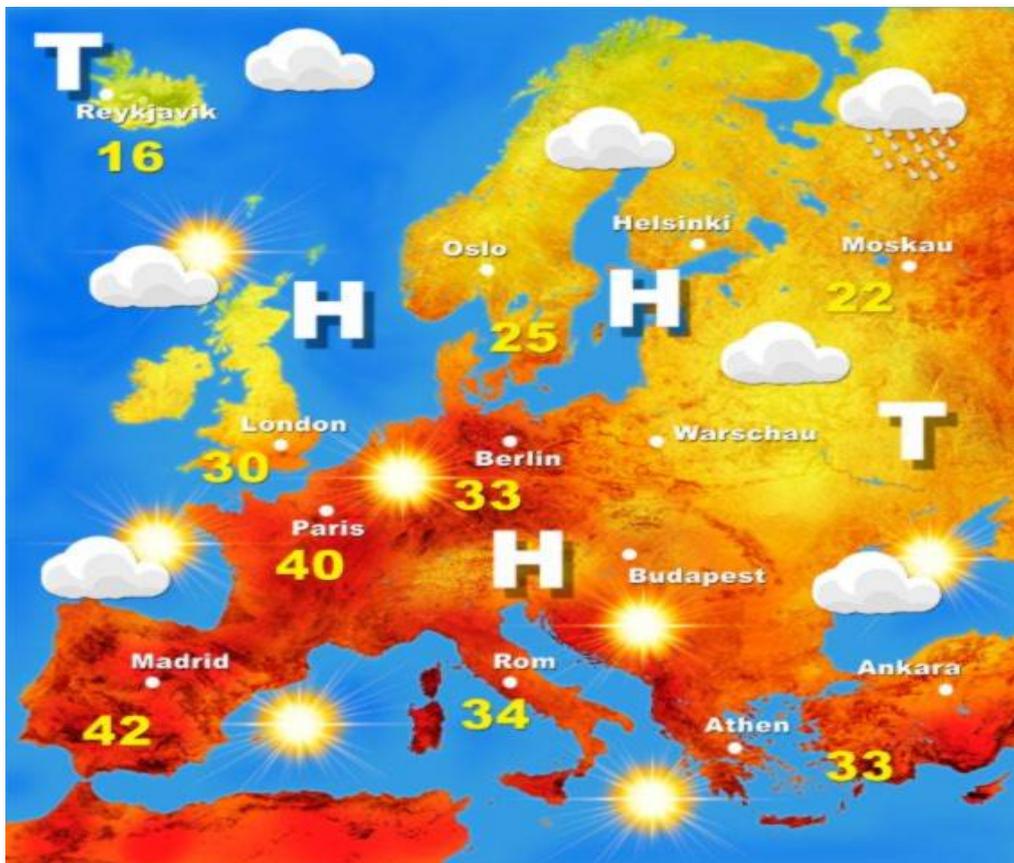




REGENERACIÓN DE SUELOS Y ECOSISTEMAS:
LA OPORTUNIDAD PARA EVITAR EL CAMBIO CLIMÁTICO.
BASES PARA UNA NECESARIA POLÍTICA CLIMÁTICA Y AGRÍCOLA EUROPEA.



*Desde el Año Internacional de los Suelos
y de la COP21 de París (2015) hacia el futuro.*

SUMARIO

Nos encontremos en el momento más crucial de la historia de la Humanidad , debido a los cambios que estamos produciendo en el clima con las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) y la destrucción de biodiversidad. Por citar unos ejemplos:

- El Pentágono de los EEUU define el Cambio Climático como riesgo de seguridad nacional (<http://www.csap.cam.ac.uk/projects/climate-change-risk-assessment/>).
- La Ministro de Asuntos Exteriores del Reino Unido, la Baronesa Joyce Anelay, afirma que el Cambio Climático “se ha de tomar tan en serio como una guerra nuclear” (<http://www.csap.cam.ac.uk/projects/climate-change-risk-assessment/>).
- La degradación del suelo y la desertificación son una causa principal de conflictos y migraciones forzadas, como de muestra la guerra civil en Siria (http://www.theecologist.org/News/news_analysis/2871076/overgrazing_and_desertification_in_the_syrian_steppe_are_the_root_causes_of_war.html).

Tales cambios están a sus vez procurando otra serie de efectos que aumentan la complejidad a la que nos enfrentamos y muy probablemente multiplicará la velocidad del caos climático¹, si no lo está haciendo ya.

En este informe se argumenta la necesidad de dar prioridad absoluta a la Regeneración de suelos y ecosistemas como objetivo básico en nuestros trabajos y economías. La Sostenibilidad es un concepto lleno de buenas ideas, pero se ha visto superado por dos motivos: la manipulación del mismo, fácil dada la laxitud de su significado; y la realidad de que desde la Cumbre de la Tierra (Río 1992) tantas cosas no han mejorado y muchos indicadores han empeorado -entre ellos los referidos a las emisiones globales a la atmósfera y la erosión del suelo.

La Regeneración ecológica y agroecológica implica un cambio demostrable a mejor, una toma de posición constructiva y positiva, y la alegría de generar tendencias con beneficios para todos los seres vivos. *A todos: pues es el modo de, no ya reducir las emisiones de CO2 a la atmósfera, sino de conseguir que los ecosistemas y suelos naturales, agrícolas y ganaderos reabsorban tales gases, alejando la temible amenaza del empeoramiento del Cambio Climático.*

Mejora además la calidad de las producciones y de las propiedades, no sosteniendo las mismas, sino llevándolas a un futuro de enriquecimiento a plazo breve, medio y largo; solventando con ello los siempre más graves problemas de justicia intergeneracional. Ello significa también la aún más importante *adaptación al Cambio Climático*.

En este informe:

- * Exponemos causas raramente consideradas del Cambio Climático, fundamentalmente debidas a la *destrucción del suelo* en la que estamos empeñados, con dramáticas implicaciones en la disponibilidad de agua.
- * Argumentamos el porqué *la reducción de emisiones no es suficiente* para evitar el peor escenario de Cambio Climático.

¹ Isaac Asimov: “La ira de la tierra”. En Bibliografía

- * Explicamos en síntesis la *relación Carbono - plantas - suelos*, el porqué de su degradación y como su regeneración puede garantizar evitar tal escenario.
- * Hacemos un análisis crítico de la *agricultura industrial* y mostramos el porqué de su fracaso y las consecuencias del mismo –aplicable también a formas de agricultura ecológica.
- * Presentamos las consecuencias de una buena o mala gestión en la *disponibilidad de agua*.
- * Mostramos la *importancia de las tierras de pastos y praderas, y de los bosques antiguos*.
- * Describimos *sistemas de gestión regenerativa* y las prácticas destructivas, con sólida fundamentación científica.
- * Desmontamos varios argumentos contrarios basados en las *posibles incertidumbres*.
- * Damos ejemplos de cómo está *cambiando los discurso político, económico y financiero*.
- * Aportamos también ejemplos que muestran los *cambios sociales* que facilitan la implantación de políticas regenerativas, así como de *los cambios ecológico – sistémicos que nos llaman a actuar con urgencia*.
- * Mostramos *ejemplos de regeneración masiva de suelos y ecosistemas* que nos aportan experiencia en la que basarnos y esperanza en los resultados.
- * Por último, hacemos una breve presentación de la situación en Europa, desde el punto de vista ecológico y de la regulación respecto de los suelos, mencionando también la iniciativa de ciudadanos europeos por una mayor protección de los suelos a través de una nueva Directiva: www.people4soil.eu

Agradecimientos

La primera versión de este trabajo ("*Regeneración: el cambio de rumbo necesario*") nació con fines únicamente divulgativos. Sin embargo el interés y argumentación que ha generado nos han convencido de ampliarlo y hacer referencia a trabajos científicos que sustentan lo que se expone. Agradecemos particularmente al Rodale Institute que ha compartido muchos de ellos en su propia propuesta de la Regeneración, en la descripción de las diversas técnicas regenerativas.

Habría que agradecer individualmente a todas las personas citadas por sus trabajos y a todos los autores de las publicaciones en "Bibliografía". Cuando se trata de regeneración de suelos hay que valorar especialmente todo este esfuerzo pues, como dice John D. Liu, esta es "***la gran labor de nuestro tiempo***".

Íñigo Álvarez de Toledo, MSc

Asistente: Luna Politi

ÍNDICE

Introducción: la cuestión es la vida (y la civilización) como la conocemos, pág. 6

El Suelo, pág. 12

- Premisa
- Fertilidad histórica, situación presente
- Degradación
- La primera capa del suelo
- Problemas y peligros principales de la agricultura convencional

Agua, pág. 21

Pastos, pág. 23

Agricultura Regenerativa y agricultura degenerativa, pág. 25

- Siembra Directa
- Cobertura vegetal
- Rotación de policultivos
- Incorporación de residuos
- Compostaje
- Las lombrices
- Abundancia de hongos
- Las micorrizas
- La trofobiosis, o que sucede a las plantas con la aplicación de pesticidas y fertilizantes químicos
- El suelo como sumidero de metano
- Bosques primarios como sumideros de Carbono

El arma de doble filo y el potencial secuestro de Co2, pág. 35

Incertidumbres, pág. 37

- Metodología cualitativa
- Viabilidad económica
- Abundancia de las cosechas
- Profundidad de almacenamiento de Carbono
- Procesos virtuosos derivados
- ¿Y la salud?

Situación emergente mundial, pág. 41

- Estados Unidos
- Australia
- Portugal
- Iniciativas globales pre - COP 21 París

Urgencia. Riesgos, tendencias y certezas, pág. 46

- Análisis del sector asegurador
- Urgencia ecológico – sistémica
- Urgencia social
- Urgencia empresarial
- Inversiones
- La legalidad vigente y futura

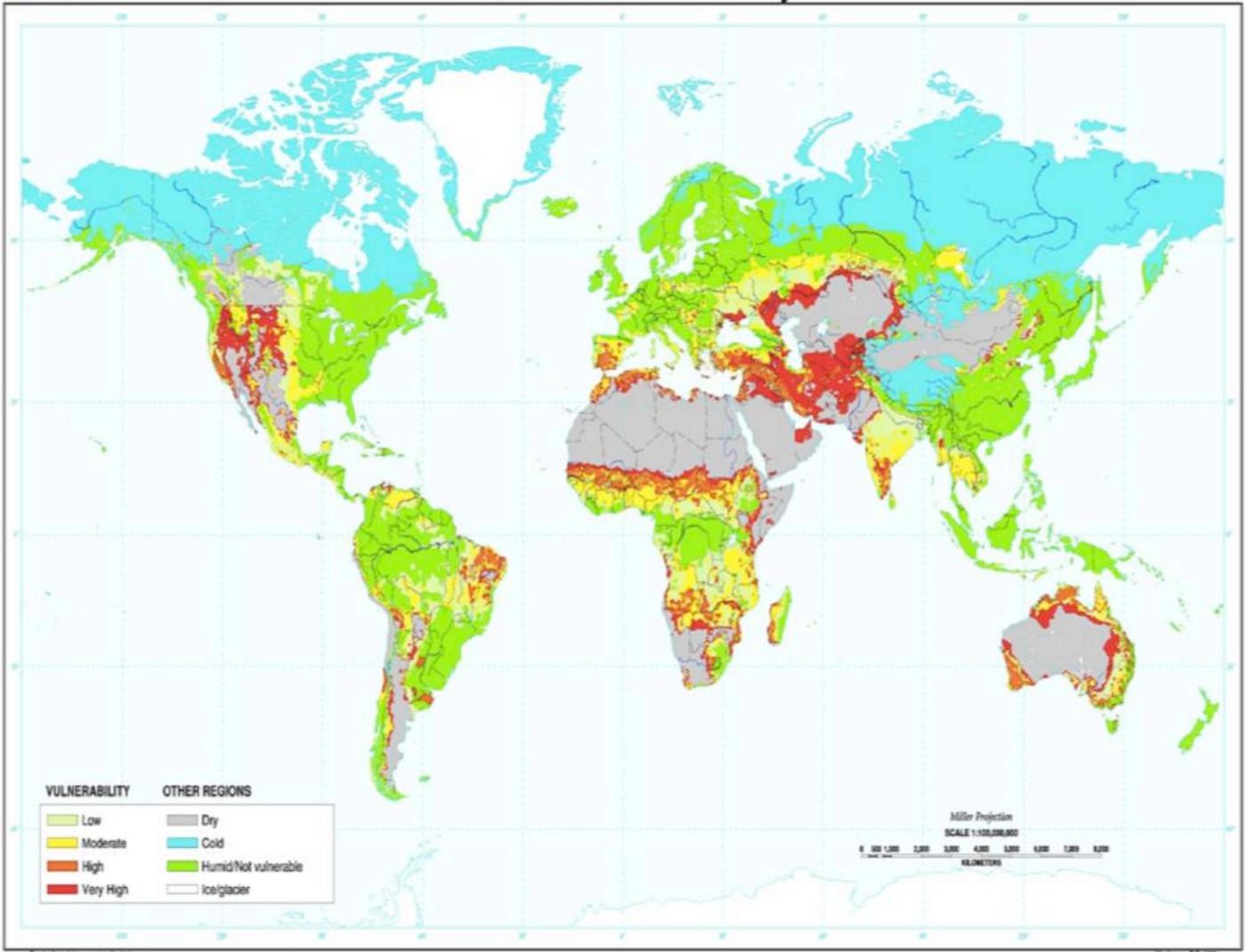
Esperanza en un clima cambiante, pág. 56

¿Y Europa?, pág. 58

- Carbono edáfico y clima global
- Desertificación europea
- Agricultura
- Mitigación y adaptación al cambio climático
- Legislación europea necesaria

Bibliografía, pág. 62

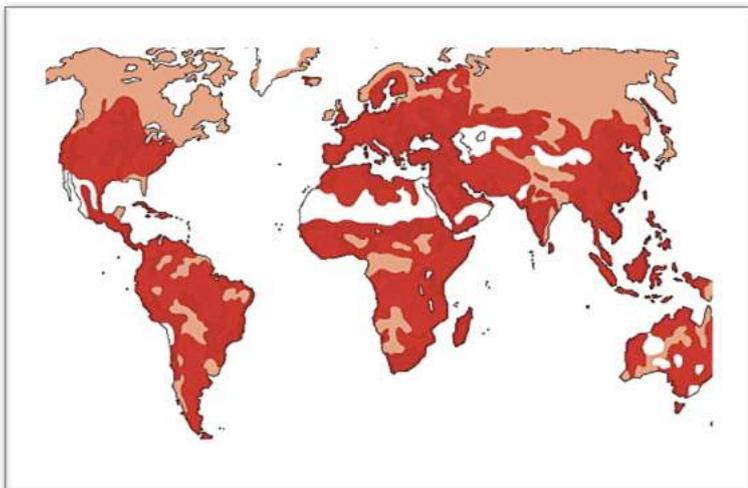
Desertification Vulnerability



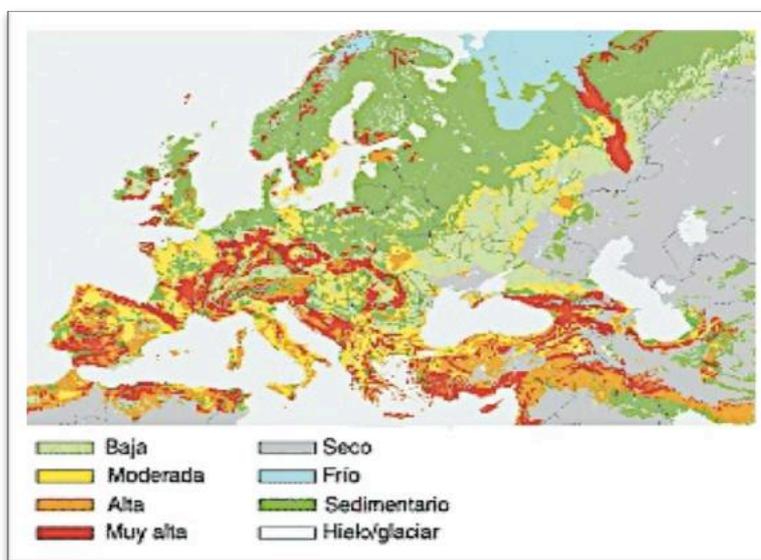
Desertificación global²

² Fuente: USDA. En <http://www.nrcs.usda.gov>

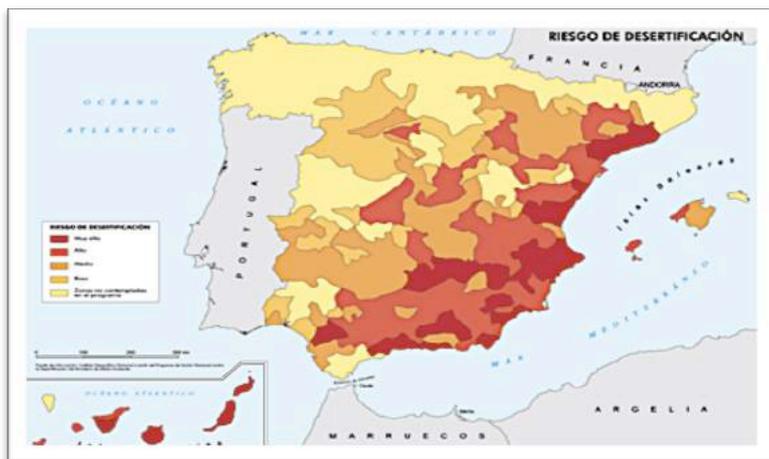
INTRODUCCIÓN³: LA CUESTIÓN ES LA VIDA (Y LA CIVILIZACIÓN) COMO LA CONOCEMOS



1. Degradación de suelo en el mundo.



2. Erosión de suelo en Europa.



3. Un ejemplo dramático europeo: la desertificación de suelo en España.

³ Fuente 1. UNEP 1992 & GRID Arendal. GEO:Global Environment Outlook
Fuente2. <http://www.unep.org> GEO3: Global Environment Outlook
Fuente3. Instituto Geográfico Nacional. En <http://www.ign.es>

Las civilizaciones se elevan y caen junto con la calidad de sus suelos. Ahora tenemos la ocasión de ser consecuentes con esta lección de la historia. Jared Diamond estudia y muestra muy bien esta cuestión en su libro “Colapso⁴”. Algunas sociedades antiguas con graves problemas medioambientales supieron variar su destructivo rumbo a tiempo, evitando su declive y posterior colapso. Lo islandeses así lo hicieron; los sumerios y mayas no, y se hundieron en la Historia.

Para aquellos interesados en las consecuencias generales de un Cambio Climático “El Siglo Maldito⁵”, reciente libro del historiador Geoffrey Parker, ahonda sobre las implicaciones que se generaron a partir del “Pequeño Cambio Climático” del siglo XVII.

Las civilizaciones mencionadas y otras antiguas eran relativamente locales, con procesos de decadencia circunscritos. No es ya ese nuestro caso: la **Evaluación de Ecosistemas del Milenio⁶** – estudio mundial realizado por 1360 científicos durante 4 años- ha constatado que 15 de los 24 servicios ecosistémicos primarios se encuentran en procesos de degradación, y ciertamente ninguno mejora.

Según una variedad de científicos tenemos por delante entre 50 y 60 años de nuestro sistema de explotación y consumo antes de que la Naturaleza deje de poder proveer los servicios esenciales vinculados a agua, suelo o aire⁷.



⁴ En Bibliografía

⁵ Id.

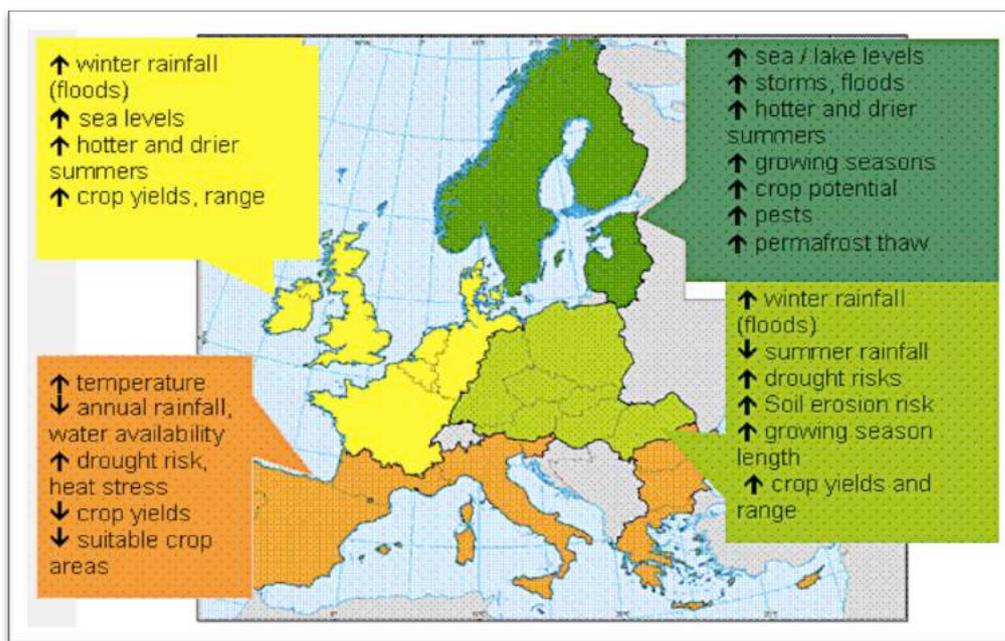
⁶ Id.

⁷ Mercola, J: Carbon Sequestration- The Climate Change Solution That Virtually All Climate Activists Ignore.

En <http://www.iqfit.com/carbon-sequestration-the-climate-change-solution-that-virtually-all-climate-activists-ignore/> (2015)

⁸ Alcamo, J. (et al.). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. USA. 2003. En

<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>



Impactos previstos del cambio climático en diferentes regiones de la UE⁹.

Hasta ahora todos los esfuerzos están puestos en reducir las emisiones directamente producidas por nuestras actividades. Esto no es suficientemente eficaz por al menos tres motivos:

1. La atmósfera tiene ya una sobreadundancia de GEI y el cambio climático está en marcha. *Tenemos la esperanza o ilusión de que provocará un CC limitado, no la certeza*¹⁰.
2. En cuanto al objetivo de mantener el aumento de temperatura media en 2 grados, Kevin Anderson, climatólogo, ha afirmado: “Tal vez tras la Cumbre de la Tierra (1992) o en el cambio de milenio este objetivo podría haberse logrado; pero el Cambio Climático es un asunto acumulativo. Hoy, tras dos décadas de promesas y mentiras lo que queda de tal objetivo exige un cambio revolucionario¹¹”. *De hecho la propia Comisión Europea asume que sus propuestas para París 2015 dan únicamente “una buena posibilidad” de que la temperatura media global no aumente más de 2 grados C*¹².
3. James Hansen (Universidad de Columbia y ex director de [NASA Goddard Institute for Space Studies](http://www.nasa.gov/goddard/institute-for-space-studies/)) afirma que *un incremento medio de 2 grados acarreará daños insoportables*¹³ y propone reducir las emisiones globales un 6% anual durante 40 años. Kevin Anderson considera que deben reducirse un 10%¹⁴ (ver también “*Urgencia ecológico-sistémica*”).
4. El esfuerzo político que se realiza desde 1992 se está demostrando insuficiente: año tras año las emisiones globales aumentan.
5. Las emisiones no proceden unívocamente de nuestra acción directa, son también - y quizás en su mayoría - indirectas: la degradación de los suelos emite Carbono a la atmósfera cuando antes fertilizaba tales suelos.

⁹ Fuente: Comisión Europea. Dirección General Agricultura y Desarrollo Rural.

¹⁰ Rogelj, J., McCollum, D. L., O'Neill, B. C. & Riahi, K. 2020 emissions levels required to limit warming to below 2°C. *Nat. Clim. Change* (2013).

¹¹ Anderson, K para mayores informaciones <http://kevinanderson.info/index.php>

¹² European Commission: COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. The Paris Protocol. (2015)

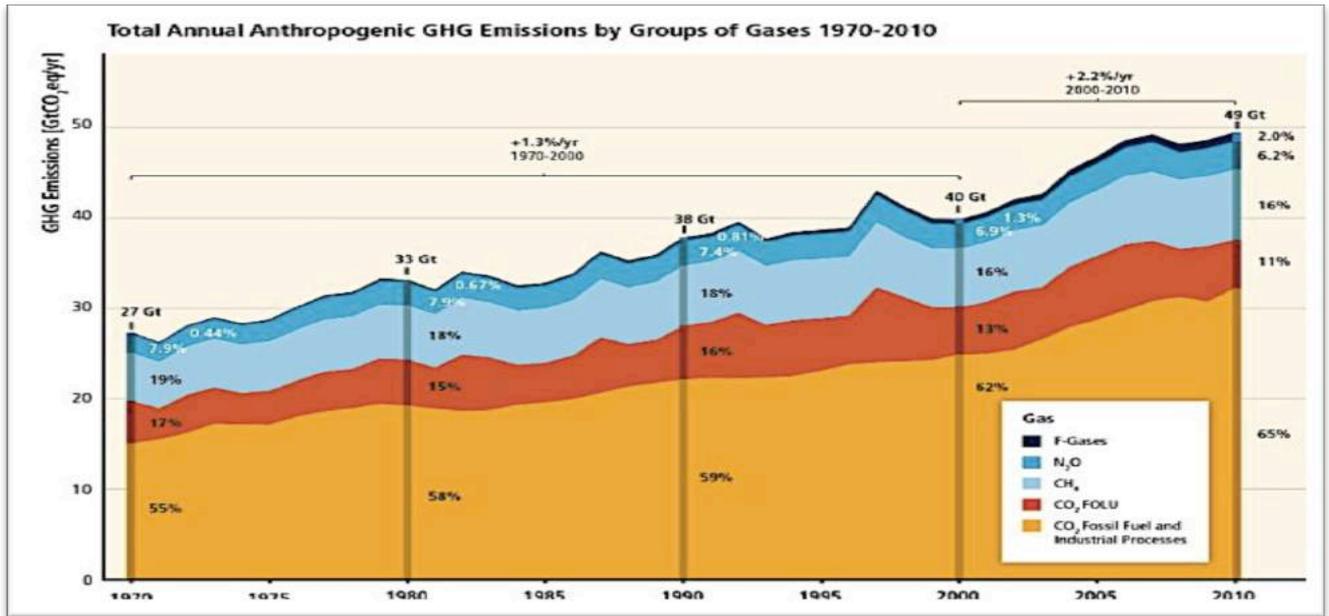
¹³ Hansen, J. :Assessing dangerous climate change. En *Plos One* <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0081648> (Diciembre 2013).

¹⁴ Anderson, K. Avoiding dangerous climate change demands de-growth strategies from wealthier nations. En <http://kevinanderson.info/index.php>

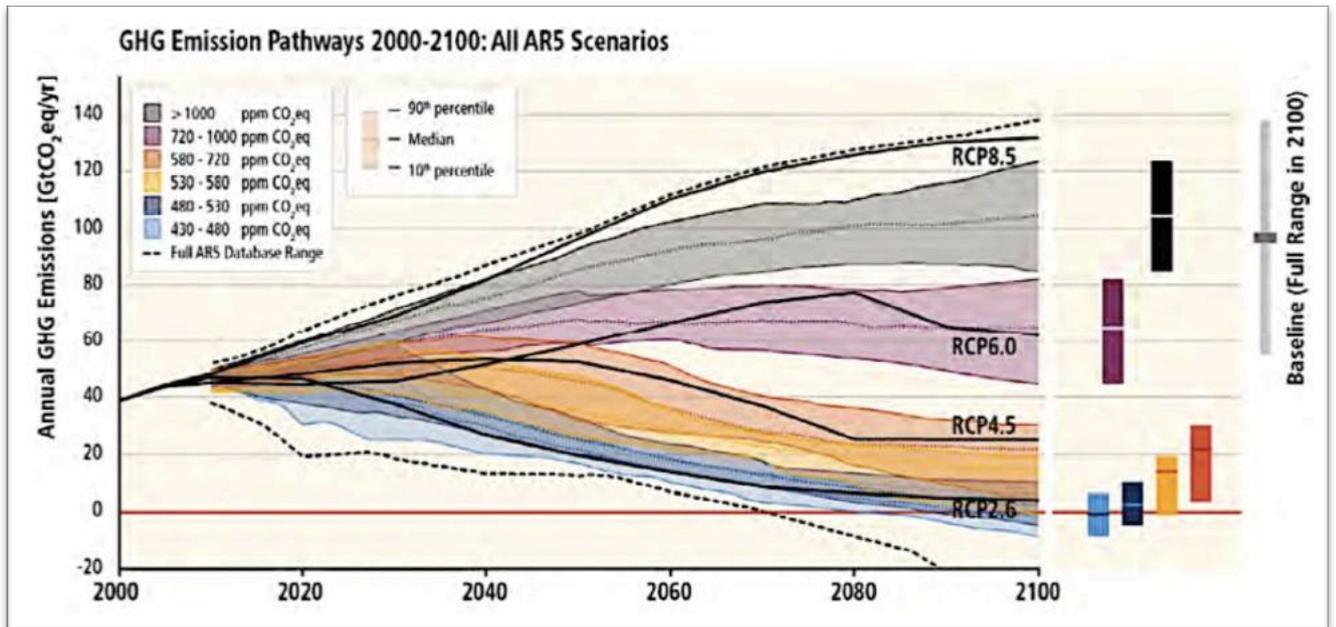
Y nos hemos convertido en expertos en degradación de suelos y desertificación.

Aunque haya algunos que consideren que hay una duda razonable sobre la influencia de tales emisiones en la atmósfera, no se puede negar que somos la causa de la degradación del suelo y del crecimiento de los desiertos en detrimento de tierras antaño fértiles¹⁵.

El CC se ha acelerado en los últimos años por nuestro intenso uso de combustibles fósiles, pero también por su uso en el campo -con la industrialización del mismo- y la expansión de los desiertos, incluidos los “desiertos agrícolas”.



Total de emisiones de Gases Efecto Invernadero por tipos (IPCC)



Escenarios posibles de emisiones hasta el 2100 (IPCC)

¹⁵ Savory, Allan. Manejo Holístico. En Bibliografía.

La crisis que está provocando el Cambio Climático nos fuerza a considerar alternativas innovadoras para poder resolverla. Llegar a cero emisiones globalmente (de per se prácticamente imposible al menos en los próximos 100 años) no evitará las potenciales catastróficas consecuencias para la vida tal como la conocemos en nuestro planeta al nivel actual de c.400 ppm (partes por millón) de CO₂ en la atmósfera. Hemos pasado la frontera de lo admisible para la vida humana en su estado actual¹⁶.

Desafortunadamente la situación no mejorará con un retorno a 350 ppm, que simplemente implicaría desacelerar el CC al nivel ya alarmante del 1988¹⁷-¹⁸. O probablemente a un nivel peor por la acumulación de daños ya ocurridos y ocurriendo, que debilitan la capacidad del planeta de absorber el exceso de calor. Seguramente no hay vuelta atrás si la concentración de GEI no retorna a niveles preindustriales – debajo de 300 ppm.

Por tanto, se debe no solo dejar de emitir GEI, sino retirar de la atmósfera más de 100 gigatoneladas (GT) de CO₂.

Factores no manejados habitualmente por científicos y ecologistas explican la situación: los seres humanos comenzaron a cambiar el clima en tiempos antiguos, desbaratando comunidades vivas complejas; antiguas prácticas, que continúan hoy, degradan la tierra e incrementan el dióxido de carbono y otros GEI en la atmósfera, cuando antes fertilizaban el suelo.

Tal proceso de destrucción medioambiental ha aniquilado muchas civilizaciones antes de que se descubriera el carbón y el petróleo.

Aunque milagrosamente mañana consiguiéramos cero emisiones de combustibles fósiles no evitaríamos la potencial catástrofe por el aumento de GEI en la atmósfera. La quema de pastos y sabanas continuaría –como el uso de la agricultura industrial-, y *la desertificación seguiría acelerándose con la incapacidad de los suelos para almacenar Carbono y agua: el clima continuaría cambiando¹⁹.*

La eliminación de la cobertura vegetal viva y muerta también lleva al suelo a emitir Carbono en él almacenado, colaborando con el Cambio Climático (CC).

La degradación del suelo y el CC son inseparables, y ya han actuado en la historia destruyendo civilizaciones en distintas regiones del mundo. Es prácticamente inútil preocuparse sólo de las emisiones de GEI por la quema de combustibles fósiles y no de la pérdida de biodiversidad y degradación del suelo. Sería imposible que el clima no estuviese cambiando, siendo como es dependiente de la vida del planeta²⁰.

La cuestión fundamental es como la Tierra puede volver a almacenar cantidades ingentes de Carbono, actualmente en la atmósfera. Y hacerlo de forma natural, sin riesgos y (incluso) barata. Son los sistemas biológicos de la tierra firme los que lo pueden hacer (como lo hacen los océanos – que dan señales de estar llegando al punto de saturación).

Esto solo puede hacerse mediante una amplísima regeneración global de los ecosistemas.

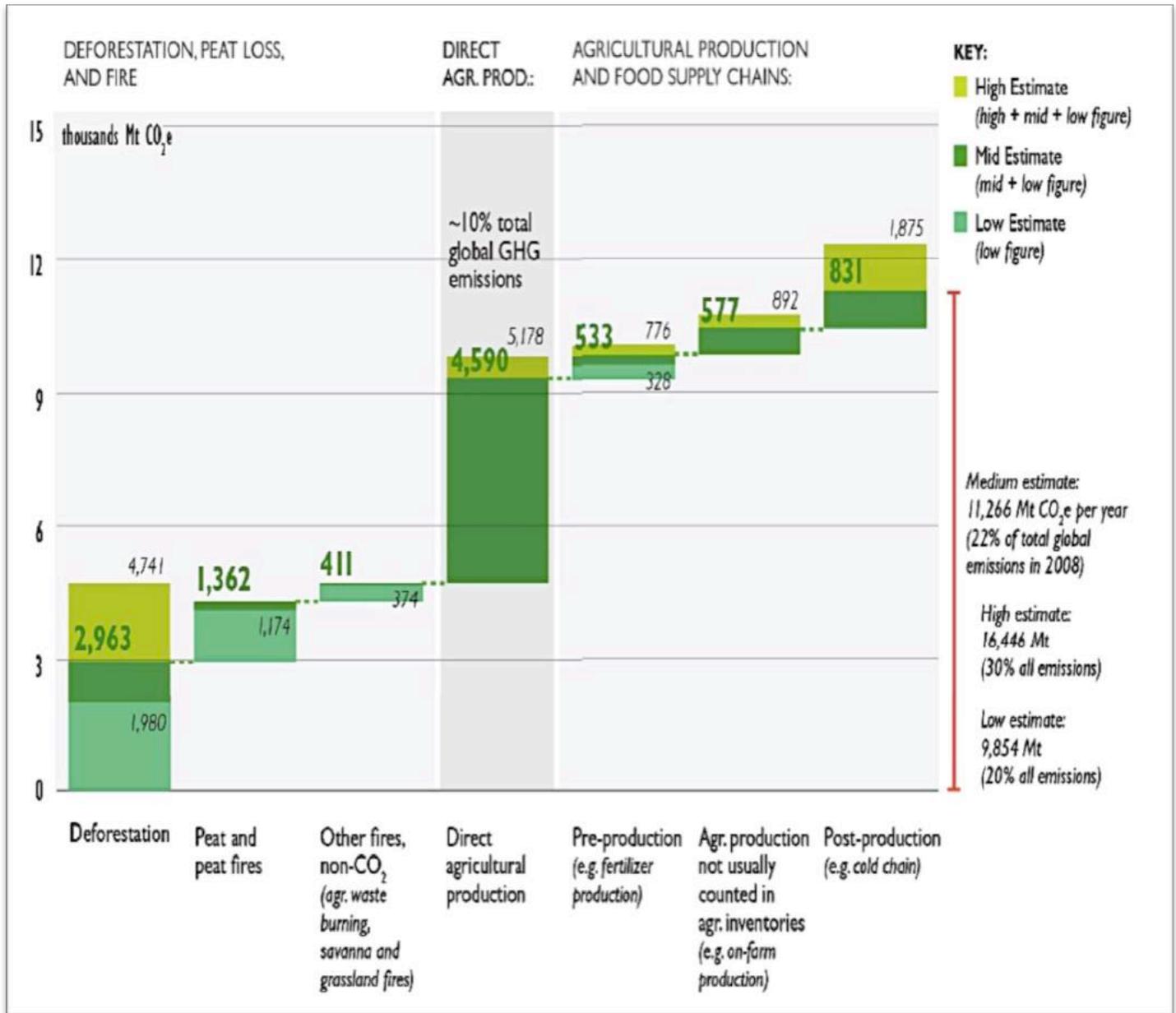
¹⁶ Hansen, J: Target atmospheric CO₂: Where should humanity aim?. En Open Atmospheric Science Journal (2008)

¹⁷ Hansen, J Shabecoff: "Global Climate CHanges as forecast by Goddard fós Space Studies three-dimensional model". En Journal of Geophysycal Resarch. (1988).

¹⁸ Shabecoff, P: Global Warming Has Begun, Experts Tells Senate. En The New York Times (1988).

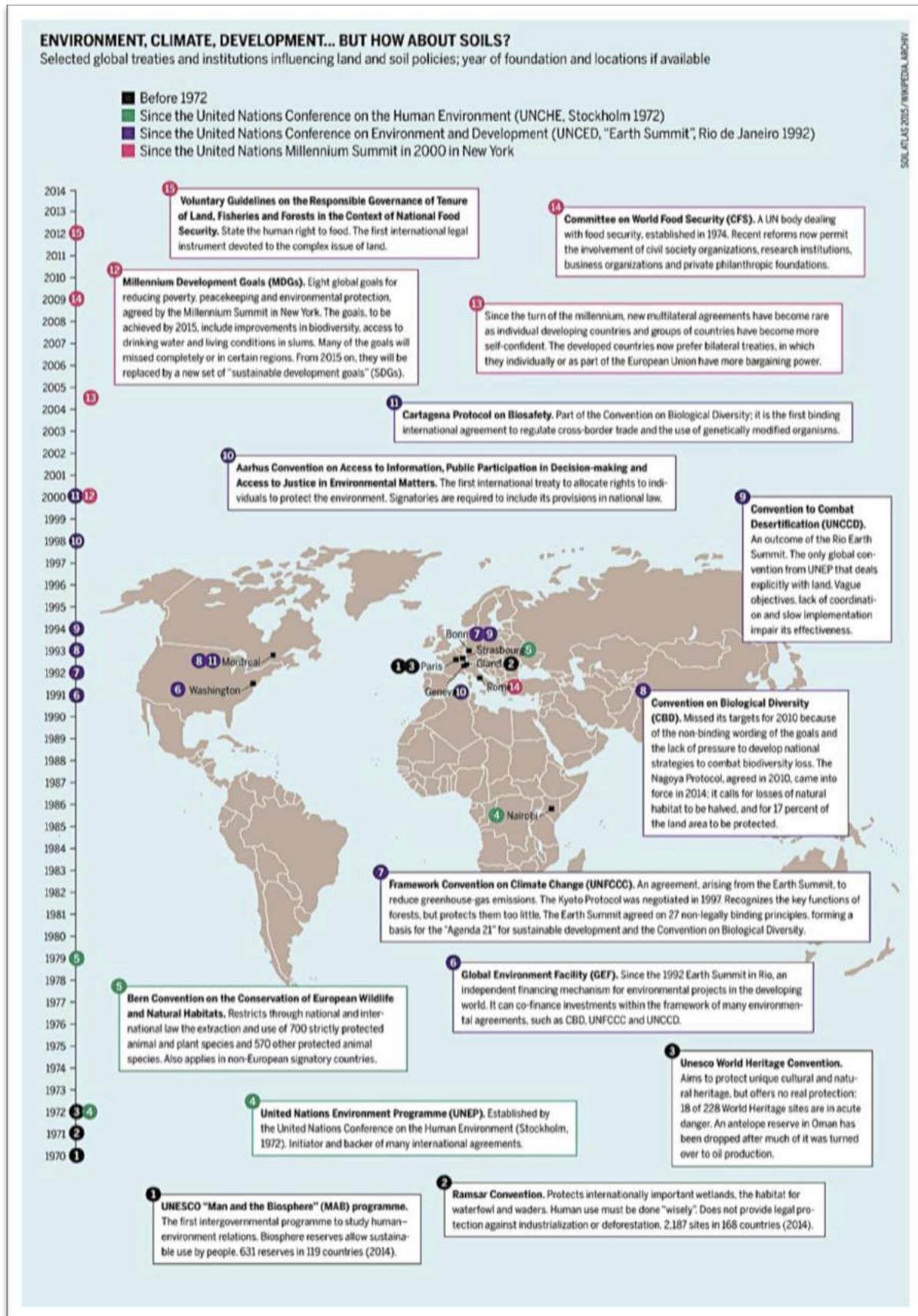
¹⁹ Allan Savory: Manejo Holístico. En Bibliografía.

²⁰ James Lovelock: Las edades de Gaia. En Bibliografía.



Emisiones de GEI del Sector Agrícola²¹

²¹ Climate Focus / CEA (California Environmental Associates): "Anuario 2014. Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture.". En Bibliografía.



Medioambiente, Clima, Desarrollo.....pero ¿y Suelos? Tratados globales e instituciones que influyen las políticas sobre suelos. El único tratado directamente dedicado a ellos es la convención contra la desertificación (UNCCD, 9)²².

²² Fuente: Soil Atlas 2015. En Bibliografía

Premisa

Es cuando el Carbono está en forma de dióxido de carbono en la atmósfera que tiene efectos en el Cambio Climático. Una tonelada de Carbono equivale a 3, 67 toneladas de dióxido de carbono (Co2).

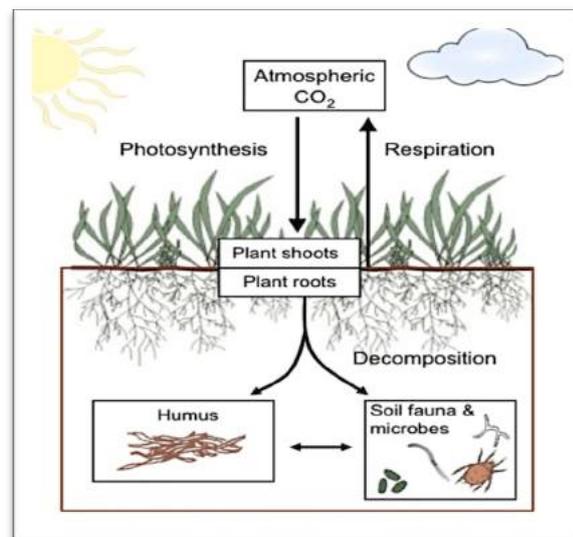
A través de la fotosíntesis la planta absorbe Carbono de la atmósfera. El exceso lo exuda, en forma de azúcares, mediante las raíces para alimentar organismos del suelo. Allí el Carbono es humificado, estabilizándose. El Carbono es el componente principal de la materia orgánica del suelo y le da su *capacidad de retención de agua, su estructura y su fertilidad*. Hay yacimientos de Carbono tan estables en los agregados del suelo que permanecen en ellos durante miles de años.

En contraposición están los *yacimientos "activos"* que están en la parte superior del suelo, en un continuo flujo entre la vida orgánica y la atmósfera. Lo que hemos de hacer es facilitar el crecimiento de los *yacimientos estables*.

El 95% de la biodiversidad terrestre está en el suelo, sólo el 5% encima de él. La energía necesaria para el funcionamiento de este sistema la provee el Carbono, y el hábitat lo forman las raíces. Es la vida (los procesos vitales) lo que da al suelo su estructura, permitiendo la infiltración y retención de humedad, restaurando el equilibrio en la distribución de agua, frenando procesos de desertificación; es la vida la que restaura la fertilidad natural, secuestra el Carbono, el nitrógeno y el sulfuro de la atmósfera; es la vida de los ecosistemas la que aumenta la accesibilidad del fósforo y otros elementos en las raíces. La cuestión es, entonces, como devolver la vida a los suelos, y producir evitando la química de síntesis que la mata, como se verá más adelante.

Muchas formas de vida requieren Carbono para su crecimiento y reproducción. Árboles, pastos y cultivos necesitan del Carbono disuelto en la savia; el crecimiento de los animales depende de la digestión de Carbono y su transporte en la sangre a las células. La formación del mantillo del suelo depende de la fotosíntesis y el transporte de Carbono de las plantas al suelo, mediante la acción microbiana.

El Carbono es la moneda en uso en la mayoría de las transacciones entre seres vivos, y en ninguna parte es esto más evidente que en suelo. Los hongos micorrízicos, que son totalmente dependientes del Carbono de las plantas verdes, intercambian éste con colonias de bacterias en su hifa -la cual permite a las raíces obtener macronutrientes como fósforo, nitrógeno y calcio; y elementos como zinc o cobre, junto a otras sustancias que estimulan el crecimiento.^{23,24}.



Ciclo del Carbono atmósfera-tierra

²³ Killham, K. :Soil Ecology. En Cambridge University Press (1994)

²⁴ Leake, J.R, Johnson, D., D.P., Muckle, G.E, Boddy, L and Read, D.J.: Networks of power and influence: the role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. Canadian Journal of Botany (2004).

Fertilidad histórica, situación presente

El entonces famoso explorador y geólogo Conde Strzelecki viajó por el sudeste de Australia entre 1839 y 1843, visitando granjas y analizando suelos. Una de las premisas fundamentales en su investigación era encontrar los factores que determinan la productividad del suelo. Recogió 41 muestras de diversos suelos y sus análisis revelaron que el más determinante factor es la cantidad de materia orgánica (o de Carbono) en el suelo. Los 10 suelos más productivos tenían niveles de materia orgánica entre el 11% y el 37,75%! Los 10 menos productivos oscilaban entre 2,2% y 5%²⁵. *Hoy cualquier suelo agrícola se consideraría extremadamente rico en un nivel de 5%.*

Degradación

Cuando se habla de “degradación” del suelo se entiende generalmente el proceso que, por la acción humana, disminuye la actual o potencial capacidad del suelo de producir bienes y servicios²⁶.

La desnudez del suelo durante gran parte del año degrada el mismo, y el uso de venenos y fertilizantes químicos de síntesis exacerba el problema. La “agricultura industrial”, que promueve ambas prácticas, ha obtenido impresionantes aumentos de producción en el corto plazo pero se ha demostrado como destructora de la vida del suelo, lo cual significa su fracaso en el medio plazo, al que ya hemos llegado.

En todo el mundo la mayoría de las tierras agrícolas –incluidas las de regadío– han perdido la gran parte de su materia orgánica y vida, lo que está resultando en la más rápida erosión del suelo de la historia²⁷. Durante la segunda mitad del siglo XX la adopción masiva de este tipo de agricultura – que incluye la fertilización nitrogenada, la labranza profunda, el monocultivo y el uso masivo de venenos de síntesis química – ha acelerado la destrucción de suelos y sus reservas de Carbono²⁸.

El suelo desnudo no absorbe Carbono ni lo retiene – sino mínimamente. Está expuesto al viento y al agua, haciendo desaparecer la primera capa del mismo, la fértil y rica en Carbono. Implica que son muchas menos las plantas aumentan la cantidad de Carbono en su biomasa. El suelo que es sometido al arado, a los agentes atmosféricos y a la erosión sufre la rotura de su estructura, provocando que el Carbono – antes estable – sea emitido al atmósfera como Gas Efecto Invernadero^{29,30}.

La labranza también debilita el desarrollo de las micorrizas, que tienen un papel importante en la formación de agregados. Muchos insumos químicos de síntesis las debilitan igualmente, destruyen o inhiben – sean pesticidas, herbicidas o fertilizantes solubles (ver en “*Agricultura Regenerativa y agricultura degenerativa*”).

A esto hay que añadir que sólo durante la década 2000 – 2010 las emisiones del sector agrícola han aumentado un 1% anual. Y el sistema, en su totalidad, – fabricación de fertilizantes y biocidas, alimentación animal, elaboración, transporte, refrigeración, gestión de residuos – *supone el 30% o más de las emisiones globales del GEI a la atmósfera*³¹.

²⁵ Strzelecki, P.E: Physical description of New South Wales and Van Diemen's land: accompanied by a geological map, section and diagrams, and figures of organic remains. Printed by Longman, Brown, Green and Longmans London (1845)

²⁶ European Parliament 2009, en Suolo, patrimonio dell'Umanità: quanto ne stiamo perdendo per erosione, inquinamento e cementificazione? Marco Nuti. En <http://agrariansciences.blogspot.it/2014/11/suolo-patrimonio-dellumanita-quanto-ne.html> (2014).

²⁷ UNEP: Global Environment Outlook 3. En <http://www.grid.unep.ch/geo/geo3/spanish/141.htm#fig65>

²⁸ Khan, S. A., Mulvaney, R. L., Ellsworth, T. R. & Boast, C. W. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. J. Environ. Qual. (2007).

²⁹ Lal, R. Soil erosion and the global carbon budget. Environ. (2003).

³⁰ Montgomery, D. R. Soil erosion and agricultural sustainability. Proc. Natl Acad. Sci 104, 13268 (2007)

³¹ Vermeulen, S. J., Campbell, B. M. & Ingram, J. S. I. Climate Change and Food Systems. Annu. Rev. Environ. Resour. (2012).

La “agricultura industrial”, en cuanto a emisora neta de Carbono, es también un fracaso y no sólo, como suele contabilizarse, por las emisiones directas, sino porque destruye la capacidad del suelo de almacenarlo.

Pero con frecuencia la agricultura ecológica –así certificada- no se diferencia tanto de la industrial al eliminar el uso de sustancias químicas pero no corregir sus otros errores, siguiendo métodos que han hundido más 20 civilizaciones en el mundo gracias a la pérdida de biodiversidad y a la desertificación.



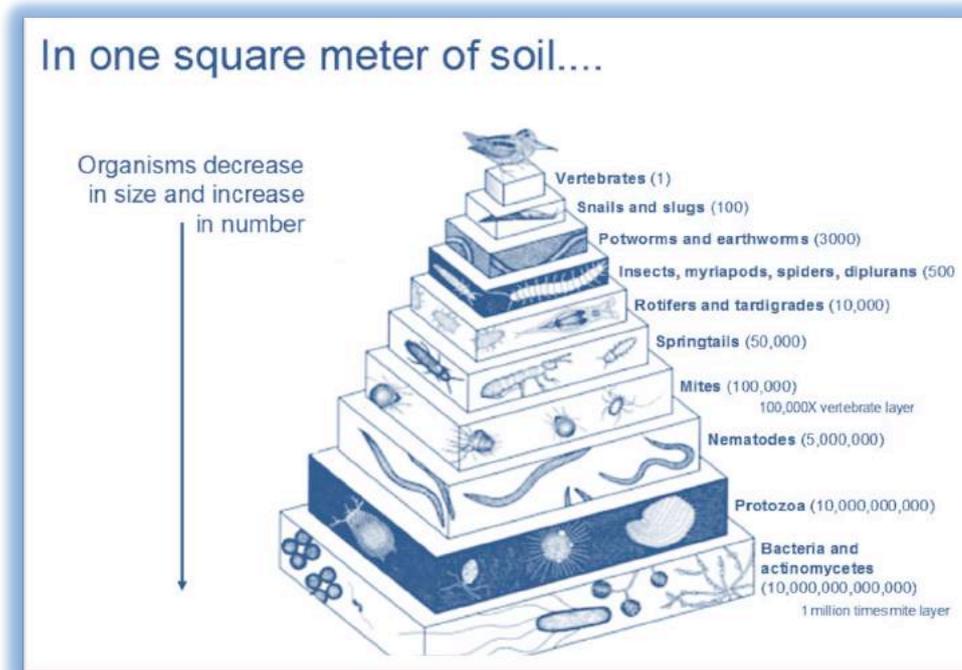
Suelo desnudo en Córdoba (España) en Otoño. Parece un desierto y como tal se comporta parcialmente.

La única agricultura sostenible ha de imitar a la Naturaleza con su capacidad regenerativa:

- restaurando la salud del suelo,
- teniéndolo permanentemente cubierto y con procesos vitales sanos gracias, por ejemplo, a los preparados biodinámicos o al té de compost,
- con sistemas de policultura,
- combinando con vegetación natural en suficiente cantidad.

Éstas son formas de agricultura verdaderamente evolucionadas frente a la convencional actual (incluyendo frecuentemente a la ecológica) que consiste en un solo cultivo, dejando suelo desnudo entre plantas y filas, y totalmente desnudo durante largas temporadas cuando se trata de tierra calma. La mejora del manejo con prácticas bien conocidas, probadas y de bajo coste que reducen las emisiones y hacen de los suelos un sumidero de Carbono.

La primera capa - biológica - del suelo es la que contiene gran parte de la biodiversidad y provee los servicios y bienes necesarios para la vida sobre el mismo. Una hectárea de terreno considerada a 25 cm de profundidad, con un peso de 3000 toneladas y solamente un 1,5% de sustancia orgánica (como buena parte de los terrenos de la Europa Mediterránea) contiene hasta 3 toneladas de microbios pertenecientes a 2000 especies diversas: una inmensa biblioteca bioquímica viva que produce las más variadas instrucciones genéticas³².



Según se profundiza, en un metro cuadrado de suelo.....los organismos decrecen en tamaño y crecen en número

Los microbios del suelo y aquellos alrededor de las raíces están casi siempre organizados en “consorcios” multi-especie.

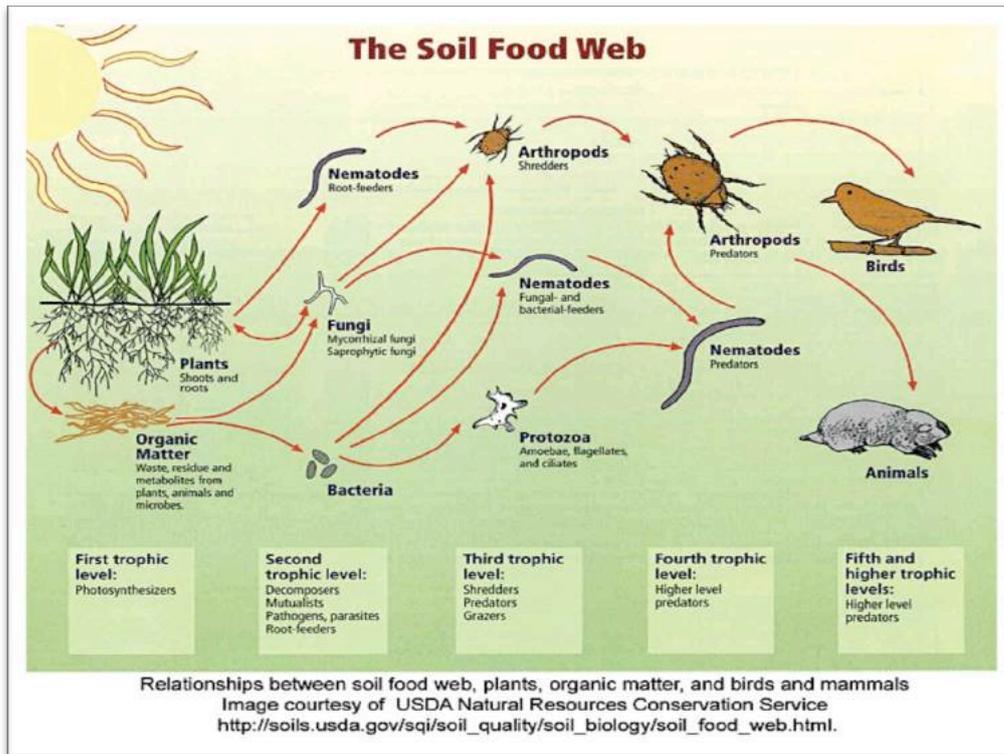
En los agro-ecosistemas su papel es:

- mantener los ciclos biogeoquímicos, incluyendo los del nitrógeno, del azufre, del hierro y del manganeso;
- interactuar con las plantas asegurándoles la salud y la nutrición, y
- mantener la biodiversidad funcional: si por un “stress” ambiental - como por el uso de pesticidas - un grupo deja de poder realizar su función habitual (como es el proceso de nitrificación o el de amonificación), otro grupo lo sustituirá y así tales procesos podrán continuar.

Pero hay un *factor limitante* de este mecanismo: la cantidad de sustancia orgánica del terreno, pues **para que esta biodiversidad funcional sea activa se necesita al menos alrededor del 3,5% de sustancia orgánica (→ 1,75% de Carbono)**³³.

³² Nuti, M: “Suolo, patrimonio dell’Umanità: quanto ne stiamo perdendo per erosione, inquinamento e cementificazione?” En <http://agrariansciences.blogspot.it/2014/11/suolo-patrimonio-dellumanita-quanto-ne.html> (2014)

³³ Nuti, M: Id.



Relaciones tróficas, necesarias para un suelo vital.

La degradación del suelo es bien conocida desde los años 70, cuando la entonces *Comunidad Económica Europea* advertía que *“la pérdida del suelo productivo es un de los problemas más apremiantes y difíciles que enfrenta el futuro de humanidad³⁴”*.

La erosión depende de tres factores: los primeros dos son la pendiente del terreno y el grado de cubierta del mismo. La combinación de ambos, como tantas veces ocurre no solo en sierras, lleva a situaciones dramáticas por todos conocidas. Éstas se agravan ulteriormente con el aumento de las precipitaciones torrenciales (tercer factor: la intensidad de la lluvia).



³⁴ C.E.C 1977, en M. Nuti.. id

“Uno de los principales problemas medioambientales que plantea la olivicultura es el deterioro del suelo” causado por “prácticas inapropiadas, como el laboreo mecanizado y el uso de pesticidas (herbicidas, insecticidas) y fertilizantes de síntesis química”. También tiene “un efecto nocivo sobre la vida silvestre y ha acabado con importantes hábitats naturales”³⁵.

En efecto, si observamos los campos agrícolas, vemos que la superficie del suelo es amarilla, gris, rojiza o parda, en cualquier caso siempre predominando los tonos claros; en contradicción con el concepto mismo de suelo. El horizonte A – superficial - de color negro, rico en materia orgánica, el horizonte fértil, ha desaparecido de muchos nuestros campos.

Esto ocurre por:

- agotamiento (no reposición);
- mineralización (al no haber cobertura vegetal aumenta la temperatura del suelo, prevaleciendo la mineralización sobre la humificación);
- erosión.

Los problemas y peligros principales de la agricultura convencional en general, y en zonas semiáridas y áridas en especial, son³⁶:

A) El alto grado de erosión y degradación de los suelos,

Primer problema ecológico y territorial en gran parte del mundo y el que con más urgencia ha da resolverse. El manejo inadecuado que la provoca incluye:

- la compactación del suelo por la maquinaria,
- el suelo desnudo, y
- el desconocimiento de los procesos de fertilidad orgánica natural.



La degradación y pérdida del suelo es una merma insostenible del patrimonio natural productivo, comprometiendo el futuro en muchas zonas.

³⁵ LIFE: entre los olivos. Comisión Europea 2010.

³⁶ Adaptación de: Sanz Cañada, Javier: Investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España. Problemas, oportunidades y prioridades de I+D+i. En ALENTA, Plataforma Tecnológica del Olivar. (2012).

Para revertir estos procesos se necesitan:

- 1- el aumento de la vida en el suelo y subsuelo,
- 2- sistemas de cultivo con cubierta vegetal,
- 3- incorporación de residuos, mucho mejor compostados.

B) El irracional uso de venenos (herbicidas, insecticidas, fungicidas) y abonos de síntesis, que provocan:

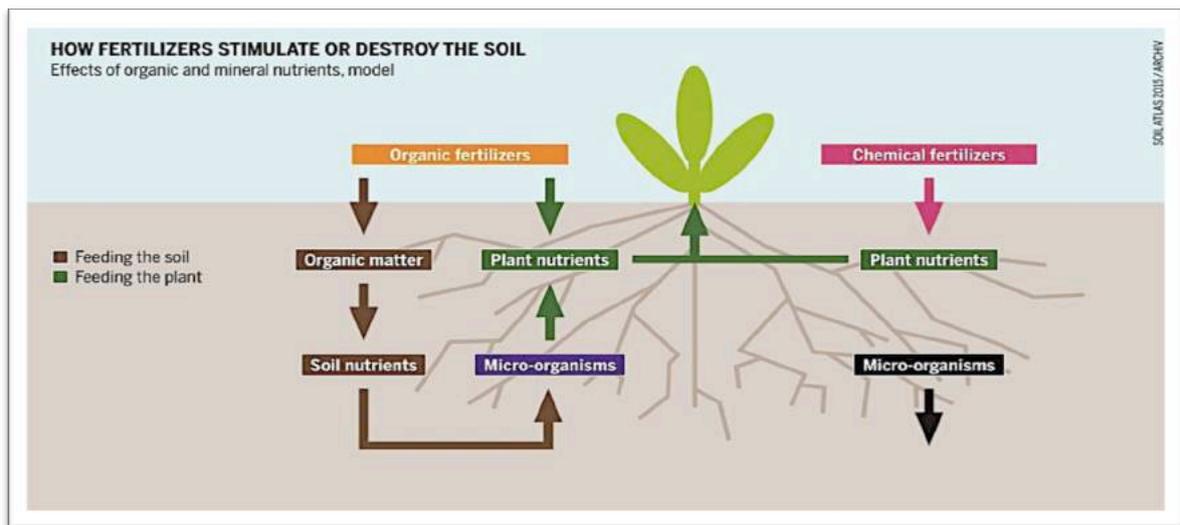
- contaminación de suelos, de vías de agua y acuíferos,
- muerte de animales y plantas no cultivadas,
- riesgos de seguridad alimentaria, y
- contaminación de pantanos de regadío y de abastecimiento de poblaciones.

También, lógicamente, mata la vida del suelo y por tanto su fertilidad, fomentando la erosión.



Solución y alternativas:

- control de plagas mediante fortalecimiento de las plantas y aumento de la biodiversidad, para lo que se necesita:
- el aumento de la vida en el suelo y subsuelo,
- sistemas de cultivo con cubierta vegetal,
- incorporación de residuos, mucho mejor compostados.



Como los fertilizantes, según sean ecológicos o químicos, estimulan o destruyen el suelo³⁷.

C) Disminución de la biodiversidad y de la diversidad del paisaje.

De nuevo esto está vinculado, además de la intensificación del monocultivo, al uso de venenos de síntesis química que matan la vida animal y vegetal del suelo y subsuelo, así como la vida silvestre.

Así, los soluciones son:

1. procurar el aumento de especies arbóreas y de matorral,
2. el aumento de la vida en el suelo y subsuelo,
3. sistemas de cultivo con cubierta vegetal,
4. incorporación de residuos, mucho mejor compostados.



³⁷ Fuente: Soil Atlas 2015. En Bibliografía

Es necesario mantener los suelos cubiertos para aumentar la materia orgánica y la vida en los mismos, y para almacenar el Carbono atmosférico. ***Incrementos relativamente pequeños en materia orgánica en grandes superficies de suelo conllevan millones de toneladas de Carbono almacenadas.*** Nuestra mayor esperanza de salvación (terrenal) radica aquí.

D) Disponibilidad recursos hídricos.

La expansión del regadío para la intensificación agrícola ha supuesto un gran aumento del consumo de agua. Muchas zonas están al límite de la disponibilidad de agua.

La solución para ello (que lo es también para evitar la erosión) es un suelo fértil y rico en vitalidad, con capacidad de absorción y retención del agua de lluvia; para lo que se necesita, de nuevo,

- 1 - el aumento de la vida en el suelo y subsuelo,
- 2 - sistemas de cultivo con cubierta vegetal,
- 3 - incorporación de residuos, mucho mejor compostados.

AGUA

El mayor desafío en el contexto del CC para muchas zonas del mundo será la disponibilidad de agua. Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, debido a:

- el aumento de temperaturas,
- el aumento de radiación solar en muchos lugares,
- la reducción de las precipitaciones, o/y
- la mayor irregularidad de las mismas

se exacerbará la degradación del suelo y la desertificación.

La desertificación está frecuentemente acompañada por la salinización (y viceversa), que hoy afecta al 7% de la tierra y al 20-50% del suelo bajo irrigación. Además la irrigación supone el 70% del uso de agua en el mundo³⁸.

Todo esto significará una enorme presión sobre la tierra agrícola en general y bajo irrigación en particular, cuando no esté dedicada a la producción directa de alimentos (jardines, campos de golf, viñedos e incluso olivares)³⁹.

La cuestión del agua no puede verse como independiente a otras cuestiones relacionadas con el clima: las emisiones de N₂O y CO₂ procedentes de tierras agrícolas contribuyen, probablemente, más que ninguna otra fuente al Efecto Invernadero, pero estas emisiones dependen del contenido en agua y de materia orgánica del suelo.

Cualquier incremento en la materia orgánica del suelo lleva a la mejora de la estructura del mismo, aumentando además la capacidad de infiltración y retención de agua, así como de oxígeno. ***La cantidad de agua que puede almacenarse en suelos sanos hace anecdótica la que contienen todas las presas del mundo.*** Cuestión ésta de seguridad estratégica, en un mundo en el que se vaticina que las próximas guerras serán por el agua.

³⁸ UNEP: Global Environment Outlook. En <http://www.grid.unep.ch/geo/geo3/spanish/141.htm#fig65>

³⁹ Álvarez de Toledo, I.: Vino, Viticultura y Cambios Climáticos. En Bibliografía.

Tal absorción, además, colabora no poco en la minimización de la frecuencia y severidad de **las sequías e inundaciones y sus efectos, muchas veces causadas por la degradación del suelo y no por los cambios en el régimen de precipitaciones**⁴⁰.

Una parte de humus (que es una forma muy estable de Carbono edáfico) **puede, de media, contener un mínimo de cuatro partes de agua**⁴¹. De aquí se puede calcular que por cada 1% de aumento de Carbono cada metro cuadrado puede almacenar 16,8 litros de agua en los primeros 30 cm de suelo (en suelos con densidad de volumen de 1,49/cm³). **Esto significa que se pueden almacenar 168.000 litros de agua extra por hectárea**⁴².

En Australia, por ejemplo, los niveles de Carbono han disminuido el menos en un 3% desde la llegada de los europeos. Para un país asolado por falta de lluviaa –como también es España- esto podría significar no sufrir sequías.



*Suelo pobre en Carbono después de la lluvia (derecha)*⁴³.

Consecuencia de la erosión física de los suelos es la **erosión química**: la solubilización y la lixiviación arrastran los nutrientes por las aguas de escorrentía y terminan en ríos y embalses, contaminándolos. Los ecosistemas acuáticos “se defienden” con un proceso de descomposición anaerobia, emitiendo gases tóxicos expandiendo la contaminación muchos kilómetros a la redonda. Otros compuestos químicos son también lixiviados, como por ejemplo los herbicidas del grupo de las *triazinas*, contaminando aguas superficiales y subterráneas: ríos, embalses y pozos.



⁴⁰ “The water cycle”. En Bibliografía.

⁴¹ Morris, G.D: Sustaining national water supplies by understanding the dynamic capacity that humus has to increase soil water-holding capacity. University of Sidney (2004).

⁴² Jones, C.E: Carbon and catchments. National “Managing the Carbon Cycle”. En www.amazingcarbon.com (2006).

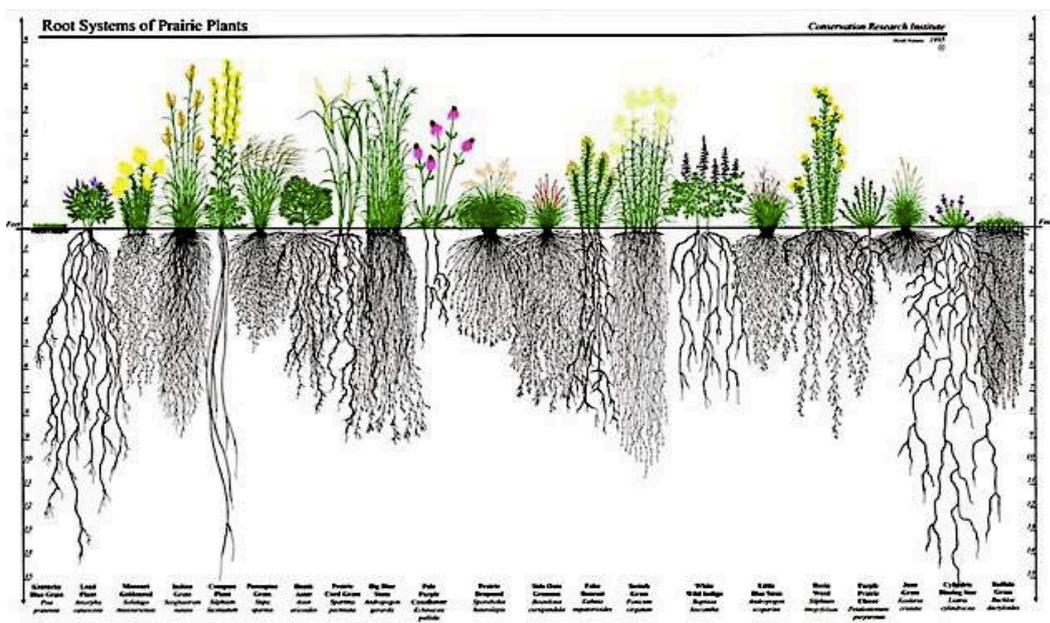
⁴³ Jones, C.E: Farming a climate change solution. En www.amazingcarbon.com (2009)

PASTOS

Según Naciones Unidas, 1/3 de la superficie terrestre (4.000 millones de hectáreas) está amenazada por la desertificación. La mayoría son pastos, praderas y sabanas. Su conjunto forma el mayor ecosistema de la tierra y el mayor sumidero de Carbono. Según como vengan definidas, cubren entre el 26% y el 40% de los suelos del planeta y contienen entre el 20% y el 35% del Carbono⁴⁴. Tienen en común con las tierras agrícolas el que, *si los suelos están desnudos, se degradan y liberan Carbono previamente almacenado* (además de perder capacidad de almacenamiento de agua, y el resto de la larga lista de servicios fundamentales).

Conviene tener presente que, muy frecuentemente, los pastos que parecen estar en buen estado a cualquiera que los pasea en coche tienen entre un 50 y un 90% del suelo desnudo entre plantas, incluso en fincas cinegéticas sin ganado. Generalmente se considera que es el sobrepastoreo la causa de la mayor parte de este daño. Sin embargo *el problema no es la cantidad de ganado sino el tiempo que una planta está expuesta a ser mordida por el mismo*.

La simple reducción de cabezas de ganado no está obteniendo el resultado esperado, pues no es con unos cuantos herbívoros sueltos y sin mucho que hacer como se han formado y mantenido por milenios estos ecosistemas naturales. El incremento de ganado junto a una cuidadosa planificación es lo que está teniendo éxito en la restauración de los pastos y sus servicios en zonas semiáridas y áridas, que es donde se encuentran la mayoría de los pastos del mundo⁴⁵.



Sistemas radiculares en plantas de pastos y praderas.

Una vez en buen estado, las tierras de pastos pueden almacenar incluso más Carbono que las tierras de cultivo, por dos razones:

- a. la superficie de tierra de pastos en el mundo es mucho mayor que la de cultivo;
- b. la mayoría de los cultivos son de plantas con raíces de menor volumen y profundidad que las de las perennes de los pastos en buen estado. *El volumen y la profundidad de las raíces es crucial tanto para el almacenamiento de Carbono como para el de agua.*

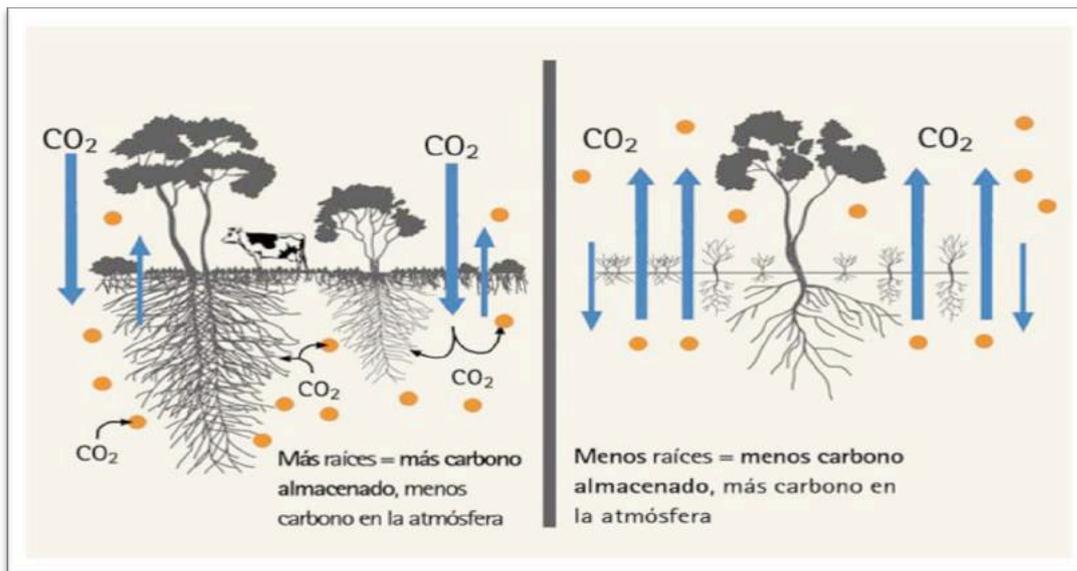
⁴⁴ FAO: "Challenges and opportunities for Carbon sequestration in Grassland systems: Technical Report on grassland management and climate mitigation." Rome (2010)

⁴⁵ Savory, Allan: "Manejo Holístico". En Bibliografía.



El potencial de secuestro de Carbono de estos ecosistemas está probablemente entre 88 y 210 GT, equivalente a entre 41 y 99 ppm de CO₂ en la atmósfera, suficiente para reducir dramáticamente el cambio climático⁴⁶.

Esto siempre que utilicen para ella los sistemas intencionalmente regeneradores como Manejo Holístico en la gestión de manadas y rebaños. Los pastos, sabanas y praderas son capaces de almacenar Carbono durante milenios⁴⁷.



⁴⁶ Upside (Drawdown). PlanetTech ASSOCIATE (2014). En Bibliografía

⁴⁷ Rabbi, S.M.F "Mean Residence Time of Soil Organic Carbon in Aggregates Under Contrasting Land Uses Base don Radiocarbon Measurements." Radiocarbon (2013)

AGRICULTURA REGENERATIVA Y AGRICULTURA DEGENERATIVA

Cosecha de Carbono y Agua

Los sistemas agrícolas y ganaderos virtuosos que conservan y almacenan Carbono en los suelos incluyen técnicas como:

- Énfasis en los recursos internos de la explotación.
- 100% de cobertura vegetal del suelo para evitar la acción erosiva del sol, del viento y del agua sobre él, y para albergar mucha más vida microbiana.
- Uso de perennes, de raíces más profundas que las anuales.
- Gestión del pastoreo, imitando el movimiento de las manadas salvajes de mamíferos.
- Dejar que crezcan hierbas naturales en los cultivos, combinándolas con los períodos “durmientes” de los mismos.
- Empleo de compost.
- No uso de elementos químicos de síntesis, que envenenan la vida bajo la superficie del suelo.
- Cubierta vegetal viva.
- Acolchado del suelo con paja u otra vegetación muerta. Esto protege al suelo del sol, el viento y la lluvia, permitiéndole el almacenamiento de agua y la formación de vida microbiana.
- Sistemas Agroforestales regenerativos, que combinan árboles y arbustos con agricultura o ganadería.
- Rotación de cultivos.
- Agricultura de Conservación sin uso de químicos de síntesis.

La Agricultura Regenerativa mejora e incrementa los recursos que usa en lugar de degradarlos o disminuirlos. Es una visión sistémica y holística de la Agricultura que implica *el propósito de regenerar* y una continua innovación para obtener bienestar ecológico, social, económico – y por tanto anímico. Estas prácticas minimizan la alteración de la vida del suelo y su erosión, incorporan compost y retienen raíces y tallos, contribuyendo al secuestro de Carbono mediante su extracción de la atmósfera a través de la fotosíntesis y su retención en la materia orgánica del suelo^{48,49}.

Son prácticas que se combinan muy bien con la agricultura ecológica para producir suelos sanos, una alimentación sana, agua limpia y aire limpio – todo ellos usando dentro de lo posible insumos que pueden elaborarse directamente en la explotación.

Así se obtiene la salud del suelo y resistencia a plagas y enfermedades.

⁴⁸ Lorenz, K. & Lal, R. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B. U. & Braun, J. von) Springer Netherlands (2012).

⁴⁹ Lal, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma (2004).

Aunando varias de las técnicas mencionadas hay sistemas definidos cuyo fin es la regeneración, que cumplen con éxito. Los quizás más conocidos y generalizados son:

a) La **Agricultura Biodinámica**, que tiene como específico el empleo de una serie de preparados, entre los cuales está el "500", cuyo objetivo es potenciar la vida en el suelo;



Raíces de lechuga ecológica y raíces de lechuga biodinámica

b) la **Permacultura** que con su énfasis en el diseño y en la diversidad consigue también abundancia de producción y mejora la ecología en general y del suelo en especial;



c) el **Manejo Holístico**, sistema de gestión de ganado que permite, generalmente, el aumento de la cantidad de animales y está enfocado a la regeneración del suelo;



Campo gestionado holísticamente y campo gestionado convencionalmente

d) la **Línea Clave**, diseño de cultivo a través de labranza “no invasiva” para conservar agua en las laderas y mejorar los suelos.



En cuanto a técnicas específicas podemos comentar las más difusas:

Siembra Directa, consiste en evitar la labranza totalmente o en gran medida. Casi todos los estudios realizados muestran que se mejora la estructura del suelo, reduce las emisiones de CO₂ y contribuye a aumentar la cantidad de Carbono en el suelo⁵⁰; pero el efecto es importante solo cuando la conservación se realiza dentro de un sistema de agricultura ecológica, ya que, por ejemplo, la conservación de Carbono se ve negativamente compensada por la emisión de N₂O procedente de la fertilización nitrogenada⁵¹⁻⁵². Por otra parte la fertilización fosfórica frena el crecimiento de hongos y micorrizas, afectando al potencial almacenado de Carbono y al buen desarrollo y fortaleza de las plantas⁵³.

La ***Siembra Directa ecológica*** es todavía minoritaria, pero debe ser promovida pues para evitar las hierbas adventicias se necesita una densa cobertura vegetal, la cual, junto a las demás prácticas agroecológicas, ha mostrado poder aumentar el Carbono en el suelo un 9% en dos años y un 21% en seis⁵⁴⁻⁵⁵. El mejoramiento es mayor cuando se combina con ***rotación de cultivos***⁵⁶⁻⁵⁷.

La fertilización con nitrógeno sintético agrava el problema al convertir el Carbono en el suelo en CO₂. Científicos de la Universidad de Illinois analizaron los resultados de 50 años de ensayos encontrando que el Carbono desaparecía de los residuos agrícolas y que se perdían unos 10.000 Kg de C del suelo por ha/año. Comprobaron cuanto más alta es la dosis de fertilizante nitrogenado aplicado mayor era la pérdida de Carbono del suelo⁵⁸.

Además, la aplicación de nitrógeno sintético también disminuye el nitrógeno naturalmente almacenado en el suelo. Añadir nitrógeno soluble desestabiliza el ecosistema planta-suelo al reducir la actividad de las micorrizas y de las bacterias fijadoras de nitrógeno. La presencia de altos niveles de nitrógeno soluble en agua inhibe las asociaciones microbianas que fijan el nitrógeno atmosférico⁵⁹. ***Esto contradice la creencia de que la fertilización nitrogenada ha de hacerse para conseguir Carbono estable: es exactamente lo contrario***⁶⁰⁻⁶¹⁻⁶².

La fijación de nitrógeno atmosférico por las micorrizas previene la acidificación del suelo, la volatilización del nitrógeno en la atmósfera y su lixiviado a acuíferos, arroyos y ríos. Los suelos así equilibrados también son menos susceptibles de ser invadidos por varias especies de adventicias, cuya germinación está estimulada por la disponibilidad de nitratos⁶³.

⁵⁰ Abdalla, M. et al. Conservation tillage systems: a review of its consequences for greenhouse gas emissions. *Soil Use Manag.* (2013).

⁵¹ Skinner, C. et al. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis. *Sci. Total Environ.* (2014).

⁵² Khan, S. A., Mulvaney, R. L., Ellsworth, T. R. & Boast, C. W. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. *J. Environ. Qual.* (2007).

⁵³ Jasper, D. A., Robson, A. D., & Abbott, L. K. Phosphorus and the formation of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Soil Biology and Biochemistry.* (1979).

⁵⁴ Carr, P., Gramig, G. & Liebig, M. Impacts of Organic Zero Tillage Systems on Crops, Weeds, and Soil Quality. *Sustainability.* (2013).

⁵⁵ Gadermaier, F., Berner, A., Fließbach, A., Friedel, J. K. & Mäder, P. Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming. *Renew. Agric. Food Syst.* (2011).

⁵⁶ De Moraes Sá, J. C. et al. Carbon Depletion by Plowing and Its Restoration by No-Till Cropping Systems in Oxisols of Subtropical and Tropical Agro-Ecoregions in Brazil. *Land Degrad. Dev.* (2013).

⁵⁷ West, T. O. & Post, W. M. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (2002).

⁵⁸ Larson, D.L. Study reveals that nitrogen fertilizer deplete soil organic carbon. En *Noticias de la Universidad de Illinois.* (Octubre 2007)

⁵⁹ Jones, Christine: Soil carbon – can it save agriculture's bacon? En www.amazingcarbon.com (2010)

⁶⁰ Khan, S.A et al: The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. En *Journal of environment quality.* (2007)

⁶¹ Mulvaney, R.L et al: Synthetic nitrogen fertilizer deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production. En *Journal of Environmental Quality.* (2009)

⁶² Larson, D.L: Study reveals that nitrogen fertilizer deplete soil organic carbon. En *Noticias de la Universidad de Illinois.* (Octubre 2007)

⁶³ Jones, Christine: Soil carbon – can it save agriculture's bacon? En www.amazingcarbon.com (2010)

Dado que aprox. el 50% del Carbono en tierras agrícolas se fija en la biomasa vegetal⁶⁴ la **cobertura vegetal** y la incorporación de residuos son muy importantes para el secuestro de Carbono. Reducen también la pérdida de nitrógeno, la erosión por viento y agua, la invasión de adventicias, la pérdida de agua y la evaporación; aumenta la infiltración de agua y la fijación de nitrógeno atmosférico si se usan leguminosas, y mejora la estructura del suelo⁶⁵.

Cuando es una cobertura de plantas perennes el secuestro de Carbono es aún mayor, gracias al sistema radicular más complejo y profundo⁶⁶⁻⁶⁷.

El cambio desde la rotación de monocultivos con suelo desnudo a **rotación de policultivos** sin barbecho, aumenta la biodiversidad del suelo y la retención de Carbono⁶⁸. Pasar de trigo/barbecho a trigo/girasol o trigo/leguminosa aumenta el nivel de Carbono⁶⁹.

La incorporación de residuos vegetales después de la cosecha – en lugar de quemarlos o retirarlos – es también importante⁷⁰⁻⁷¹. El uso de estos residuos para bioenergía reduce la materia orgánica del suelo⁷².

El compostaje de residuos también aumenta el secuestro de Carbono; se trata de la descomposición aeróbica de material orgánico (plantas, animales, excrementos). Su aplicación al suelo aumenta su biodiversidad incluyendo la vida microbiana, potenciando los servicios ecológicos (reciclaje de nutrientes, fortaleza de plantas frente a plagas o enfermedades, y aumento de la estructura del suelo)⁷³.

Lleva también al aumento de la salud del mismo y de la productividad⁷⁴ y todo ello con bastante rapidez. Y si se usa el compost en lugar de fertilización nitrogenada las raíces aumentan en cantidad y calidad, fijando más Carbono atmosférico⁷⁵.

En el compost juegan un papel muy importante **las lombrices**, e incluso hay sistemas de compostaje diseñados para aumentar la cantidad de las mismas. Algunos investigadores defienden que son *la base de una “segunda Revolución (verdaderamente) Verde”* capaces de sustituir totalmente los agro-químicos.

Las lombrices de tierra mejoran la fertilidad del suelo y aumentan la producción de los cultivos. Sus excrementos – líquidos y sólidos – son nutritivos fertilizantes ecológicos ricos en humus, micronutrientes, vida microbiana beneficiosa; son fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, ricos en estos dos elementos y en potasio⁷⁶.

⁶⁴ Montagnini, F. & Nair, P. K. R. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of. *Agrofor. Syst.* (2004).

⁶⁵ Hartwig, N. L. & Ammon, H. U. Cover crops and living mulches. *Weed Sci.*(2002).

⁶⁶ Le Quéré, C. et al. The global carbon budget 1959–2011. *Earth Syst. Sci. Data* 5 (2013).

⁶⁷ Conant, R. T., Paustian, K. & Elliott, E. T. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecol. Appl.* (2001).

⁶⁸ West, T. O. & Post, W. M. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation.

Soil Sci. Soc. Am. J. (2002).

⁶⁹ Id.

⁷⁰ Wang, Q., Li, Y. & Alva, A. Cover Crops in Mono- and Biculture for Accumulation of Biomass and Soil Organic Carbon. *J. Sustain. Agric.* (2012).

⁷¹ De Moraes Sá, J. C. et al. Carbon Depletion by Plowing and Its Restoration by No-Till Cropping

Systems in Oxisols of Subtropical and Tropical Agro-Ecoregions in Brazil. *Land Degrad. Dev.*

(2013).

⁷² Blanco-Canqui, H. Crop Residue Removal for Bioenergy Reduces Soil Carbon Pools: How Can We Offset Carbon Losses? *BioEnergy Res.*(2013).

⁷³ Ingham, E. How the soil food web and compost increase soil organic matter content. in *Org.-Solut. Clim. Change* 13 (2006). At <http://www.ofa.org.au/papers/OFA_Conference_Proceedings.pdf#page=27>

⁷⁴ Lal, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* (2004).

⁷⁵ Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Khorasani, R. & Ghorbani, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. *Soil Tillage Res.*(2013).

⁷⁶ Sinha, R., Agarwal, S., Chauhan, K. And Valani, D. (2010) The wonder of earthworms & its vermicompost in farm production: Charles Darwin's "friend of farmers", with potential to replace chemical fertilizers.

En experimentos con maíz, trigo, tomates y berenjena el uso de lombrices ha demostrado grandes resultados en la altura de las plantas, el color y la textura de las hojas, la apariencia de flores y frutas, etc. comparando tanto con cultivos convencionales (con químicos) como con cultivos con compost normal. También demostraron ser menos afectados por enfermedades y plagas y tener menor necesidad de agua.

Tales estudios también mostraron crecimientos entre 30 y 40% superiores a aquellos cultivos convencionales, siendo también superiores sus cualidades nutritivas y organolépticas. *Todo a un costo 50-75% menor que con fertilizantes químicos*⁷⁷.

La cantidad y estabilidad del Carbono en el suelo depende también de **la abundancia de hongos** en el mismo⁷⁸. La asociación entre raíces y hongos es en gran parte la responsable de la estructura adecuada para evitar que el Carbono se vaya a la atmósfera como CO₂⁷⁹⁻⁸⁰. Esta simbiosis, llamada **micorriza**, gobierna el intercambio entre las plantas, que con micorrizas pueden transferir hasta un 15% más Carbono al suelo que las plantas sin tal asociación⁸¹. Y además de permitir a la planta el acceso a más nutrientes la protege de extremos climáticos.

Las micorrizas más habituales tienen unos filamentos llamados “hifa” que aumentan el alcance de las raíces de las plantas, mejorando el acceso a nutrientes y agua. La hifa está cubierta por una sustancia pegajosa descubierta en 1996 y llamada “glomalina”; ésta es fundamental para la estructura del suelo y la absorción de Carbono. Tanto que el “Department of Agriculture” (Ministerio de la Agricultura) de EEUU aconseja su protección *minimizando labores y uso de químicos* y usando cobertura vegetal viva⁸².

El uso de químicos en la agricultura inhibe las interacciones de micorrizas y microbios que almacenan Carbono. *¡La hifa aumenta en caso de mayor concentración de CO₂ en la atmósfera*⁸³!

En un largo experimento de campo con uso de distintos sistemas de gestión, invariablemente mostró una relación positiva entre la abundancia de hifa, la agregación de suelo y el secuestro de Carbono y nitrógeno. *Estos hallazgos implican que la pérdida de micorrizas tiene profundas consecuencias negativas en los ecosistemas*. Se ha demostrado también que la aplicación de fungicidas reduce la hifa, y la glomalina⁸⁴.

Si no se producen agregados en el suelo (debido a la ausencia de micorrizas) no se fijarán cantidades significativas estables de Carbono y tampoco se fijará nitrógeno atmosférico⁸⁵.

⁷⁷ Id.

⁷⁸ Vries, F. T. de et al. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. Proc. Natl. Acad. Sci (2013).

⁷⁹ Kell, D. B. Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable carbon, nutrient and water sequestration. Ann. Bot. (2011).

⁸⁰ Heitkamp, F. et al. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B.U. & Braun, J. 2012).

⁸¹ Christine Jones en <http://www.amazingcarbon.com/>

⁸² Schwartz, Judith. Soil Carbon Storehouse: new weapon in climate fight? En Environment 360 04/03/2014

⁸³ Comis, D. Glomalin: hiding place for a third of the world's stored soil carbon. Agric. Res. 4,

(2002). Rillig, M. C., Wright, S. F., Allen, M. F. & Field, C. B. Rise in carbon dioxide changes soil structure. Nature (1999).

⁸⁴ Wilson GW¹, Rice CW, Rillig MC, Springer A, Hartnett DC. Ecol Lett. “Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field experiments.” Epub 2009 Mar 23.

⁸⁵ Christine Jones: Nitrogen, the double edged sword. En <http://www.amazingcarbon.com/> (2014)



La red de filamentos – no la raíces en solitario – es la estructura principal para que las plantas puedan absorber muchos nutrientes fundamentales.

Cuando el hongo se deteriora el Carbono queda estable por decenios, dando tiempo a la materia orgánica para crear enlaces con metales y minerales, resultando en complejos que pueden quedar en el suelo durante milenios⁸⁶. Otra forma de obtener estos beneficios es la *inoculación del suelo con hongos*, especialmente cuando la labranza convencional o/y el uso de químicos de síntesis ha destruido la población nativa⁸⁷⁻⁸⁸.

Dada la necesidad de raíces para que se dé este proceso la gestión agrícola ha de incluir plantaciones perennes, labranza ecológica de conservación, raíces largas y de estructura compleja: zonas boscosas, zonas naturales, biodiversidad.

La trofobiosis⁸⁹

La trofobiosis describe la asociación simbiótica entre organismos allá donde se encuentra el alimento. También *explica el resurgir de plagas en cultivos a los que se han aplicado biocidas, causando una mayor dependencia de ellos*.

Los insectos son muy eficaces utilizando aminoácidos para formar sus propias proteínas, estructuras más complejas. En cambio no se pueden nutrir directamente de proteínas, por se incapaces de dividir las en sus partes básicas, los aminoácidos. Se nutren por tanto, básicamente, de aminoácidos libres y azúcares.

⁸⁶ Lorenz, K. & Lal, R. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B. U. & Braun, J. Von Springer Netherlands. (2012)

⁸⁷ Douds, D. D., Nagahashi, G. & Shenk, J. E. Frequent cultivation prior to planting to prevent weed competition results in an opportunity for the use of arbuscular mycorrhizal fungus inoculum. Renew. Agric. Food Syst.(2012).

⁸⁸ Douds Jr., D. D., Nagahashi, G. & Hepperly, P. R. On-farm production of inoculum of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and assessment of diluents of compost for inoculum production. Bioresour. Technol. (2010).

⁸⁹ Chaboussou, Francis: "Healthy Crops: A New Agricultural Revolution". Ed. Paperback (2005). En Bibliografía.

Cuando la planta está en reposo, es pobre en aminoácidos, pues se usaron para preparar tal estado. Cuando está creciendo vigorosamente los aminoácidos se usan inmediatamente pues se usan para el crecimiento mismo : los insectos pueden vivir de la planta, pero no crecer en número, pues necesitan mayor disponibilidad de alimento para construir sus propias proteínas, DNA y demás. Necesitan mucha cantidad de aminoácidos solubles, azúcares y minerales.

¿Qué las hace crecer con rapidez, disminuyendo su vulnerabilidad? Un suelo vivo, rico, biodiverso.

Las plantas que no son nutritivas para los insectos no son palatables. La planta es nutritiva para los insectos cuando tiene una cantidad excesiva de nutrientes solubles y cuando está desequilibrada en su metabolismo. *Tal desequilibrio es causado frecuentemente por labores excesivas en el suelo y por mantenerlo desnudo.*

Sin embargo la mejor forma para alterar el metabolismo de las plantas es el uso de pesticidas, herbicidas y fungicidas, y fertilizantes artificiales. Cualquier deficiencia, especialmente de micro-nutrientes , lleva a una inhibición del proceso síntesis proteica (del paso de aminoácido a proteína), con el correspondiente aumento de aminoácidos libres – favoritos de los insectos.

Todos los químicos de síntesis habitualmente aplicados a los cultivos provocan reacciones similares:

- disminución de la síntesis proteica;
- aumento de los aminoácidos disponibles;
- aumento de los azúcares solubles;

haciendo por tanto a las plantas muy palatables para los insectos, y susceptibles a infecciones.

Por otra parte, cuando los insectos detectan abundancia de aminoácidos y azúcares alteran los siguientes comportamientos:

- aumentan su fertilidad,
- aumentan su longevidad,
- acortan sus ciclos de reproducción,
- aumentan la producción de huevos, y
- aumentan el número de hembras respecto al de machos.

No es que el pesticida sea inefectivo como biocida sino que, alterando el equilibrio bioquímico, estimula lo nutritivo y palatable para los insectos.

Los fertilizantes nitrogenados se descomponen, precisamente, en aminoácidos. Se limitan, además, a proporcionar *tres elementos: N (Nitrogeno), P (Fósforo), K (Potasio)*. La planta demanda, sin embargo, un mínimo de 43 elementos, para lo que, una vez más, lo que se necesita es un agro-sistema rico y sano.

Se puede intuir el grave desequilibrio que supone para una planta desarrollarse en un suelo nutritivamente inexistente y con acceso a sólo tres elementos; ¿y qué capacidad nutritiva tendrá para el ser humano o el ganado?

Mediante la intensificación de la agricultura las enfermedades bacteriológicas son siempre más difíciles de controlar, debido al uso de los herbicidas y pesticidas -vendidos y aplicados sin serio análisis de sus efectos en el equilibrio bioquímico. También es debido al uso de fertilizantes de síntesis química, especialmente los nitrogenados pues en general aumentan el nitrógeno soluble en los tejidos de las plantas haciéndolos atractivos y vulnerables a los insectos y enfermedades.

Los herbicidas, con sus específicos y drásticos efectos tóxicos para todas las plantas, al ser inhibidores de los procesos de síntesis proteica pueden ser factores causales del aumento de enfermedades virales. Por ello es difícil eliminar una enfermedad viral sin tener en cuenta la condición fisiológica de la planta, dependiente de su “dieta”, el clima y su envenenamiento por sustancias de síntesis química.

Por tanto, más que el desarrollo de resistencia por parte de las plagas – explicación que por otra parte permite a las compañías de químicos para la agricultura proponer siempre nuevos productos aparentemente inevitables - el problema está en la esencia del concepto: tales químicos alteran el metabolismo y el equilibrio bioquímico de los cultivos, favoreciendo a los insectos y plagas varias.

En resumen:

1. la aplicación de químicos de síntesis provoca inevitablemente el aumento de plagas y enfermedades.

2. Un suelo biodiverso, sano y vital es la forma de tener cultivos sanos, resistentes, vitales y nutritivos, facilitando la gestión de posibles “ataques” de insectos y enfermedades.

El suelo como sumidero de metano

Zonas húmedas, ríos, océanos, lagos, plantas, vegetación en descomposición – especialmente en climas húmedos – y muchos tipos de animales – desde termitas a ballenas – han producido metano durante su existencia. Los rumiantes – que incluyen a búfalos, camellos, jirafas, antílopes, bisontes..... – han sido mayor en numero antes de la Revolución industrial que ahora. La atmósfera tendría una enorme acumulación de metano si este no fuese estado absorbido o eliminado durante milenios.

Además del metano “desactivado” en la atmósfera⁹⁰ los suelos biológicamente activos son sumideros de metano debido a la presencia de bacterias metanotróficas, que usan el metano como su fuente de energía⁹¹.

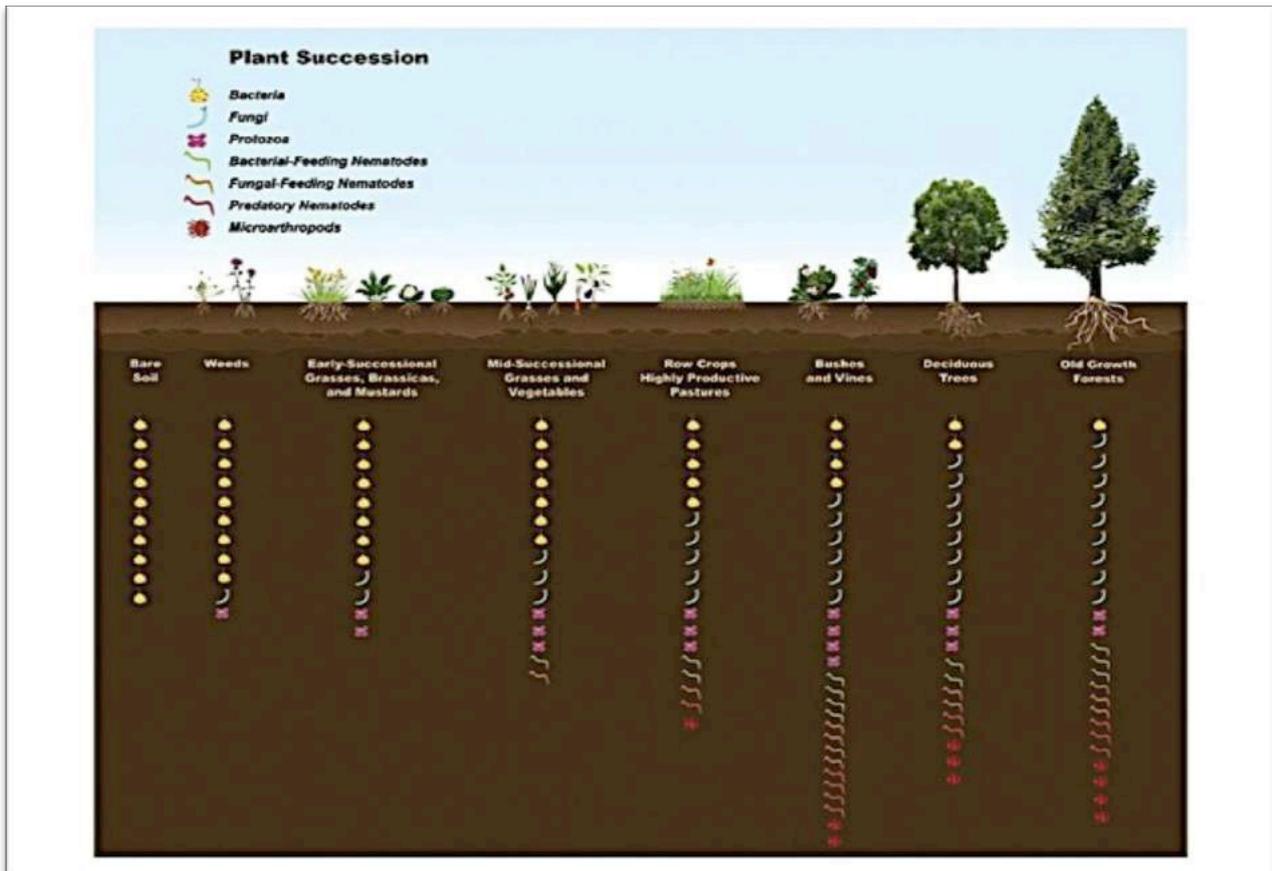
Estas bacterias son como cualquier ser vivo en general- afectados en su funciones por el uso de fertilizantes de síntesis, herbicidas y pesticidas; también la acidificación del suelo y su excesiva alteración las afectan.

⁹⁰ Quirk T.W: Twentieth century sources of methane in the atmosphere. Energy and Environment (2010).

⁹¹ Dunfield, P.F: The soil methane sink. En D.S Reay, C.N. Hewitt, K.A Smith and J. Grace, eds Greenhouse gas sinks. Reino Unido (2007).

Bosques primarios como sumideros de Carbono

Las bosques antiguos remueven CO₂ de la atmósfera a un ritmo que varía según el clima y el Ciclo del Nitrógeno. El Carbono se acumula en la madera y en la materia orgánica en descomposición. No están protegidos por tratados internacionales por creerse que dejan de acumular Carbono al llegar a una cierta madurez. Sin embargo estudios recientes demuestran que secuestran unos 1.3 GT al año de Carbono. Mucho de este Carbono vuelve a la atmósfera cuando estos bosques – que constituyen aproximadamente el 15% de la superficie boscosa global – son alterados⁹².



Sucesión ecológica vegetal y la correspondiente sucesión en la rizosfera

Plantaciones forestales industriales

Los monocultivos forestales se suelen denominar "desiertos verdes": un monocultivo requiere una permanente guerra contra la tendencia natural a la complejidad estando lejos de poder ser parte de la solución a la pérdida de Carbono.

Un estudio reciente realizado en plantaciones de eucaliptus concluye lo que se observa a simple vista: se produce "una importante pérdida de materia orgánica y un aumento de acidez, asociados a su vez a la alteración de otras propiedades fisicoquímicas"⁹³, como impermeabilización del suelo y posible toxicidad para otras plantas y microorganismos, incluso años después de desaparecer los eucaliptus. Además al cortar los árboles se libera el Carbono secuestrado en los mismos.

⁹² Luyssaert, S et al «Old-growth forests as global carbon sinks.» Nature 451 (2008).

⁹³ Savannah ter Veer, Andrea Bautista. "Will the removal of Eucalyptus trees alter soil pH?" Advanced Placement Environmental Science Program. San Diego (2013).

EL ARMA DE DOBLE FILO Y EL POTENCIAL SECUESTRO DE Co2

Los suelos contienen las mayores reservas de Carbono en su ciclo terrestre. Se considera que el primer metro de profundidad contiene 1.500 Gigatoneladas (1 GT = 1.000 millones de toneladas) de Carbono orgánico⁹⁴, aproximadamente el doble de la atmósfera, mientras que la vegetación contiene aproximadamente 600 GT (270 GT en los bosques)⁹⁵.

Se ha calculado que **la gestión regenerativa de todas la tierras agrícolas nos permitiría secuestrar anualmente más del 40% de las emisiones anuales (21 GT). Si se añadiesen las tierras de pastos se secuestraría otro 71% (37 GT)**⁹⁶.



Tenemos por tanto un arma de doble filo de inmensas proporciones y potenciales consecuencias⁹⁷:

- a. **Tenemos aún gran potencial de empeoramiento**, haciendo, con nuestra agricultura “extractiva” industrial, escapar más Carbono a la atmósfera.
- b. **Tenemos un gran potencial para remediar nuestra peligrosa situación** con eficacia, rapidez, simplicidad, ningún riesgo y, además, bajo coste –cualidades todas éstas ajenas a desbocados proyectos de geoingeniería.

El PNUMA maneja cálculos que llevan a las mismas conclusiones sobre las acciones a realizar: la agricultura industrial imposibilita al suelo la fijación de Carbono. El suelo puede, en efecto, fijarlo en gran cantidad mediante la materia orgánica rica en nutrientes para la vegetación, la fertilidad y el movimiento del agua.

⁹⁴ Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

⁹⁵ Id.

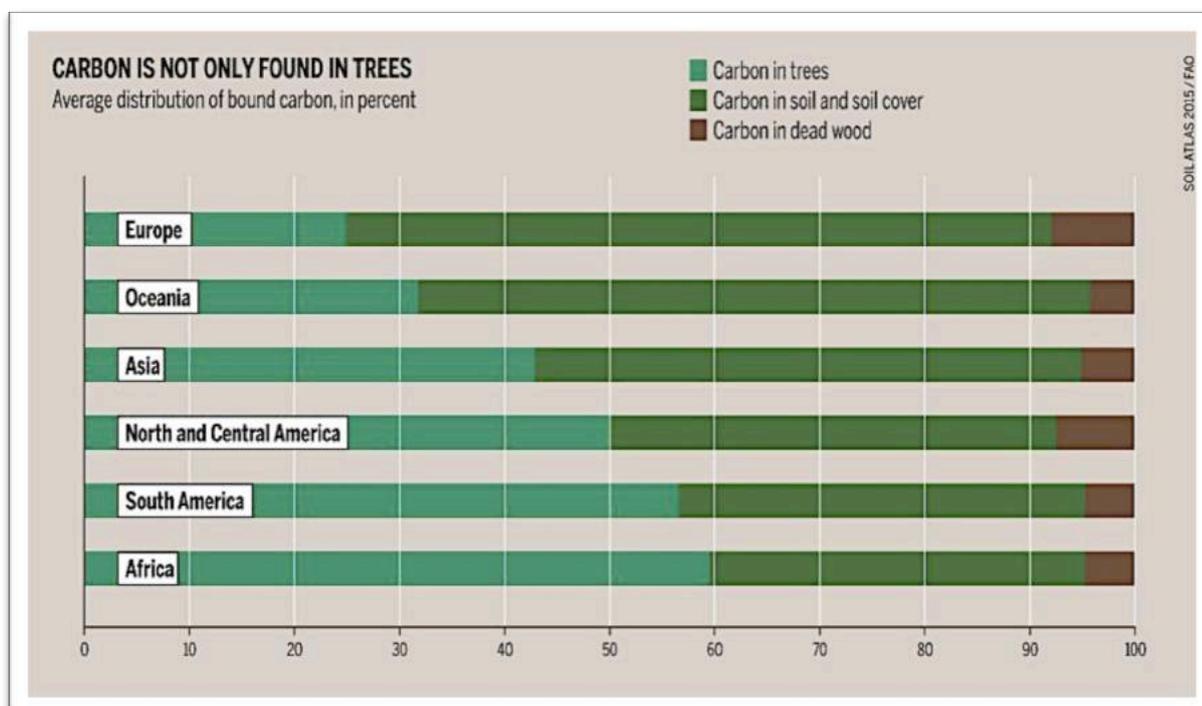
⁹⁶ Rodale Institute. En Bibliografía.

⁹⁷ Álvarez de Toledo, Íñigo: “Carbono y suelo: el estado de la cuestión” (en Bibliografía).

PNUMA propone incentivos financieros y un acuerdo mundial sobre el Clima que incluya créditos de carbono para el suelo.



El Carbono fijado es, sin embargo, muy vulnerable a las actividades humanas: aproximadamente el 60% del Carbono conservado en el suelo y vegetación se ha ido a la atmósfera debido al cambio de uso de terrenos. Aproximadamente el 24% del suelo del mundo ha sufrido degradación de su productividad en los últimos 25 años debido a su uso insostenible. El aumento de la población mundial y del consumo no hace sino exacerbar la tendencia⁹⁸.



No encontramos Carbono solo en los árboles: en verde claro el Carbono almacenado en árboles, en verde oscuro en el suelo y en su cobertura vegetal, y en marrón en madera muerta.

⁹⁸ FAO: Scarsità e degrado del suolo e dell'acqua: una minaccia crescente per la sicurezza alimentare. En <http://www.fao.org/news/story/it/item/95268/icode/> (2011)

¿INCERTIDUMBRES?

El potencial técnico de almacenamiento de Carbono por cualquier hectárea dada depende de:

- el tipo de suelo;
- la topografía;
- el clima;
- la biomasa disponible;
- la capacidad de cambiar sistemas de gestión⁹⁹.

Aunque estas condiciones provocan cierta incertidumbre hay sistemas regenerativos que demuestran que las dificultades son superables y los cambios se obtienen en breve plazo, como demuestran las ya mencionadas *Agricultura Biodinámica*, *Permacultura*, *Manejo Holístico de ganado* y *Linea Clave*.

Estos sistemas, junto a otras técnicas análogas, pueden llamarse de forma genérica *Sistemas Regenerativos* por su enfoque en la (re)generación de las circunstancias más optimas posibles (más allá de la restauración) comenzando con el suelo, a cuya “revitalización” le dan una importancia máxima.

Sabemos que tener miles de especies actuando dentro del suelo genera moléculas de Carbono muy estables a partir del CO2 atmosférico capturado por las plantas mediante la fotosíntesis. Se puede por tanto deducir una **metodología cualitativa** que obvie las dificultades de la medición cuantitativa en lo que a tiempo, exactitud, costes y requerimientos tecnológicos se refiere¹⁰⁰.

Si esperamos al conocimiento perfecto y total nos arriesgamos a no hacer nada, y a pagar las consecuencias. En entre uno y tres años en un terreno desertificado por mala gestión puede empezar a notarse la regeneración: agua, mamíferos, pájaros, insectos, plantas, hongos y vida microbiana retornan. También el Carbono: así ha funcionado la naturaleza durante millones de años, es totalmente predecible¹⁰¹.

Por otra parte un suelo rico en carbono y diversidad significa:

- *Seguridad Alimentaria.*
- *Adaptación y resiliencia a cambios climáticos*

Las prácticas que incrementan en contenido de Carbono los suelos agrícolas y ganaderos son en cualquier caso buenos para el mismo – especialmente cuando ecológicas y sobre todo regenerativas – e incrementan las cosechas y la retención de agua.

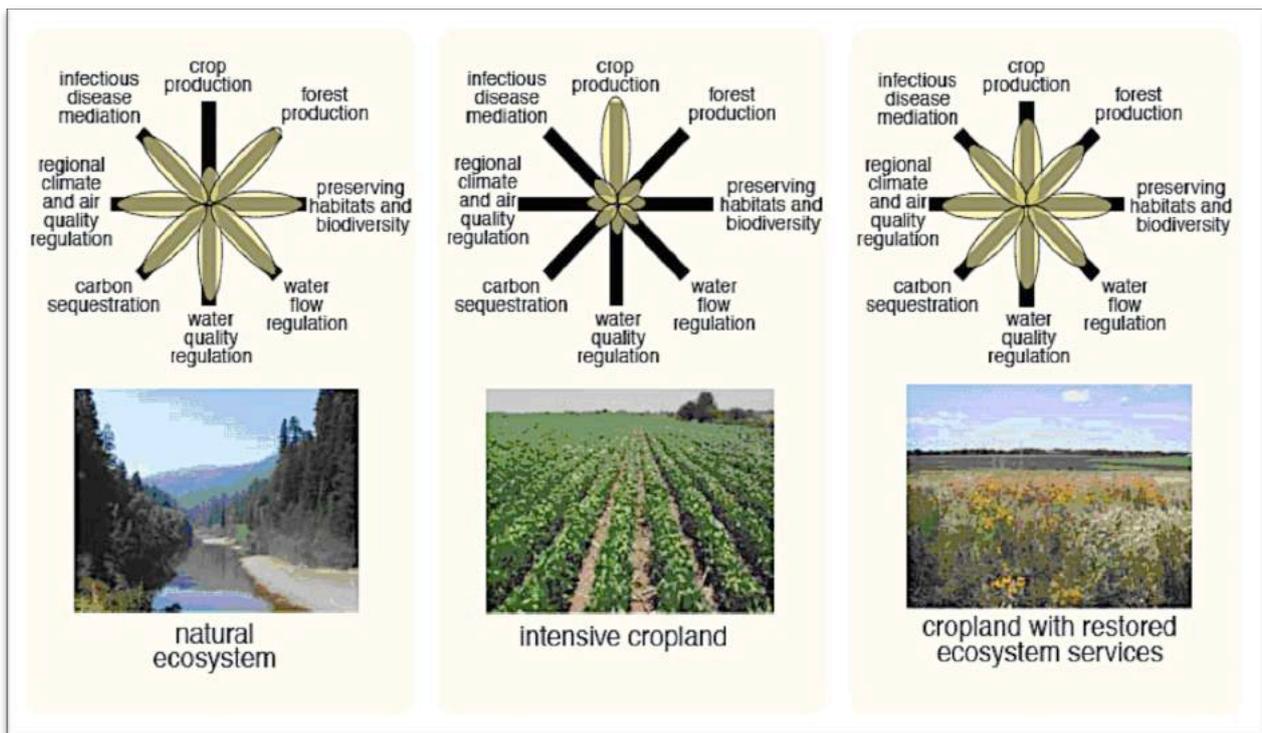
La viabilidad económica del sector agrícola, así como el bienestar individual, familiar y social están inexorablemente ligados a la salud del suelo. Está claro que el funcionamiento de suelos, vegetación y flujos de agua están seriamente comprometidos – cuando no gravemente dañados/alterados – lo que resulta en, además, menor resistencia y adaptación a la variabilidad climática.

El indicador más significativo de la salud del agro-ecosistema (y de resiliencia de una nación en el largo plazo) es si el suelo se está formando o degradando. Si se pierde también se están perdiendo sus fundamentos ecológicos y económicos.

⁹⁹ Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations

¹⁰⁰ Adam D. Sacks: Carbon farming: paying for results, not for data. En Savory Institute Newsletter 08/04/2014

¹⁰¹ Id



Calidad de los servicios ecosistémicos según el uso del suelo. (Environmental Protection Agency, EEUU). La primera opción es el sistema natural, sin gran producción de cosechas pero necesario por los diversos servicios ecosistémicos. La segunda opción es insatisfactoria pues destruye todo menos, momentáneamente, la cantidad de producción. La tercera combina la producción con la regeneración aportando también servicios ecosistémicos.

La abundancia de las cosechas es una cuestión clave en este argumento, ya que los defensores de la agricultura convencional/química sostienen que el abandono de su uso reducirá la producción en el corto plazo. En efecto la producción ecológica suele ser menor, pero solo si simplemente sustituye los insumos químicos por ecológicos manteniendo las demás prácticas (monocultivos, suelo desnudos, etc)¹⁰². En caso contrario, las cosechas ecológicas *han superado en cantidad* a las convencionales en casi todos los cultivos, incluyendo maíz, trigo, arroz, soja y girasol¹⁰³.

Además son más resistentes a eventos climáticos extremos; en años particularmente secos las cosechas han demostrado ser bastante más abundantes cuando ecológicas (ej c.30% más en maíz)¹⁰⁴.

Por otra parte el argumento de que *el aumento de población mundial exige aumento global de cosechas* es falaz: el hambre y el acceso a la alimentación no es cuestión de cosechas, sino de decisiones políticas, económicas y ambientales¹⁰⁵⁻¹⁰⁶. El acceso se aumentaría mucho mediante al apoyo a la agricultura regenerativa a pequeña escala¹⁰⁷, como comienza a extenderse en ciudades (terrazas, huertas comunales, jardines –“produzca alimentos, no césped”).

¹⁰² Seufert, V., Ramankutty, N. & Foley, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* (2012).

¹⁰³ De Ponti, T., Rijk, B. & van Ittersum, M. K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agric. Syst.* (2012).

¹⁰⁴ Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. & Seidel, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* (2005).

¹⁰⁵ Magdoff, F., Foster, J. B. & Buttel, F. H. *Hungry for profit: the agribusiness threat to farmers, food, and the environment.* (Monthly Review Press, 2000).

¹⁰⁶ McMahon Paul, *Feeding Frenzy* 2013. En Bibliografía.

¹⁰⁷ UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). *Trade and Environment Review 2013, Wake up before it is too late: Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate* (2013). En Bibliografía.

Profundidad del almacenamiento del Carbono

Es muy probable que se subestime la cantidad de Carbono que un suelo gestionado regenerativamente es capaz de almacenar; esto es debido a que se suele medir “a profundidad de arado”, mientras que recientemente se ha descubierto que frecuentemente más de la mitad del mismo está a entre 20 – 80 cm de profundidad. A más allá de 30 cm la edad del Carbono aumenta, pudiendo persistir durante miles de años¹⁰⁸. En tierras con hierba de raíces profundas el Carbono se ha registrado a entre 5 y 40 metros de profundidad.

Por ello el uso de diversas estrategias descritas (raíces profundas, compost, hierbas y leguminosas, lombrices) es muy adecuado para introducir el carbono a profundidades donde permanecerá estable.



Procesos virtuosos derivados

La Regeneración de suelos y ecosistemas es ventajosa para todos, ya que, además de reducir las emisiones del Sector Agrícola y de “volver a poner el Carbono a donde pertenece –en la tierra”, supone:

- mejor salud del suelo, fundamento de la vida y por tanto de nuestra existencia;
- aumento de la fertilidad del suelo, incrementando la producción y su competitividad de forma sostenida en el tiempo;
- aumento de la capacidad de retención de agua: reducción de las sequías e inundaciones;
- mejora de la calidad de las aguas;
- eliminación o dramática reducción de la erosión;
- eliminación o dramática reducción de la salinización;
- aumento de la seguridad alimentaria;
- mejora general del medioambiente, incluyendo la vida silvestre, sobre la que también tenemos responsabilidad;
- menor dependencia de los volátiles mercados de insumos;
- aumento de ingresos por mejor producción y pago por servicios ambientales;
- fijación y aumento de la población rural, por el aumento de los ingresos y reducción de los costes;
- mayor capacidad de adaptación a cambios climáticos¹⁰⁹⁻¹¹⁰.

Los que pueden verse perjudicados por estos avances son los elaboradores de insumos químicos con sus técnicos, distribuidores, asesores y otros dependientes que tienden a hacer lo posible por mantener el status quo en lugar de reorientar su actividad.

¹⁰⁸ Rumpel, C., Chabbi, A. & Marschner, B. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B. U. & Braun, J.) Von Springer Netherlands, 2012.

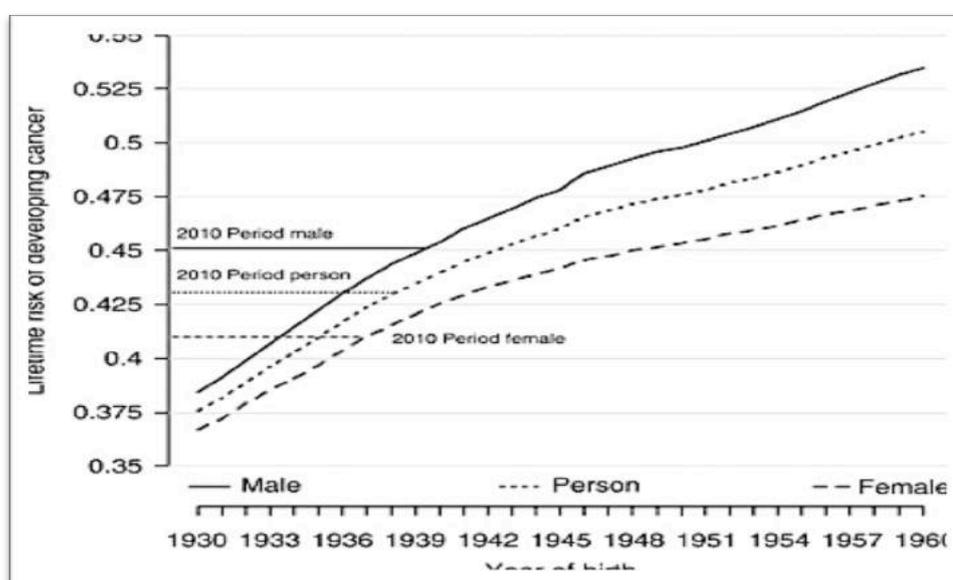
¹⁰⁹ Smith, P. et al. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. (2008).

¹¹⁰ UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). Trade and Environment Review 2013, Wake up before it is too late: Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate. (2013). En Bibliografía.

¿Y la salud humana?

El nivel nutricional de los suelos, plantas, animales y personas ha decrecido dramáticamente en los últimos 50 años debido en buena parte a la disminución de Carbono edáfico, el principal conductor de los ciclos de nutrientes en el suelo¹¹¹. La salud del suelo y la salud humana están profundamente conectadas.

La alimentación se mira desde al punto de vista de la *cantidad*, por lo que en el “mundo desarrollado” no se percibe un problema. Sin embargo, los alimentos producidos en suelos empobrecidos no contienen los minerales esenciales requeridos para el buen funcionamiento de nuestro sistema inmunológico. Las muertes prematuras por enfermedades degenerativas como las cardiovasculares o el cáncer son rutinarias ahora, cuando hasta hace poco no eran comunes. El cáncer, por ejemplo, ha pasado de aproximadamente 1 caso cada 100 hace 50 años a 1 caso cada 3 en la Gran Bretaña de hoy¹¹².



Variación en el riesgo de contraer cáncer en Gran Bretaña según cuando se ha nacido y según el sexo ¹¹³.

El sistema inmunitario está comprometido por la creciente exposición a químicos y por la insuficiente densidad de minerales en la alimentación. Cuando los suelos enferman también lo hacen los seres humanos, que de él dependen¹¹⁴. Un filete de vaca en Reino Unido contenía en el 2003 el 50% de hierro que contenía en 1940¹¹⁵. Y para obtener el mismo elemento de una manzana en EEUU en 1950 hoy habría que comer 26¹¹⁶.

El uso masivo de químicos es también culpable de estos dramáticos efectos. En particular el *glifosato* – base del herbicida más vendido del mundo, el Round Up de Monsanto – que evita el acceso de las plantas a los minerales y que, con su fuerte acción antibiótica, destruye los procesos vitales necesarios para la absorción de nutrientes¹¹⁷. Recientemente ha sido declarado por la Organización Mundial de la Salud “probable cancerígeno”.

¹¹¹ Jones, C: Soil carbon –can it save agriculture’s bacon? En www.amazingcarbon.com (2010)

¹¹² A S Ahmad, N Ormiston-Smith and P D Sasieni: Trends in the lifetime risk of developing cancer in Great Britain: comparison of risk for those born from 1930 to 1960. En <http://www.nature.com/bjc/journal/v112/n5/full/bjc2014606a.html> (03 Febrero 2015).

¹¹³ Id.

¹¹⁴ Nature, editorial n 517. (20 Enero 2015.)

¹¹⁵ Thomas, D. A study on the mineral depletion of the foods available to us as a nation over the period 1940 to 2002. En Nutrition and Health(2007)

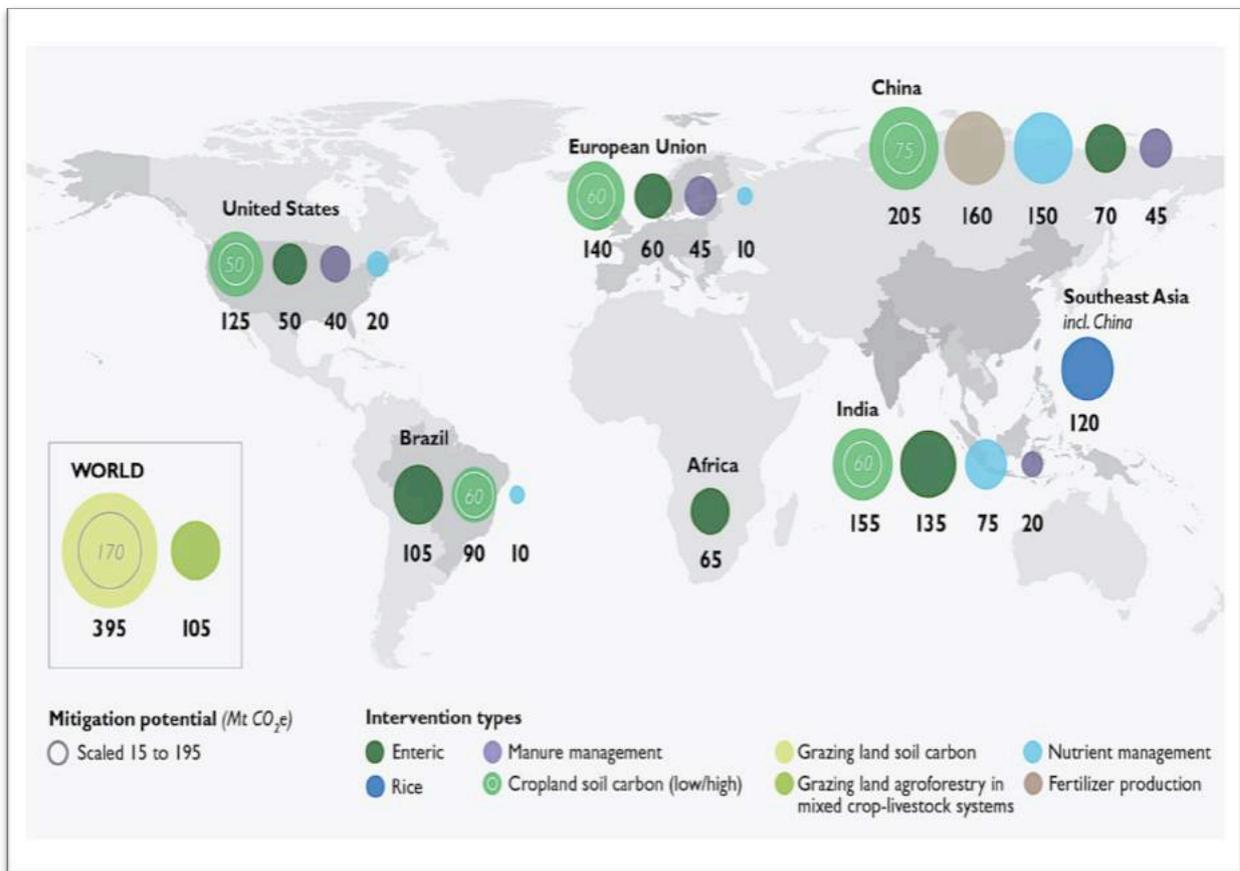
¹¹⁶ Mercola, J: How to bring minerals back into the soil and food. Entrevista al Doctor August Dunning. En <http://www.mercola.com/> (24 Mayo 2014)

¹¹⁷ Crawford :What if the world’s soils run out? En Time Magazine (14 Diciembre 2012)

SITUACIÓN EMERGENTE MUNDIAL

“American Farmer’s Group” ha desarrollado un sistema de acreditación para técnicas de almacenamiento de Carbono. Ésta fue presentado a su Gobierno por las influyentes y nada ecológicas Iowa Corn Growing Association e Illinois Corn Growing Association.

El Secretario de Agricultura de su Gobierno publicó un artículo en el 2009 que trataba sobre el CC y el sector rural en EEUU, dentro del cual escribía: “las oportunidades que se ofrecen a los granjeros y ganaderos por medio de los mercados de Carbono y una nueva política energética son demasiado prometedoras para retrasarse porque.....no sólo estaremos protegiéndonos de una crisis climática que se avecina, sino que revitalizaremos el sector rural estadounidense.” Otro claro señal ha venido de la USDA Office of Ecosystem Services and Markets, que incluiría la regulación de mercados de agua, biodiversidad y Carbono.

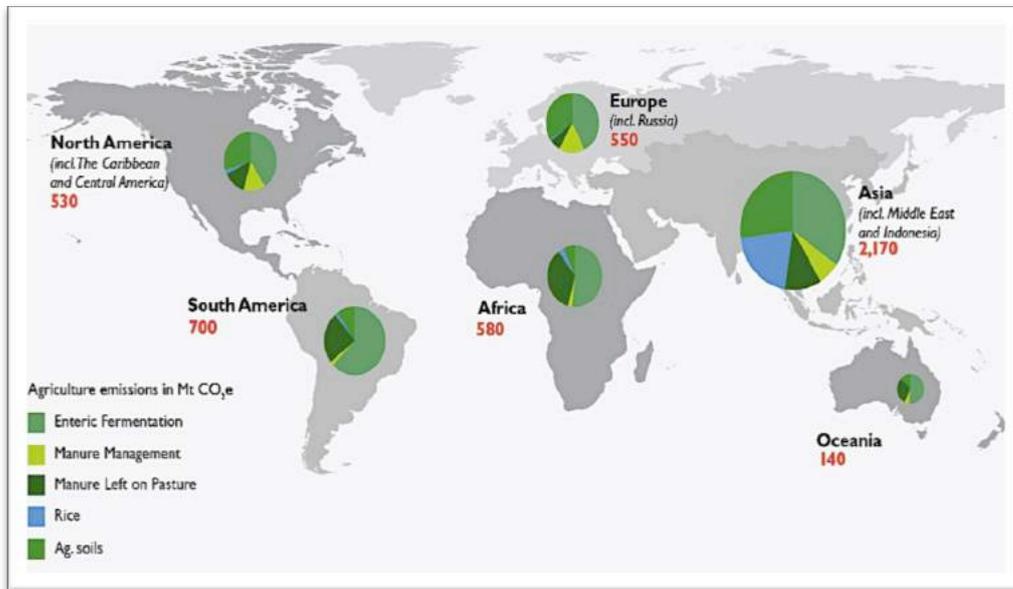


Oportunidades de mitigación en el mundo¹¹⁸.

En general parece que es en el mundo anglosajón donde se han formado más, y más activos, grupos y asociaciones trabajando en la misma dirección, como Grassland Carbon Working Group o Carbon Coalition, de **Australia**. Es en este país donde su organización científica más importante, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), ha declarado, en 2009, que el secuestro de Carbono en el suelo no sólo es posible en Australia, sino que es una parte fundamental de su respuesta al Cambio Climático.

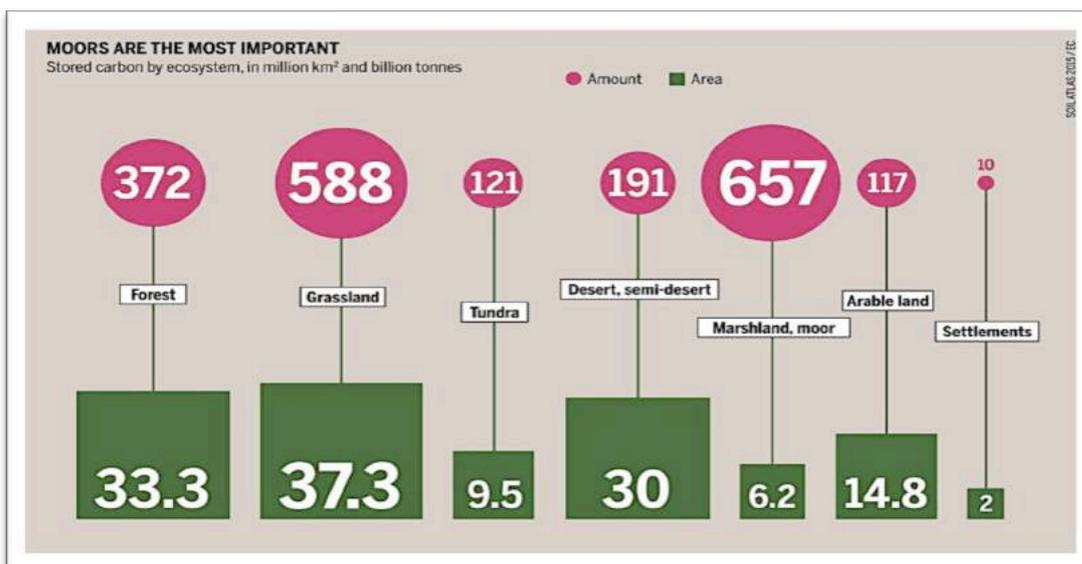
¹¹⁸ Climate Focus / CEA (California Environmental Associates). En Bibliografía.

Algún tiempo después el gobierno laborista australiano introdujo un sistema de pagos a los agricultores y ganaderos “almacenadores de Carbono” como compensación por sus servicios ambientales.



Emisiones de la Agricultura por región¹¹⁹.

En Portugal se ha desarrollado una muy ilustrativa experiencia de acuerdo con el protocolo de Kyoto. En el año 2009 el gobierno introdujo pagos a ganaderos para mejorar pastos de zonas de secano para aumentar el Carbono del suelo, la capacidad de almacenamiento de agua y la productividad ganadera en unas 42.000 hectáreas. El método consiste en el establecimiento de una diversidad perenne de hierbas y legumbres – más de 20 especies. Los datos del proyecto demuestran que la materia orgánica aumenta en 10 años de 0,87% a 3%¹²⁰.



Carbono almacenado por tipos de ecosistemas (en millones de km cuadrados y miles de millones de toneladas). Las zonas pantanosas son las que más cantidad almacenan, seguidas de praderas y de bosques. Han de protegerse, y las zonas que menos contienen se han de regenerar para aumentar su capacidad de acumulación.

¹¹⁹ Climate Focus / CEA (California Environmental Associates). En Bibliografía.

¹²⁰ UE Life. Proyecto Terraprima. www.terraprima.pt

Hay también un número creciente de iniciativas globales en pos de la Regeneración:

La FAO reclama una “verdadera revolución verde” capaz de detener el CC mediante la utilización de mejores prácticas agrícolas, a la vez que:

- mejora el suelo,
- mejora la calidad de los productos,
- mejora la calidad del medio ambiente,
- favorece la biodiversidad,
- contiene y revierte procesos erosivos,
- contiene la desertificación,
- compensa parte de las emisiones de maquinaria (de producción eléctrica, de producción industrial, de transporte).

Para ayudar a este proceso anunció una nueva base de datos mundial sobre el suelo que, entre otros cometidos, ayude al conocimiento del potencial almacenamiento. También ha constituido la *Global Soil Partnership*¹²¹ (Asociación Global de Suelo) para unificar esfuerzos (<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/>).

The Bonn Challenge (<http://www.bonnchallenge.org>) es un intento de restaurar o regenerar 150 millones de hectáreas de tierras deforestadas o degradadas. Quiere restaurar la integridad de servicios ecológicos y mejorar el bienestar a través de paisajes multifuncionales.

No se trata de un nuevo compromiso global, si no de una forma práctica de poner en marcha compromisos ya existentes, incluyendo *CBD Aichi Target 15*, *UNFCCC REDD* y *Rio+20 “land degradation neutral goal”*.

En el contexto del **UN-REDD Programme**, en Septiembre 2014 se realizó el compromiso internacional publico-privado de frenar completamente la pérdida de bosques en el 2030, evitando la emission de miles de millones de toneladas de Co2. Esta iniciativa está respaldada por un aporte financiero de mil millones de dólares y la restauración de 350 millones de hectáreas de bosques (http://www.unredd.org/Newsletter2014October/Climate_Summit/tabid/794390/Default.aspx).

Pero la iniciativa con mayor importancia potencial proviene del Gobierno Francés, anfitrión de la *COP21* de París en Diciembre 2015, que ha puesto en marcha la **“Iniciativa 4%0: suelos para la seguridad alimentaria y el clima”** (“4%o Initiative: soils for food security and climate”), que quiere promover la regeneración de los suelos por los mismos motivos y objetivos presentados en este Informe. Actualmente es unicamente de caracter voluntario, pero por primera vez pone la cuestión en la política climática.

El capítulo *“Esperanza en un clima cambiante”* da más información sobre este tipo de iniciativas, particularmente las ya en funcionamiento.

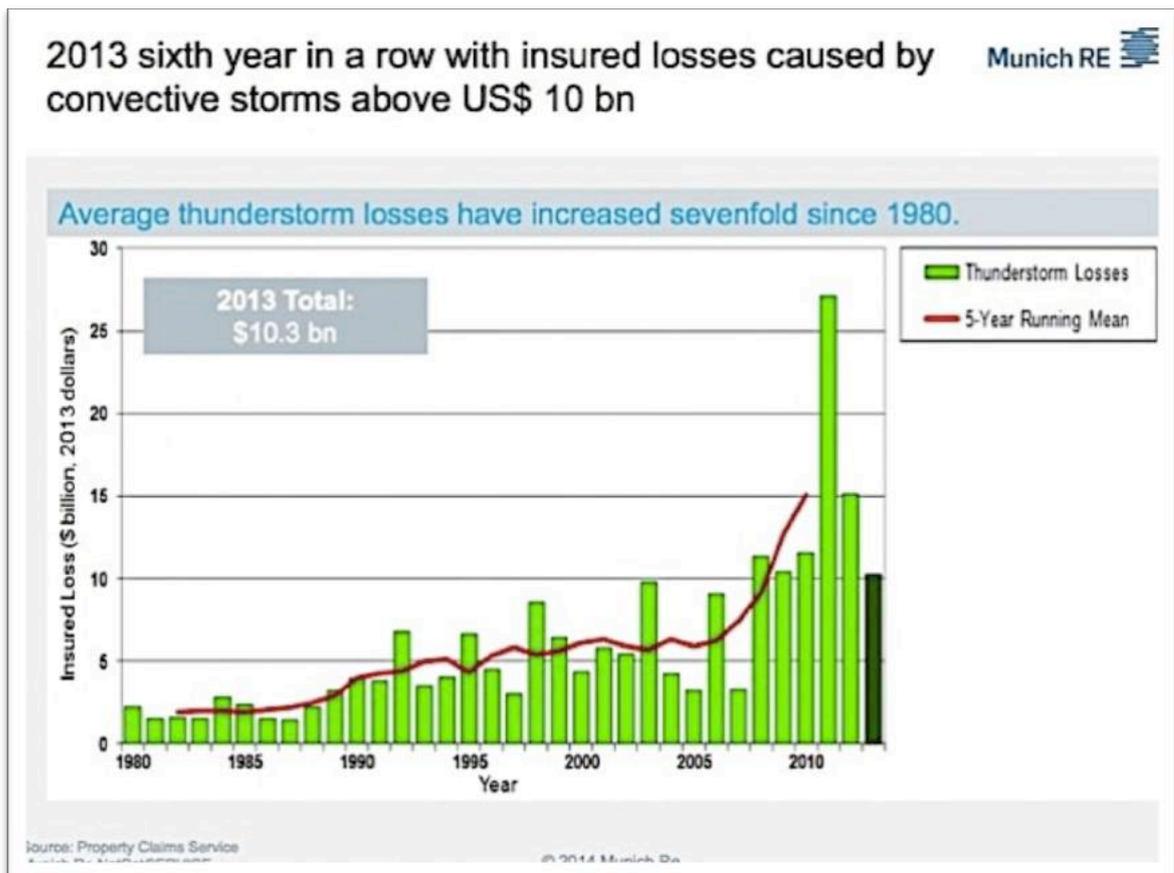
¹²¹ FAO en <http://www.fao.org/globalsoilpartnership/es/>

URGENCIA

Riesgos, tendencias y certezas

El Sector Asegurador es el mejor preparado para identificar y entender los riesgos y la tendencia de los eventos naturales dañinos, ya que en ello se cifran sus beneficios, pérdidas e incluso supervivencia. Adjuntamos unos gráficos de Munich Re¹²² que ilustran la evolución de la catástrofes naturales, los tipos de las mismas y la pérdidas consecuentes. Meno los “eventos Geofísicos”, los demás están relacionados con lo anteriormente descrito respecto al suelo:

- Los eventos climatológicos y meteorológicos están influidos por las emisiones de GEI de la degradación de suelos.
- Las consecuencias de tales eventos dependen mucho de la situación de los suelos: si son capaces de absorber la lluvia, de retenerse a sí mismos, a las plantas, y a las edificaciones en lugares particularmente expuestos. Estos especialmente relevante en el caso de:
- los eventos hidrológicos: inundaciones por lluvia, desborde de ríos, inundaciones por tormentas marítimas, corrimiento de tierras.



Evolución de pérdidas aseguradas por tormentas 1980 – 2013. Las pérdidas se han multiplicado por siete desde 1980.

¹²² Munich Re. En <http://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html?QUERYSTRING=NatCatSERVICE>

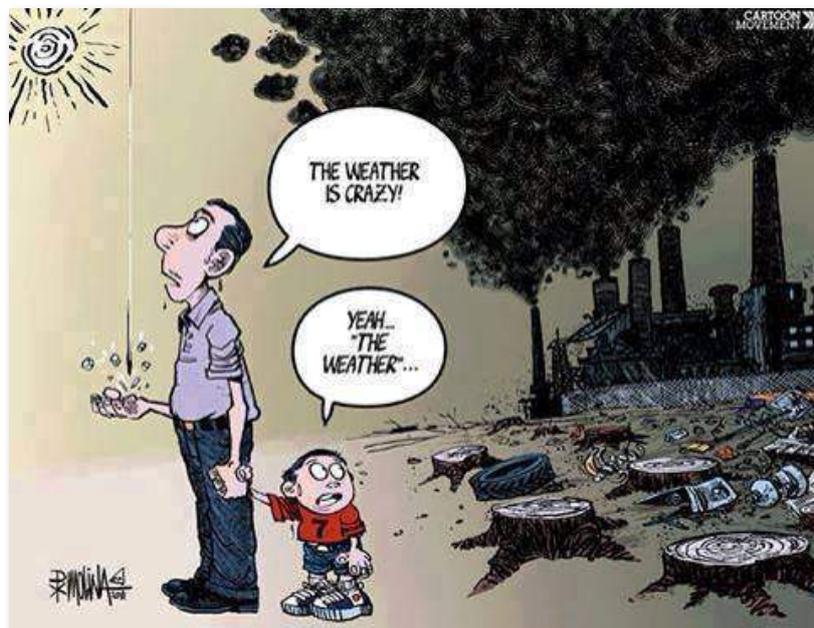
Loss events worldwide 2014

Geographical overview



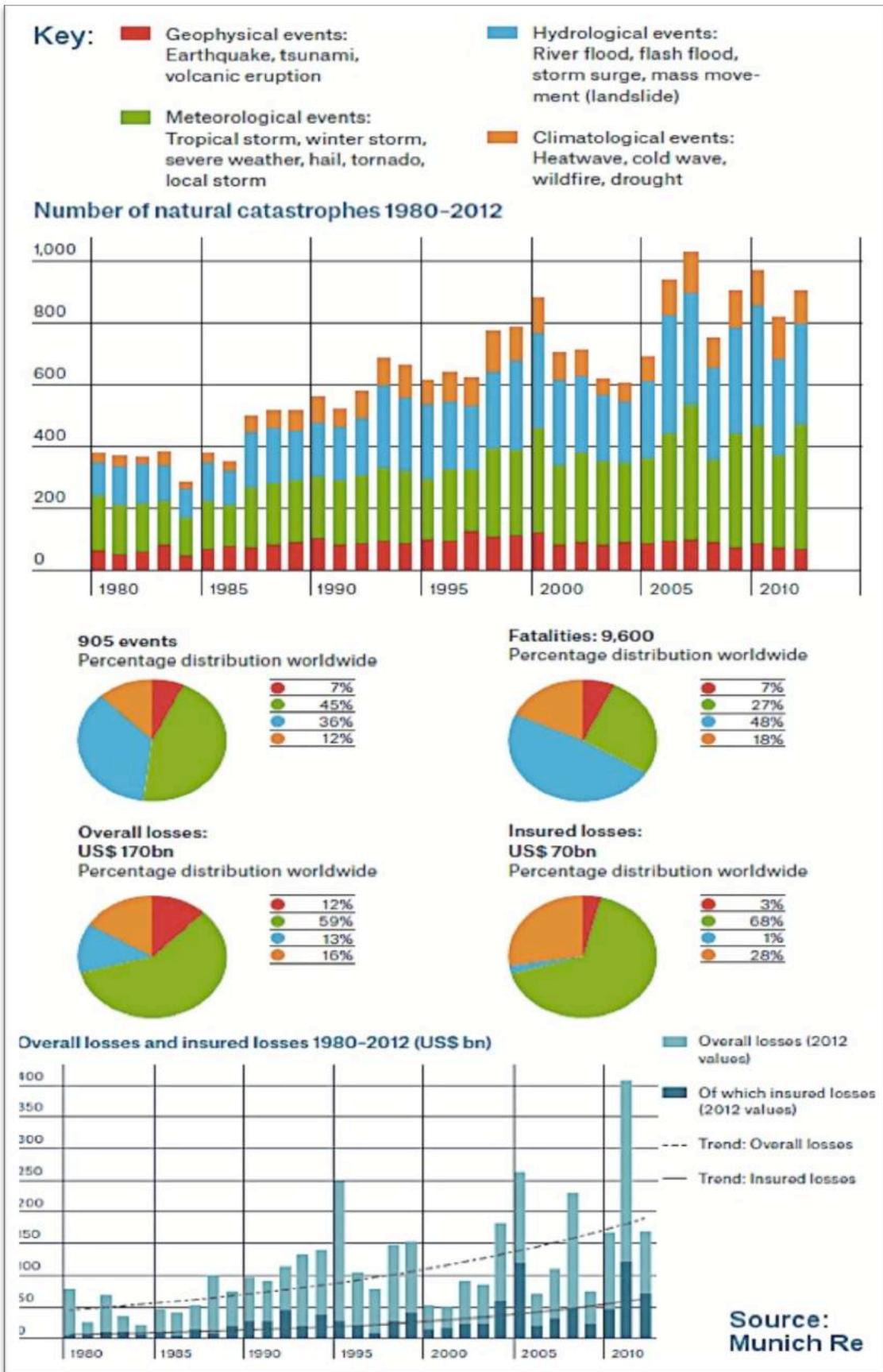
© 2015 Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risks Research, NatCatSERVICE – As at January 2015

Eventos catastróficos en el 2014



“El clima está loco”. “Sí... el clima...”

Número de catástrofes naturales 1980 - 2012



Número de catástrofes naturales, pérdidas totales y pérdidas aseguradas 1980 - 2012 en miles de millones de dólares. Nótese la evolución de las tendencias.

Urgencia ecológico – sistémica

Hemos expuesto motivos muy serios por los que es muy posible que no tengamos a disposición ni siquiera el breve tiempo generalmente creído. Por fortuna sí tenemos la solución, relativamente sencilla y poco costosa. Queremos mencionar recientes novedades que nos invitan con insistencia a ser valientes y premurosos – *e inteligentes* - además del análisis de eventos catastróficos de Munich Re expuesto.

- **“El aumento de la acidez de los océanos exacerbará el Cambio Climático”**
El plancton emitirá menos cantidad de elementos que forman las nubes en la atmósfera, según un estudio del Instituto de Meteorología Max Planck (Hamburgo). El efecto sería, en tal caso, un aumento de calentamiento de entre 0,23 y 0,48 grados centígrados si la concentración de CO₂ en la atmósfera se dobla en el 2100 – según el escenario moderado previsto¹²³.
- **“El fitoplancton está desapareciendo de los océanos, siempre más calientes”**
Las algas marinas microscópicas están disminuyendo alarmantemente, según un grupo de investigadores canadienses. Son la base de los ecosistemas marinos, producen aproximadamente la mitad del oxígeno de la Tierra y absorben CO₂ de la atmósfera. El estudio concluye que se está perdiendo aproximadamente un 1% anual, y que el hemisferio norte ha perdido un 40% desde 1950. La pérdida parece ligada al calentamiento del agua. El fitoplancton tiene además un efecto profundo en el Ciclo del Carbono, y por tanto en el clima global¹²⁴.
- **“El permafrost se derrite en Siberia”**
El calentamiento del planeta esta derritiendo los suelos helados de Círculo Polar Ártico, liberando el metano atrapado debajo. El metano (CH₄) tiene una capacidad de generar efecto invernadero entre 20 y 25 veces mayor que el dióxido de carbono (CO₂)¹²⁵.
- **“¿Ha llegado la 6ª Extinción Masiva?”**
Biólogos y paleo-biólogos sugieren que la Sexta Extinción Masiva puede estar en marcha dado el nivel actual de extinción de especies¹²⁶.
- **“Posible modificación de la Corriente del Golfo”**
Investigadores canadienses, estadounidenses y británicos (respaldados en parte por el Quinto Programa-Marco de Investigación de la Unión Europea) calculan que el recalentamiento global de nuestro planeta modifica desde hace 10 años la salinidad de los océanos, lo que podría perturbar la circulación de las corrientes marinas (circulación termohalina)¹²⁷.
- **“Los satélites relevan que la vegetación de todo el planeta se está trasformando”**
La Universidad J.W. Goethe (Alemania) afirma que las “estaciones de crecimiento” de las plantas ha cambiado en todo el mundo según datos satelitales obtenidos durante 30 años.

Se espera que tenga profunda consecuencias en la agricultura, las interacciones entre especies, el funcionamiento de los ecosistemas y el Ciclo del Carbono¹²⁸.

¹²³ Eliot Barford: Rising ocean acidity will exacerbate global warming. En www.nature.com 25 Agosto 2013

¹²⁴ Daniel G. Boyce, Marlon R. Lewis, Boris Worm: Global Phytoplankton decline over the past century. En Nature 466. (29 Julio 2010)

¹²⁵ K. M. Walter¹, S. A. Zimov², J. P. Chanton³, D. Verbyla⁴ & F. S. Chapin, III: Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. En Nature 443 (7 September 2006)

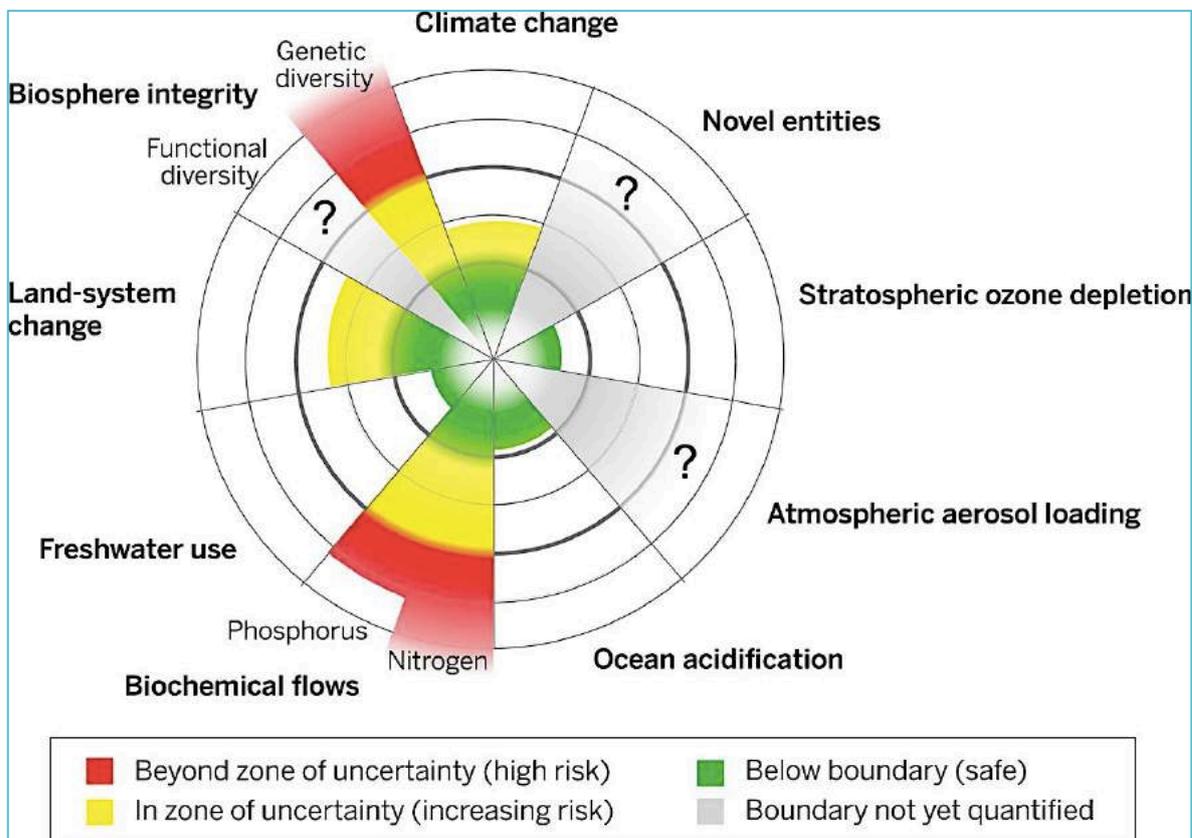
¹²⁶ A.D. Barnosky et al. : Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? En Nature 471 (3 Marzo 2011)

¹²⁷ Comisión Europea: ¿ Y si la Corriente del Golfo se detuviese? En I+DT info – Revista de la investigación europea.

¹²⁸ Dr. Anke Sauter: The Green Lungs of Our Planet are Changing. En <https://idw-online.de/de/news626904> (06 Marzo 2015)

– **“La humanidad ha traspasado 4 de los 9 límites del Planeta”**

Científicos llegan a la conclusión de que casi la mitad de los procesos cruciales para mantener la estabilidad de los ecosistemas ya están peligrosamente comprometidos por culpa de la actividad humana. *Los ciclos de nitrógeno y del fósforo están especialmente afectados*¹²⁹.



Actual estado de siete de los límites planetarios. Zona verde: segura. Zona amarilla: incerteza (riesgo en aumento). Zona roja: riesgo alto. Zona gris: aún sin cuantificar¹³⁰.

- **En caso de aumento de 2 grados centígrados de media en el 2100**, la Royal Society espera que 1/3 de la actual tierra agrícola mundial desaparecerá y el “stress” por carencia suficiente de agua afectará 410.000.000 de personas. Si en cambio son 4 grados centígrados de aumento la adaptación no será posible en muchas partes del mundo. La mitad de las tierras agrícolas desaparecerá, el nivel del mar aumentará en 2 metros y se extinguirán aprox. el 40% de las especies según sequias e incendios asolan el mundo¹³¹.
- **El nivel de Dióxido de Carbono en la atmósfera traspasa el umbral de 400 ppm**, según la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional de EEUU (NOAA en inglés) la concentración media de CO2 en la atmósfera superó 400 ppm durante todo el mes de marzo (2015). Esto destaca el hecho de que la quema de combustibles fósil han causado el aumento de la concentración de CO2 en la atmósfera, en más de 120 ppm a partir de la Revolución Industrial¹³².

¹²⁹ Will Steffen et al: Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. En Science 13 Febrero 2015

¹³⁰ Will Steffen et al: Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. En Science 13 Febrero 2015.

<http://www.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.figures-only>. Stockholm Resilience Centre – *Sustainability Science for Biosphere Stewardship*. <http://www.stockholmresilience.org>

¹³¹ Rachel Warren: The role of interactions in a world implementing adaptation and mitigation solutions to climate change. En

<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/369/1934/217.full#T3>. 29 Noviembre 2010

¹³² Phillips, A: Global carb.n dioxide level just hit a disturbing new threshold. At <http://thinkprogress.org/climate/2015/05/06/3655775/carbon--dioxide--new--threshold/> May 2015.

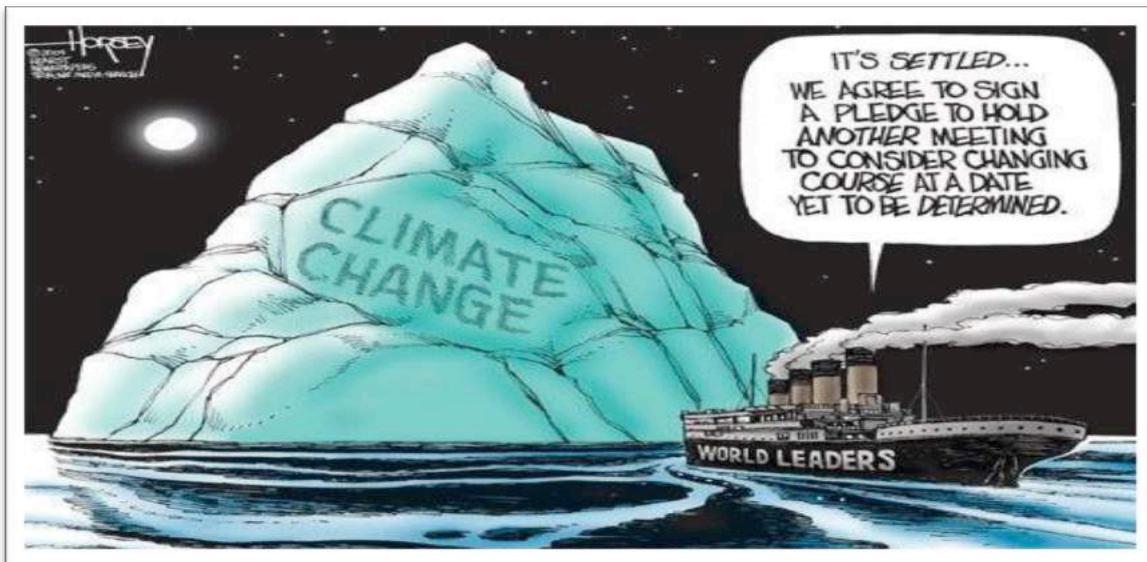
Urgencia social

En muy pocos años la percepción social del Cambio Climático ha cambiado radicalmente: de ser vista un tema de “hippies”, de ecologistas con intereses ocultos o de izquierdistas más o menos extremos, se ha convertido en una preocupación generalizada.

En un estudio de octubre del 2011 aparece que más de 2/3 de los europeos consideran el Cambio Climático un problema muy grave, y casi el 80% considera que la lucha contra él puede dar un fuerte impulso a la economía y al empleo¹³³.

La misma Comisión Europea, en su documento del 25 febrero (2015) “Preguntas y respuestas sobre la comunicación de la CE: el Protocolo de París” dice solamente “en los últimos 12 meses ha habido, globalmente, un mayor impulso tanto social como político en pro de acción climática”.

Las olas de calor en el invierno europeo, el frío polar en EEUU, el sorprendente fresco en verano, las sequías, las lluvias torrenciales, los ciclones donde no había, el número e intensidad crecientes donde sí se conocían, los daños a la agricultura provocados por éstas y otras variaciones climáticas: todo ello es considerado generalmente como efecto del Cambio Climático, y *éste es ampliamente percibido como fruto de la inacción e irresponsabilidad de la clase política y empresarial que poco o nada hace para evitar los daños y el empeoramiento previsible.*



“Está decidido.. acordamos firmar un compromiso de tener otra reunión en la cual consideraremos cambiar el rumbo, en fecha aún por determinarse”.

Así, tenemos una oportunidad única para realizar los cambios con la adecuada comunicación; cambios que, en lo que a este trabajo se refiere, probablemente no necesiten nuevos recursos sino beneficiarse de la reasignación adecuada, necesaria y responsable de los mismos.

¹³³ Sondaggio Eurobarometro (http://ec.europa.eu/public_opinion/whatsnew_en.htm) citado en “Sondaggio tra i cittadini Ue: cresce la preoccupazione per il cambiamento climatico”. En <http://www.reteclima.it/sondaggio-tra-i-cittadini-ue-cresce-la-preoccupazione-per-il-cambiamento-climatico/> (2011)

El aumento de las marchas “pro-protección del Clima”, hasta la última, previa a la conferencia sobre el Cambio Climático en Lima¹³⁴; o el creciente éxito de “La Hora del Planeta¹³⁵” y de “350.org”¹³⁶ son algunas muestras de este cambio.

La campaña del periódico británico The Guardian “*Mantenlo en el suelo*” (Keep it in the ground) ha crecido hasta incluir 400 organizaciones con un valor de 1.6 trillones de libras esterlinas.



Líderes religiosos e iglesias comienzan también a reaccionar para evitar las peores consecuencias del Cambio Climático. Un ejemplo de gran trascendencia:

- **El Papa afirma “Si destruimos la Creación, la Creación nos destruirá”** en su alocución a los fieles en la Plaza de San Pedro en abril.

Por otra parte, tras una reunión sobre “La dimensión moral del Cambio Climático y el Desarrollo Sostenible” llevado a cabo en el Vaticano en Mayo 2014, los participantes han declarado conjuntamente que “El Cambio Climático inducido por la Humanidad es una realidad científica, y su mitigación un imperativo moral y religioso”¹³⁷.

En junio (2015) se publica su **Encíclica “Laudato Si”** –primeras palabras del Canto a las Criaturas de San Francisco (http://w2.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html)

¹³⁴ ONU: Multitudinaria marcha en Nueva York para exigir acciones contra el cambio climático. En <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=30488#.VQmeM2Z7m2w> (2014)

¹³⁵ <http://www.horadelplaneta.es>

¹³⁶ <http://350.org>

¹³⁷ Cooke, K: Pope Francis: “If We Destroy Creation, Creation Will Destroy Us”. At <http://ecowatch.com/2015/05/06/pope--francis--moral--dimensions--climate--change/>

Urgencia empresarial

Toda una economía crece alrededor de la búsqueda de la sostenibilidad, y las empresas e iniciativas que pertenecen a sectores vinculados piden las medidas y legislación adecuadas para desarrollarse y crear empleo. El ejemplo mejor es el sector de las Energías Renovables, el más importante y de más rápido desarrollo. La sorpresa se produce cuando líderes de empresas que han hecho su fortuna a expensas de los combustibles fósiles piden las mismas medidas.

Por poner únicamente un ejemplo, Richard Branson (propietario de Virgin Group) y Paul Polman (Consejero Delegado de Unilever) en representación de BTeam¹³⁸, grupo de líderes de empresas globales, han pedido **un compromiso de reducción de emisiones de GEI a cero para el año 2050**, visto que, según el IPCC, *el conseguirlo para el 2100 nos deja con solo un 66% de posibilidades de limitar el calentamiento global medio a un 2%, “riesgo que ni las empresas ni la humanidad pueden asumir”*.



Que verde ve?

Inversiones

En otro orden de cosas, hay un importante movimiento que está llevando a la desinversión en la industria ligada a los combustibles fósil. El caso mas conocido es probablemente el de la *Rockefeller Brothers Foundation*, que en Septiembre 2014 anunció que había desinvertido el 100% de sus fondos en tales industrias. El valor simbólico es alto, ya que el origen de la fortuna Rockefeller está en la fundación de Standard Oil.

El presidente de la fundación, Stephen Heinz, declaró “John D. Rockefeller movió EEUU de la grasa de ballena al petróleo; estamos convencidos de que si estuviera vivo hoy movería sus fondos fuera de los combustibles fósiles y los invertiría en energías limpias y renovables”.

A este anuncio se suman más de 800 inversores globales, incluyendo organizaciones religiosas, ciudades, universidades – que se han comprometido a retirar un total (a Septiembre 2014) de *50 mil millones de dólares* de inversiones en industria de combustibles fósiles durante los próximos 5 años, porque *su modelo de negocio es incompatible con los compromisos de los gobiernos respecto al Cambio Climático*.

Este movimiento crece alrededor de la iniciativa *Global Divest-Invest*¹³⁹.

¹³⁸ <http://bteam.org>

¹³⁹ <http://divestinvest.org/>

Otros ejemplos destacados son la universidad de Stanford, la de Harvard (que se ha comprometido a la firma de los Principios de Inversión Responsable auspiciados por la ONU), la de Canberra (Australia), la ciudad de Seattle (EEUU), inversores institucionales que se comprometen a los Principios de Inversión Responsable, etc.

El director general del ERAFP (*el fondo de pensiones del sector público francés*) ha declarado “es difícil discutir el hecho que las emisiones de CO2 son un riesgo, por tanto ¿ como podemos cumplir nuestro deber si no implementamos los sistemas necesarios para medir el riesgo con el fin de reducirlo?”¹⁴⁰.

El caso de, probablemente, mayor impacto hasta ahora es el del mayor fondo soberano del mundo, el *Government Pension Fund Global (GPF) de Noruega*, con un valor de 850 mil millones de dólares. En su primer Informe de Inversión Responsable, publicado el 5 de febrero de este año, anuncia la desinversión en 114 compañías por motivos medioambientales y climáticos. Su representante ha dicho que “compañías con altas emisiones de GEI podrán exponerse a riesgos de cambios legislativos y otros que llevan a una reducción de demanda de sus productos”.

Un día antes un grupo de organizaciones de médicos ha propuesto al sector de la Salud de desinvertir en combustibles fósiles como dejó de invertir en tabaco, aduciendo que “*el cambio climático es uno de los grandes riesgos para la salud humana*”¹⁴¹.

Ulterior impulso a estas desinversiones se ha dado dentro de la *Cumbre del Clima (ONU) de Nueva York en septiembre 2014*, donde un grupo de inversores institucionales se han comprometido a reducir su “huella de Carbono” en 100.000.000.000 de dólares EEUU para diciembre 2015, como primer paso¹⁴².

Lo que subyace en estos auténticos cambios de paradigma es la comprensión de que una empresa o sistema que emite un subproducto incontrolable y de gran impacto negativo global está más expuesta a más riesgos futuros y es ineficaz en su modo de producción.

Si la Regeneración de los suelos compensa tales emisiones, reduce el alto riesgo global y enriquece las propiedades agrícola y ganaderas y a las producciones ¿cuánto tardará en fluir hacia ella la inversión? Ya está comenzando a suceder con fondos fluyendo hacia empresas como *Sustainable Land Management Partners* que gestiona “regenerativamente”, por ahora, 480.000 hectáreas en Australia, dando un buen retorno a los inversores¹⁴³; o fundaciones como *Commonland*, de similar actividad pero objetivos más amplios que el rendimiento financiero¹⁴⁴.

También están invirtiendo en regeneración países como China, Etiopia, Ruanda (Ver en “*Esperanza en un clima cambiante*”).



¹⁴⁰ <http://montrealpledge.org/the-montreal-carbon-pledge/>

¹⁴¹ The Guardian: Health sector should divest from fossil fuels, medical groups say. In <http://www.theguardian.com/environment/2015/feb/04/health-sector-should-divest-from-fossil-fuels-medical-groups-say>

¹⁴² Naciones Unidas: Investors commit to decarbonize \$100 billion in investment. En <http://www.un.org/climatechange/summit/2014/09/investors-commit-decarbonize-100-billion-investments/> (2014)

¹⁴³ <http://slmpartners.com/>

¹⁴⁴ <http://www.commonland.com/es/>

Hay también consideraciones importantes para propietarios e inversores en cuanto a la evolución del valor de la tierra. Usando básicamente las palabras de SLM Partners ¹⁴⁵:

Actual inversión en agricultura

Los altos precios de los productos agrícolas durante la década pasada ha atraído mucha inversión financiera al sector. Actualmente, sin embargo, los precios de los mismos han caído. Por otra parte, la inversión ha ido fundamentalmente a la producción industrial, basada en la aplicación de insumos químicos, expuesta a riesgos ocultos –u ocultados.

Los riesgos de la agricultura convencional (químico-industrial)

La rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura convencional está expuesta a cinco riesgos principales, que se verán intensificados en los próximos años:

1. Exposición a precios altos y volátiles.
2. Degradación de los recursos naturales – como sucede ya con los suelos y el agua y, por tanto, de los agrosistemas
3. Vulnerabilidad a un clima cambiante –especialmente a eventos extremos.
4. Externalidades ambientales negativas, que se verán expuestas de forma creciente a regulación e impuestos.
5. Cambio en las tendencias de los consumidores, según crece la demanda por alimentos libres de químicos de síntesis, naturales, sanos y con sabor.

La Agricultura Ecológica: una alternativa atractiva

Hay una forma alternativa de gestión que minimiza o excluye estos riesgos: la agricultura ecológica regenerativa. Este conjunto de sistemas y técnicas tiene como objetivos:

- el aumento de suelo fértil,
- la minimización de uso de insumos externos,
- el reciclaje de nutrientes y de energía,
- la diversidad de cultivos y de vida animal, y
- la producción de alimentos de alto valor nutricional y organoléptico.

Se puede llevar a cabo a escala comercial y es plenamente científico en cuanto reproducible y comprobable.

Siete razones para invertir en agricultura ecológica

pues pueden proporcionar retornos superiores -incluyendo la reducción de riesgos:

- a. cosechas comparables o superiores en la mayoría de los casos, y particularmente a medio plazo;
- b. costes de operación inferiores al disminuir la dependencia en insumos externos;
- c. aumento del capital natural, subiendo el valor de los activos al regenerar tierras degradadas;
- d. Resiliencia frente a las variaciones climáticas, pues los suelos sanos las soportan o se adaptan mejor.
- e. Externalidades ambientales positivas, con la posibilidad de recibir pagos por ellas, por servicios ambientales o créditos de carbono;
- f. Posibilidad de vender productos a un valor mayor, como alimentos ecológicos o carne de prados;
- g. Mayores beneficios con menor volatilidad.

¹⁴⁵ Paul McMahon, SLM Partners: "The investment case for Ecological farming".



Otra demostración de lo expuesto es el creciente cuestionamiento del ordenamiento jurídico vigente, sea nacional o internacional. Una de las iniciativas más visibles *“End Ecocide in Europe”*¹⁴⁶ que en febrero 2015 presentó en el Parlamento Europeo su propuesta de elaborar una legislación europea que disuada y reprima el “ecocidio”.

También importante, esta vez global, es *“Eradicating Ecocide”*¹⁴⁷ cuyo objetivo es incluir el ecocidio como Quinto Crimen Contra la Paz en el Estatuto de Roma. Ecocidio es definido aquí como “daño, destrucción o pérdida de ecosistemas de un territorio, causado por una organización humana o por otras causas, hasta tal punto que se haya reducido gravemente el disfrute pacífico de sus habitantes”.

Ni los gobiernos, ni las empresas, ni las entidades financiadoras son legalmente responsables de los más grandes ecocidios, pese a los daños y riesgos que ocasionan. Sus promotores argumentan, con razón, que aunque hay muchos acuerdos internacionales sobre esto, el daño no deja de aumentar porque ninguno prohíbe el Ecocidio.

También en EEUU hay iniciativas similares e incluso procesos legales en marcha. La base legal de estas reclamaciones en el derecho anglosajón es que si una nación – o una unión de naciones, como la UE – depende de un clima estable, y su habitabilidad, libertades e incluso supervivencia están en peligro, los jueces y las leyes han de forzar a la política a “hacer su trabajo”. Los gobiernos son fiduciarios de los recursos naturales que son la base del bien común y de la supervivencia. Los beneficiarios del fideicomiso son las generaciones presentes y futuras.

¹⁴⁶ <https://www.endecocide.org/>

¹⁴⁷ <http://eradicatingecocide.com>

Las leyes de la naturaleza son supremas y hay que actuar conforme a ellas, de lo contrario los gobiernos traicionan el principio más básico en el que se fundamentan – el bien común – traicionando también a los gobernados, con las graves consecuencias que empezamos a ver. *No es una cuestión puramente de medioambiente circunscrito, si no que es la cuestión de nuestra civilización.*

Otros ejemplos recientes son:

- ***El Gobierno Holandés es llevado a los tribunales¹⁴⁸*** por no reducir suficientemente las emisiones para evitar el aumento global de la temperaturas en 2 °C. La base jurídica de la demanda – presentada por 886 ciudadanos – son la vulneración de los Derechos Humanos y la legislación dañosa para este objetivo. En junio (2015) el Tribunal ha condenado al Estado, dando la razón a los demandantes.
- ***Lanzamiento de los “Oslo Principles on Global Climate Change Obligations¹⁴⁹” en Londres*** (Abril 2015). Aglutinados por un grupo de jueces, abogados y profesores, estos principios argumentan que no introducir las políticas adecuadas para el Cambio Climático es ya una vulneración de los Derechos Humanos y de las leyes de protección ambiental, sin importar los acuerdos internacionales firmados.
- ***Publicación de “Revolution Justified¹⁵⁰” (“La Revolución Justificada”)*** escrito por el abogado Roger Cox, el cual – junto a otros expertos – defiende que el sistema judicial debe jugar un papel fundamental en el abordar el Cambio Climático. Este libro inspiró la demanda arriba mencionada.

¹⁴⁸ The guardian: Dutch government facing legal action over failure to reduce carbon emissions

<http://www.theguardian.com/environment/2015/apr/14/dutch-government-facing-legal-action-over-failure-to-reduce-carbon-emissions>

¹⁴⁹ <http://www.yale.edu/macmillan/globaljustice/Oslo%20Principles.pdf>

¹⁵⁰ <http://www.revolutionjustified.org/>

“ESPERANZA EN UN CLIMA CAMBIANTE.” LAS GRANDES MEJORAS YA EN MARCHA

A) Meseta de Loess en China

“Esperanza en un clima cambiante” es el título de un documental realizado por Environmental Education Media Project (EEMP) sobre la restauración y regeneración de la Meseta de Loess en el nordeste de China. El director del EEMP, John D. Liu, fue a grabar el progreso de los trabajos en 1995, por encargo del Banco Mundial, y ha podido seguir su evolución hasta el presente¹⁵¹.

Esta vastísima meseta es la cuna de la civilización china y uno de los primeros lugares donde se ha desarrollado la agricultura en el mundo. Liu describe al llegar un lugar “donde gente desesperadamente pobre trata de ganarse la vida en un paisaje arruinado, seco y polvoriento”, tanto que dudaba que fuese posible restaurarlo. El Río Amarillo es así llamado por el lodo que lleva consigo, procedente de la erosión de la Meseta de Loess, y cuyo aumento ha hecho que aumenten sus crecidas a lo largo de la historia. Por ellos el río es conocido como “el lamento de China”.



Zona de la Meseta antes y después de la regeneración

Un equipo de expertos de ciencias sociales y naturales analizaron la historia de la Meseta e identificaron como causas de tal desastre *la deforestación, una agricultura extractiva e incontrolado pastoreo de cabras y ovejas*. Involucrando a la población local se puso límites a tales prácticas y se comenzaron a utilizar sistemas de Agricultura Regenerativa con plantas perennes y diversas, reemplazando los monocultivos anuales. También se construyeron terrazas en laderas.

A raíz de las mejoras visibles con el paso de los años, Liu se dio cuenta que *“es posible restaurar y regenerar ecosistemas dañados a gran escala, y que este conocimiento no es ya un simple hecho interesante sino una responsabilidad que puede cambiar el curso de la historia humana”*¹⁵².

¹⁵¹ Liu, John D. : Hope in a changing climate. En <https://www.youtube.com/watch?v=QWteolohjEA> (2009)

¹⁵² Descripción de el proyecto en <http://eempc.org/loess-plateau-watershed-rehabilitation-project/>

B) Programa de regeneración de 1/6 de la tierra en Etiopía

Hace 15 años los poblados de Abrha Meatsbha en el norte de Etiopía estaban a punto de ser abandonados: el suelo estaba erosionado, la zona sufría una constante alternancia de sequías e inundaciones y sus habitantes dependían, para comer, de la ayuda exterior. Hoy es irreconocible después de plantar millones de árboles y arbustos. Los pozos están recargados, el suelo está “volviendo”, los árboles frutales crecen y producen en los valles y las laderas son verdes de nuevo.

Este proyecto ya ha sido muy ambicioso: 224.000 hectáreas combinando cultivos y arboles según los principios de la Agroecología y dejando zonas silvestres. Etiopía se ha comprometido a hacerlo extensivo a otras 15.000.000 de hectáreas de tierra degradada^{153_154}.

C) Rehabilitación de Rugezi Highland Wetlands en Ruanda

El Gobierno de Ruanda reconoce la degradación medioambiental del país, que incluye reducción de la fertilidad del suelo, mal manejo de los recursos hídricos y deforestación.

La zona elegida para ser regenerada alimenta los ríos Nilo Blanco y Congo y produce energía hidroeléctrica. Está significativamente degradada debido a la deforestación de laderas para cultivar, lo cual ha provocado una general reducción de la biodiversidad, bajada de los niveles de agua, reducción de humedad del suelo, de la evaporación y de la transpiración, y del reciclaje de nutrientes. Esto tiene consecuencias en la población local que se empobrece, en las zonas más abajo del río, y globalmente. La capacidad de generación energética se ha reducido por menor disponibilidad de agua. Las consecuencias son acumulativas^{155_156}.

“En África esta sucediendo una revolución silenciosa”¹⁵⁷.

- 200.000.000 de árboles se han plantado y 45.000.000 de hectáreas se han regenerado en Nigeria, produciendo 500.000 toneladas de alimentos extra.
- Entre 200.000 y 300.000 has. se han regenerado en Burkina Faso, produciendo unas 80.000 toneladas de alimentos.
- 500.000 has. se han regenerado en Tanzania.

Según el Green Belt Movement¹⁵⁸, África está sufriendo las temperaturas más altas conocidas, y sin hacer nada éstas podrán subir a 3 – 4 grados centígrados al final del siglo con una reducción del 30% de las precipitaciones en el sub-Sahara. La regeneración ayudará a mitigar estas tendencias y a adaptarse a los cambios que se produzcan.

Como citado en **“Inversión”**, en *la Cumbre Climática de Nueva York de Septiembre 2014* (New York Climate Summit) gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y empresas *se han comprometido a restaurar 350.000.000 de hectáreas de paisajes deforestados – la extensión de la India*¹⁵⁹.

Más están siguiendo estos ejemplos, particularmente en África. Por otra parte se espera que en algún momento del futuro cercano se acuerde que la Regeneración sea intercambiable por créditos de Carbono.

¹⁵³ Vidal, J: Regreening program to restore one-sixth of Ethiopia's land

En <http://www.theguardian.com/environment/2014/oct/30/regreening-program-to-restore-land-across-one-sixth-of-ethiopia>

¹⁵⁴ IUCN: Forest Landscape Restoration in Ethiopia. En <https://www.youtube.com/watch?v=hNGJxeGSHGY>

¹⁵⁵ Descripción del proyecto: Restoration in Rwanda. <http://eempc.org/restoration-in-rwanda/>

¹⁵⁶ John D. Liu: Rwanda back to the garden. <https://www.youtube.com/watch?v=CEDf3M6Kho>

¹⁵⁷ John Vidal: Regreening program to restore one – sixth of Ethiopia's land. En The Guardian.

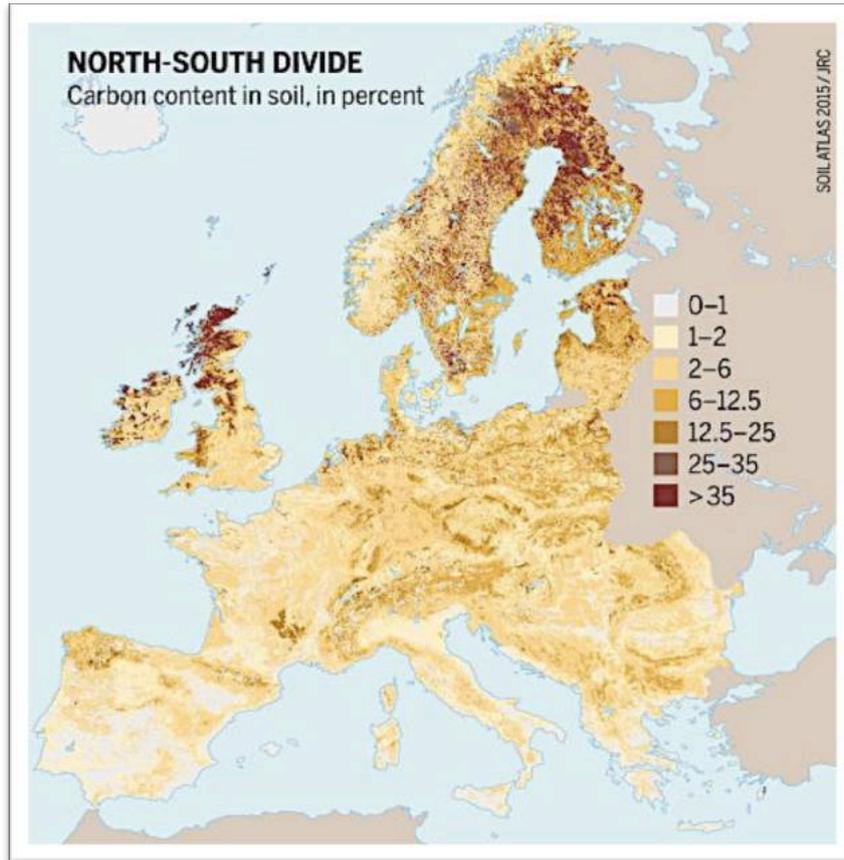
<http://www.theguardian.com/environment/2014/oct/30/regreening-program-to-restore-land-across-one-sixth-of-ethiopia> (2014)

¹⁵⁸ www.greenbeltmovement.org

¹⁵⁹ UN-REDD Programme: Global leaders pledge to end forest loss and billions of tons of carbon emissions at global Climate Summit

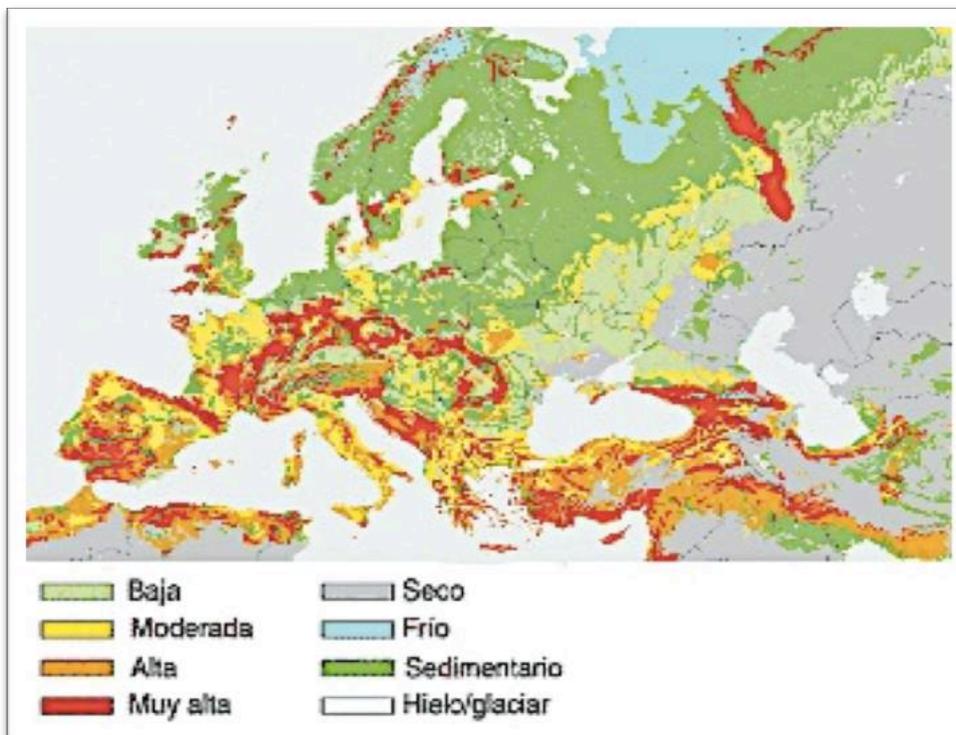
The declaration Would End Billions of Tons of Climate Pollution per Year , Backed With More Than \$1 Billion Down Payment, Restore 350 Million Hectares of Forest. En http://www.un-redd.org/Newsletter2014October/Climate_Summit/tabid/794390/Default.aspx (2014)

¿Y EUROPA?



Mapa 1

Contenido de Carbono en los suelos europeos (Mapa1¹⁶⁰) y degradación de los mismos (Mapa2¹⁶¹).
Nótese la coincidencia de las grandes zonas erosionadas con el menor Carbono acumulado.



Mapa 2

¹⁶⁰ Fuente: Soil Atlas 2015 en <http://globalsoilweek.org/soilAtlas-2015>

¹⁶¹ Fuente: www.unep.org/GEO3: Global Environment Outlook

Lo que sigue son los datos y opiniones expresadas en “*The State of Soil in Europe*” (2102), realizado por el Joint Research Center (JRC) con la colaboración de la Agencia Europea de Medioambiente, y la Dirección General de Medioambiente, de la Comisión Europea. Nótese la coincidencia con los planteamientos previos.

Carbono edáfico y clima global

Aprox. 45% de los suelos en Europa contienen poco a muy poco Carbono (0-2%) y otro 45% tienen un contenido moderado (2-6%) según un estudio del 2001 (*Rusco et al: Organic matter in the soils of Europe. Present status and future trends, en JRC*). Es improbable que la situación haya mejorado en los 14 años pasados, especialmente en el sur de Europa.

Vleeshowers L.M. y Verhagen A. (“*Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe*”, en *Global Change Biology* 8) encontraron que el Carbono de los suelos agrícolas está disminuyendo. En Inglaterra y Gales se ha perdido de media, un 0,6% anual entre 1978 y 2003, encontrándose tendencias similares en Francia, Austria o Bélgica. Una causa de la pérdida de Carbono edáfico es su mineralización por el exceso de fertilizante nitrogenado.

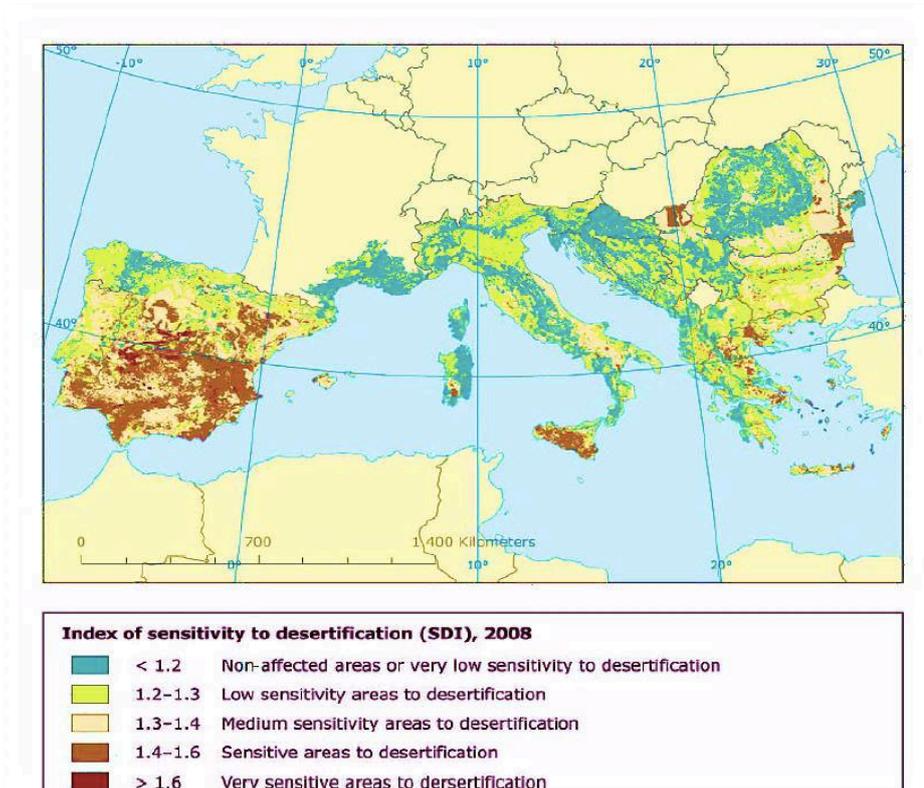
Provocar la salida de una fracción de Carbono del suelo europeo hace inútil cualquier esfuerzo y éxito en la reducción de emisiones de GEI. Sin una intervención importante en la gestión de suelos, los efectos del CC pueden aumentar la emisión de Carbono y la erosión – por el aumento de las temperaturas y de las precipitaciones (norte de Europa) o de su intensidad (sur) – y también aumentar las sequías y la aridez.

Se estima que los suelos agrícolas de la UE - 15 podrían absorber entre 60 – 70 millones de toneladas de CO2 atmosférico por año, con las técnicas regenerativas adecuadas (ver en “*Agricultura Regenerativa y agricultura degenerativa*”).

Desertificación europea

Si no se aplican las medidas adecuadas, las siempre más intensas y frecuentes sequías causarán en muchas regiones el colapso de los mecanismos edáficos de retención de agua, aumentando la erosión y la desertificación. Aunque la situación es variable *muchos procesos de degradación de suelos se están acelerando en Europa.*

Doce países europeos se consideran afectados por la desertificación y así se han incluido en el anexo V de la UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). Todos del sur de Europa, menos Letonia. *La situación es especialmente grave en gran parte de España,* en el sur de Portugal, en Sicilia, en el sureste de Grecia y en zonas del Mar Negro de Bulgaria y Rumanía.



Susceptibilidad a la desertificación en Europa¹⁶²

Agricultura

La Política Agraria Común (PAC) es esencial para la mejora o empeoramiento de la situación de los suelos. Las actuales medidas agroambientales pueden ser útiles, pero no tienen en cuenta aspectos como el sellado de suelos, la contaminación o la salinización ni, como objetivo específico, la emisión o almacenamiento de Carbono.

El informe SoCo (JRC 2009) confirmó que hay muchas prácticas agrícolas disponibles no solo para mitigar sino también revertir la degradación (ver en pág. 24). Se necesita mejorar la comprensión tanto de los agricultores como de los legisladores y otros grupos de interés sobre la necesidad de estas prácticas ***tanto de acuerdo con el principio “el que contamina paga” como también por los beneficios públicos por los que los agricultores deberían ser remunerados.***

Estas técnicas tienen la ventaja de estar ya disponibles, de implicar costos relativamente bajos y de no requerir tecnologías no probadas.

Los objetivos de conservación de suelos deberían ampliarse a su regeneración y ser explícitamente incluidos en los programas de Desarrollo Rural.

Mitigación y adaptación al cambio climático

En diversos documentos la Comisión Europea reconoce el papel fundamental de los suelos en buen estado en condiciones climáticas extremas, por ejemplo por su capacidad en la retención de Carbono y de agua, aliviando las consecuencias de sequías y previniendo inundaciones, erosión y desertificación.

¹⁶² Fuente: European Environment Agency. En <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/sensitivity-to-desertification-index-map>

Pero generalmente no se profundiza en la cuestión –ni siquiera en “El Protocolo de París”- ni se establecen objetivos o la regulación necesaria. Sin embargo los servicios que aportan ecosistemas sanos son **esenciales** para afrontar los impactos más extremos.

Como lo son también para la potencial mitigación del Cambio Climático, por la capacidad de reabsorber CO2 atmosférico.

Legislación europea necesaria

Un suelo sano y fértil es el corazón de la seguridad alimentaria. El uso insostenible de la tierra está llevando a mayor degradación de suelo y a la pérdida del mismo. ***La legislación europea en vigor no es suficiente para garantizar un nivel adecuado de protección para los suelos europeos,*** por tanto menos adecuada todavía para regenerar aquellos degradados o desertificados y aumentar su contenido de Carbono. La propuesta de una ***Directiva del Suelo (2006)*** no se ha concretado.

Se necesita una legislación europea, más allá de la nacional de cada país, por :

- * las funciones cruciales que el suelo realiza para los ecosistemas y las sociedades europeas;
- * los efectos transfronterizos de ciertos procesos de degradación de suelos, incluida la pérdida de Carbono edáfico;
- * las diferencias legislativas entre los distintos Estados Miembros para confrontar (o no confrontar) los problemas de los suelos;
- * los efectos en la competitividad;
- * los efectos negativos en los compromisos medioambientales internacionales (clima, biodiversidad);
- * los efectos negativos en aspectos y objetivos medioambientales cruciales, como agua, aire, biodiversidad o al ciclo del Carbono;
- * y, consecuencia de todo ello y de lo expuesto en este Informe, la fundamental importancia para la prevención del Cambio Climático cumplir los compromisos de la Unión Europea al respecto.

Esta necesidad ha trascendido el ámbito político y técnico: en septiembre 2006 se ha comenzado la recogida de firmas necesaria para empujar a la Comisión Europea a dar los pasos necesarios para poner en marcha una Directiva para proteger el suelo: www.people4soil.eu.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez de Toledo MSc, Íñigo
 - * “*Los cuatro procesos fundamentales que se dan en el suelo*”. Presentación realizada en el Congreso Nacional de Medio Ambiente (2008).
 - * “*Carbono y suelo, el estado de la cuestión*”. Vida Rural (mayo 2010); Ecohabitar nº25 (2010).
 - * “*Vino, viticultura y cambios climáticos*”. Agronegocios nº 497 (2010).
 - * “*Regeneración del olivar: propuestas para olivareros inteligentes*”. Mercacei no. 82 (2015).
 - * “*Regeneration of soils and ecosystems: the opportunity to prevent climate change*” (2015).
 - * “*Regeneration von Böden und Ökosystemen: Ein Weg zur Begrenzung des Klimawandels. Grundlagen für die erforderliche Klima- und Agrarpolitik*” (2015)
 - * “*Rigenerazione di suoli ed ecosistemi: l’opportunità di evitare il cambiamento climatico. Basi per una nuova politica climatica ed agricola italiana ed europea*” (2016).
- En
 - ideaa.eu
 - academia.edu
 - regenerationinternational.org/the-science/
- Asimov, Isaac: “*La ira de la tierra*”. Ediciones B, Barcelona (1994).
- Boero, Fernando: “*Economia senza natura. La grande truffa*”. Ed. Codice (2012).
- Capra, Fritjof / Luisi, Pier Luigi: “*Vita e natura: una visione sistemica*” Ed. Aboca (2014).
- Chaboussou, Francis: “*Healthy Crops: A New Agricultural Revolution*”. Ed. Paperback (2005).
- Climate Focus / CEA (California Environmental Associates): “*Anuario 2014. Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture.*” <http://www.climatefocus.com>
- Cox, Roger: “*Revolution Justified*” Ed. Planet Prosperity Foundation (2012).
- Diamond, Jared: “*Colapso. Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen.*” Ed. Debate (2006).
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio: <http://millenniumassessment.org>
- FAO (Food and Agriculture Organization): “*Gestión sostenible de la tierra: retención del carbono del suelo*”. <http://www.fao.org/nr/land/gestion-sostenible-de-latierra/retencion-del-carbono-del-suelo/es/>
- Fernández Alés, R., Leiva Morales, M.J: “*Ecología para la agricultura*”. Ed. Mundi-Prensa (2003).
- Global Environment Outlook (GEO). <http://www.unep.org/spanish/geo/>
- Hansen, James E. [*Storms of My Grandchildren: The Truth About the Coming Climate Catastrophe and Our Last Chance to Save Humanity*](#). [Bloomsbury Publishing](#). (2009).

- Holistic Management International: *"The water cycle."* En idea.eu/es/trabajos (Versión en español en <http://managingwholes.com/photos/water-cycle-basicsspanish/index.htm>).
- Holmgren, David: *"Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability"*. Ed. Chelsea Green Pub. Co. (2002).
- Institute for Advanced Sustainability Studies: *"Soil Atlas"*. Heinrich Böll Foundation, Berlin (2015).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) <http://www.ipcc.ch/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change: *"Climate change 2014: mitigation of climate change"* .<http://www.ipcc.ch/>
- Joly, Nicolas: *"El vino del cielo a la tierra. La viticultura en biodinámica"*. Ed. La fertilidad de la tierra (2008).
- Joint Research Centre (European Commission): *"Soil Carbon sequestration for climate food security and ecosystem services. Proceedings of the international conference 27-29 May 2013 Reykjavik Iceland"*. (2014).
- Joint Research Centre/Institute for Environment and Sustainability, Land Management and Natural Hazards Unit, en colaboración con European Soil Bureau Network: *"Soil Atlas of Europe"*. (2005).
- Joint Research Centre (European Commission) / European Environment Agency/ DG Environment: *"The state of soil in Europe"* . (2012).
- Lal, Rattan (Editor):
 - * *"Soil Erosion And Carbon Dynamics"*. Ed. CRC Press (2005).
 - * *"Encyclopedia of Soil Science"*. Ed. CRC Press (2006).
 - * *"Soil Carbon Sequestration and the Greenhouse Effect"*. Ed. American Society of Agronomy (2009).
- Leu, André: *"The myth of safe pesticide"* Ed ACRE (2014)
- Liu, John D.: *"Green Gold"*. <https://www.youtube.com/watch?v=YBLZmwlPa8A>
- Lovelock, James: *"Las edades de Gaia"*. Ed. Tusquets (1993).
- Martínez Alier, Joan: *"Introducción a la economía ecológica"*. Ed. Rubes (1999).
- Masson, Pierre: *"Biodinámica: guía práctica para uso de agricultores y aficionados"*. Ed. La fertilidad de la tierra (2009).
- Mollison, Bill: *"Permaculture. A designers' manual"*. Ed. Tagari (2004).
- Munich Re: <https://www.munichre.com/en/group/focus/climate-change/index.html>.
- Nebel, B. J., Wright R.T.: *"Environmental science. Toward a sustainable future"*. Ed. Prentice Hall (2002).

- Parker, Geoffrey: *“El siglo maldito. Clima, guerras y catástrofes en el siglo XVII”*. Ed. Planeta (2013).
- Pistis, Paolo: *“Coltivare con l’agricoltura biodinámica. L’ABC per l’umanizzazione dell’agricoltura”*. Ed. Fondazione Le Madri (2011).
- PlantTech Associates: *“Upside (Drawdown) The Potential of Restorative Grazing to Mitigate Global Warming by Increasing Carbon Capture on Grassland”*. (2014).
- Podolinsky, Alex: *“Bio-dynamic agriculture introductory lectures”*. Ed. Gavemer (2004).
- Prinz zu Lowenstein, Felix: *“Food Crash. Wir werden uns ökologisch ernähren oder gar nicht mehr”*. Ed. Pattloch (2011)
- Rodale Institute. *“Regenerative Organic Agriculture and Climate Change: A Down-to-Earth Solution to Global Warming”*. (2014).
- Savory, Allan: *“Manejo Holístico”*. Ed. INE México (2005).
- Steiner, Rudolf: *“Curso sobre Agricultura Biológica Dinámica”*. Ed. Antroposófica (2009).
- Stockholm Resilience Centre – *Sustainability Science for Biosphere Stewardship*. <http://www.stockholmresilience.org>
- UNEP (United Nations Environment Programme) / PNUMA (Programa Naciones Unidas para el Medioambiente): *“The emissions gap report”*. (2013).
- UNEP (United Nations Environment Programme) / PNUMA (Programa Naciones Unidas para el Medioambiente): *“Anuario 2012”*.
- UNEP (United Nations Environment Programme) / PNUMA (Programa Naciones Unidas para el Medioambiente): *“The emissions gap report 2009”*.
- UNEP (United Nations Environment Programme) / PNUMA (Programa Naciones Unidas para el Medioambiente): *The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation* (2009).
- UNCTAD (United Nations Commission on Trade and Development): *“Wake up before is too late. Make Agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate”*. <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=666> (2013).

©Idea Systems Regenerativos. Idea.eu

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>