

Una **Guia Científica** del 'Manual Escèptic'

L'evidència de que els humans són la causa de
l'escalfament global



Agraiments

Una Guia Científica 'Manual Escèptic' ha estat elaborada per John Cook de skepticalscience.com. Gràcies als següents científics, que han contribuït i realitzat comentaris a aquest document:

- John Bruno
Professor Associat d'Ecologia Marina, Universitat de Carolina del Nord
- Ove Hoegh-Guldberg
Catedràtic i Director del Centre d'Estudis del Mar, Universitat de Queensland
- Steven Sherwood
Catedràtic de Meteorologia Física y Dinàmica del Clima Atmosfèric, Universitat de Nova Gales del Sud
- Kevin Judd
Catedràtic, Escola de Matemàtiques i Estadística, Universitat d'Austràlia Occidental
- Malcolm McCulloch
Catedràtic, Escola de Ciències de la Terra, Universitat d'Austràlia Occidental
- Thomas Stemler
Professor Associat, Escola de Matemàtiques i Estadística, Universitat d'Austràlia Occidental
- Julie Trotter
Professor Associat, Escola de Ciències de la Terra, Universitat d'Austràlia Occidental

Referències

Alexander, L. V., et al (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres*, 111(D5).

Harries, J. E., et al (2001). Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997. *Nature*, 410, 355-357.

Sherwood, S. C., et al, (2008). Robust tropospheric warming revealed by iteratively homogenized radiosonde data. *J. Climate*, 21, 5336-5350.

Wang, K., Liang, S., (2009). Global atmospheric downward longwave radiation over land surface under all-sky conditions from 1973 to 2008. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D19).

Una Guia Científica del 'Manual Escèptic' es una resposta al 'Manual Escèptic', disponible a <http://joannenova.com.au/global-warming/>

Quina es l'evidència de que el CO₂ causa l'escalfament global?

Els escèptics posen sovint en dubte que els humans estiguin causant l'escalfament global, amb qüestions tals com:

1. Hi ha una petjada de l'efecte hivernacle?
2. Al passat, el CO₂ va seguir l'augment de la temperatura enlloc de precedir-lo?
3. S'està produint ja l'escalfament global?
4. L'efecte del CO₂ està saturat?

L'abordatge d'aquestes qüestions proporciona la resposta a la primera pregunta: l'evidència de que el CO₂ està causant l'escalfament global.

Hi ha una multitud de línies d'evidència que apunten totes elles a la mateixa resposta: que els humans són els causants de l'escalfament global

La petjada humana canvi climàtic

Quan examinem el cos d'evidència complet emergeix una imatge clara i consistent:

- Els humans estan emetent **milers de milions** de tones de CO₂ a l'aire cada any
- La quantitat de CO₂ a l'atmosfera ha **augmentat en un 40% respecte al nivell pre-industrial**
- **L'efecte hivernacle augmentat ha estat observat directament** mitjançant una àmplia varietat de mesures independents

En endavant examinarem les múltiples línies d'evidència que apunten a una resposta consistent: que el CO₂ emès pels humans està causant l'escalfament global.

1 Identificació de la petjada de l'efecte hivernacle

L'efecte hivernacle presenta una petjada nítida a l'atmosfera. Els gasos d'efecte hivernacle aturen el calor i impedeixen que arribi a l'atmosfera superior. Per tant, hem d'esperar un escalfament de l'atmosfera inferior (la troposfera) i un refredament de l'atmosfera superior (l'estratosfera). Això és exactament el que s'observa.

La petjada de l'efecte hivernacle



Els models climàtics prediuen una zona calenta a uns de 10 km per damunt dels tròpics. Això ha estat confirmat amb les darreres dades recollides pels globus meteorològics. Un error freqüent és creure que aquesta zona calenta és una prova de l'efecte hivernacle: no ho és. En realitat és deguda a canvis del **gradient adiabàtic humit**.

Un error freqüent és creure que aquesta zona calenta és una prova de l'efecte hivernacle: no ho és.

A mesura que es puja per l'atmosfera la temperatura disminueix. Quan és prou freda com per a que el vapor d'aigua es condensi, en fer-ho emet calor. Això compensa parcialment el refredament. Als tròpics, on l'aire és més humit, s'emet més calor. És a dir: la zona calenta es el resultat de qualsevol mena d'escalfament de la superfície, i no només de l'efecte hivernacle.

La temperatura de l'atmosfera es mesura amb satèl·lits i globus meteorològics. Aquestes mesures resulten afectades per diversos factors, tals com l'escalfament dels globus pel llum del sol. Un cop s'han pres en consideració aquests efectes, les dades dels globus meteorològics ens mostren l'escalfament per damunt dels tròpics.

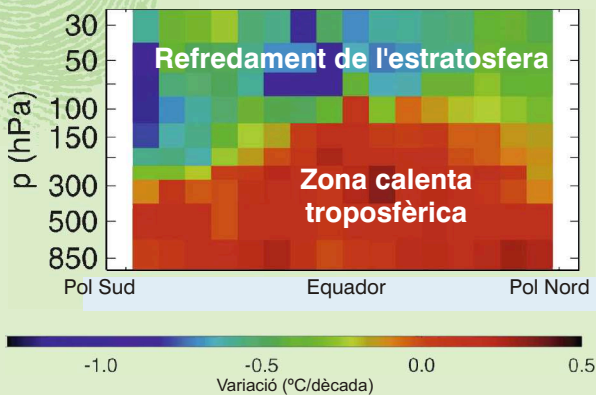
La confirmació de la zona calenta s'obté de les mesures del vent. Donat que existeix una relació directa entre la temperatura i la cisalla del vent, podem calcular la variació de la temperatura de forma independent. Amb aquest mètode trobem un augment de l'escalfament per damunt dels tròpics, tal com esperàvem.

Observem exactament la signatura de l'efecte hivernacle, la troposfera escalfant-se i l'estratosfera refredant-se

Petjada humana #1

Refredament de l'estratosfera

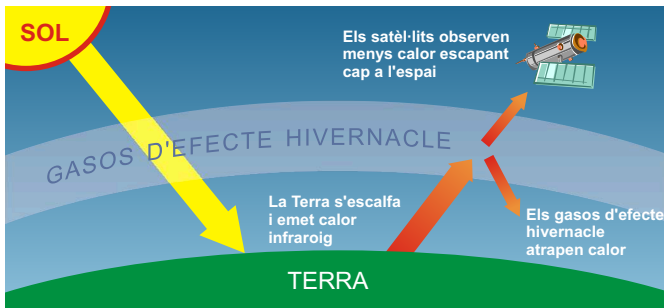
Tant els satèl·lits com els globus meteorològics presenten un escalfament de la troposfera y un refredament de l'estratosfera: una petjada distintiva de l'efecte hivernacle



(Sherwood et al 2008)

Evidència de que el CO₂ provoca l'escalfament

El diòxid de carboni atrapa el calor. Això es mesura directament mitjançant satèl·lits, que detecten una reducció del calor emès per la Terra cap a l'espai durant les darreres dècades (vegi's **Petjada humana #2**). Tenim doncs una evidència directa de que el CO₂ causa l'escalfament global.



Els nuclis de gel ens mostren que, al passat, el CO₂ va augmentar després de que augmentés la temperatura. Això significa que la temperatura afecta a la quantitat de CO₂ a l'aire. Per tant, l'escalfament provoca una major quantitat de CO₂ i més CO₂ provoca un més gran escalfament. El conjunt d'ambdós mecanismes constitueix un llaç de retroalimentació positiva.

Quan la Terra es va escalfar al passat, aquest fet va provocar que els oceans alliberessin més CO₂ a l'atmosfera. Això va produir diversos efectes:

- El CO₂ addicional a l'atmosfera **va amplificar l'escalfament original**. Això és la retroalimentació positiva.
- El CO₂ addicional es va difondre per l'atmosfera, **estenen l'efecte hivernacle per tot el planeta**.

Les mesures paleoclimàtiques de CO₂ són totalment consistents amb l'efecte d'escalfament del CO₂. De fet, l'escalfament produït pel CO₂ explica tant els grans canvis de temperatura que van succeir al passat com la forma en què aquests canvis s'estenen per tot el planeta. El retard en l'augment de la concentració de CO₂ no desmenteix l'efecte d'escalfament del CO₂. Ans al contrari, constitueix una evidència d'una retroalimentació climàtica positiva.

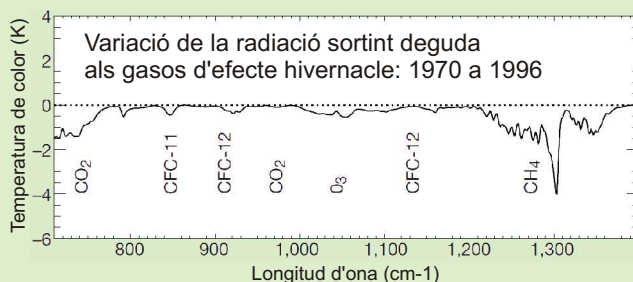
El retard en l'augment de la concentració de CO₂ no desmenteix l'efecte d'escalfament del CO₂. Ans al contrari, constitueix una evidència d'una retroalimentació climàtica positiva.

Petjada Humana # 2

S'escapa menys calor cap a l'espai

Els satèl·lits mesuren la radiació infraroja quan s'escapa cap a l'espai. Una comparació entre les dades dels satèl·lits des de 1970 fins 1996 va trobar que s'està escapant menys energia cap a l'espai, precisament a les longituds d'ona a les que els gasos d'efecte hivernacle absorbeixen energia. Els investigadors varen descriure aquesta troballa com una "evidència experimental directa d'un augment significatiu de l'efecte hivernacle a la Terra"

Aquest resultat ha estat confirmat per dades més recents obtingudes per altres satèl·lits.



(Harries et al 2001)

La realitat de l'escalfament global

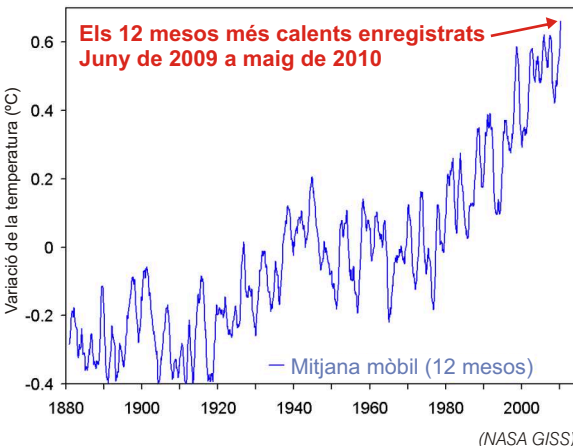
Els escèptics al·leguen que gran part de l'escalfament global mesurat és degut a que les estacions de medició estan situades a prop d'equips d'aire condicionat o aparcaments. Sabem que això no és cert per diversos motius.

De cara als iniciats, podem comparar la temperatura d'una bona estació meteorològica amb estacions situades a ubicacions menys preparades. Tant les estacions 'bones' com les 'dolentes' presenten el mateix increment de temperatura.

Una altra manera de comprovar la precisió de les mesures termomètriques és comparar-les amb les dades dels satèl·lits. Les mesures dels satèl·lits mostren la mateixa quantitat d'escalfament. Donat que, a l'espai, no hi ha condicionadors d'aire ni aparcaments que puguin contaminar les mesures, això és una confirmació de que els termòmetres presenten una imatge fidel de la realitat.

Una altra al·legació dels escèptics és que no hi ha hagut escalfament als

darrers anys. Això no obstant, s'ha produït un important escalfament durant aquest període. De fet, el rècord dels 12 mesos més calents fou superat al març de 2010, per a ésser superat altre cop a l'abril i després al maig.



El rècord de temperatura a la superfície és només una de les línies d'evidència que confirmen que l'escalfament global és una realitat:

- Les grans masses de gel s'estan fonent, i perden milers de milions de tones de gel cada any
- El nivell del mar està augmentant a un ritme accelerat (en gran part degut a la fusió dels gels)
- Les espècies estan migrant cap als pols
- Les glaceres estan retrocedint, i amenacen el subministrament d'aigua potable de milions de persones

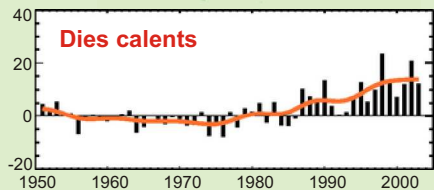
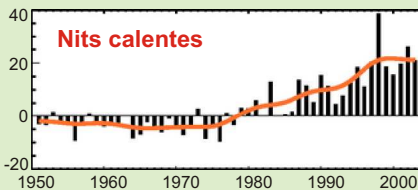
Quan algú us digui que no hi ha evidències de que els humans estiguin causant l'escalfament global, es per què no ha aprofundit prou en el tema.

Per a assolir un coneixement complet del clima hem d'examinar l'evidència. El que veiem és que diferents línies d'evidència apunten totes cap a la mateixa conclusió: l'escalfament global s'està produint i nosaltres en som els causants. Quan algú us digui que no hi ha evidències de que els humans estiguin causant l'escalfament global, es per què no ha aprofundit prou en el tema.

Petjada humana #3

Les nits s'escalfen més que els dies

Un efecte hivernacle amplificat significa que les nits s'haurien d'escalfar més de pressa que els dies. Això és degut a que l'efecte hivernacle opera tant de dia com de nit. Si l'escalfament global fos causat pel sol, podríem esperar que la tendència a l'escalfament fos més gran durant el dia. En canvi, el que veiem és que el nombre de nits calentes augmenta més de pressa que el nombre de dies calents.



(Alexander et al 2006)

L'efecte del CO₂ està augmentant

Els humans emeten a prop de 30.000 milions de tones de diòxid de carboni a l'atmosfera cada any. A mesura que afegim més CO₂ a l'atmosfera, aquest atrapa una quantitat més gran de calor. ¿Com podem comprovar-ho? Les mesures del món real ens mostren que el CO₂ addicional atrapa més calor. Hem vist que els satèl·lits mostren que s'està escapant menys calor cap a l'espai (vegi's **Petjada humana #2**). Això constitueix una prova observacional directa de que l'efecte d'escalfament del CO₂ està augmentant.

Tenim una altra confirmació de que el CO₂ addicional està atrapant més calor a través de les mesures en superfície (vegi's **Petjada humana #4**). En escapar-se més calor cap a l'espai, s'està retornant més calor cap a la superfície de la Terra. A la superfície observem més radiació infraroja tornant cap a la Terra des de l'atmosfera.

Els humans emeten 30.000 milions de tones de carbó a l'atmosfera cada any. A mesura que afegim més CO₂, atrapa més calor.

¿Què passa amb l'argument de que l'efecte del CO₂ està saturat? Això es basa en l'errònia noció de que la nostra atmosfera conté una sola capa de CO₂ que bloqueja el calor, como si fos una finestra veneciana. En realitat, la nostra atmosfera està formada per varies capes, i cada una d'elles radia calor.

Quan afegim més CO₂ a l'aire, aquest es barreja per tota l'atmosfera, incloses les capes superiors.

El CO₂ addicional de les capes més altes de la troposfera absorbeix radiació des dels nivells més baixos. Per tant, en afegir CO₂ a l'atmosfera s'hi està afegint escalfament global.

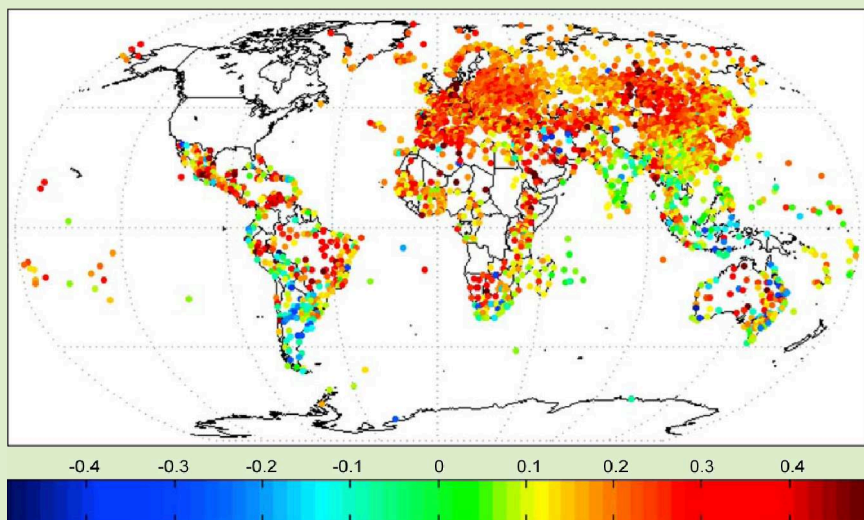
Petjada humana #4

Hi ha més calor que torna cap a la Terra

Les mesures en superfície mostren que hi ha més calor tornant cap a la Terra degut a un efecte hivernacle augmentat. Quan examinem en detall l'espectre de la radiació descendent podem calcular en quina mesura cada gas contribueix a l'efecte hivernacle. D'aquests resultats es va concloure que:

“Aquestes dades experimentals efectivament acaben amb els arguments dels escèptics segons els quals no hi ha evidències que connectin l'augment de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera amb l'escalfament global”

Variació de la radiació infraroja descendent



Watts per metre quadrat per any

(Wang et al 2009)

L'atribució a l'origen antropogènic de l'escalfament global està basat en distintes línies d'evidència independents entre si. L'escepticisme en canvi climàtic es centra sovint en petites peces del trencaclosques alhora que descuida la imatge del conjunt.

El nostre clima està canviant, i nosaltres en som la causa principal a través de les nostres emissions de gasos d'efecte hivernacle. Els fets relatius al canvi climàtic són essencials per a entendre el nostre entorn mundial, i per a prendre decisions respecte al nostre futur.



Més informació a:

