



# OBSERVATORIO AMBIENTAL ARGENTINO



## INFORME IV

### ¿Qué hay más allá de los límites biológicos y físicos?

Sobre como la proximidad de los límites en las variables planetarias nos acercan a una transición sin retorno



# AZARA

DESCUBRÍ TU ESPÍRITU EXPLORADOR

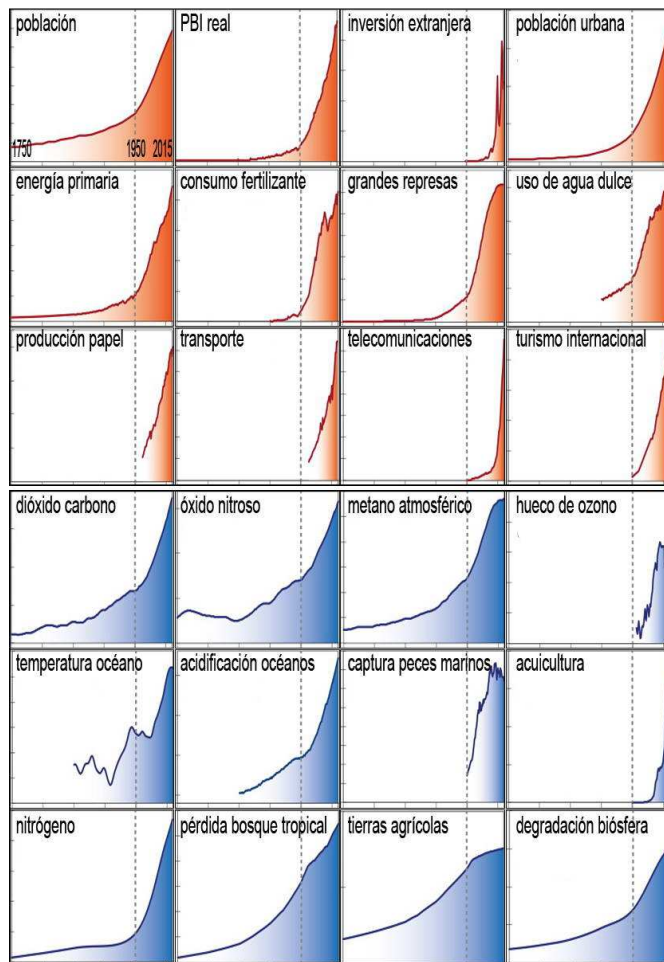
[www.fundacionazara.org.ar](http://www.fundacionazara.org.ar)



# ¿Qué hay más allá de los límites biológicos y físicos?

Sobre como la proximidad de los límites en las variables planetarias nos acercan a una transición sin retorno

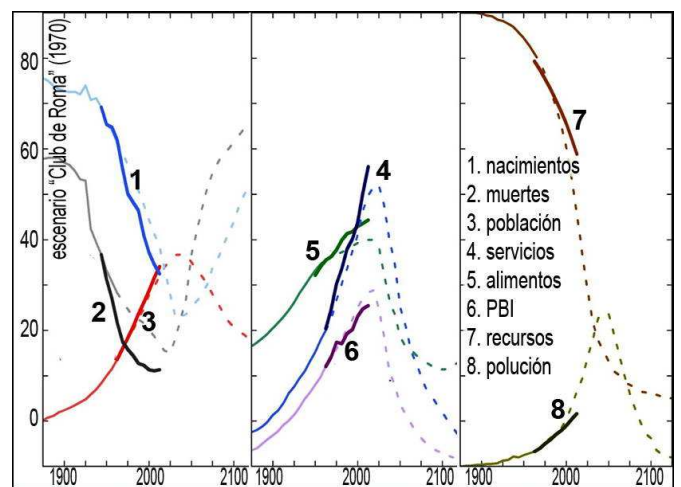
**La “Gran Aceleración”.** El IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme*) se fundó en 1987. En el 2015 generó un análisis de datos de 24 indicadores socio-económicos y del sistema terrestre que muestran como en el período 1750-2010, los distintos indicadores tienen una aceleración final en los últimos 60 años. La Revolución Industrial se toma como punto de partida (1750), y corresponde al inicio del cambio de combustible desde la biomasa al carbón. Pero, luego de la Segunda Guerra Mundial (1950) fue el punto de inicio de la aceleración actual (conocido como palo de hockey por la forma del dibujo). Cada uno de los indicadores puede ser forzado por el hombre y atenuado por otros indicadores que absorben el impacto. Pero en algún momento se produce el efecto contrario y desencadena una amplificación (acción retardada). No se trata de cadenas lineales de acontecimientos, sino de una interacción en malla entre los indicadores. El forzamiento humano genera un efecto dominó con consecuencias que no son claras y se tratan de comprender. La Gran Aceleración es una descripción de lo que puede ser un problema. No entrega una solución, pero pone en evidencia la dinámica que llevará a los sistemas al límite.



En los gráficos se muestra la evolución entre 1750 y 2010 de diversas variables sociales, económicas y ambientales. La línea imaginaria de 1950 es un indicador del momento del arranque de la aceleración final. Este tipo de curva se conoce como palo de hockey (relativa estabilidad y arranque de golpe). Este argumento fomenta la definición de era Antropoceno.

**Los “Límites del Crecimiento”.** La aceleración de las variables llegará a un límite debido a que la Tierra es finita. La huella ecológica del planeta se encuentra en 150%, es decir, se requiere un planeta y medio para satisfacer las necesidades actuales. Esto es posible gracias al consumo de recursos naturales acumulados y que no se renuevan a la misma tasa de

consumo. Los Límites del Crecimiento fue encargado por un grupo de expertos llamado el “Club de Roma” (creado en 1968). Encargaron un estudio a investigadores del MIT que usaron un modelo de computadora (World3) para realizar un seguimiento de la economía y el ambiente mundial. Tomaron datos históricos hasta 1970 y desarrollaron un escenario hasta el 2100. El modelo predijo “exceso y colapso” antes de 2070 si todo sigue igual (escenario “business-as-usual”). Publicado en 1972, fue revisado en el 2014. Se encontró que el planeta siguió una ruta similar a la establecida y que nos encontramos más cerca de los límites naturales. La producción industrial per cápita debería comenzar a caer en el 2015; la tasa de mortalidad deberá aumentar desde el 2020; la población mundial debería comenzar a caer desde el 2030. Las primeras etapas de declive puede que hayan comenzado. El destino podría ser diferente si se inicia un genuino liderazgo ambiental global.

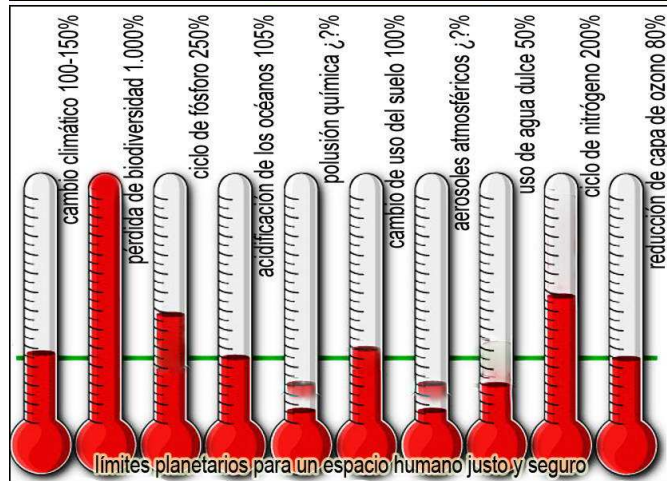


El Club de Roma estudió en 1968-72 la interrelación y evolución a futuro de 9 variables sociales y económicas. El resultado de la revisión de 2014 indica un empeoramiento y colapso durante este siglo (arriba). Un ejemplo de deterioro local está en el altiplano. El lago Poopó (Bolivia), tenía 2.337 km<sup>2</sup> de superficie y la desecación produjo consecuencias ambientales, humanas y económicas. En el 2015 se convirtió en una pampa de agua salada (humedales pequeños y poco profundos), con el ecosistema destruido y la pérdida de 200 especies de animales (entre ellos toda la fauna ictícola). La cuenca del Poopó fue declarada en el 2002 como un ecosistema de importancia internacional. Las causas de la caída son: climatológicas (la temperatura mínima aumentó 2 °C en 56 años); mal manejo de los recursos hídricos; explotación agrícola (12.000 ha de asentamientos agrícolas); contaminación minera e industrial de Oruro (contaminantes minerales como arsénico, plomo, cadmio y zinc) y falta de acción política. Los lagos Poopó y Titicaca dependen del río Desaguadero,

pero un plan regulador de la década de los 90 prefirió salvar al Titicaca, impidiendo el paso de agua hacia el Poopó.

**Los "Límites Planetarios".** La *Stockholm Resilience Centre* prepara en forma periódica un informe sobre límites planetarios. En el 2009 identificó y cuantificó 9 límites planetarios (aunque pueden ser más) que no deberían superarse para no provocar cambios abruptos e irreversibles. Se trata de definir un ambiente seguro y justo para la convivencia de la sociedad humana con el ambiente. Los 9 límites son: el agotamiento del ozono estratosférico (el hueco de ozono afecta fundamentalmente al cono sur); la pérdida de integridad de la biósfera (extinción en masa de especies y pérdida de biodiversidad); la contaminación química (sustancias tóxicas nuevas en el ambiente); el cambio climático (incremento de temperatura por el CO<sub>2</sub> en la atmósfera); acidificación de los océanos (resultado del aumento del CO<sub>2</sub> en los océanos); interferencia en el ciclo hidrológico global con pérdida de agua dulce; cambio en el uso del suelo (para agricultura y ganadería); interrupción del ciclo del nitrógeno y el fósforo (por fertilizantes del agro); carga de aerosoles en la atmósfera (smog industrial y natural).

espacio humano justo y seguro (límites planetarios)		
Descripción del límite	valor actual	valor del límite
<b>cambio climático</b>		
CO2 atmosférico	400 ppm	350 (450) ppm
energía (radiación)	2,3 W/m2	1-1,5 W/m2
<b>integridad de biósfera</b>		
extinciones por año	100-1000 /millón especies	<10 /millón especies
agotamiento del ozono	200 Dobson Antártida	290 Dobson
acidificación de los océanos	84% saturación	>80%
<b>ciclos biogeoquímicos</b>		
aumento de nitrógeno	22 Mt/año	11 Mt/año
aumento de fósforo	150 Mt/año	62 Mt/año
uso del suelo, pérdida forestal	38%	25 (46)%
uso agua dulce	2600 km3/año	4000 (6000) km3/año
aerosoles atmosféricos	a determinar	a determinar
metales pesados, plásticos	a determinar	a determinar

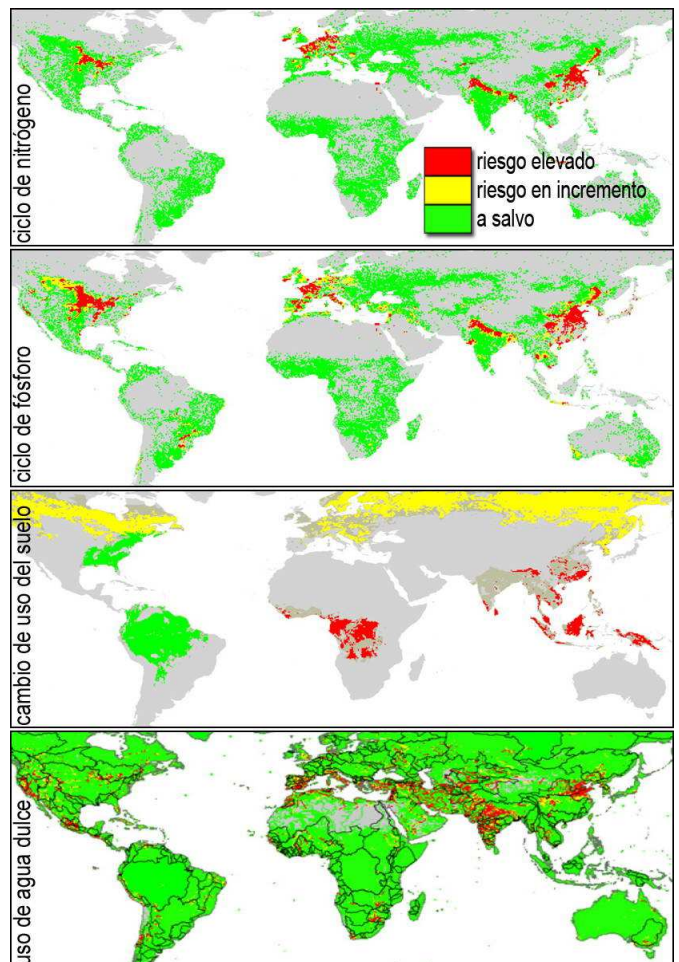


El denominado "espacio humano justo y seguro" se refiere a 9 indicadores y sus límites que, de ser superados, pueden provocar consecuencias irreversibles (arriba). En 2015, cerca de la mitad de los indicadores se encuentran por encima del valor máximo estimado (abajo).

Los límites planetarios están interconectados y para el 2015 eran 4 los que habían sido superados. Por ejemplo, la pérdida de especies tiene una tasa de extinción entre 100-1.000 veces superior a la tasa natural (0,1 a 1 millón de extinciones por cada millón de especies por año para la vida marina y de 0,2 a 0,5 para los mamíferos). En cambio, el nivel de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se encuentra sobre las 400 ppm en el 2015; pero el valor

preindustrial (1750) era de 270 ppm y el límite planetario se estima entre 350-450 ppm. Es un caso donde nos encontramos en la frontera. Otros aspectos susceptibles de cambios irreversibles a nivel regional (con efectos globales) son: la corriente termohalina del Atlántico; el hielo marino del Ártico; la capa de hielo de Groenlandia; las plataformas de hielo de la Antártida; el clima (el Niño y los monzones); la cubierta vegetal del Amazonas y del bosque boreal; etc.

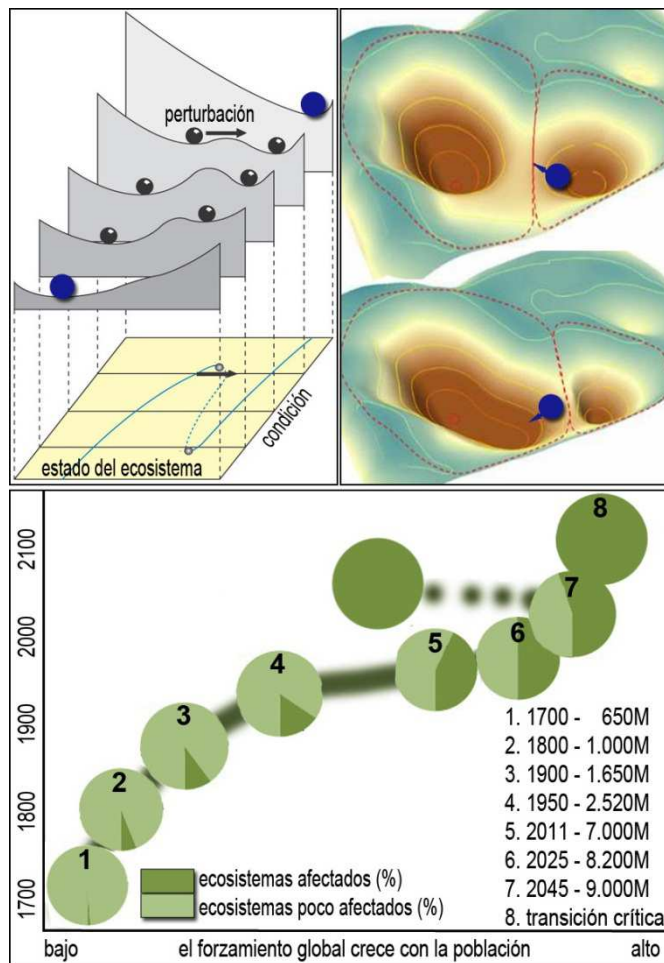
Las posturas posibles son dos: revisar el modelo de consumo centrando la conducta en la preservación del actual equilibrio o confiar en las innovaciones tecnológicas que permitan encontrar un nuevo equilibrio. Cuando los conceptos de progreso y responsabilidad se vuelven antagónicos se debería limitar el progreso, atendiendo al "Principio de Precaución" (adoptar medidas protectoras ante sospechas fundadas aunque no existan evidencias definitivas). Por ejemplo, la agricultura se encuentra en un problema de difícil o imposible solución: debe aumentar la producción al doble para el 2050 (30% de aumento de población y 50% en calidad de vida), en tanto debe reducir la presión sobre varios límites planetarios (uso de agua, emisiones de CO<sub>2</sub>, uso del suelo, intervención en el ciclo del N y P, presión sobre la biodiversidad).



El estado de 3 límites planetarios mostrados en las áreas del planeta más afectadas. Los ciclos bioquímicos del nitrógeno y el fósforo se encuentran en buen estado en la región productiva pampeana. El uso del suelo muestra un estado de transición en el permafrost del Ártico. El uso del agua dulce tiene zonas específicas en problemas por consumo de reserva subterráneas.

**Las "Transiciones Críticas".** La "Gran Aceleración" nos acerca a los "Límites del Crecimiento" de la sociedad. Superar los "Límites Planetarios" puede desencadenar las "Transiciones Críticas" hacia un nuevo estado. La

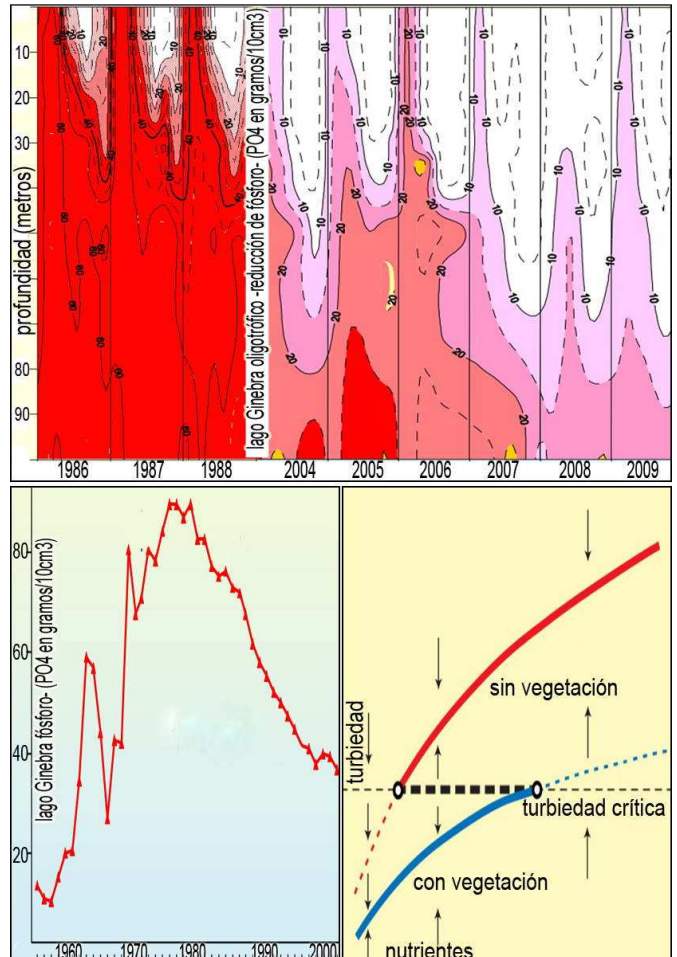
humanidad se acerca a puntos de transición desde donde no hay retorno para algunas de las múltiples relaciones que existen entre la economía, sociología y la ecología. La imagen tradicional que considera a la naturaleza en un estado de equilibrio parece falsa. Está mejor representada por el concepto de "estado dinámico de estabilidad". Se asimila al movimiento de una bola entre valles y picos. La bola se mueve por las presiones, pero regresa al centro del valle debido a la propia resiliencia (capacidad para superar circunstancias dramáticas). Los humanos representan una fuerza más que mueve la bola. El problema ocurre cuando la fuerza es tan grande que lleva la bola más allá del pico y produce un salto llamado "transición crítica". El nuevo valle puede ser muy diferente al anterior. Existen transiciones locales que ya ocurrieron (megaciudades, humedales desecados), regionales (grandes ríos intervenidos por múltiples represas, pérdida de hielo en Groenlandia) y globales (calentamiento global, pérdida de corales) que pueden estar en proceso de ocurrencia.



La transición crítica se produce cuando el estado del ecosistema se modifica más allá de los límites que permiten una perturbación y el retorno al estado original. Del "otro lado" las condiciones son totalmente diferentes (arriba). Por ejemplo, el incremento de la población mundial (7.000 millones en el 2011) puede llevar a los ecosistemas (relación entre los no-afectados y los afectados) hasta el límite de no retorno (abajo). Cuando se desee restaurar la planta Tierra resultará imposible volver al original.

Para estudiar una transición crítica se escoge una sola de las múltiples variables como indicador (p.e., eutrofización en los lagos o temperatura de la atmósfera). Un ejemplo de estudio fue el área metropolitana de México. Se sugirió tomar la movilidad como variable. En 1990 el promedio de velocidad de los autos era 35 km/h y en el 2007 bajó a 17 km/h. La movilidad depende de muchas variables: la cantidad de calles (superficie de asfalto); el número de automóviles (2 millones en 2003 y 4 millones en

2015); la cantidad de estacionamientos; los horarios de uso; la cantidad de vehículos circulando en un momento; el "tráfico inducido" (la decisión psicológica para utilizar un auto y escoger la ruta en competencia con el resto de usuarios); la disponibilidad de transporte público. La construcción de calles promueve el uso del auto, por eso que desde hace medio siglo en New York no se construyen autopistas urbanas. Es un caso donde la oferta incentiva la demanda.



La concentración de fósforo en el Lago Ginebra mantuvo un incremento hasta 1980 desde donde comenzó a reducirse. En el 2015 quedaban solo 284 pescadores profesionales en Suiza, producto de la reducción de peces por contaminación doméstica y agrícola con fósforo. El incremento de nutrientes produce aumento de turbiedad (algas que al morir consumen el oxígeno) hasta llegar a un umbral crítico desde donde la vegetación y peces desaparecen. En los '70 se instalaron sistemas de tratamiento de aguas residuales, en los '80 se prohibió el uso de jabón en polvo con fósforo, y en los '90 se mejoró la aplicación de fertilizantes agrícolas. En el 2001 y por primera vez desde la Edad Media se observaron nidos de cormoranes (consume medio kg de peces al día).

Otros ejemplos son el Lago Poopó (Bolivia) y el Mar Aral (Kazajistán y Uzbekistán). El Aral era un lago interior de los más grandes del planeta y hoy ocupa el 10% de la superficie original. En los años '60, la URSS desvió las aguas de ríos afluentes para la irrigación de campos. En aquella época la planificación soviética había decidido abandonar al lago a cambio de la agricultura. El objetivo era producir algodón y lo consiguió, hoy día Uzbekistán es un importante exportador de algodón. La reducción del aporte de agua y la contaminación por fertilizantes terminó con el lago y la industria pesquera. Hoy, los residuos del fondo vuelan con el viento esparciendo los tóxicos. Las aguas que quedan tienen altísima salinidad (2,4 veces mayor al océano). Una isla del lago fue usada por la URSS para experimentar con armas biológicas. Las instalaciones se abandonaron en

1992 y fueron luego limpiadas, aunque se sospecha que es el origen del carbunco (ántrax) que se usó para el ataque terrorista en Estados Unidos en el 2001. El Lago Poopó llegó a una situación similar por el corte de aporte de agua, el uso de afluentes para agricultura y el vertido de desechos de la industria y minería. Volver atrás en ambos casos es imposible, entre otras causas porque la fauna ictícola nativa se ha perdido.

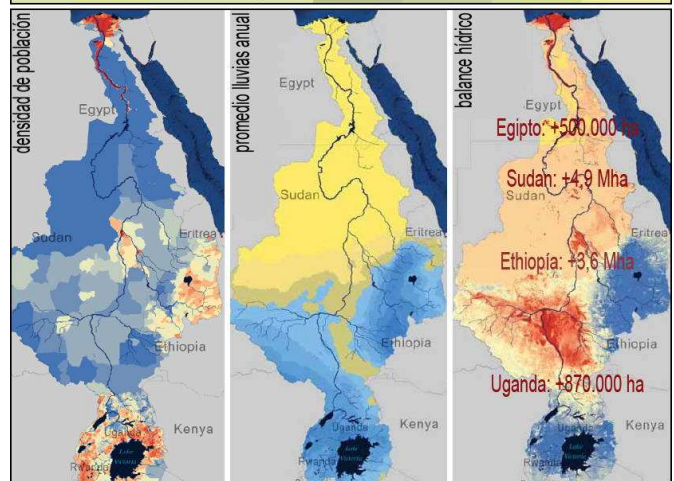
**Los "Límites Biofísicos" y la agricultura.** La humanidad se enfrenta a limitaciones biológicas y físicas para lograr la Seguridad Alimentaria (garantizar una dieta suficiente, sana y equilibrada) a 9.000 millones de habitantes en el 2050. Estos límites son: productividad del suelo (medida en toneladas por hectárea); disponibilidad de suelo fértil (erosión y salinización); suministros de agua para riego (pérdida de reservas y contaminación); efectividad de los plaguicidas (toxicidad para los humanos y pérdida de acción por resistencia en las plagas); agotamiento de los fertilizantes minerales; riesgos para los polinizadores; etc. El status actual muestra una "alimentación insuficiente" y una "distribución no-equitativa". Para resolver la ecuación "suficiencia-distribución" se necesita tener en cuenta las limitaciones biofísicas (los dilemas biofísicos y sociales están vinculados). Los sistemas igualitarios de gobernanza y la distribución de los recursos no prosperan cuando las comunidades carecen de los recursos básicos. El crecimiento de la población supera la disponibilidad de la educación, salud y otros servicios básicos, y la degradación ambiental amenaza los medios de vida. La gente tiene menos tiempo para buscar la justicia social porque deben pasar más tiempo centrados en la supervivencia. Los que defienden una mayor igualdad como medio para lograr la seguridad alimentaria global deben contemplar un freno al consumo y una transición a una población reducida. ¿Es posible forzar los límites biofísicos de la agricultura, sin llegar a la transición crítica (pérdida de suelos fértiles)?

Siendo que la base de la alimentación humana se sustenta en trigo, arroz y maíz, y que 60% de la producción de arroz y trigo (producción global anual de 1.000 Mt/año) y el 30% de maíz se destina al consumo humano, casi no queda excedente para una acumulación que garantice la Seguridad Alimentaria a futuro. Se consume lo que se produce en tiempo real (existe una corta acumulación en silo-bolsa y ganado). Según la FAO, el 10% de la superficie del planeta (1.500 Mha) son suelos cultivados (35 Mha en la Argentina). Hay 2.000 Mha adicionales potencialmente utilizables pero están en ecosistemas frágiles, de elevada vulnerabilidad ambiental y en un 50% cubiertas por bosques. En los próximos 20 años, más del 80% de la expansión de la superficie cultivada (100 Mha) se hará en América Latina y África Subsahariana. Los datos globales indican que ya existen 2.000 Mha de suelos degradados por diferentes procesos. En la Argentina, un 40% del territorio (120 Mha) está afectado por procesos de erosión hídrica y eólica y aumenta a razón de 1 Mha anual. Es deseable que el incremento de producción de alimentos a futuro provenga de la intensificación productiva, con mayores rendimientos, cosechas múltiples y la mayor ocupación productiva posible a lo largo del año. Para el 2050 se debería casi duplicar la producción, pero las estrategias conocidas para lograrlo están en decadencia.

**(1) Estrategia de aumentar la superficie.** El aumento del área sembrada está limitado por varios frentes. Buena parte de los suelos disponibles no son aptos para la agricultura extensiva, lo mejor ya está usado. El avance de la frontera agrícola ocurre a expensas de selvas y bosques nativos, el ambiente y la vida silvestre tienen mucho que perder. Son ambientes muy frágiles, con suelos pobres que requieren el aporte abundante de fertilizantes, por lo que la conversión no aparece como sustentable. Hay que agregar la pérdida de tierras periurbanas, por la expansión de las ciudades para albergar a más habitantes. Por ejemplo, en China se decretó un límite inferior de 53 Mha de humedales para ser conservadas. Con la tendencia de pérdida del 2015, en el 2020 esta línea roja se romperá. La mitad de los humedales costeros en China desaparecieron en los últimos 50 años, junto con el 70% de los bosques de manglares y el 80% de los arrecifes de coral cercanos a la costa. Además, la política para

salvaguardar el suministro de alimentos compite con la conservación. Se definió un límite mínimo de 120 Mha de tierras cultivables. Así, cualquier tierra agrícola perdida para el desarrollo de las ciudades e industrias, debe ser compensada por una superficie equivalente, para lo cual quizás se sacrifiquen humedales. Es la competencia por el uso de la tierra.

	maíz	soja	trigo	totales
producción total en toneladas	+101%	+96%	-16%	
rendimiento toneladas/hectárea	+64%	+55%	+25%	
erosión (pérdida) de suelo	+67%	-66%	-47%	
riego por hectárea (litros agua)	-28%	-9%	+6%	
energía usada por hectárea	-6%	-17%	+9%	
uso de energía total	+14%	+3%	-26%	
emisiones de CO2 por hectárea	+8%	-118%	+21%	
emisiones de CO2 totales	+31%	+1%	-17%	
horas de trabajo por hectárea	-59%	-66%	-12%	
relación deuda/activos				-37%
incidencia agrícola en PBI total				+69%
accidentes de trabajo				-55%
días de trabajo perdidos				-76%
accidentes fatales (muertes)				-32%



La Gran Aceleración agrícola en Estados Unidos se ve representada por los rendimientos en el período 1980-2010 (arriba). Pero los Límites Biofísicos se hacen sentir. Un ejemplo de mala praxis es la cuenca del Nilo (abajo), donde se planean 10 millones de hectáreas de riego por encima de lo que soporta el sistema.

**(2) Estrategias de intensificación agrícola.** Para obtener más del mismo suelo, una posibilidad es aumentar el número de cosechas, mediante una secuencias de cultivos (rotaciones); la optimización del agua, reposición de nutrientes y aprovechamiento de la radiación solar. En la Argentina ya se obtienen 2 cosechas anuales lo que parece el límite máximo posible. Podría pensarse en el incremento del rendimiento. Por ejemplo, sobre un promedio actual de 5.000 kg/ha en trigo, la tendencia de aumento en los últimos 50 años fue de 42 kg/ha/año; pero en los últimos 20 años fue 36 kg/ha/año y en la última década 21 kg/ha/año. La curva de mejora se aplatina. En tanto el incremento anual del rendimiento debería aumentar: desde 0,5-0,7 %/año en el 2015, debería pasar a 1,1-1,3 %/año hacia el 2050. La agricultura extractiva reducirá los rendimientos y la reposición de nutrientes será más difícil y caro.

**(3) Estrategias de los transgénicos.** Los transgénicos han sido fundamentalmente defensivos, generando contramedidas contra el stress climático y biológico (stress térmico e hídrico, plagas resistentes). La capacidad biológica de aumentar la absorción de radiación solar está saturada. La Revolución Verde aumentó el rendimiento por la reducción de

la altura de las plantas, lograda mediante la introducción de genes de enanismo. Así, se redujo el riesgo de vuelco (caída de la planta); la mayor parte de la energía de fotosíntesis fue redirigida hacia las espigas; las espigas eran más fértiles y producían más granos por unidad de superficie. La planta de trigo intercepta ya el 95% de la radiación solar. La estrategia de lograr una mayor producción de biomasa (eficiencia de la fotosíntesis) es un desafío con elevado grado de dificultad y malas expectativas de tiempo. El objetivo será aumentar la actividad de las enzimas que transforman CO<sub>2</sub> en azúcares, incrementando la capacidad fotosintética y de producir biomasa. La mejora parece depender más de aumentar el número de granos producidos, que su peso y tamaño individual. La estrategia de incorporar genes para aumentar la supervivencia de las flores puede rendir resultados. Por ejemplo, el uso de genes de una gramínea usada como alimento para ganado (Agropiro, *Thinopyrum ponticum*) mostró rendimientos 10-20% superiores. Los genes dieron mayor fertilidad de las flores y mayor número de granos por espiga de trigo. Otra estrategia actual es aumentar el crecimiento y tamaño final de las espigas mediante la prolongación de la duración de los estadios reproductivos (crecimiento de las espigas) a costa de los vegetativos (crecimiento de hojas, tallo y raíces).

**La “Transición Crítica” en la cuenca del Nilo.** Entre 1959-1970 más de 90.000 nubios tuvieron que ser reubicados para formar el lago Nasser (Egipto). La represa de Asuán interrumpió las inundaciones anuales del río Nilo, por lo que los sedimentos y limo, que antes nutrían el Valle del Nilo, se desplazaron hasta una red muy densa de canales de riego y humedales en la desembocadura (Delta del Nilo). La falta de abono natural en el Valle produjo el aumento de la erosión y la necesidad de uso de fertilizantes químicos que causan contaminación por escorrentía. Por su parte, el lago Nasser experimentó un aumento en la vida vegetal que alimenta a los caracoles que producen la enfermedad esquistosomiasis. Además, tiene elevadas tasas de evaporación debido al clima muy seco y cálido, que se lleva 20-30% del aporte de agua desde el Nilo. La provisión de agua para un Egipto más poblado será un problema de difícil solución.

Egipto y Sudan producen todos sus alimentos mediante riego desde el Nilo. Los problemas que enfrentan son la degradación y salinización de los suelos, el mal drenaje y la contaminación. Como resultado de las intervenciones en el cauce, el agua del Nilo no llega a desembocar en el Mediterráneo y el agua salada retrocede por el delta dañando la producción agrícola. La cuenca del Nilo ya estaba dañada cuando se proyectó el riego de 10 Mha adicionales en lo que va de este siglo en los 4 países de la cuenca. Un problema adicional es que las nuevas áreas de explotación extraen el agua que utilizan los pueblos indígenas, generando conflictos que llegan a las armas. Se dice que “lo valioso en ese lugar no es la tierra, sino el agua”. Otro problema es la estacionalidad del aporte de agua. El 80% del agua del Nilo proviene de Etiopía por lluvias entre junio y agosto. Pero, mientras las poblaciones indígenas utilizan el agua en forma estacional, las explotaciones agrícolas nuevas se planean para abastecer de agua todo el año mediante represas y canales. Esto se agrava por el uso de cultivos con alto consumo de agua (caña de azúcar y arroz). Las estimaciones indican que el Nilo tiene un potencial de riego de 17 Mha y que se explotarán 27 Mha, lo que da un déficit de 10 Mha.

En tanto, Etiopía construye una represa en el afluente Nilo Azul, lo que reducirá los suministros a Egipto y Sudán. Los 3 gobiernos negociaron una forma para compartir el agua, reduciendo las pérdidas por evaporación del lago Nasser. El almacenamiento en la represa de Etiopía producirá menos evaporación porque es más profundo, tiene menor superficie y se asienta en tierras altas, frías y húmedas. Como se reducirá la generación de electricidad en Egipto, Etiopía tendrá que compartir la electricidad de la nueva represa. Sudán (a medio camino entre Etiopía y Egipto) podría beneficiarse por un flujo de agua más uniforme, lo que reduce el riesgo de inundaciones y el aumento de las posibilidades de riego.

**¿Es posible volver atrás?** En los alrededores de Buenos Aires, un 70% de los barrios cerrados (*countries*) y urbanizaciones se establecieron sobre o cerca de valles fluviales. Construidos en terrenos de bajo costo, fueron rellenados cerrando la escorrentía natural de la llanura. Cuando se producen lluvias excepcionales los ríos (p.e., Reconquista y Luján) ocupan el valle entero produciendo inundaciones que desembocan en un angosto canal de desagüe. También la ciudad de Luján está en un valle de inundación, pero fue fundada en 1755 cuando nada se sabía sobre estas cuencas. La conversión de llanura de inundación en tierras de cultivo y residencial estrangulan las cuencas. Las llanuras aluviales naturales sirven como amortiguador de las inundaciones, recargan los acuíferos subterráneos, depuran las aguas contaminadas (son los “riñones de la naturaleza”) y proporcionan refugio para peces y anfibios. ¿Qué significa volver atrás?, se pueden hacer obras de ingeniería para evitar inundaciones, pero el ecosistema no tiene vuelta atrás. Lo que tendremos es un ecosistema distinto, la transición crítica ya se produjo.

La restauración del ecosistema es compleja y como disciplina lleva 40 años de trabajos ordenados. Las inversiones para restaurar humedales son elevadas y con pocos resultados. Los trabajos no logran recuperar la biodiversidad, estructura y funciones originales (son versiones simplificadas). Un humedal es “funcional” cuando llega a una estabilidad dinámica, pero restaurarlo no significa recuperar al original. Durante la restauración los caminos se bifurcan dependiendo de las plantas que lo colonizan y de los daños recibidos durante la intervención humana. En un estudio donde se evaluaron 621 humedales restaurados en todo el planeta (biodiversidad y funciones biológicas, geológicas y químicas) se encontró que debieron pasar 50-100 años para recuperar el 75% de la biodiversidad y las funciones del ecosistema.

En un ensayo en Wisconsin (Estados Unidos) se escavaron 3 parcelas paralelas de 90x5 m y se sembraron con igual tipo de plantas. El agua que circulaba se reguló en forma idéntica con el objetivo de medir los servicios de purificación de un humedal y aplicarlo a las aguas pluviales de la ciudad de Madison que desaguan en el lago Wingra. Tres años más tarde, los resultados indicaron que cada estanque siguió un camino de recuperación distinto y distaban de tener la vegetación esperada. Analizando el subsuelo se encontraron diferencias en la capa de arcilla lo que afectaba a la absorción. La enseñanza fue que se debe abandonar la idea de recrear el humedal anterior, que la cantidad de variables es mucha y se desconoce el camino que va a seguir el ecosistema. Por eso es mejor preservarlos que restaurarlos.