una quantitat insuficient portaria danys a la natura, moririen les plantes, els animals i també l'ésser humà.***

Han estat notícia les restes de CO<sub>2</sub> presents a l'atmosfera en la mesura del 0'036% (= 360ppm) respecte al volum de l'aire. Com a conseqüència de la combustió de fonts d'energia fòssil, el reflex de la irradiació solar en el cosmos és lleugerament frenat -anàlogament al que passa en el sostre d'un hivernacle-. És per això que es tem, amb raó, que en breu temps es registrarà un augment de temperatura de 2-3°C sobre la Terra, la qual cosa comportaria conseqüències molt greus per al nostre sistema climàtic.

## **La concentració de CO<sub>2</sub> modifica el creixement de les plantes**

La biologia, però, s'interessa per un altre aspecte d'aquest experiment global. Com que el CO<sub>2</sub> representa el substrat clau per a la fotosíntesi vegetal, les condicions de vida de les plantes canviarien encara que no consideréssim l'augment de l'efecte hivernacle. Des de fa 2.200 milions d'anys la fotòlisi de l'aigua provocada per l'energia solar, produeix una energia que permet a les plantes fixar el CO<sub>2</sub> i elaborar les substàncies carbòniques bàsiques indispensables per a la vida. Les parts de les plantes seques són compostes per gairebé la meitat del seu pes en carboni (símbol químic: C). Fa més de 200 anys que sabem que en condicions de creixement favorables les plantes desenvolupen una marcada "fam" de CO<sub>2</sub> i que són capaces de transformar una oferta abundant de CO<sub>2</sub> en una espècie "d'adob".

En el cultiu de llavors, aquest principi s'aprofita amb finalitats comercials des de fa gairebé un segle. Els tomàquets i altres verdures que ens arriben de l'hivernacle

a la nostra taula, sovint són adobats amb CO<sub>2</sub>. Normalment, per a aquest procediment es fan servir cremadors de gas que escalfen i alhora aporten CO<sub>2</sub> com a producte de rebuig. No és sorprenent que en determinats sectors es descriuï com un fet positiu per a la biosfera el vertiginós augment de la concentració de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. Malauradament, a partir de l'any 1850 el nivell d'aquest gas a l'aire ha augmentat en un 27%. En la segona meitat del proper segle, la concentració es doblarà; previsió que podria ser discutida només per un col·lapse econòmic de proporcions insospitades. De quina manera reaccionarà la vegetació terrestre davant d'aquesta nova situació, tot i evitant considerar la possibilitat de canvis climàtics?

## **És capaç la vegetació de fixar més CO<sub>2</sub>?**

No és gens fàcil respondre a aquesta pregunta, doncs un esdeveniment d'aquestes característiques no s'ha verificat mai fins ara i l'experiència no ens pot ser d'ajut. En el curs de la història del nostre planeta, el nivell de CO<sub>2</sub> ha patit variacions notables. El nivell actual ja havia estat assolit en el cretaci, ara fa més de cent milions d'anys. Una vegada, en el període d'escalfament de l'era terciària, fa prop de 30 milions d'anys, la concentració va pujar fins a valors propers a 500 ppm per baixar més tard a nivells entre 200 i 300 ppm durant les glaciacions. Tots aquests canvis van passar molt més lentament del que ho fan avui en dia.

Des dels inicis de la industrialització, la concentració gairebé total de CO<sub>2</sub> s'ha donat

Aquest article és una traducció del text publicat a la revista 'Forum', núm. 1 (1996), de l'empresa PAX Insurance.



1



2



3



4



5

1 i 2 Pastura calcària de gran diversitat a Suïssa. S'observa un sistema de model per estudiar els efectes de l'enriquiment del CO<sub>2</sub> atmosfèric sobre la biodiversitat. La majoria de les plantes experimentals a concentracions futures de CO<sub>2</sub> simulades no creixen amb més rapidesa, tot i que algunes ho fan i, per tant, la composició de la comunitat canvia.

3 i 4 Pastura mediterrània al voltant de fonts geològiques naturals a la Toscana, Itàlia. Moltes generacions, les plantes han experimentat el futur: concentracions de CO<sub>2</sub> més que en la naturalesa. En aquests preciosos indrets experimentals de la natura, els investigadors no hi van experimentar estimulació del creixement, sinó una reducció de la concentració de proteïnes i un augment de l'ombra profunda.

en el curs de 120 anys, el període de vida d'un arbre del bosc. Excepte algunes regions amb fortes precipitacions de nitrogen dissolt, no s'ha registrat un augment de creixement dels arbres, que resultaria ben visible en els anells del tronc. També actualment, en els boscos de Sibèria i d'Alaska, molt distants de les zones industrials, no sembla que "l'adob CO<sub>2</sub>" hagi influït positivament en el creixement dels arbres. En aquest sentit, els arbres resulten molt interessants perquè contenen més del 80% del carboni fixat globalment per les plantes. Però desafortunadament no és possible portar un bosc sencer dins d'un institut d'investigació per a la simulació de les condicions futures de CO<sub>2</sub>. Per aquest motiu, totes les descobertes fetes per la investigació experimental en aquest terreny deriven d'estudis fets sobre arbres joves de manera individual (sovint llavors) i en prats. Els resultats d'aquests experiments han demostrat que el fet que el CO<sub>2</sub> té un efecte d'adob o no depèn sobretot de l'aprovisionament a les plantes de substàncies nutritives del sòl (per exemple, nitrogen i fòsfor). En els terrenys de cultiu fèrtils es registra un augment del creixement del 10-20% (com en el cas dels tomàquets d'hivernacle). En els paisatges naturals sense adob, en canvi, l'efecte és mínim.

Així doncs, aquestes són les condicions que predominen a nivell mundial. Aquests resultats deixen pressuposar que la biosfera no ens farà el "favor" de recollir el producte de rebuig CO<sub>2</sub> en la mesura de poder evitar l'augment de l'efecte hivernacle. A la mateixa conclusió porta l'observació segons la qual el CO<sub>2</sub> produït per l'home actualment s'està concentrant a l'atmosfera i s'uneix a la biosfera només en una part mínima. I aleshores no cal esperar que la vegetació terrestre pugui evitar els canvis climàtics esperats.

### Biodiversitat i qualitat del farratge

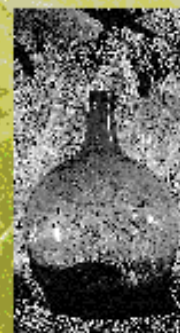
Alguns investigadors, és la constatació que el canvi global de la dieta de les plantes (més CO<sub>2</sub> sense una reproducció equivalent de substàncies nutritives del sòl) compromet

la mateixa qualitat de les plantes. No importa si aquestes reaccionen o no a més concentració de CO<sub>2</sub> amb un augment del creixement, les seves fulles de totes maneres contenen una part més gran de carbohidrats i menys proteïnes quan la quantitat atmosfèrica de CO<sub>2</sub> present és més gran. Per poder absorbir la mateixa quantitat de proteïnes, una vaca ha d'estripar 120 mates d'herba en comptes de només 100 mates. El mateix problema tenen la resta d'éssers vius que es nodreixen de fulles. Així doncs, si la composició de la vegetació i el seu aspecte en els diferents espais vitals de la Terra són influenciats d'una manera determinant pels animals herbívors (encara que siguin de petites dimensions), és doncs evident que la mutació de la qualitat del farratge podria portar conseqüències greus per la biodiversitat. Segons tots els nostres coneixements, no s'ha d'esperar una reacció idèntica en totes les plantes. Més aviat tot el contrari: l'única cosa que podem afirmar sense cap tipus de dubte és que les plantes no reaccionen de la mateixa manera davant un augment de CO<sub>2</sub>. D'aquesta manera la competitivitat dins dels boscos pateix un canvi. No existeix cap teoria segons la qual siguem capaços de predir quines serien entre 500 espècies de plantes distribuïdes en una hectàrea de bosc pluvial tropical les que resultarien guanyadores i quines perdedores. Actualment en una zona herbosa del Jura molt rica en varietats vegetals s'estan portant a terme tasques de recerca sobre aquest tema promogudes pel Fons Monetari Suís. Una de les descobertes més importants aparegudes fins ara estudia el comportament de les comunitats vegetals naturals enfrontades al CO<sub>2</sub>. Això no es pot preveure amb l'observació experimental de plantes aïllades en condicions d'hivernacle. A part d'una sèrie d'experiments en zones agrícoles, a nivell mundial existeixen només cinc exemples de recerques d'aquest tipus sobre el creixement de zones senceres de boscos en condicions d'alta concentració de CO<sub>2</sub>, allà on les plantes han escollit el seu propi hàbitat.

En tots els altres casos, han estat semblades plantes alienes a la zona o bé mesclades plantades artificialment. Els resultats d'experimentació sobre una vegetació natural amb un creixement molt reduït o absent, provenen de la tundra d'Alaska, dels Alps suïssos, dels prats de clima mediterrani de Califòrnia, dels prats de Kansas i d'un camp calcari herbós pobre del Jura. D'entre tots aquests, l'últim és el projecte més complicat i pot ser considerat com a model per al desenvolupament de comunitats vitals extremament diversificades en condicions d'una major concentració de CO<sub>2</sub>. El creixement i la reproducció, coses com la reacció de "consumidors" microbians i animals s'estan estudiant en cinc grups de recerca de les universitats de Basilea i de Zuric. Els dos primers anys, ja han estat un pou de sorpreses. No han guanyat, com era d'esperar, les fabàcies, capaces de procurar-se el nitrogen autònomament gràcies a les pròpies bacteries dels tubèrculs radicals, si no una modesta ciperàcia que ha reaccionat amb un creixement massiu quan en comptes de 360 ppm s'han ofert 600 ppm de CO<sub>2</sub>. Altres espècies com per exemple l'estranya genciana germànica han disminuït en nombre.

Així doncs, aquest "joc" té els seus guanyadors i els seus perdedors. Alguns tipus de plantes han patit variacions en el contingut de sucres i aminoàcids del nèctar de les flors, com podem veure en l'exemple d'algunes papallones que han reaccionat de maneres diferents a aquests canvis depenent si es tractava de femelles o de mascles. En presència d'una concentració més alta de CO<sub>2</sub> els fongs radicals anomenats micoriza que normalment ajuden a les plantes a assimilar les sals nutritives, per a una espècie de planta en particular han tingut un comportament encara més diligent i per una altra en canvi l'ha tingut a més a més parasitari. Aquests exemples mostren com poden ser de delicats els efectes d'una composició atmosfèrica que hagi patit mutacions, sobre les comunitats de plantes, animals i microorganismes sense que grans canvis siguin visibles externament.

**Els tomàquets i altres  
verdures que arriben de  
l'hivernacle a la nostra  
taula, sovint són adobats  
amb CO<sub>2</sub>. No és  
sorprenent, doncs, que  
determinats sectors  
descriguin com a positiu  
per a la biosfera el  
vertiginós augment de la  
concentració de CO<sub>2</sub> a  
l'atmosfera.**





## No hi ha cap dubte, el CO<sub>2</sub> influeix a la biodiversitat.

### ***La diversitat genètica afavoreix l'evolució***

Els canvis en l'àmbit de la biodiversitat, la regressió a nivell d'espècie, així com la pèrdua de varietat, que probablement es verificaran amb l'enorme augment de CO<sub>2</sub> a l'aire, ens concerneixen a tots com també els indrets més responsables d'aquests canvis. Contràriament a la contaminació atmosfèrica habitual, no existeixen concentracions regionals d'aquest fenomen. Els canvis a nivell de varietat colpeixen al nervi vital dels sistemes ecològics. La diversitat, és a dir, l'ocupació múltiple (redundant) de "llocs de treball" semblants per al cicle de les substàncies naturals, representa una espècie de sistema d'assegurança. En cas de condicions extremes la diversitat genètica garanteix la presència d'un nombre suficient d'agitadors capaços d'assegurar la supervivència d'una espècie i la continuïtat evolutiva. La velocitat amb la qual s'esdevenen les actuals mutacions ambientals supera de lluny a la de l'evolució. L'explotació incontrolada dels preciosos i exhauribles recursos de les fonts d'energia fòssil és també en aquest cas altament discutible, sens dubte poc perspicaç ●

## El potencial de la biosfera per a la retenció de carboni

Si bé és gairebé segur que el CO<sub>2</sub> afectarà l'estructura de les comunitats vegetals, es discuteix si els ecosistemes terrestres emmagatzemaran més carboni en un món enriquit amb CO<sub>2</sub>, i, més concretament, si això ajudarà a evitar un augment més gran del CO<sub>2</sub> atmosfèric. Per tal de calcular la magnitud d'aquest tipus de reaccions ecològiques no ens calen experiments, ja que l'atmosfera mateix és qui té la resposta.

Des del 1850, aproximadament, la humanitat ha provocat un augment del CO<sub>2</sub> atmosfèric del 27%. En el càlcul del total de carboni elaborat pels científics especialistes en l'atmosfera —el qual es realitza a partir de la crema anual de combustibles fòssils, els registres de desforestació i la reserva oceànica (dissolta) i atmosfèrica de CO<sub>2</sub>—, hi manquen unes 2 Gt de carboni (= 2\$109 tones de carboni). En d'altres paraules, la concentració atmosfèrica de CO<sub>2</sub> creix menys del que «hauria» de créixer. Estimacions actuals més exactes assenyalen que el carboni que falta va desaparèixer en les biotes terrestres, a les quals s'han d'afegir 600 Gt de carboni de la biomassa i 1.500 Gt de carboni localitzat en la matèria orgànica del sòl (reserva total de carboni orgànic terrestre = 2.100 Gt). Si, seguint aquest raonament senzill, suposem que la fixació global neta de carboni dels ecosistemes era zero cap al 1850 (equilibri entre l'adsorció a llarg termini i les pèrdues de carboni), l'increment anual net actual d'unes 2 Gt pot atribuir-se a una producció neta de l'ecosistema (PNE) anual de la Terra, això és, el carboni que ha quedat fixat, sense que, durant el mateix any, una quantitat equivalent de carboni es recicli per mitjà de la respiració (2 Gt de carboni o un 3% sobre una producció primària neta [PPN] anual d'unes 60 Gt que, tanmateix, són compensades per la mateixa quantitat de carboni reciclat a través de la respiració). Si el que va

causar aquest increment va ser únicament l'efecte de fertilització originat per l'augment de CO<sub>2</sub> del 27%, podem considerar aquesta xifra com una pauta per a tendències futures. Si totes les emissions de CO<sub>2</sub> del futur contribuïssin de manera semblant a produir un efecte de fertilització com aquest, l'increment anual net corresponent a un increment del 100% del CO<sub>2</sub> atmosfèric seria aproximadament del 10% de la PPN.

Tanmateix, aquest «model» simplificat presuposa una resposta lineal del CO<sub>2</sub> de la PPN (la qual cosa no es correspon amb la realitat), i, a més, no té en compte d'altres factors, com el creixement restringit i, en concret, el cicle dels nutrients. Per tant, una estimació més realista de l'augment de la PPN global no reciclada en un món «amb el doble de CO<sub>2</sub>» és més baixa: se situaria entre el 6% o el 7% o al voltant de 4 Gt de carboni per any. Atès que aquestes són mitjanes globals, els valors locals deuen oscil·lar entre el 0% i potser el +10%. Aquestes estimacions susciten unes primeres prediccions d'una multiplicació per dos o per tres provocada pel CO<sub>2</sub> de la reserva de la biomassa. També assenyalen que qualsevol que aconseguís una estimulació experimental de la captura de carboni en un context d'un CO<sub>2</sub> elevat superior al 6% o al 7%, aproximadament, de la PPN (0,2% de la reserva global de carboni orgànic actual) el més probable és que treballi amb un sistema molt atípic per a la majoria de biotes del món.

Actualment la nostra atmosfera ja ens anuncia que els ecosistemes terrestres no retindran l'excés de CO<sub>2</sub> que la nostra societat allibera fins molt temps després que les reserves de carboni fòssil s'hagin exhaurit. És per això que no ens cal continuar investigant per poder donar suport a les decisions polítiques encaminades a retallar el consum de combustibles fòssils ●

*Font: 'Gaia', núm. 4 (1995).*



### El dilema de Kyoto

Els boscos vells de creixement lent acumulen la major quantitat de carboni per àrea de terra unitària (1.000 t C!). En comparació, els boscos joves de creixement ràpid disposen de molt poc carboni. Quan es planten aquests boscos joves en terra deforestada, és possible que tardin més de 100 anys a assolir el “capital” de reserves dels anteriors boscos vells. Les reserves netes de carboni del paisatge només augmenten en aquells casos en què es reforesta una terra que mai no havia estat un bosc. Aquest és el “dilema de Kyoto”. Seria una catàstrofe si la gent pogués reclamar i comerciar amb unitats de seqüestració de carboni obtingudes mitjançant la replantació de terres recentment deforestades. Això representaria un reconeixement tardà de tot el contrari, és a dir, una emissió massiva de carboni. Els protocols de Kyoto es van comprometre a fixar un lílindar l'any 1990. Així, com a mínim en els darrers 8 anys de deforestació, la reforestació no pot reportar “beneficis”. El més lògic seria pagar per a què no es talessin arbres, en comptes de pagar per a la reforestació, a pesar que això últim és millor que la destrucció total de l'ecosistema a causa d'una gestió agrícola posterior a la deforestació inadequada.

De la mateixa manera que en els negocis, el volum de transaccions (la velocitat d'adquisició i emissió de carboni, és a dir, el cicle del carboni) és un predictor poc fiable del capital (les reserves de carboni) ●

### **Bibliografia**

- Körner Ch, Bazzaz FA (1996): Carbon dioxide, populations, and communities. Academic Press, San Diego, New York, Boston.
- Körner Ch (1995): “Biodiversity and CO<sub>2</sub>: Global change is under way”. ‘GAIA’ 4:234-243.
- Körner, Ch., Bazzaz, F.A. (1996): Carbon dioxide, population and communities. Academic Press, San Diego.
- Körner Ch, Miglietta F (1994): “Long term effects of naturally elevated CO<sub>2</sub> on Mediterranean grassland and forest trees”. ‘Oecologia’ 99:343-351.
- Hättenschwiler S, Miglietta F, Raschi A, Körner C (1997): “Thirty years of in situ tree growth under elevated CO<sub>2</sub>: a model for future forest responses?”. ‘Global Change Biology’ 3:436-471.
- Körner, Ch.(1998): “Tropical forests in a CO<sub>2</sub>-rich world”. ‘Climatic Change’, vol. 39:2-3 (July)
- Steffen W. et al. (1998): “The terrestrial carbon cycle: Implications for the Kyoto Protocol”. ‘Science’ 280:1393-1394.