



Gestión Integral del
Cambio Climático



Glosario

Adaptación: Consiste en medidas implementadas para disminuir el daño de los efectos del cambio climático (reducir vulnerabilidad) y aumentar la capacidad de recuperarse después de daños ocurridos por estos efectos (incrementar resiliencia). Incluso puede darse el aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste a los efectos del clima. Por lo tanto, se enfoca en gran parte a la reducción de la vulnerabilidad que es disminuir los impactos negativos del cambio climático e incrementar la resiliencia, que es aumentar la capacidad de recuperarse después de dichos impactos negativos y aprovechar las ventanas de oportunidades que se deriven.

Aerosol: Los aerosoles son partículas sólidas o líquidas muy finas presentes en el aire, que permanecen en la atmósfera durante varias horas o tiempos cortos. Pueden influir en el clima directamente, dispersando la radiación devuelta al espacio, o indirectamente, actuando como núcleos de condensación de nubes. El humo, el polvo, las nubes, la ceniza volcánica son aerosoles.

Aire: Es el nombre dado a la atmósfera de la tierra o los gases que la componen (ver atmósfera).

Albedo: Es la fracción o porción de la radiación solar que llega a la Tierra que es reflejada por una superficie u objeto (por ej. la superficie del suelo o las nubes). A menudo se expresa como porcentaje. Las superficies cubiertas por nieve tienen un alto albedo (por ej. 90 %); las superficies cubiertas de vegetación y los océanos tienen un albedo bajo (por ej. de 5 a 20 %). Un albedo alto refleja más la energía del sol, esto significa que hay menos calor, de lo contrario, un albedo bajo, significa que mayor cantidad de energía es absorbida, lo que propicia el calentamiento de la Tierra. Hay varias propuesta de manejo del albedo terrestre para reducir la radiación solar que llega a la superficie y se queda allí y con ello disminuir el calentamiento global. Sin embargo, estas propuestas, que calzan en la rama de geoingeniería o ingeniería climática, a menudo llevan riesgos desconocidos que podrían compllcar la situación si se implementasen.

Atmósfera: Aire o cubierta gaseosa que rodea la Tierra es retenida por la gravedad. La atmósfera seca está formada casi en su integridad por nitrógeno (78,1 partes de cada cien o %) y por oxígeno (20,9 por ciento), junto con una serie de pequeñas cantidades de otros gases como argón (0,93 por ciento de la mezcla de volumen), el helio, ozono y gases radiativos de efecto invernadero como el dióxido de carbono que está presente en pequeñas cantidades (0,035 por ciento o lo que es lo mismo 400 partes por millón (ppm). Además, la atmósfera contiene vapor de agua, con una cantidad variable pero que es normalmente de un 1 por ciento del volumen de mezcla. La atmósfera también contiene nubes y aerosoles

Biocombustible: Combustible producido a partir de material orgánico. Cualquier combustible líquido, gaseoso o sólido producido a partir de materia orgánica vegetal o animal. Se diferencia del combustible fósil en cuanto a cambio climático porque quemarlo libera CO₂ que estaba recientemente en la atmósfera, fue atrapado por las plantas mediante fotosíntesis y luego re-liberado con su combustión. Por ello no es una emisión nueva de CO₂ mientras que las de combustible fósil sí lo son. Por ejemplo: el aceite de soja, alcohol a partir de azúcar fermentado, la madera utilizada como combustible, etc. Los combustibles de segunda generación son productos tales como el etanol y el biodiesel derivados de biomasa mediante procesos químicos o biológicos.



Bioenergía: Energía derivada de la biomasa.

Biodiversidad: Variabilidad o diversidad entre los organismos vivos procedentes de ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos en general. Pueden ser plantas, animales, hongos y microorganismos, donde se toma en cuenta también la variabilidad genética dentro las mismas especies y los complejos ecológicos de los cuales estos forman parte.

Biomasa: Peso (o masa) de materia orgánica procedente de un ser vivo o contenida en este.

Biosistema: Un sistema es una unidad funcional con interacción entre sus componentes con entradas y salidas, como una ciudad o una persona. Cuando el sistema está vivo o es parte de un ser vivo o tiene un componente vivo significativo, es un biosistema. Por ejemplo, una bacteria, una hoja, un planeta, una ciudad e incluso el planeta. El biosistema se establece según el nivel de ordenamiento que se quiere considerar, desde microoscópico hasta lo más grande que pueda existir.

Calentamiento global: Aumento gradual, observado o previsto, de la temperatura global en la superficie, como una de las consecuencias del forzamiento radiativo provocado por las emisiones antropogénicas presentes en la atmósfera.

Cambio climático: Cambio del clima atribuido al calentamiento que produce la alteración de la composición de la atmósfera global, la cual es producida directa o indirectamente por la actividad humana que se suma a la normalidad y variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. O sea, es el cambio en el clima que se deriva del cambio en temperatura (un incremento) debido al efecto invernadero que produce el incremento en la concentración de gases con efecto invernadero en la atmósfera.

Cambio en el uso de la tierra: Un cambio en el uso o gestión de la tierra por las personas, que puede llevar a un cambio en la cubierta de dichas tierras. La cubierta de las tierras y el cambio en el uso de las tierras pueden tener un impacto en el albedo (ver albedo), la evapotranspiración, y las fuentes y los sumideros de gases de efecto invernadero, u otras propiedades del sistema climático, y puede tener igualmente consecuencias en el clima, ya sea de manera local o mundial.

Capa de ozono: Capa del planeta tierra en la parte superior de la atmósfera (estratosfera), en la que la concentración del ozono (O_3) es mayor en comparación al resto de la atmósfera, la cual absorbe la mayoría de la radiación ultravioleta del sol—la cual de otra forma entraría al planeta y llegaría a la superficie causando efectos dañinos. Sin embargo, esto no está directamente ligado al cambio climático, no lo está el fenómeno de agujero de ozono que se forma en los polos dejando entrar más cantidades de radiación ultravioleta. El ozono es un gas invernadero pero en menor medida.

Carbón: Combustible fósil cuya combustión es en gran medida causante del cambio climático. No se refiere aquí a carbón vegetal, que sería un biocombustible.

Carbono: Sustancia química, con el símbolo C, que es junto con el oxígeno (O—que normalmente opera como O_2), el hidrógeno (H) y el nitrógeno (N) la base de la vida (por ello somos conocidos como



organismos CHON). Los carbohidratos, las proteínas, las vitaminas y en general la materia orgánica está compuesta de moléculas en base a carbono con las otras sustancias indicadas, así como con una gama de elementos menores (por ej. el hierro o el calcio). De la combinación de estos elementos también se estructuran otros compuestos de gran importancia, como el dióxido de carbono (CO_2), el agua (H_2O), el ozono (O_3) que ya se indicó arriba y los otros dos grandes gases de efecto invernadero, el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Con esto queda indicada la importancia de la vida y el cambio climático, lo cual gira alrededor del flujo entre la fotosíntesis y la respiración, que son actividades inversas, la primera que produce carbohidratos a partir de dióxido de carbono, agua y energía solar y la segunda, sea la respiración, que libera esa energía a partir de su “combustión” interna utilizando el oxígeno que respiramos, y así podemos vivir.

Carbono equivalente: Ver dióxido de carbono equivalente.

Carbono neutro: Se refiere a cuando el balance entre la cantidad de carbono o dióxido de carbono que es liberada a la atmósfera por una persona, actividad o empresa, y la cantidad equivalente que es secuestrada (ver secuestro de carbono) es cero. Si el balance entre esa suma y resta es igual a cero se habla que esa actividad es carbono neutra—y podría llegar a ser todo el planeta. Cuando se habla de carbono neutro, emisiones y secuestro es importante considerar que sobre todo el metano y el óxido nitroso tienen efecto similar y se consideran en el sentido de su equivalencia (ver dióxido de carbono equivalente). Por ejemplo, usar biocombustibles es carbono neutro porque, como se explicó arriba, las emisiones que produce quemarlos, son las mismas que absorbió la biomasa con la que se produjo ese biocombustible en su crecimiento, por lo tanto, no suma ni resta la concentración de CO_2 que emitan. La meta de lograr una economía carbono neutra, difícil como es, solamente y en caso de ser a nivel mundial nos llevaría a detener el aumento en la concentración de gases invernadero ya existentes en la atmósfera, no reduciría esa concentración. O sea, aunque todo el mundo pasase a ser carbono neutro, todavía quedaría el efecto invernadero que ya existiera en ese momento. La otra situación de interés es que aunque un individuo o país o región pasaren a ser carbono neutra, cualquier efecto de ello se diluiría a nivel global y literalmente no se manifestaría en relación a ese individuo, país o región.

Carbono negativo: Es cuando el balance entre la emisión y la fijación de carbono o sus equivalentes es en favor de la fijación, o sea se emite menos que lo que se fija de CO_2 del ambiente. sin ser devuelto al mismo, o sea cuando hay una acumulación de compuestos de carbono por parte de un organismo fotosintético. Esto solamente se da por la fijación en sumideros de carbono (que por ahora son solamente los organismos fotosintéticos como por ej. bosques y microalgas acuáticas), los cuales, tarde o temprano se van a devolver al ambiente por la descomposición de la materia orgánica dónde se fija. Este proceso se puede alargar utilizando madera para construcción u otros usos.

Si se quiere reducir el efecto de cambio climático, es necesario que el balance mundial pase a ser carbono negativo. Para lograr eso, no solamente se tendría que limitar las emisiones a un mínimo—por ej. no utilizar más combustible fósil—sino que habría que promover el secuestro de carbono de manera que sobrepase significativamente las emisiones...

Carbono positivo: Es cuando el balance entre emisiones y fijación es positivo. Esta es la situación en la gran mayoría de las actividades del planeta, salvo por la reforestación y otros usos de la tierra y el agua donde prevalece la fotosíntesis...



Clorofluorocarbonos (CFC): Gases sintéticos que se emiten en relativamente pequeñas concentraciones pero tienen gran efecto invernadero. Estos gases son normalmente utilizados para refrigeración, aire acondicionado y otros usos. Como no se destruyen en la baja atmósfera, los CFC se desplazan hasta la alta atmósfera donde, con las condiciones apropiadas, descomponen el ozono. Estos gases están siendo sustituidos por otros compuestos, incluidos los hidroclorofluorocarbonos y los hidrofluorocarbonos, que también son gases de efecto invernadero pero no tienen tanto efecto en el ozono.

Combustibles fósiles: Combustibles basados en carbono fósil, incluidos el petróleo, el gas natural y el carbón. Estos combustibles son producto de la fotosíntesis de antaño y al quemarlos liberan CO₂ que estaba atrapado y fue parte de la atmósfera hace millones de años, por lo que se considera que este CO₂ es una adición a la atmósfera. El principal causante del cambio climático es la combustión de combustibles fósiles.

Combustión: Proceso mediante el cual se libera la energía contenida en un compuesto, que en este caso se trata de compuestos ya sea orgánicos o fósiles. La combustión es similar a la respiración, y la energía que se libera fue introducida en los compuestos mediante la fotosíntesis, ya sea reciente o, en el caso de combustibles fósiles, de antaño.

Deforestación: Proceso natural o antropogénico que convierte terrenos boscosos en terrenos no boscosos. El proceso inverso se conoce como reforestación. Ambos procesos así como el mantenimiento de bosques se utilizan como mecanismos de fijación (secuestro) de carbono en la mitigación del cambio climático.

Dióxido de carbono (CO₂): Principal gas invernadero. Es un gas natural que se produce como resultado de la respiración y la quema de combustible. Es también el principal componente de la fotosíntesis, que es en realidad el proceso inverso a la respiración

(Ecuación de la fotosíntesis: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$).

El CO₂ es el gas de referencia frente al que se miden otros gases con efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento de 1 (Ver potencial de calentamiento).

Debido a una mayor concentración de CO₂ en la atmósfera, conocida como fertilización por dióxido de carbono, se da una intensificación del crecimiento vegetal que en cierta medida se favorece al contar con mayor disponibilidad de CO₂.

Dióxido de carbono equivalente (CO₂,eq): Efecto que produce un gas invernadero en la atmósfera en equivalencia al efecto que produciría una misma cantidad de CO₂—que por definición tiene una equivalencia de 1. Los principales gases invernadero tienen comparativamente alto valor de CO₂,eq, lo cual realza su importancia. El del metano es 23 y el del óxido nitroso es 300 veces el del CO₂.

Efecto invernadero: Al aumentar la concentración de gases invernadero en la atmósfera disminuye la salida de calor del planeta, que es necesaria para el equilibrio, con lo cual aumenta la temperatura de la atmósfera y se da el cambio climático. La capa de CO₂ y otros gases invernadero puede ser vista como una cobija que guarda el calor del cuerpo que de otra forma se escaparía hacia el aire. Como se ve más adelante en equilibrio energético, el planeta tiene que soltar de vuelta hacia el espacio básicamente la misma cantidad de energía que le entra por radiación solar, si esto no sucede así, lo que sucede es que esa



energía extra que se queda va calentando el planeta. Esto es el efecto invernadero.

El Niño/Oscilación Meridional (ENOM): El Niño, en su sentido original, es una corriente cálida que fluye periódicamente desde el Oriente hacia lo largo de la costa de Perú y cercanías, causando una serie de fenómenos atmosféricos así como alteraciones en las pesquerías locales. El nombre El Niño se lo pusieron precisamente los pescadores de Perú porque el fenómeno tiende a manifestarse a fines de año. Este fenómeno oceánico se asocia con una fluctuación de las pautas de presión intertropical en la superficie y la circulación del aire en los Océanos Pacífico e Índico, llamada Oscilación Meridional. Ambos, juntos, se denominan ENOM. El fenómeno opuesto a El Niño se llama La Niña. Aunque ambos, El Niño y La Niña, son fenómenos naturales que han existido por muchos años y no son el producto del cambio climático, por una parte vienen a reforzar los efectos del cambio climático y por otra parte muy probablemente están siendo exacerbados por el cambio climático. Es decir, se esperan incrementos en la frecuencia y severidad tanto de El Niño como de La Niña.

Emisiones: En el contexto de cambio climático, se entiende por emisión la liberación de gases con efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles a la atmósfera. Es importante tener claro que aunque las emisiones se den en una zona y tiempo específicos, por ejemplo, en un país de alto consumo de combustibles fósiles, los gases así emitidos se esparcen por toda la atmósfera y sus efectos se dan a nivel atmosférico planetario. Es decir, no importa si una región emite poco o mucho, el cambio climático se da a nivel global.

Energías renovables: Energía obtenida de fuentes naturales renovables, es decir que se renuevan día con día y no se agotan o por lo menos no en función de un manejo que se les dé. Estas fuentes naturales de energía renovable son el sol, el agua y el viento, así como mareas y olas, el calor geotérmico y la biomasa. Un aspecto importante es que salvo las emisiones de instalación y otras actividades, la generación de energías alternativas es carbono neutra. También, es de mucha importancia que en la medida que se sustituye energía alternativa por la producida por combustibles fósiles, se contribuye a reducir emisiones.

Equilibrio energético: El balance energético del sistema climático, sobre la base de una media en todo el planeta y sobre períodos prolongados, debe estar en equilibrio. Como el sistema climático recibe toda su energía del Sol, este equilibrio implica que, en todo el planeta, la cantidad de radiación solar entrante debe ser—en término medio—igual a la suma de la radiación solar reflejada saliente y la radiación infrarroja saliente emitida por el sistema climático. Una perturbación de este equilibrio mundial de radiación, ya sea de forma natural o provocada por el hombre, se llama forzamiento radiativo.

Evento climático extremo: Evento que es raro en un determinado lugar y estación (un evento extremo se sale de un caso en diez o más). Se espera que el cambio climático incremente la frecuencia y severidad de eventos extremos. Ejemplos incluyen lluvias torrenciales, inundaciones, sequías, tormentas tropicales y olas de calor.

Forzamiento radiativo: Una medida de la influencia de un factor en particular (por ej. gases de efecto invernadero o cambios en albedo) en un cambio neto en el balance energético del planeta. [Expresada en vatios por metro cuadrado (W/m^2)].



Fotosíntesis: Proceso por el que las plantas absorben dióxido de carbono (CO_2) que junto con agua y energía solar produce carbohidratos y de allí otros compuestos orgánicos, emitiendo oxígeno (O_2) en el proceso. Esta es la base de la vida en el planeta y la respiración es el mecanismo mediante el cual nosotros liberamos esa energía y la podemos usar para nuestro metabolismo. Por supuesto, al liberar esa energía también liberamos CO_2 de vuelta a la atmósfera. Un proceso totalmente similar es la combustión de los combustibles fósiles, que al ser quemados liberan no solo energía sino también CO_2 .

Gases invernadero (o gases con efecto invernadero): Son gases presentes en la atmósfera en concentraciones significativas que, mientras dejan entrar la radiación solar atrapan parte de la radiación terrestre saliente, afectando el balance energético planetario hacia aumentos en temperatura. Los gases invernadero de larga vida y concentraciones significativas (o sea de importancia) son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), son químicamente estables y persisten en la atmósfera durante escalas de tiempo desde décadas hasta siglos o más, de modo que sus emisiones ejercen su influencia en el clima a largo plazo. Los gases de corta vida (por ejemplo, el dióxido de azufre y el monóxido de carbono) son químicamente reactivos y se eliminan por lo general mediante procesos naturales de oxidación en la atmósfera, eliminándolos en la superficie o gracias a la lluvia. Además están los gases fluorinados que no se producen de forma natural, sino que han sido desarrollados por el hombre con fines industriales. El agua en forma de vapor en la atmósfera es en realidad el principal gas invernadero, pero lo ha sido desde siempre y no está cambiando radicalmente su concentración en el aire--no nos preocupa porque la capacidad del aire para retener vapor de agua es limitada. De hecho, también las nubes tienen gran efecto aerosol, y todo ello podrá cambiar con el cambio climático, sobre todo a niveles locales donde puede haber más o menos nubosidad que lo normal.

Inundaciones: Fenómeno natural en que, principalmente por abundancia de lluvia pero también por otras causas como oleaje y mareas y deshielos, el agua cubre en exceso considerables extensiones de tierra provocando pérdidas económicas ya sea por daño a bienes, cultivos agrícolas y otros.

Metano (CH_4): El metano es uno de los principales gases de efecto invernadero que se intenta reducir. Su emisión está asociada a la quema de los combustibles fósiles, a la ganadería y a la agricultura. Su concentración en la atmósfera es de aproximadamente 2 partes por millón (ppm) y su potencial de calentamiento mundial (PCM) es de 23.

Mitigación: Intervención antropogénica para reducir las emisiones netas de gases invernadero, lo cual se logra en una combinación de reducir emisiones y aumentar los sumideros. Nótese que, por lo menos por ahora y en el futuro previsible, la mitigación solo intenta reducir las emisiones netas para que no aumente tan rápido la concentración de estos gases en la atmósfera. La mitigación ni siquiera intenta reducir la concentración de los gases invernadero en la atmósfera. Es decir, aun cuando se tuviese la más exitosa de las mitigaciones, y todos los países del mundo pasaran a ser carbono neutros, todavía tendríamos una elevada concentración de gases invernadero en la atmósfera—es decir, todavía tendríamos los efectos del cambio climático.

NOTA: es interesante destacar que el término “mitigación”, que ha existido desde antes del cambio climático, es utilizado en otro contexto que el indicado aquí (que es el indicado por el Panel Internacional de Cambio Climático). A menudo se encuentra el término utilizado en función del significado original de la palabra y se habla de mitigar los efectos del cambio climático, que es algo que se realiza dentro del



concepto de adaptación.

Óxido nitroso (N₂O): El óxido nitroso es uno de los principales gases de efecto invernadero que se intenta reducir. Potente gas de efecto invernadero emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa. Su concentración en la atmósfera es de aproximadamente 325 partes por billón (ppb) y su potencial de calentamiento mundial (PCM) es de 310.

Potencial de calentamiento mundial (PCM): Índice basado en las propiedades de los gases de efecto invernadero mezclados homogéneamente, que mide el forzamiento radiativo de una unidad de masa de un gas de efecto invernadero específico mezclado homogéneamente en la atmósfera actual, integrado sobre un período de tiempo concreto, relativo al dióxido de carbono. El PCM representa la combinación del efecto de la diferencia de tiempo que estos gases permanecen en la atmósfera y su efectividad relativa para absorber la radiación térmica infrarroja saliente.

Protocolo de Kyoto: El Protocolo de Kyoto es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), se adoptó en 1997 en Kyoto, Japón, donde varios países acordaron la reducción de sus emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero al menos un 5 por ciento por debajo de los niveles que se reportaron en 1990 durante el período de compromiso de 2008 al 2012. Es decir, un ridículo.

Resiliencia: Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de recuperar su función esencial, su identidad y su estructura después de una perturbación, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Resiliencia y vulnerabilidad son los dos elementos de la adaptación al cambio climático. A menudo se asocia resiliencia con una baja vulnerabilidad, aunque ambos términos se pueden utilizar por separado. En general, se utiliza baja vulnerabilidad en función de la capacidad de mantenerse y alta resiliencia en función de la capacidad de recuperarse ante una perturbación.

Secuestro de carbono: Captación del carbono en reservorios vegetales terrestres o marinos. El secuestro biológico incluye la absorción directa de CO₂ de la atmósfera mediante un cambio en los usos del suelo, forestación, reforestación, etc. Existen estrategias poco probadas de secuestrar CO₂ en profundidades de la tierra, pero esto por ahora no es una práctica común.

Sequía: Fenómeno que se produce cuando la precipitación ha estado muy por debajo de los niveles normalmente registrados y necesitados para un balance hídrico adecuado, causando serios desequilibrios hidrológicos que afectan de manera adversa a los sistemas terrestres.

Sumidero: Objeto o cuerpo cuyo proceso, actividad o mecanismo retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases con efecto invernadero sumiéndolo en una forma en que deja de tener efecto. El sumidero natural por excelencia es el crecimiento vegetal, por ej. el de bosques, que absorbe CO₂ mediante la fotosíntesis. Se conoce también como reservorio de carbono y están relacionados a sumidero los términos captura de carbono, secuestro de carbono o almacenamiento del carbono.



Variabilidad climática: El clima es naturalmente muy variable. Se espera, y se está observando, que esa variabilidad climática aumentará con el cambio climático. Esto está muy asociado a los eventos climáticos extremos, como lluvias torrenciales y/o sequías, además de huracanes y otras situaciones. Uno de los problemas principales del cambio climático no es el aumento paulatino de la temperatura sino el aumento en la variabilidad climática que esto trae. Es precisamente el evento climático extremo el que más complicación trae en relación al cambio climático.

Vulnerabilidad: Característica que denota debilidad y susceptibilidad de los sistemas personales, sociales, económicos y ambientales en cuya medida pierden su función esencial, su identidad y su estructura por una perturbación, en este caso la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Todos los sistemas tienen algún grado de vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático enfatiza reducir la vulnerabilidad a niveles manejables o aceptables, mientras que se incrementa la resiliencia, es decir la capacidad de recuperación ante el impacto del cambio climático.

Muchos de los términos empleados aquí provienen del glosario del Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC) y Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA):

https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/es/annexsanexo-1.html
<http://www.epa.gov/climatechange/glossary.html>

Agradecemos sus comentarios al correo electrónico: clima@ucr.ac.cr

