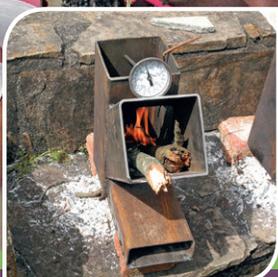


Cambio climático

Evaluación participativa y mecanismos de adaptación rural en siete regiones de Colombia



Una contribución a la valoración del servicio ambiental de retención de carbono en sistemas de producción conservacionistas y a la adaptación al cambio climático

 FASTENOPFER



Cambio climático

evaluación participativa y mecanismos de adaptación rural en siete regiones de Colombia



Una contribución a la valoración del servicio ambiental de retención de carbono en sistemas de producción conservacionistas y a la adaptación al cambio climático

Cambio climático

Evaluación participativa y mecanismos de adaptación rural en siete regiones de Colombia

Una contribución a la valoración del servicio ambiental de retención de carbono en sistemas de producción conservacionistas y a la adaptación al cambio climático

© **Corporación Semillas de Agua**

Carrera 37 No. 1-125 Piso 3
Cali, Valle del Cauca - Colombia
semillasdeagua.org

ISBN: 978-958-57423-6-9

Editor

David Díaz Ruiz

Autores

Jorge A. Rubiano P.
Biólogo

David Díaz Ruiz
Ingeniero agrónomo
Socorro Canaval
Médica veterinaria zootecnista

Fotografías

David Díaz Ruiz
Jorge A. Rubiano P.

Diseño e impresión

El Bando Creativo

Primera edición
Santiago de Cali
Mayo de 2015

Con apoyo de:



El contenido de este documento es de responsabilidad exclusiva de la Corporación Semillas de Agua, y en modo alguno debe considerarse que refleja la posición de las organizaciones que apoyaron su publicación.



Contenido

4	Talleres realizados con las Copartes de Fastenopfer y las comunidades	
6	Introducción	
9	El cambio climático, qué es y cómo funciona	
13	Razones para adaptarnos	
16	Métodos de campo y laboratorio para la estimación de la retención de carbono en sistemas de agricultura conservacionista y áreas de conservación y su potencial de emisión de CO₂	
	▶ Contenidos de carbono y estimación del potencial de emisiones de CO ₂ en los diferentes agrorreservorios de fincas en Poblazón, Cauca	21
	▶ Contenidos de carbono y estimación de emisiones de CO ₂ en suelos de la Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC) Semillas de Agua en el complejo de páramos de Anaimé y Chili (departamento del Tolima)	24
28	Resultados de la aplicación de la herramienta Evaluación Participativa del Cambio Climático y el Riesgo de Desastres (EPCCRD)	
	▶ Construcción, desarrollo y análisis de la matriz de vulnerabilidad	28
	▶ Principales amenazas a los modos de vida locales	30
	▶ Recursos de vida más amenazados	31
	▶ Impactos que generan las amenazas sobre los recursos más estratégicos para los modos de vida locales	31
	▶ Estrategias de afrontamiento identificadas ante los diferentes efectos negativos de las amenazas establecidas	33
	▶ Principales obstáculos para la implementación de las estrategias de afrontamiento	36
	▶ Conclusiones del uso de la herramienta EPCCRD	36
38	Uso de la herramienta de predicción climática Acuandes	
	▶ Conclusiones y recomendaciones del uso de la herramienta Acuandes	46
48	Herramientas para valorar el efecto de prácticas de manejo de sistemas agropecuarios sobre la huella de carbono	
	▶ Actividades humanas y su potencial de emisiones, retención de CO ₂ y mitigación	49
	▶ Amenazas derivadas del cambio climático (CC), acciones de adaptación, su eficacia, su efecto sumidero y la mitigación en los proyectos de las Copartes de Fastenopfer en Colombia	50
	▶ Tipo de prácticas en proyectos agropecuarios y su impacto en retención de carbono y/o mitigación	53
56	Tecnologías para la adaptación al cambio climático	
	▶ Norma de sismorresistencia - NSR 10	65
	▶ Drenajes y terraceo para mejorar el manejo seguro del agua	68
	▶ Los calendarios fenológicos o el comportamiento de las especies frente al clima	74
	▶ Sistemas de filtración lenta en arena, una opción biológica sin el uso de cloro para potabilizar el agua	77
CD	Anexos	
	▶ Relatorías de los talleres de aplicación de la herramienta EPCCRD en las siete Copartes en Colombia	
	▶ Documento análisis de escenarios futuros del clima e impactos en la hidrología por políticas locales de uso del suelo en cada coparte	

Talleres realizados con las Copartes de Fastenopfer y las comunidades sobre Adaptación al Cambio Climático y desarrollo de la herramienta de Evaluación Participativa del Cambio Climático y el Riesgo de Desastres en Colombia



► Grupo de técnicos de las Copartes de Fastenopfer.



► Taller en El Tambo, Cauca, con Atucsara.



► Taller en Sandoná, Nariño, con Suyusama.



► Taller en el Cauca con la asociación de Cabildos del Norte del Cauca ACIN - CODACOP.



► Taller en el Caquetá con la Vicaría del Sur.



► Taller en el Putumayo con la parroquia de Nuestra Señora del Carmen.



► Taller en Tumaco, Nariño, con la Diócesis.



► Taller en Cajibío con el Movimiento Campesino de Cajibío - MINGA.



Introducción

Si bien es cierto que nuestro planeta a lo largo de su historia ha experimentado muchos cambios climáticos estructurales, es la primera vez que nosotros los seres humanos tenemos que enfrentarlos.

Las sociedades más empobrecidas y los países con menos recursos tendrán menor capacidad para enfrentar los efectos negativos del cambio climático, y obviamente serán los nuevos escenarios de desastres con pérdida de vidas humanas, deterioro de recursos productivos y de la infraestructura social.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las sociedades industrializadas, son desproporcionadas en comparación con las emisiones de los países empobrecidos. La responsabilidad mayor está concentrada en las sociedades consumistas, en las industrias basadas en el consumo de energía fósil, en grandes empresas agrícolas que han propiciado el cambio de uso de la tierra de paisajes boscosos a grandes planicies monocultivadas con tecnologías costosas en emisiones y métodos que han propiciado la pérdida del carbono almacenado en los suelos.

Aún seguimos esperando decisiones políticas que asuman de manera urgente y radical un cambio absoluto en el uso de energía, entre tanto, se siguen explorando nuevos pozos petroleros, se aumentan los conflictos en el mundo por el control del petróleo y se siguen imponiendo sistemas de transporte

basados en combustibles fósiles. Colombia es un ejemplo: a pesar de contar con una oferta importante de energía hidráulica, los medios de transporte funcionan principalmente con gasolina y diésel, es decir, con altísimas emisiones de dióxido de carbono que es el principal GEI de origen antrópico.

Ya todos sabemos que si hoy se tomaran decisiones radicales a favor de la energía eólica, la energía solar o incluso de energía de fisión nuclear, nuestra atmósfera ya no podrá regresar rápidamente a las concentraciones de GEI que mantuvieron relativamente estable el clima hasta hace apenas doscientos años. La vida media del dióxido de carbono en la atmósfera es superior a los cuarenta años.

El cambio climático nos afectará a todos, y no tenemos otro planeta para habitar, así que es definitivo tomar acciones de adaptación y de disminución de la vulnerabilidad frente a eventos extremos que empiezan a ocurrir con más intensidad y frecuencia, como huracanes, lluvias torrenciales, temperaturas extremas y sequías más prolongadas, entre otros fenómenos.

La Corporación Semillas de Agua y Fastenopfer, desde 2010 desarrollan programas orientados a socializar entre las Copartes colombianas la importancia de entender los conceptos y la magnitud de los cambios climáticos que se avecinan, y a diseñar estrategias de disminución de vulnerabilidad o de mejoramiento de la resiliencia de los modos de vida de las comunidades y de los ecosistemas que habitan.

Colombia está clasificado en el grupo de los diez países que serán más afectados por el cambio climático. En el caso de las comunidades que participan de este proyecto, todos los escenarios mostraron cambios extremos que van desde incrementos de la temperatura media de 2, 3 y 4 grados centígrados, hasta desaparición de épocas de lluvia o incremento dramático de la lluvia, respecto a los promedios mensuales históricos de los últimos cincuenta años en las siete Copartes.

La agricultura de conservación, que promueve prácticas agropecuarias más compatibles con la integridad de los ecosistemas, es ampliamente complementaria con el mejoramiento de la resiliencia ecosistémica y social frente a los impactos drásticos del cambio climático, de ahí que Fastenopfer estuviera interesado en apoyar este esfuerzo



► Zona de ronda del río impactada por eventos extremos de lluvias generadas en la parte alta de la cuenca - Puerto Asís, Putumayo, Colombia.



► La canasta familiar nariñense, Sandoná, Nariño.



► Alimento al alcance de todos.

con sus Copartes: la Vicaría del Sur, en la Diócesis de Florencia, Morelia, Caquetá; Suyusama, en Nariño; Codacop, representados en la ACIN (Asociación de Cabildos Indígenas del Norte del Cauca); MINGA, representados en el Movimiento Campesino de Cajibío, Atucsara, en el Tambo, Cauca, Diócesis de Tumaco (Pacífico colombiano), y la parroquia Nuestra Señora del Carmen, Diócesis de Mocoa, en Puerto Caicedo, Putumayo, a quienes expresamos nuestro sincero agradecimiento.

Este documento presenta la experiencia colombiana de uso de la herramienta de

Evaluación Participativa del Cambio Climático y el Riesgo de Desastres (EPCCRD), desarrollada por Pan para Todos, de Suiza;

esta herramienta muestra las percepciones de siete comunidades rurales colombianas en torno a las amenazas del clima y los respectivos contextos; identifica cuáles de los recursos de vida más importantes tienen mayor vulnerabilidad a las amenazas; define estrategias de afrontamiento, y adicionalmente, mediante la herramienta Acuandes, se establecieron los escenarios del clima local dentro de cuarenta años.

Con la herramienta Acuandes es posible predecir cómo será el clima local en cuarenta años, y además comprender los impactos a más corto plazo en la hidrología local, información disponible a una escala de 1 hectárea. Las proyecciones del clima a futuro fueron desarrolladas bajo el escenario A2, el cual indica que las emisiones de GEI seguirán en aumento en el planeta y no se tomarán acciones concretas para su mitigación.

Muchas familias campesinas e indígenas han empezado a trabajar en tres direcciones básicas: i) fortalecer sus sistemas de vida para enfrentar el cambio climático; ii) cosechar y almacenar carbono atmosférico en sus sistemas productivos; y iii) mitigar sus emisiones de GEI. En esta publicación mostramos algunos de los resultados de estos esfuerzos de familias cultivadoras, que hacen su modesto aporte a la mitigación de las emisiones y mejoran la capacidad de sus parcelas para funcionar como reservorios de carbono.

Esta publicación también presenta resultados y reafirma la gran capacidad que tienen los páramos y bosques altoandinos, como el de Anaime y Chili en el Tolima, como un reservorio importante de carbono asociado a los suelos, y el potencial de emisiones de CO₂ si no se concretan estrategias de gestión y conservación integradas.

Esperamos motivar mucho más a las comunidades y también a sus autoridades, con el fin de reorientar mejor sus planes de desarrollo, establecer métodos de contingencia, alertas tempranas y disponer de la mejor manera de recursos prioritarios para la prevención de los desastres ambientales en los contextos de las siete Copartes en Colombia.

David Díaz Ruiz

Corporación Semillas de Agua



El cambio climático, qué es y cómo funciona

El clima es el resultado del comportamiento de la temperatura, la humedad, los vientos, la lluvia, en periodos de tiempo de más de treinta años. El estado del tiempo muestra cómo está el clima en el día de hoy. Podemos hablar de cambio climático cuando los cambios en los componentes del clima se muestran en lapsos mayores a treinta años.

La Tierra, a lo largo de su evolución de más de 4.500 millones de años, ha experimentado muchos cambios en su clima, en el transcurso de este tiempo ha mantenido, en promedio, temperaturas superiores a la actual; así que estos incrementos recientes de la temperatura que llamamos el **calentamiento global** no constituyen un fenómeno nuevo para el planeta.

La variabilidad del clima asociada al fenómeno del **cambio climático** no solo afecta la temperatura, también impacta otros componentes, como los vientos, la humedad, las lluvias, las nevadas, la intensidad lumínica solar y las mareas.

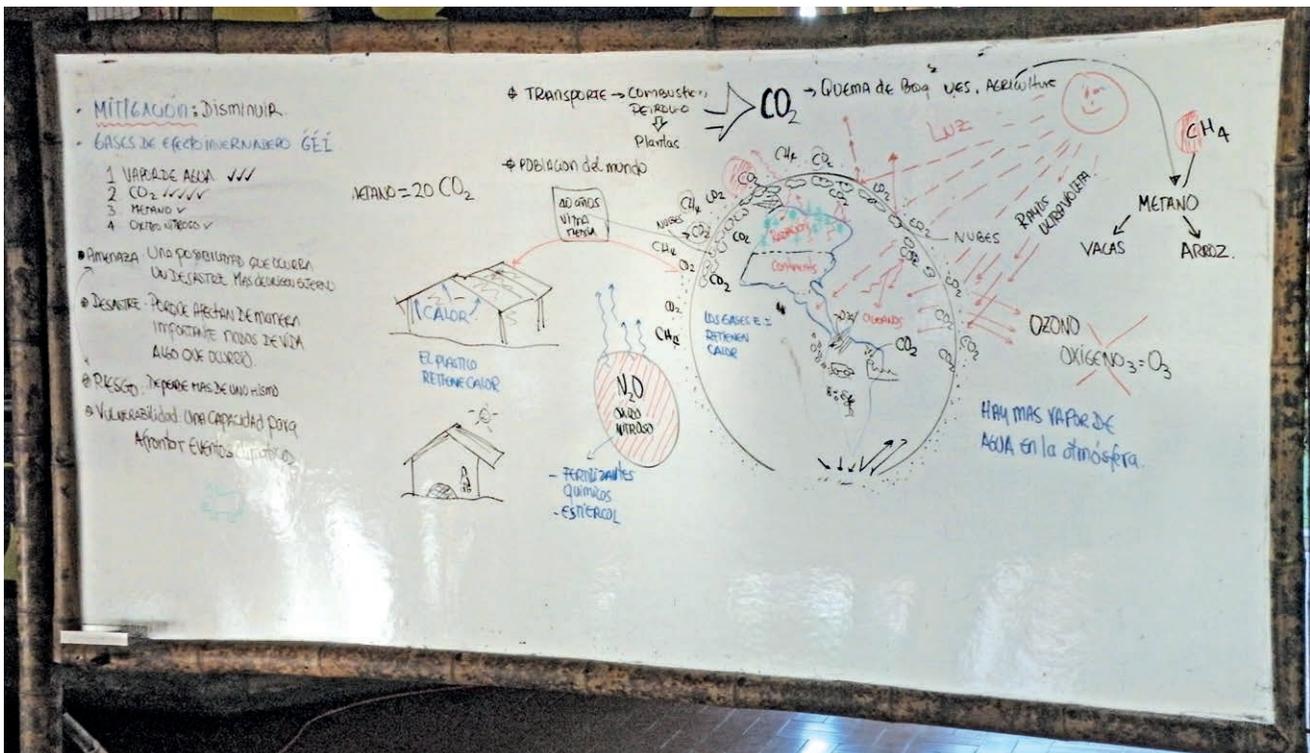
Nuestro clima está fuertemente gobernado por esta capa de gases que llamamos atmósfera, la cual se encarga de regular los efectos de la energía lumínica que nos llega desde el Sol. Si no tuviéramos los gases que forman la atmósfera, el planeta sería extremadamente ardiente durante el día y absolutamente gélido durante las noches.

En toda la historia planetaria, la Tierra ha creado diferentes mecanismos para mantener un clima parecido al que tenemos hoy. Uno de estos maravillosos mecanismos es sin duda el ciclo hidrológico o ciclo del agua. Los mares y océanos evaporan agua todos los días, y durante este fenómeno el agua pasa de estado líquido a gaseoso, es decir, vapor de agua, que es el principal GEI presente en la atmósfera.

En la terminología climática, el **efecto invernadero** describe una propiedad natural de algunos gases que no solo les permite reflejar una parte de la energía lumínica que proviene del Sol, sino reflejar hacia el suelo una parte del calor proveniente de la superficie del planeta. Esta capa de gases deja penetrar luminosidad a la superficie terrestre, pero limita la salida de calor desde el suelo. El efecto invernadero, hasta hace relativamente poco tiempo, fue responsable de la vida sobre el planeta al proveernos de una temperatura promedio de 18 grados centígrados, muy apropiada para la evolución de los ecosistemas y las especies vivas.

Actualmente, este efecto invernadero se ha modificado con el ingreso de cantidades muy grandes de CO_2 a la atmósfera, que impiden que el calor diario del planeta se pierda en la estratosfera (fuera del planeta) generando el calentamiento.

Imagen 1. Diagrama explicativo sobre el fenómeno de efecto invernadero, calentamiento del planeta y sus principales causas e impactos



► El fenómeno del cambio climático, sus principales causas. Talleres con las Copartes en Colombia.

El vapor de agua (nubes) es el principal GEI. Las lluvias precipitan carbonatos al fondo de los océanos formando el principal depósito de carbono conocido. Estos dos aportes del ciclo hidrológico son fundamentales para nuestro clima planetario.

Durante las épocas en que la Tierra estuvo más caliente, la atmósfera contenía cantidades mayores de CO_2 que en la actualidad, este CO_2 provenía de las grandes erupciones volcánicas que contribuyeron a formar los paisajes y la geografía actuales.

Sin duda la aparición de la fotosíntesis en la historia climática del mundo, ocurrida hace más de 450 millones de años, fue fundamental para desarrollar la capacidad de regulación de la cantidad de CO_2 de la atmósfera. La fotosíntesis incorpora el CO_2 atmosférico en la formación de los tejidos de las plantas (hojas, raíces, flores y frutos). En la respiración de las plantas, una parte de este CO_2 vuelve a la atmósfera, pero otra parte muy importante se almacena en las plantas en forma de celulosa, que es la molécula más abundante sobre la Tierra, después del agua.

Las raíces son el medio a través del cual las plantas incorporan materia orgánica a los suelos, es decir, es otro mecanismo para fijar en el suelo el carbono contenido en el CO_2 atmosférico.

Cuando la materia orgánica o biomasa vegetal o animal muere, una parte del carbono que posee es usada por los microorganismos propios del suelo, los cuales dependen exclusivamente de esta fuente de energía. Cuando estos mueren, una parte del carbono se libera a la atmósfera como CO_2 , y otra se almacena en el humus y en otros compuestos del suelo. Es decir, en la atmósfera, el carbono está ligado al oxígeno formando el CO_2 ; en las plantas y en los suelos está ligado a la celulosa, al humus y a otras formas intermedias de la descomposición de los residuos. También cuando se queman el suelo, los cultivos y los bosques, y cuando se voltean los suelos, se libera el carbono que estaba atrapado y que sube a la atmósfera como CO_2 .

Se calcula que de todo el carbono almacenado en el suelo, se ha liberado nuevamente a la atmósfera el 30%, debido al cambio de uso del suelo a sistemas de cultivo tradicional (volteo del suelo, eliminación de hierbas, exposición solar). A este tipo de carbono que ha estado almacenado en tejidos vivos se le llama carbono orgánico, y es el que mayor interacción tiene con la atmósfera, ya que pasa al suelo y se recircula a la atmósfera. El otro tipo de carbono que está en los minerales del suelo se conoce como carbono inorgánico. Estos tránsitos del carbono a diferentes estados y moléculas es lo que se conoce como el ciclo del carbono, y puede interpretarse como un "invento" de nuestro planeta para mantenerse frío.



► Las raíces de las plantas también son depósitos vivos de carbono.



► Los sistemas tipo rastrojo cumplen funciones de sumidero de carbono.

Podríamos pensar que sembrando árboles se soluciona el exceso de CO_2 en la atmósfera, pero la industria de los combustibles fósiles lejos de suspender emisiones las sigue incrementando; los sistemas de producción agropecuarios a gran escala no solo liberan más CO_2 de los suelos, sino que además usan insumos basados en altos consumos de combustible fósil, y para finalizar, es importante recordar que la vida media de una molécula de CO_2 en la atmósfera es mayor a cuarenta años.

Casi todo lo que nos rodea tiene carbono: el cemento, el petróleo y sus derivados, el gas, los plásticos, las llantas, las construcciones de madera, las cosechas vegetales, etc.

que a diario el planeta pierde capacidad de enfriarse, el CO_2 atmosférico deja pasar la luz del Sol, pero limita mucho la salida del calor que requiere el planeta para mantener una temperatura similar a la que hemos tenido en el último millón de años.

Otros gases que forman parte de los GEI, pero que participan en mucha menor proporción son: el metano que proviene de la descomposición de la materia orgánica en ausencia de aire (cultivos de arroz y los eructos de los rumiantes), y el óxido nitroso que proviene de la fabricación de urea y la descomposición al aire libre de los estiércoles.

Los investigadores coinciden en que el calentamiento del clima global genera mayor evaporación de agua marina, es decir, que hay más cantidad de vapor de agua en la atmósfera, lo que tiene efectos importantes sobre los vientos, la torrencialidad de las lluvias, la intensidad de vendavales y huracanes, la presencia y tamaño del granizo, la abundancia de nieve y en general sobre todos los aspectos del clima ligados al agua.

Las emisiones de GEI en Colombia son apenas el 0,37% de las emisiones de todo el mundo, sin embargo, el país no contabiliza las emisiones del carbón que vende a otros países; una sola empresa extranjera exporta desde Colombia 80.000 toneladas diarias de carbón que se quema en otros países como China, pero dado que el carbono es colombiano debería aparecer este registro en las cuentas nacionales de emisiones.

El modelo de crecimiento económico de las empresas y la sociedad, basado en la quema de combustibles fósiles y el uso intensivo de los suelos que incluye la deforestación, ha incrementado notoriamente la cantidad de CO_2 en la atmósfera, convirtiendo a este en el principal GEI producido por la humanidad.

Hace mil años, el contenido de CO_2 en la atmósfera era de 200 partes por millón, hoy es de 370 partes por millón, lo cual significa



Razones para adaptarnos

El cambio climático (CC) no depende de nosotros, básicamente depende de las emisiones de GEI de los países industrializados.

Los efectos del CC son de magnitud creciente y en buena medida desconocidos.

Las posibilidades de mantener diferentes modos de vida de diversas culturas en el mundo dependerán de qué tanto puedan adaptarse a un nuevo clima, el cual modificará los hábitos de muchos seres vivos, y hará que otros desaparezcan y también que se generen nuevas oportunidades para la agricultura en regiones antes poco productivas (tierras altas).

Las familias rurales pobres del mundo tienen los mayores retos para enfrentar los efectos negativos del clima, el CC afectará directamente su seguridad y soberanía alimentarias y las de sus ecosistemas.

Durante el ejercicio de este proyecto, en los diferentes grupos nos preguntamos hasta dónde los países con bajas emisiones de GEI tienen la responsabilidad en la remediación de este daño al clima, recordamos que el cambio en el uso del suelo solo es responsable del 20% de las emisiones, el resto, es decir, el 80%, se origina en la quema de combustibles. Desafortunadamente no tenemos otro planeta para ocupar, y los efectos negativos del CC serán más devastadores en las regiones más pobres del planeta que no cuentan con recursos para enfrentar dichos efectos.

La adaptación a los cambios climáticos es necesaria, es una estrategia de vida que no significa que compartamos el modelo de desarrollo, sino que expresa un camino para subsistir. Para fortuna de los pequeños agricultores y agricultoras, la mayoría de las prácticas de la agricultura de conservación, de la agroecología, de la agricultura sin agrotóxicos, coinciden con estrategias importantes de afrontamiento y disminución de vulnerabilidades frente a los retos de un nuevo clima muy variable.

La historia de las plantas y de todos los seres vivos ha sido un ejercicio permanente de adaptación climática; las especies han intentado colonizar diversos ecosistemas en diferentes latitudes del planeta, así que la adaptación al cambio climático como tal no es una actitud nueva, el problema real es que no tenemos tiempo para hacerla, pues si los seres vivos del planeta se han adaptado a diferentes condiciones, y esto ha tomado miles de años, la transformación radical de la atmósfera terrestre en tan solo doscientos años nos plantea un reto que no habíamos experimentado antes. Ahora la especie

humana no tiene cientos de miles de años para adaptarse, el planeta sí. Nosotros tenemos el reto de adaptarnos lo mejor posible en tan solo décadas.

Estrategias basadas en la gestión y protección de ecosistemas naturales, y en mejorar el ciclo natural de la fertilidad del suelo con aportes de materia orgánica local, las coberturas permanentes, la diversidad florística, la retención de humedad del suelo, la reintroducción de los árboles y la promoción de sistemas de cultivo ricos en raíces superficiales y profundas, son mecanismos que de paso constituyen reservorios vivos de carbono extraído del CO₂ atmosférico, y conforman verdaderos



▶ Estufas eficientes pueden ser "cero emisiones".

sumideros de carbono que dependen del manejo que hagan los agricultores. La retención de carbono de manera estable es un servicio ambiental como puede serlo también la biodiversidad o la regulación hidrológica.

Este almacenamiento de carbono, que llamamos **carbono campesino** o carbono de la agricultura conservacionista, es un aporte de la producción alimentaria a la regulación del clima planetario. Los almacenamientos de carbono son complejos de medir, ya que el carbono está en continuo movimiento, pero sí resulta sencillo cuantificar las cantidades promedio de carbono adicional que logra un agricultor con un buen manejo de sus sistemas productivos.

Los sistemas de cocina "cero carbono" pueden constituir importantes mecanismos de adaptación y **mitigación** (o disminución de emisiones de GEI). En Colombia, son aproximadamente 1,6 millones de familias rurales que cocinan con madera como combustible (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Mediante sencillas modificaciones a la estufa tradicional se puede reducir el consumo de leña en un 70% o más, así se abre la oportunidad al cultivo del huerto de



▶ Pequeños huertos de combustible y usos múltiples.

combustible para cocinar en pequeñas áreas arborizadas.

Con el aumento de las temperaturas se genera una serie de eventos “en cadena”, frente a los cuales es necesario desarrollar estrategias de adaptación:

- ▶ Extinción completa de los glaciares, que en el caso colombiano alimentan ríos importantes para el país.
- ▶ Aumento del nivel medio del mar, lo que afectará las ciudades costeras del mundo con inundaciones.
- ▶ Disminución del tamaño de los casquetes polares, y por ende se aumenta la superficie del océano, la cual se calentará más.
- ▶ Se intensificarán los eventos climáticos extremos, como ventiscas, lluvias torrenciales, veranos más secos; la diferencia entre las temperaturas diurnas más altas y las nocturnas más bajas será mayor, lo que afectará la fenología o comportamiento de las plantas.
- ▶ Alteración en la disponibilidad de agua, las zonas áridas se secarán más, la Amazonia recibirá 20% menos lluvia.
- ▶ Mayores riesgos a la salud provenientes del trabajo humano a libre exposición.
- ▶ Mayores posibilidades de incendios forestales de gran magnitud.
- ▶ Migración de algunas enfermedades como el dengue, y probablemente de algunas especies de insectos con comportamientos tipo plaga.
- ▶ Mayor frecuencia en la aparición de fenómenos climáticos como El Niño y La Niña.
- ▶ Cada vez se registrará con más frecuencia el día más caliente del siglo.
- ▶ Cambios en los ecosistemas, nuevas especies se adaptarán, pero otras desaparecerán.

Métodos de campo y laboratorio

para la estimación de la retención de carbono en sistemas de agricultura conservacionista y áreas de conservación y su potencial de emisión de CO₂



Hemos venido mencionando en esta publicación, la importancia del efecto sumidero de carbono que se puede desarrollar en sistemas de producción conservacionista o en áreas dedicadas a la conservación de ecosistemas. Señalamos la importancia de que la sociedad valore la retención de carbono como un servicio ambiental de la misma magnitud e importancia que el agua o la biodiversidad, por lo tanto, es un servicio que debe ser compensado para lograr mayor sostenibilidad ambiental y económica.

Todos los paisajes agrícolas tienen capacidades de almacenamiento de carbono que dependen principalmente del manejo que hacen las familias de sus sistemas de producción.

La capacidad natural de retención de carbono de una parcela no es una cifra teórica, sino que se puede establecer mediante el diálogo con la misma naturaleza. Durante los últimos diez años, la Corporación Semillas de Agua ha tomado como unidad de referencia los rastrojos o aquellas áreas de las parcelas que los agricultores dejan en descanso. Estos rastrojos, en la práctica, son sucesiones tempranas de la vegetación que poco a poco expresan la capacidad de producción de biomasa, y de autoecoorganización a partir de los recursos existentes (que en ocasiones son suelos degradados o con pobre diversidad florística, suelos de baja fertilidad, áreas sometidas a la libre exposición, etc.).

Los rastrojos que se analizan y consultan, no tienen más de 3 m de altura, las especies leñosas no tienen diámetros a la altura del pecho mayores a 10 cm, y no han cerrado copa, es decir, que cuentan aún con buena luminosidad.

De la comparación entre el carbono que se almacena en los sistemas productivos convencionales y los rastrojos, obtenemos indicadores básicos sobre el potencial de funcionamiento de las parcelas como reservorios de carbono. Por este motivo, el análisis de los diferentes depósitos de carbono (biomasa viva, materia orgánica sobre el suelo, raíces finas y el suelo) se realiza tanto en rastrojos como en áreas de manejo agrícola habitual.

Los sistemas de agricultura conservacionista deben incorporar muchos aprendizajes de los rastrojos, en particular en variables como la diversidad florística, el semisombrío, la recuperación del horizonte cero, la protección del suelo frente a agentes climáticos (coberturas permanentes), la protección contra la erosión (barreras vivas), los arreglos de especies con diferentes profundidades de raíces, entre otras.

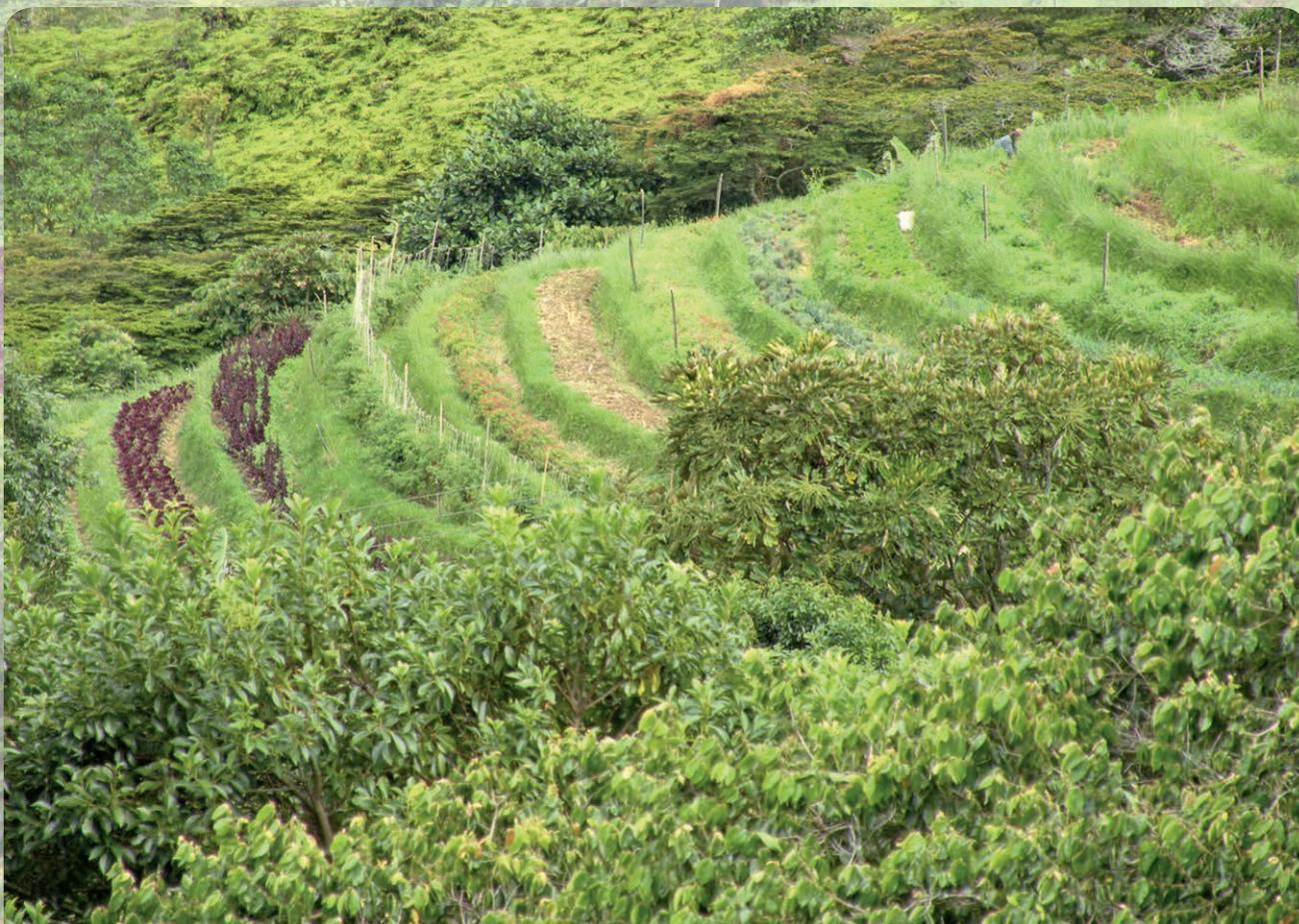
El conjunto de estas variables no solo permite mayores contenidos de carbono de manera permanente en el suelo, sino que además incrementan la resiliencia del sistema en razón a una mejor economía del agua, mayor disponibilidad de energía para organismos descomponedores de la materia orgánica, mayor eficiencia en el funcionamiento del ciclo natural de los nutrientes y menor vulnerabilidad frente a insectos plaga y algunas enfermedades.

Sin duda, el contenido de carbono de los subsistemas de producción de una parcela es un indicador “sombrija” que permite conocer el estado de la capacidad de resiliencia de una parcela. Un indicador sombrilla permite suponer el estado de múltiples variables de la resiliencia, en este caso. De ahí la importancia de las evaluaciones de carbono, pues en la práctica son medidas del estado de adaptación a los nuevos climas que desarrollan agricultores y ecosistemas. Igualmente, muchas familias podrán mostrar sus cifras de carbono para ejercer su derecho a la compensación por la prestación de un servicio ambiental.

En términos de “negocios de carbono”, los proyectos más sencillos de evaluar son aquellos de siembra de árboles, ya que con algunos análisis simples es posible determinar el contenido medio de carbono para cada especie (matarraón, nacedero, morera, distintas leguminosas, etc.). A partir de conocer el contenido medio de carbono por especie se podrá valorar la cantidad de carbono que una familia va almacenando.



► Conectividad biológica y sumidero de carbono.



► Sistema de manejo y conservación del suelo, a través del cultivo con curvas de nivel y riego por goteo. Familia Gómez, finca El Vetiver, corregimiento La Castilla (Valle del Cauca).

La arborización es una gran oportunidad para las familias y los ecosistemas, pues los árboles mejoran en todos los casos el carbono almacenado y también disminuyen la vulnerabilidad frente al cambio climático, entonces serán completamente válidos los bancos de forrajes, las cercas vivas, las reforestaciones, los bosques de leña para cocinar, las barreras vivas, los frutales, entre otros.

Aun las raíces y los tallos de árboles que se cosechan periódicamente, son importantes reservorios de carbono.

Por ahora esta es solo una posibilidad comercial a explorar dentro del ámbito de lo que se llama “carbono voluntario”, es decir, empresas o personas que quieren mitigar sus emisiones de GEI con la siembra de árboles en cualquier parte del mundo. Los diferentes grupos de agricultores y agricultoras que participaron de este programa han manifestado que no se trata de hacer negocios para que se siga contaminando el planeta en los países industrializados, solo se trata de hacer negocios con aquellas personas o empresas que tengan la capacidad de mostrar sus propias adaptaciones y mejoramiento de procesos para disminuir emisiones; no se identificaron posibilidades de aceptar negocios de “pago por contaminar”.

Síntesis del trabajo de campo usado para el análisis de carbono en parcelas

La estimación de la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico y emisiones de CO₂, se estableció para distintas unidades de manejo (rastrosjos consolidados y bancos de forrajes) en parcelas bajo producción campesina en Poblazón, Cauca, y un área protegida en el páramo de Anaime, Tolima (bosques altoandinos, pajonal-frailejón, turberas y praderas en conservación).

El carbono estimado en distintos reservorios, como suelos, raíces finas, materia orgánica sobre el suelo (MOSS) y material verde, se desarrolló con base en la metodología propuesta por el Centro Mundial Agroforestal (ICRAF, 2009).

Las muestras para establecer el carbono contenido en los suelos se hicieron con calicatas de 0,25 m² de superficie, y se tomaron muestras en orden descendente en las secciones a 0 cm-10 cm, 10 cm-20 cm y 20 cm-30 cm de profundidad, para las fincas en producción campesina, y hasta 1 m de profundidad, en el páramo. Para determinar densidades aparentes en suelos, se tomaron por triplicado muestras en las paredes de las calicatas, esto se desarrolló con cilindros de volumen conocido 100,1 cm³, y para la determinación de materia orgánica en suelos se tomaron muestras con ayuda de un barreno en las bases de cada sección o profundidad en las calicatas. Las muestras vegetales (material verde y MOSS) y las raíces finas se pesaron en fresco en campo, se acopiaron en bolsas de papel y Ziploc debidamente marcadas, y se llevaron para su procesamiento al laboratorio de la Universidad del Tolima (Laboratorio Laserex).

Los datos de todo el carbono almacenado en suelos y material vegetal (toneladas/hectárea) se multiplican por 3,6 para lograr establecer el potencial de emisiones de CO₂ en las distintas unidades evaluadas de paisaje y manejo.



► Rastrojos



► Bancos de forraje

Síntesis fase de laboratorio

En laboratorio se empleó el método químico de Walkley & Black para determinación de carbono orgánico en suelos. Las raíces fueron previamente lavadas y separadas en tamices (diámetro menor a 2 mm).

Las muestras, como el material verde, MOSS y raíces finas, se procesaron en estufas a 65 grados centígrados durante tres días hasta lograr pesos constantes (materia seca). Los contenidos de carbono, material verde, MOSS y raíces, se estimaron indirectamente con el índice establecido por el panel intergubernamental de expertos en cambio climático (IPCC) de 0,5, el cual determina que el 50% del peso de la materia seca es carbono. Finalmente, los valores de carbono para suelos, material vegetal verde, MOSS y raíces finas, obtenidos en unidades de área de 0,25 m², se extrapolaron a toneladas por hectárea.



► Toma de muestras para determinación de carbono orgánico en suelos. Poblazón, Cauca.



► Colecta de materia orgánica sobre el suelo - MOSS en una parcela bajo cultivo. Poblazón, Cauca.



► Procesamiento de raíces finas en el laboratorio Lasorex de la Universidad del Tolima.



► Toma de muestras para determinar densidades aparentes en suelos a profundidades de 0 cm a 30 cm. Poblazón, Cauca.

Contenidos de carbono y estimación del potencial de emisiones de CO₂ en los diferentes agrorreservorios de fincas en Poblazón, Cauca

En la Tabla 1 se muestran los principales resultados en la estimación de los contenidos (t/ha) de carbono orgánico y emisiones de CO₂ registradas para distintos tipos de uso del suelo (bancos de forrajes y rastrojos consolidados), en siete parcelas de Poblazón en el departamento del Cauca. En las Tablas 2 y 3 se presentan los contenidos y porcentajes de carbono en cuatro agropósitos de carbono, en dos unidades de manejo de agricultura de conservación en Poblazón, Cauca.

Tabla 1. Resultados consolidados de contenidos de carbono en t/ha en los diferentes depósitos de carbono agrícola para dos sistemas de manejo (rastrajos y bancos de forraje) y su equivalencia en toneladas de CO₂ en el Cabildo Indígena de Poblazón, Cauca, Colombia. 2200 msnm

Fincas y familias	Raíces finas t/C/ha	MOSS t/C/ha	Material vegetal verde t/C/ha	Suelos t/C/ha	Total almacenamiento: t/C/4 reservorios/ha	Total emisiones: t/CO ₂ /4 reservorios/ha	Resultados del análisis de los usos del suelo
Gabriel Inga (Rastrojo RAS5)	1,35	0,39	0,27	5,492	7,502	27,007	Es un lote con bajo enrastramiento avanzado y con presencia de herbáceas de porte alto y cercas vivas en su perímetro (Foto a).
Ángel Jair Elago (Banco forrajes BF1)	1,42	0,76	0,12	4,609	6,909	24,872	Lote sembrado con botón de oro, recibe abonamiento (10-30-10). Antes de ser sembrado tuvo un descanso de dos años y cuenta con cercas vivas en su perímetro, para lograr un aporte importante de hojarasca (Foto g).
Mercedes Velazco (Rastrojo RAS3)	2,06	0,43	0,40	3,965	6,855	24,678	Lote bajo enrastramiento avanzado y presencia de herbáceas y helechos (Foto b).
Ana María Bolaños (Banco forrajes BF6)	1,05	0,24	0,34	5,140	6,77	24,372	Lote sembrado con botón de oro y presencia principal de pastos de porte muy bajo, sin otras hierbas acompañantes (Foto d).
Augusto Maca (Banco forrajes BF2)	1,25	0,80	0,10	4,546	6,696	24,106	Cultivo de especies variadas de hortalizas, con baja presencia de hierbas acompañantes, se remueve periódicamente el suelo en las eras (Foto e).
Janeth Maca (Banco forrajes BF7)	1,35	0,16	0,26	4,122	5,892	21,211	Es un lote con suelo cubierto por herbáceas mezclado con pastos de porte bajo. Recibe abonamiento orgánico hace solo tres meses (Foto c).
Nini Johana Cardona (Banco forrajes BF4)	1,22	0,13	0,09	4,292	5,732	20,635	Lote sembrado con botón de oro, se llevan a cabo abonamientos con humus y gallinaza desde hace dos meses. Baja presencia de material verde acompañante del cultivo (Foto f).

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer (2012-2013).

Tabla 2. Resultados indicativos de contenidos de carbono (t/ha) en cuatro agrodepósitos de carbono (suelos a 30 cm de profundidad, biomasa verde, raíces y materia orgánica sobre el suelo), en dos unidades de manejo de agricultura de conservación* (rastrosos y bancos de forraje) en Poblazón, Cauca, Colombia. 2014

Unidades de manejo / agrodepósitos de carbono	Raíces finas (t/Ha)	Materia orgánica sobre el suelo (MOSS) (t/Ha)	Biomasa verde (t/Ha)	Suelos en sus primeros 30 cm de profundidad (t/Ha)	Total de carbono en el sistema (t/Ha)
Rastrojos	1,70	0,41	0,33	7,17	9,61
Bancos de forraje	1,25	0,41	0,18	6,39	8,23

* Las dos unidades de agricultura de conservación estudiadas (rastrosos y bancos de forraje), están en diferentes estados de desarrollo, como se observa en las fotografías.

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer. 2013.

Tabla 3. Resultados indicativos de los porcentajes de carbono en cuatro agrodepósitos de carbono (suelos a 30 cm de profundidad, biomasa verde, raíces y materia orgánica sobre el suelo), en dos unidades de manejo de agricultura de conservación (rastrosos y bancos de forraje) en Poblazón, Cauca, Colombia

Unidades de manejo / agrodepósitos de carbono	Raíces finas %	Materia orgánica sobre el suelo (MOSS) %	Biomasa verde %	Suelos en sus primeros 30 cm de profundidad %
Rastrojos	17,68	4,26	3,43	74,60
Bancos de forraje	15,18	4,98	2,18	77,64

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer. 2013.



► Unidades de manejo evaluadas para estimar su potencial de almacenamiento de carbono en cuatro reservorios y su potencia de emisiones de CO₂ por hectárea. Poblazón, Cauca.

Se encontró que los mayores contenidos de carbono orgánico están asociados a sistemas de rastrojos ya consolidados, y lotes con periodos de más de dos años de descanso y que reciben considerables aportes de hojarasca en el suelo. Lotes con baja presencia de hierbas acompañantes y alta remoción del suelo presentaron menores cantidades de carbono orgánico por hectárea. La agricultura que cuenta con coberturas manejadas y que protegen el suelo, es una alternativa importante de sumidero de carbono para

Poblazón, lo que constituye un potencial ingreso de sectores campesinos a mercados voluntarios de carbono rural.

Independientemente del manejo (rastrajo o banco de forraje), el principal reservorio de carbono son los suelos, con un promedio del 76,12% del total del carbono, seguido por las raíces finas con el 16,43%, luego por la materia orgánica sobre el suelo con el 4,62%, y finalmente la biomasa verde con el 2,80%.

Resaltamos aquí la importancia de las raíces en los agrosistemas, ya que responden por una sexta parte de todo el carbono almacenado, pero definitivamente los suelos son la unidad de manejo más estratégica en función a su importancia como gran depósito o sumidero de carbono.

Sistemas agropecuarios simplificados, sin materia orgánica sobre el suelo, con bajos contenidos de raíces, manejados con volteo permanente del suelo, pierden su condición de grandes reservorios de carbono para pasar a ser fuentes de emisiones de CO₂.

Contenidos de carbono y estimación de emisiones de CO₂ en suelos de la Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC) Semillas de Agua, en el complejo de páramos de Anaimé y Chili (departamento del Tolima)

Los ecosistemas de páramos y bosques de alta montaña en Colombia son responsables de aportar el 85% del agua de consumo humano y agroindustrial para el país. Esta capacidad obedece a sus altos contenidos de carbono orgánico en sus suelos, gracias a su conformación volcánica, y a las bajas temperaturas que hacen que la descomposición de la materia orgánica sea lenta en el suelo.

La alta montaña y en especial el páramo y bosques alto andinos, se caracterizan por su alta capacidad de regulación hidrológica, fenómeno que permite que el agua que se integra en forma de lluvia o niebla al ecosistema, se incorpore lentamente a los caudales de los ríos y quebradas, aportando al mantenimiento de los caudales ecológicos en cuencas andinas. La Reserva Natural Semillas de Agua, con 3.000 ha en conservación, aporta 74 millones de m³/año a la cuenca del río Coello, caudal que representa un aporte de 500 millones de dólares a la economía local por concepto de uso de agua para riego, acuicultura, energía eléctrica y labores domésticas.

Miles de familias agricultoras del país dependen de manera importante del suministro de agua de las zonas de alta montaña, y por ende sus estrategias de adaptación al CC

tendrán que estar dirigidas a garantizar su conservación.

En la Tabla 4, se sistematizan los resultados de los contenidos de carbono orgánico (CO) en suelos, en cuatro unidades de paisajes (UP) y a 1 m de profundidad en la RNSC Semillas de Agua, ubicada en el flanco oriental de la cordillera Central en Colombia.



► Unidades ecológicas de bosques alto andinos y frailejona-pajonal, Reserva Natural Semillas de Agua 3340 msnm.



► Áreas en potreros sometidos a producción ganadera extensiva en el páramo de Anaime, Cajamarca.



► Bosques altoandinos, Reserva Natural Semillas de Agua, Cajamarca.

Tabla 4. Contenidos de carbono orgánico del suelo (CO) en cuatro unidades de paisaje (UP) a 1 m de profundidad en el páramo de Anaime, RNSC Semillas de Agua

Unidades de paisaje presentes en el páramo de Anaime en el municipio de Cajamarca y contenidos de carbono (t/CO/ha/UP)				
Profundidad suelo (cm)	Frailejona-Pajonal	Turbera	Bosque altoandino	Potrero
10	283,6	319,8	309	312,6
20	247,2	490,8	316,2	272,6
30	550,8	318,9	268,3	276,9
40	258	160	258	327,2
60	762	218	268	323
80	545	307	217	227
100	484	165	132	149
Total	3.130,6	1.979,5	1.768,5	1.888,3

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer (2011-2012).



► Pajonales y frailejonales, unidades de paisaje dominantes en el páramo de Anaime, RNSC Semillas de Agua, Cajamarca.



► Turberas, un tipo de humedal estratégico para la regulación hídrica en el páramo de Anaime, RNSC Semillas de Agua, Cajamarca.

La estimación de carbono en suelos en el páramo de Anaime y Chili, reafirman que el ecosistema de páramo y los bosques altoandinos son reservorios estratégicos de carbono orgánico en los suelos a 1 m de profundidad. El frailejonal-pajonal es el mayor reservorio de carbono en el páramo, derivado

de su superficie de contacto y alta capacidad para capturar dióxido de carbono y agua, e incorporarlo en el suelo, seguido de las turberas, los potreros y el bosque altoandino, los cuales acumulan contenidos importantes, pero en menor proporción.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico (CO) en suelos a 1 m de profundidad en cuatro UP natural e intervenidas por ganadería extensiva en la RNSC Semillas de Agua en el páramo de Anaime, y el potencial de emisiones de CO₂ en escenarios de pérdida de coberturas naturales protegidas actualmente.

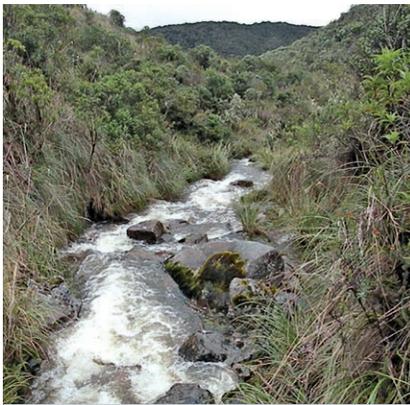
Tabla 5. Contenidos de carbono y potencial de emisiones de CO₂ en los suelos asociados a cuatro unidades de paisaje en el páramo de Anaime

Unidades	t/CO/ha	Área UP en ha	Total t/CO/UP	Potencial de emisiones de CO ₂ en t/UP
Frailejonal-Pajonal	3.131	1.241	3.884.448	13.984.015
Bosque altoandino	1.769	965	1.706.461	6.143.260
Potrero	1.888	70	132.521	477.075
Turbera	1.980	129	255.712	920.563
Total	8.768	2.405	5.979.142	21.524.913

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer (2011-2012).

Los potenciales riesgos y amenazas en la transformación y degradación de las coberturas naturales asociadas al páramo y los bosques altoandinos, representan un escenario preocupante sobre el impacto en la emisión de CO₂ retenido en el suelo, mayor reservorio de carbono asociado a estos ecosistemas.

En este sentido, si se degradan los suelos a 1 m de profundidad, en un ámbito de 2.405 ha que conforman la RNSC Semillas de Agua, se estarían emitiendo 21.524.912 toneladas de CO₂ atmosférico, aspecto que motiva a fortalecer las estrategias de gestión y conservación, y comprender el potencial que tienen este tipo de ecosistemas de ser priorizados y considerados bajo mecanismos de compensación vía mercados voluntarios de carbono a través de estrategias como la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques (REED+) bajo estándares que aporten en la conservación de la biodiversidad y mejoras en el bienestar social de las poblaciones paramunas.



► Aporte de la conservación a la regulación hídrica en Cajamarca, Tolima. Reserva Natural Semillas de Agua.



► Comunidades de páramo, Reserva Natural Semillas de Agua.



► El frailejón especie emblemática de los páramos. Reserva Natural Semillas de Agua, Anaima, Tolima.



► El frailejonal, la unidad de paisaje con mayor tasa de carbono retenido en el suelo de los páramos. Reserva Natural Semillas de Agua.

Resultados de la aplicación
de la herramienta

Evaluación Participativa del Cambio Climático y el Riesgo de Desastres (EPCCRD)



Corporación Semillas de Agua realizó talleres en cada una de las regiones de las Copartes de Fastenopfer, estos eventos se llevaron a cabo con la participación de las comunidades beneficiarias de cada coparte y los técnicos de campo de cada una. En total participaron 166 personas (98 mujeres y 68 hombres).

Cada uno de los talleres tuvo una duración promedio de tres días y abarcó los diferentes temas de la herramienta Evaluación Participativa del Cambio Climático y el Riesgo de Desastres (EPCCRD), desarrollada por Bread For All de Suiza.

A continuación presentamos la síntesis de los principales aspectos relativos a la aplicación de la herramienta.

Construcción, desarrollo y análisis de la matriz de vulnerabilidad

Cada uno de los ejercicios se desarrolló a partir de la herramienta EPCCRD, e incluyó varias etapas:

- ▶ En primer lugar, y de manera diferenciada, hombres y mujeres establecieron, de acuerdo con su criterio, las principales amenazas a su modo de vida actual; posteriormente, cada uno de los grupos seleccionó entre 4 y 6 principales amenazas. En los casos en que hubo muchas amenazas, se hizo un trabajo de síntesis, el cual se puso a discusión de los grupos (hombres y mujeres), con el objetivo de incluir solo las grandes amenazas (Tabla 6).

- ▶ De igual manera, hombres y mujeres –por separado– establecieron los recursos para la vida local que están en mayor peligro y dieron contenido a estos recursos (naturales, sociales, físicos, humanos, etc.).
- ▶ Cada grupo –por separado– construyó la matriz de vulnerabilidad, en la cual se valoró de cero (0) a tres (3) el grado de afectación de las amenazas sobre cada uno de los recursos prioritarios.
- ▶ Los grupos hicieron lectura de los resultados: las amenazas más graves y los recursos para la vida que están más vulnerables y afectados por los impactos de las amenazas.



▶ Resultados valoración de los impactos de las amenazas sobre los recursos locales en las Copartes.

- ▶ Hombres y mujeres presentaron sus conclusiones al grupo.
 - ▶ Con la facilitación de Semillas de Agua, se establecieron las diferencias entre las presentaciones de mujeres y de hombres.
- En todos los casos, las apreciaciones sobre las principales amenazas y sus impactos sobre los recursos de vida fueron ampliamente coincidentes en los dos grupos.

Tabla 6. Principales amenazas y recursos más amenazados identificados por hombres y mujeres en siete Copartes de Fastenopfer

Suyusama		Atuc Sara		Asociación de Cabildos Indígenas del Norte del Cauca, ACIN. (Codacop)	
Amenazas	Recursos más amenazados	Amenazas	Recursos más amenazados	Amenazas	Recursos más amenazados
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Veranos y poca agua. ▶ Lluvias fuertes y deslizamientos. ▶ Minería y explotación de recursos naturales. ▶ Contaminación por agrotóxicos. ▶ Exposición al sol. ▶ Erupción del volcán Galeras. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos naturales: suelos y aguas. ▶ Recursos sociales y humanos. ▶ Recursos tecnológicos, trapichería, artesanías, beneficio del café. ▶ Vías y puentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mala calidad de la educación. ▶ Cambios bruscos de clima. ▶ Cultivos ilegales, grupos armados, desplazamiento. ▶ Mal manejo de la agricultura con agrotóxicos y transgénicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos naturales: tierras, agua, semillas, aire limpio. ▶ Recursos sociales: salud, organizaciones, celebraciones, religiosidad. ▶ Recursos humanos: mano de obra, capacidades tecnológicas, cultura y tradiciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Conflicto armado. ▶ Destrucción de recursos naturales y minería. ▶ Pérdida de identidad cultural. ▶ Conflictos por aguas. ▶ Cultivos de uso ilícito. ▶ Pérdida de semillas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos naturales (agua, tierra, fertilidad, avifauna). ▶ Recursos culturales tradicionales, cosmovisión, mingas. ▶ Recursos humanos (mano de obra).

Continúa

Diócesis de Tumaco		Parroquia del Carmen en Puerto Caicedo		Movimiento campesino de Cajibío (MINGA)	
Amenazas	Recursos más amenazados	Amenazas	Recursos más amenazados	Amenazas	Recursos más amenazados
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inundación del río Mira. ▶ Afectaciones por fumigaciones de cultivos ilícitos. ▶ Lluvias más abundantes. ▶ Daños por cucarrones (coleópteros) y caracoles. ▶ Falta de agua potable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ La educación. ▶ La organización. ▶ Los cultivos tradicionales. ▶ Animales domésticos. ▶ Tierras de cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fumigaciones con venenos. ▶ Explotación petrolera. ▶ Lluvias torrenciales. ▶ Tala de bosques. ▶ Minería de oro. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos naturales: frutos silvestres, pesca, medicina tradicional, agua limpia, tierra fértil, seguridad alimentaria. ▶ Recursos culturales: artesanías, organización, música, saberes, lenguas y educación. ▶ Recursos financieros. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cultivos de uso ilícito. ▶ Altas temperaturas. ▶ Minería. ▶ Educación de mala calidad. ▶ Grupos armados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos agrícolas y ecológicos. ▶ Recursos culturales: medicina tradicional, música, bailes típicos, trabajo comunitario, saberes y sabores. ▶ Recursos de infraestructura: maderas, mano de obra, fincas, vías, salón cultural.

Vicaria del Sur, Diócesis de Florencia

Amenazas	Recursos más amenazados
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Minería. ▶ Baja calidad de la educación. ▶ Efectos negativos del cambio climático. ▶ Deforestación. ▶ Contaminación del agua. ▶ Escasez de semillas nativas. ▶ Fumigación de cultivos ilícitos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos naturales: agua, bosques, energía, calidad del suelo. ▶ Recursos físicos: carreteras, puestos de salud, servicios, escuelas. ▶ Recursos socioculturales: mano vuelta y trueques (intercambios). ▶ Recursos físicos: vías. ▶ Recursos económicos: crédito.

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer. 2014.

Principales amenazas a los modos de vida locales

Los ejercicios participativos que se realizaron en siete regiones diferentes del sur de Colombia, muestran que las comunidades perciben la minería, los cultivos ilícitos y la explotación de recursos naturales como las mayores amenazas para sus modos históricos de vida.

Luego de la preocupación sobre los impactos de la minería, siguen en orden de importancia: la contaminación derivada del uso de agrotóxicos en los sistemas agrícolas y pecuarios y las lluvias fuertes con deslizamientos de tierra, la mala calidad de la educación rural, los impactos de los cultivos de uso ilícito y el conflicto armado.

En un tercer grupo aparecen preocupaciones como los efectos negativos del cambio climático, la baja disponibilidad del agua en los veranos, la exposición directa de las familias al sol,

los conflictos asociados a la escasez y distribución equitativa del agua, la pérdida de identidad cultural, la pérdida de semilla regional, los cambios bruscos del clima (variabilidad), las inundaciones, el comportamiento de plaga de algunos coleópteros y de caracoles invasores, la explotación petrolera y la carencia de agua potable.

Recursos de vida más amenazados

La valoración cuantitativa que se realizó en los diferentes talleres de aplicación de la herramienta EPCCRD, mostró que el recurso de vida más afectado para todos es el social-humano, que incluye aspectos como tradiciones, cosmovisión, trabajo solidario (mingas), organizaciones, salud, artesanías, lenguajes locales, saberes y experiencias.

En segundo lugar están los recursos naturales, entre los cuales se tienen: los suelos y su fertilidad, el agua, las aves, las semillas, el aire, los frutos silvestres, la pesca, las plantas medicinales, la seguridad alimentaria y en general **los ecosistemas**.

En orden de prioridad, las comunidades mencionaron posteriormente los recursos

físicos (infraestructura, vías, materiales para construcción, puestos de salud, escuelas y servicios); y en último lugar, los recursos económicos y financieros.

Impactos que generan las amenazas sobre los recursos más estratégicos para los modos de vida locales

Las reflexiones de las organizaciones y sus comunidades se hicieron en correspondencia con las amenazas que cada uno de sus contextos está experimentando, si bien estas amenazas son distintas, en cada caso hemos agrupado por temáticas los impactos que destacaron las Copartes y sus comunidades.

En torno a los sistemas de producción, los impactos de las amenazas son:

- ▶ Pérdida de cultivos y baja producción.
- ▶ Incremento en la cantidad de trabajo agrícola.
- ▶ Pérdida de alimentación sana.
- ▶ Pérdida de posibilidades de vida en lo rural.
- ▶ Dependencia de semillas comerciales.
- ▶ Pérdida de semilla tradicional.
- ▶ Dependencia de paquetes tecnológicos para la producción (agrotóxicos).
- ▶ Menor producción agropecuaria.
- ▶ Ruptura del ciclo natural de nutrientes.
- ▶ Erosión de los suelos.
- ▶ Pérdida de la fertilidad de la tierra.
- ▶ Pérdida de cultivos por fumigación de cultivos ilícitos vecinos.
- ▶ Incremento en los costos de mano de obra por competencia con cultivos ilícitos y minería.
- ▶ Menores áreas de cultivo por presión minera y de cultivos ilícitos.
- ▶ Migración importante de jóvenes y trabajadores rurales a la ciudad.
- ▶ Incremento sostenido de los costos de producción.
- ▶ Mayor evapotranspiración desde los cultivos.
- ▶ Mayor requerimiento de agua de riego.



► Comunidades en las Copartes, con una alta sensibilidad ambiental e interés en la búsqueda de un mejor territorio local.

Impactos ecológicos identificados:

- Menos agua a causa de la deforestación.
- Mayor dificultad de trabajar a libre exposición que antes.
- Contaminación del agua a causa de la deforestación.
- Conflictos por el agua.
- Contaminación del entorno.
- Daños al bosque y deforestación.
- Afectación a los animales domésticos y a fauna y flora silvestres.
- Contaminación de ríos y peces.
- Labores de sísmica petrolera afectan aguas superficiales.
- Mayores emisiones de GEI.
- Desbordamiento de ríos y pérdida de animales.
- Pérdida de biodiversidad.
- Deslizamientos de terrenos.
- Incendios y mayor riesgo de incendios forestales.
- Contaminación de aguas subterráneas.

Impactos sobre el tejido social:

- No hay suficientes alternativas para las mujeres.
- Poca tolerancia para resolver conflictos. Peleas internas.
- Menores oportunidades de desarrollo.
- Más vulnerabilidad frente al consumismo.
- Las escuelas no fomentan el sentido de pertenencia a lo rural.
- Menores ingresos.
- Desplazamiento.
- Oficios ilícitos resultan atractivos en este contexto (minería y cultivos ilícitos).
- Falta de empleo.
- Desatención al adulto mayor.
- Reclutamiento de jóvenes para la guerra.
- Amenazas.
- Pérdida de dialectos locales.
- Pérdida de costumbres y creencias a causa de otros valores consumistas.
- Inequidad en el acceso al agua.
- Mayores costos de transporte.
- Pérdida de soberanía alimentaria.
- Afectaciones graves sobre los valores de los jóvenes.
- Deterioro de prácticas comunitarias (trabajo solidario).
- Consumo de drogas en los jóvenes, y violencia.
- Armamentismo.
- Inseguridad y prostitución.
- Menor acceso a la educación superior.
- Deserción escolar alta.
- Migración de jóvenes.
- Pérdida de identidad cultural y favorecimiento de la cultura del facilismo.
- Pérdida de control del territorio (en comunidades indígenas).
- Menor eficiencia laboral.
- Afectación de las organizaciones y los conocimientos tradicionales.

Impactos sobre la salud:

- ▶ Problemas de salud relacionados con la contaminación a causa de fumigación de cultivos ilícitos.
- ▶ Enfermedades de la piel.
- ▶ Deterioro general de la salud.
- ▶ Hay más enfermedades que antes.
- ▶ Mayor presencia de diversos tipos de cáncer.
- ▶ Pérdida de la medicina tradicional.

Impactos sobre la infraestructura:

- ▶ Pérdida de viviendas, vías y caminos.
- ▶ Afectación de las comunicaciones.

Para los participantes, la mayoría de las afectaciones, y las más determinantes, están sobre el tejido social. Resaltamos la preocupación permanente por los jóvenes y su pérdida de sentido de pertenencia local, así como la cooptación de los jóvenes por parte de los grupos armados, los cultivos de uso ilícito, el armamentismo y la cultura del dinero fácil.

La seguridad alimentaria está en grave riesgo a causa de las afectaciones climáticas, los bajos precios de las cosechas,

la falta de incentivos a la agricultura limpia, la conservación de áreas naturales (bosques) y el incremento de los costos de producción.

Estrategias de afrontamiento identificadas ante los diferentes efectos negativos de las amenazas establecidas

En esta etapa del desarrollo de la herramienta, se decidió incorporar la información de predicción climática mediante el uso de la modelación hidroclimatológica Acuandes (<http://www.policysupport.org/aguaandes>), desarrollada por el King College de Londres y empleada en el mundo para soportar la toma de decisiones en materia de conservación de recursos naturales y adaptación al cambio climático. Se integró a la herramienta EPCCRD a través de la generación de información sobre los impactos futuros del cambio climático (2041-2060) en el clima y la hidrología local.

La información climática de Acuandes se usó con un nivel de resolución de 1 ha para los sitios de trabajo en las Copartes), bajo el escenario A2 (pesimista). Este escenario indica que continuará la tendencia actual de emisiones de GEI en el planeta, así como los impactos en la hidrología local a partir de decisiones frente a políticas locales de uso del suelo (deforestación y reforestación), insumos que facilitaron la comprensión comunitaria sobre amenazas, riesgos y análisis de vulnerabilidades locales.



▶ Socialización de escenarios en el clima y la hidrología local en las Copartes, como insumo al desarrollo de la herramienta EPCCRD.

Formación y capacitación:

- ▶ Formación de profesores y una pedagogía para lo rural.
- ▶ Enseñanza de medicina tradicional en la escuela.
- ▶ Capacitación en danza y deportes tradicionales.
- ▶ Promoción de lo comunitario.
- ▶ Prácticas de campo en la escuela.
- ▶ Promoción de sistemas solidarios de cambio de mano de obra.
- ▶ Uso de los medios de comunicación y videos.
- ▶ Uso del conocimiento tradicional en los sistemas de producción.
- ▶ Campañas educativas.
- ▶ Fortalecimiento de las organizaciones con mecanismos de resistencia.
- ▶ Campaña por los derechos del adulto mayor.
- ▶ Fortalecimiento de las guardias indígenas y las familias (capacitación).
- ▶ Educar en leyes propias y valoración de la vida en el territorio.
- ▶ Introducción de la espiritualidad y los rituales tradicionales en la educación.
- ▶ Fortalecimiento de expresiones culturales propias.
- ▶ Recuperación del dialecto y la historia.
- ▶ Formación en cuidado del territorio.
- ▶ Hacer conciencia sobre el cuidado de la madre tierra.
- ▶ Capacitación sobre las afectaciones climáticas.
- ▶ Divulgación de problemas.
- ▶ Capacitación en la escuela sobre los impactos de la deforestación.
- ▶ Aprovechar los medios masivos de comunicación.
- ▶ Capacitación sobre medio ambiente.
- ▶ Capacitaciones para prevenir la drogadicción.
- ▶ Capacitación sobre el riesgo del uso de agrotóxicos.
- ▶ Mejorar las capacidades de análisis.
- ▶ Promover la investigación.
- ▶ Incentivar la lectura.
- ▶ Conocer los incentivos existentes.
- ▶ Capacitación sobre agricultura de conservación.
- ▶ Demostraciones de campo.
- ▶ Mejoramiento de los conocimientos sobre los impactos de la minería.
- ▶ Informar sobre la evolución climática.
- ▶ Asistencia técnica adecuada.
- ▶ Socialización de los problemas.

Acciones tecnológicas:

- ▶ Métodos de adaptación de cultivos al sombrío o a invernaderos.
- ▶ Recuperación e intercambio de semillas tradicionales.
- ▶ Cultivos de bosques con especies nativas.
- ▶ Almacenamiento de agua.
- ▶ Fincas integrales.
- ▶ Sistemas de descontaminación de aguas residuales.
- ▶ Compensación por servicios ambientales.
- ▶ Cultivos de pan coger.
- ▶ Mejoramiento de manejo de cuencas.
- ▶ Ampliación de resguardos.
- ▶ Sistemas de producción diversos y sostenibles.
- ▶ Ampliación de bosques.
- ▶ Uso de coberturas en agricultura.

- ▶ Ajuste de techos en las viviendas.
- ▶ Mejoramiento de la calidad del agua y de los alimentos.
- ▶ Fortalecimiento de la producción para el autoconsumo.
- ▶ Manejo de sistemas de riego.
- ▶ Desarrollo de sistemas de alertas tempranas frente al riesgo.
- ▶ Reforestación y establecimiento de barreras vivas.
- ▶ Sistemas agroforestales.
- ▶ Medición de factores meteorológicos.
- ▶ Producción propia de insumos.
- ▶ Protección contra el sol.
- ▶ Mejoramiento de los drenajes.
- ▶ Sistemas de apuntalar o evitar el volcamiento en plátano.
- ▶ No talar en las riberas de los ríos.
- ▶ Construcción de refugios altos para familias.
- ▶ Mejoramiento de cocinas con energía alternativa.
- ▶ Sistemas de potabilización del agua.
- ▶ Estufas eficientes y que no contaminen.
- ▶ Conservación de suelos.



▶ Grupo de trabajo desarrollando análisis colectivos y construcción de propuestas de afrontamiento en las Copartes.

Acciones organizativas:

- ▶ Fortalecimiento de la organización.
- ▶ Involucrar en todos los aspectos a los jóvenes y mayores.
- ▶ Creación de leyes propias sobre el agua.
- ▶ Mejora y ampliación del control territorial.
- ▶ Mejora en el cumplimiento de las leyes estatales.
- ▶ Mejora del control desde lo espiritual.
- ▶ Mejora en el cumplimiento de los mandatos de la ley de origen y del derecho propio.
- ▶ Acceso a incentivos y/o compensaciones para agricultura limpia.
- ▶ Desarrollo de acciones jurídicas.
- ▶ Promoción de acuerdos con el Gobierno para agricultura alternativa.
- ▶ Unión y movilización.
- ▶ Mejora en la capacidad de argumentar frente a los conflictos.
- ▶ Aplicación de las leyes existentes.
- ▶ Mejora en la exigencia de derechos.
- ▶ Desarrollo de mecanismos de autoprotección y alertas tempranas.
- ▶ Exigencia de control estatal a la minería.
- ▶ Promoción de mercados de productos orgánicos
- ▶ Promover creación de fuentes de trabajo.
- ▶ Acciones para mejorar la capacidad de resistencia.
- ▶ Desarrollo de incentivos a la conservación de bosques.
- ▶ No permitir la siembra de cultivos ilícitos.

Las Copartes valoran como prioritarias la capacitación y la formación a todos los niveles mediante el uso de campañas y medios de comunicación, principalmente si afectan los currículos escolares de sus jóvenes.

Principales obstáculos para la implementación de las estrategias de afrontamiento

Aspectos socioeconómicos:

- ▶ Apatía comunitaria y falta de pertenencia.
- ▶ Falta de redistribución de la tierra.
- ▶ Carencia de recursos económicos.
- ▶ Falta de educación ambiental.
- ▶ Falta de conocimiento de las normas existentes.
- ▶ Falta de escenarios de aprendizaje en agricultura alternativa.
- ▶ Exclusión de los planes de manejo formales.
- ▶ Poco liderazgo local.
- ▶ Carencia de recursos económicos para incentivos.
- ▶ Faltan recursos humanos calificados.
- ▶ Intimidación y amenazas.
- ▶ Precaria aplicación de la ley existente.



▶ Proceso de cartografía social, medio sobre el cual se socializaron las amenazas y las propuestas de afrontamiento en las Copartes.

- ▶ La presencia de las sectas religiosas es una limitante.
- ▶ No se cuenta con formadores propios.
- ▶ El Estado prefiere los idiomas extranjeros a los dialectos nativos en la educación formal.
- ▶ Los profesores que enseñan en dialecto son discriminados.
- ▶ Falta voluntad familiar para enseñar dialecto tradicional.
- ▶ Carencia de recursos para el control del territorio.
- ▶ Faltan recursos para el acompañamiento técnico adecuado.
- ▶ Mucha desconfianza interna.
- ▶ Falta apropiación en el manejo de semillas locales.
- ▶ Falta de voluntad política en control de minería y cultivos ilícitos.
- ▶ Debilidad organizativa en la exigencia de derechos.

Conclusiones del uso de la herramienta EPCCRD

- ▶ La herramienta EPCCRD es sencilla de desarrollar en contextos rurales, el trabajo por géneros es ampliamente positivo.
- ▶ La inclusión de la herramienta de predicción climática, cuando se están preparando las estrategias de afrontamiento, es de alto valor, ya que permite prever escenarios muy reales a escalas locales.
- ▶ Las amenazas, hasta el momento y a pesar de la intensidad de algunos fenómenos climáticos, se perciben más asociadas



▶ Grupos de mujeres desarrollando análisis colectivos y construcción de propuestas de afrontamiento en las Copartes.

a problemas como la minería, los cultivos de uso ilícito, la explotación de los recursos naturales y el uso de agrotóxicos.

- ▶ Los recursos más afectados no son los productivos, sino los humanos, relativos a las culturas, las tradiciones y el tejido social.
- ▶ Los impactos de las amenazas sí identifican afectaciones del clima, a los cultivos de alimentos, a la disponibilidad de agua; además, afectaciones a causa del trabajo a libre exposición solar, a la falta de alternativas para las mujeres, a la intolerancia, a la relación entre el uso de agrotóxicos y a la salud.

- ▶ En el campo de las estrategias de afrontamiento sobresale casi por unanimidad la formación y la capacitación como factor determinante, seguidos de aspectos como la promoción de lo comunitario, los métodos para adaptar cultivos a los nuevos climas, el almacenamiento de agua, el manejo integral de las parcelas, el fortalecimiento de las organizaciones locales y muy especialmente el interés por recuperar los jóvenes y vincularlos en todas las acciones.
- ▶ Como principales obstáculos se señala la apatía de muchas familias, la falta de sentido de pertenencia, las dificultades económicas y la falta de educación ambiental, entre otros.
- ▶ En lo metodológico resaltamos la importancia de la calificación de la matriz de vulnerabilidad, ya que muestra de manera muy clara las mayores amenazas y las mayores afectaciones.
- ▶ La aplicación de la herramienta fue siempre precedida por un pequeño taller de formación en aspectos del clima y en los efectos del cambio climático, lo que contribuyó notablemente al desarrollo de la herramienta.
- ▶ Cada organización dispone de sus estrategias de afrontamiento que permitirán orientar mejor la adaptación al cambio climático.

Uso de la herramienta de predicción climática Acuandes



A continuación presentamos los resultados de las proyecciones sobre el clima y la hidrológica local por efectos del cambio climático bajo escenario A2 (pesimista) al periodo 2041-2060 en las siete Copartes.

En las Tablas 7 a 13 se sistematizan los resultados del análisis desarrollado con Acuandes para siete Copartes en Colombia, y se muestra el comportamiento promedio mensual tanto para la línea base histórica climática (1950-2000) como el comportamiento futuro (2041-2060) para dos de las principales variables climáticas que van a impactar los modos y medios de vida local, como son: la temperatura y la precipitación. Los análisis climáticos complementarios para las Copartes, respecto a impactos en el clima y la hidrología local por efectos del cambio climático y políticas de uso del suelo (deforestación y reforestación), se encuentran sistematizados en un informe anexo a esta publicación (Este anexo se encuentra en un CD adjunto).

Tabla 7. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio mensual para : Morelia, Vicaria del Sur, Diócesis de Florencia

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	23	27	4	110	130	20
Febrero	23	27	4	150	150	0
Marzo	23	27	4	110	130	20
Abril	23	26	3	340	350	10
Mayo	23	26	3	340	350	10
Junio	23	25	2	340	360	20
Julio	23	25	2	320	350	30
Agosto	23	25	2	260	290	30
Septiembre	23	26	3	250	250	0
Octubre	23	27	4	240	240	0
Noviembre	23	26	3	200	210	10
Diciembre	23	27	4	150	170	20
Promedio anual	23	26,2	3,2	234,2	248,3	14,1

Fuente: Corporación Semillas de Agua (resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014).



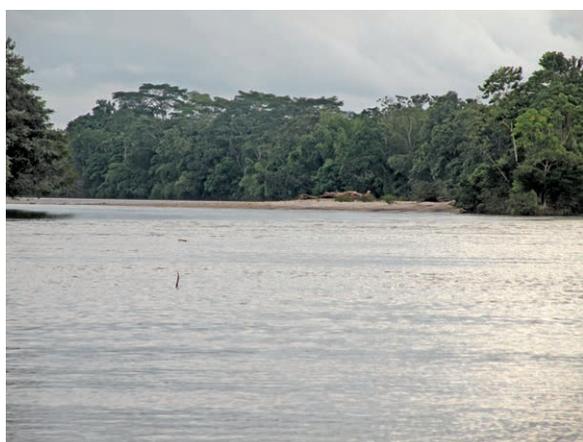
► Comprender los escenarios futuros del clima, permitirán fortalecer las estrategias de adaptación al cambio climático en las Copartes.

Para Morelia se registra un aumento promedio de 3,2 grados centígrados en la temperatura anual a 2041. La precipitación promedio anual se va a incrementar en 14,1 mm/año; para los meses de julio y agosto se prevé incremento de lluvias hasta de 30 mm/mes. Este aumento de las Lluvias obliga a priorizar medidas de adaptación relativas al drenaje y control de aguas lluvias y manejo de sistemas de coberturas para evitar el desecamiento del suelo. El exceso de humedad entre enero y agosto será una amenaza de pudrición para las cosechas de granos, habrá que hacer selección de semillas pensando en tolerancia a ambientes más húmedos.

Tabla 8. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio mensual para Puerto Caicedo (Putumayo) - Parroquia del Carmen

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	25	28	3	220	230	10
Febrero	25	28	3	220	220	0
Marzo	25	27	2	340	340	0
Abril	25	27	2	370	370	0
Mayo	25	27	2	370	380	10
Junio	24	27	3	380	370	-10
Julio	23	26	3	350	370	20
Agosto	23	26	3	250	260	10
Septiembre	24	27	3	270	270	0
Octubre	24	27	3	310	310	0
Noviembre	24	27	3	300	300	0
Diciembre	24	27	3	240	260	20
Promedio anual	24,3	27	2,7	301,7	306,7	5

Fuente: Resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014.



► Las Copartes tendrán que adaptar sus sistemas de producción a un aumento progresivo de las temperaturas.

Para Puerto Caicedo se prevé un aumento de la temperatura promedio anual en 2,7 grados centígrados, todos los meses del año serán de 2 a 3 grados más calientes, la evapotranspiración aumentará, pero no habrá meses de déficit hídrico, es necesario experimentar con cultivos de climas más cálidos. Es un escenario de variación extrema de la temperatura. La precipitación en la zona va a aumentar 5 mm/año en promedio, y se va a presentar déficit respecto al comportamiento histórico en el mes de junio. Se proyectan valores máximos de lluvia en los meses de julio y diciembre. Hay que enfocar las medidas para el control del exceso de lluvias y de calor en los meses críticos.

Tabla 9. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio mensual para Sandoná (Nariño) - Suyusama

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	18	20	2	170	180	10
Febrero	18	20	2	160	160	0
Marzo	19	20	1	180	180	0
Abril	19	20	1	230	220	-10
Mayo	19	20	1	220	220	0
Junio	18	20	2	140	160	20
Julio	18	20	2	97	120	23
Agosto	18	20	2	100	100	0
Septiembre	18	20	2	150	130	-20
Octubre	18	20	2	250	230	-20
Noviembre	18	20	2	250	240	-10
Diciembre	18	20	2	200	220	20
Promedio anual	18,3	20,0	1,7	178,9	180,0	1,1

Fuente: Resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014.

Para Sandoná se prevé un aumento en la temperatura promedio anual de 1,7 grados centígrados, y un incremento de 2 grados centígrados para la mayoría de los meses, excepto entre marzo y mayo, cuando el incremento de la temperatura se proyecta en 1 grado centígrado.

La precipitación se va a incrementar en 1,1 mm/año promedio; se presentará aumento mensual de lluvias frente al comportamiento histórico en los meses de enero, junio, julio y diciembre; y por el contrario, habrá una disminución en la precipitación para los meses de abril, septiembre, octubre y noviembre (-10 mm/promedio). Hay que enfocar las medidas para mejorar la retención de humedad de los suelos en el segundo semestre, y pensar en sistemas productivos para una temperatura dos grados mayor, lo que a su vez implica mayor evapotranspiración. Muy probable déficit hídrico de junio a septiembre.

Tabla 10. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio mensual para Cajibío (Cauca) - MINGA

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	14	14	0	150	170	20
Febrero	14	17	3	150	160	10
Marzo	15	17	2	180	180	0
Abril	15	17	2	220	220	0
Mayo	15	17	2	200	200	0
Junio	14	17	3	130	160	30
Julio	14	17	3	120	150	30
Agosto	14	17	3	110	120	10
Septiembre	14	17	3	140	130	-10
Octubre	14	17	3	250	250	0
Noviembre	14	16	2	260	260	0
Diciembre	14	17	3	210	230	20
Promedio anual	14,3	16,7	2,4	176,7	185,8	9,1

Fuente: Resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014.

Para Cajibío se prevé un aumento de la temperatura promedio anual en 2,4 grados centígrados; se presentará incremento entre 2 y 3 grados centígrados para los meses de febrero, junio a octubre y en diciembre.

Las lluvias se van a incrementar en 9,1 mm/promedio/año, con aumento importante con respecto al histórico en los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre. Se prevé un déficit hídrico en septiembre, pues lloverá menos, y en agosto habrá mayor evapotranspiración. En este caso se pronostica más calor y más lluvia, será un clima considerablemente distinto al actual, habrá que privilegiar la experimentación con cultivos de tierras más bajas.

Tabla 11. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio mensual para Caloto - ACIN (CODACOP)

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	20	22	2	120	130	10
Febrero	20	22	2	120	120	0
Marzo	20	22	2	150	150	0
Abril	20	22	2	210	210	0
Mayo	20	22	2	210	200	-10
Junio	20	22	2	140	160	20
Julio	20	22	2	98	120	22
Agosto	20	22	2	110	120	10
Septiembre	20	22	2	160	140	-20
Octubre	20	21	1	260	250	-10
Noviembre	20	21	1	230	220	-10
Diciembre	20	21	1	180	190	10
Promedio anual	20,0	21,8	1,8	165,7	167,5	1,8

Fuente: Resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014.



► El mapa local del riesgo.

Para Caloto, la temperatura aumentará 1,8 grados centígrados promedio anual; se proyecta un aumento promedio mensual de 2 grados centígrados para la mayoría de los meses del año (enero a septiembre). La precipitación se pronostica que aumentará en 1,8 mm/año/promedio, y se espera déficit de lluvias con respecto al histórico para los meses de mayo, septiembre, octubre y noviembre (-10 y -20 mm/promedio/mensual). Será un escenario de más calor y menos lluvias con cierta tendencia a la desertificación, muy seguramente habrá que enfatizar en barreras vivas, arborizaciones masivas y experimentación con especies tolerantes al estrés hídrico.

Tabla 12. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio anual para la vereda Nueva Reforma, Tumaco

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	24	26	2	340	360	20
Febrero	24	26	2	320	320	0
Marzo	24	26	2	320	330	10
Abril	24	26	2	400	400	0
Mayo	24	26	2	460	470	10
Junio	24	26	2	400	430	30
Julio	24	26	2	250	280	30
Agosto	23	26	3	210	210	0
Septiembre	24	26	2	270	260	-10
Octubre	23	26	3	270	260	-10
Noviembre	23	26	3	230	240	10
Diciembre	23	26	3	240	260	20
Promedio anual	23,7	26,0	2,3	309,2	318,3	9,1

Fuente: Resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014.

Se pronostica que la temperatura para Tumaco aumente en 2,3 grados centígrados promedio anual. Los meses de agosto, octubre, noviembre y diciembre se proyectan como los más calurosos, con un incremento promedio mensual de 3 grados centígrados.

Las lluvias en el sitio del proyecto en Tumaco van a aumentar en 9,1 mm/promedio anual. Se prevé déficit respecto al histórico (-10 mm) para los meses de septiembre y octubre. Tendremos más calor todo el año, un primer semestre más lluvioso y solo los meses de septiembre y agosto serán más secos que actualmente, pero no habrá déficit hídrico en ningún mes del año. Será necesario trabajar mucho en adaptación de cultivos, tal vez cultivos de ciclo corto que se puedan cosechar en los nuevos meses más secos (septiembre y octubre). También habrá que disponer métodos de control de erosión y alertas tempranas en el primer semestre.

Tabla 13. Comparación comportamiento histórico vs. escenario futuro de temperaturas y precipitación promedio mensual para El Tambo - Atucsara

Meses	Temperaturas en grados centígrados			Lluvias medidas en milímetros		
	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias	Promedio histórico	Promedio a futuro	Diferencias
Enero	14	17	3	150	170	20
Febrero	14	17	3	150	160	10
Marzo	14	17	3	180	180	0
Abril	15	17	2	220	220	0
Mayo	15	17	2	200	200	0
Junio	14	17	3	130	160	30
Julio	14	17	3	120	150	30
Agosto	14	17	3	110	120	10
Septiembre	14	17	3	140	130	-10
Octubre	15	17	2	250	250	0
Noviembre	14	16	2	260	260	0
Diciembre	14	17	3	210	230	20
Promedio anual	14,3	16,9	2,6	176,7	185,8	9,1

Fuente: Resultados obtenidos con el Sistema Acuandes, 2014.

Para el Tambo se prevé un aumento promedio en la temperatura anual de 2,6 grados centígrados. Se pronostican meses más calurosos (3 grados centígrados): enero a marzo, junio a septiembre y diciembre.

La precipitación aumentará para la zona de El Tambo en 9,1mm/promedio/anual, con aumento respecto al histórico en los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre; y déficit (-10 mm) en el mes de septiembre. Priorizar métodos de afrontamiento de aumento de la temperatura en las casas y cultivos. Será necesario diseñar sistemas de cobertura para la agricultura y muchas medidas de control de erosión en junio y julio. Todos los meses serán más húmedos y más cálidos, con tendencia a desaparecer el verano de junio a septiembre. Muchos cultivos que requieren de la época seca para florecer o para cosecha podrán afectarse considerablemente.

Conclusiones y recomendaciones del uso de la herramienta Acuandes

Conclusiones

1. Para las Copartes, la temperatura promedio anual por efectos del cambio climático bajo escenarios pesimistas se incrementará entre 1,7 y 3,2 grados centígrados.
2. Para las Copartes en Colombia, la precipitación promedio anual hacia el año 2041 va a aumentar en un rango promedio entre 1,1 y 14,1 mm/año.
3. Morelia es el sitio de las Copartes donde se prevé un aumento promedio mayor de la precipitación anual, esta se pronostica en un incremento de 14,1 mm/año.
4. Para Sandoná se prevé el menor aumento promedio anual en la precipitación respecto a las demás Copartes; se pronostica un aumento de 1,1 mm/año.
5. Para Caloto y Sandoná se pronostican los mayores eventos de déficit de precipitación promedio mensual respecto al comportamiento histórico, en los meses de abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre, entre -10 y -20 mm/promedio/mes.
6. Para Morelia se pronostican aumentos máximos de 4 grados centígrados promedio en los meses de enero a marzo, octubre y diciembre. Es muy probable que Morelia sea una de las regiones del mundo más afectadas por un incremento tan brusco del promedio de temperaturas anuales, es urgente establecer medidas extremas de protección de los suelos contra las avalanchas y la erosión.
7. La deforestación en las Copartes va a generar impactos importantes y a más corto plazo en cuanto a la calidad y disponibilidad del agua local, así como en la disminución de la capacidad de los bosques para interceptar agua en forma de niebla y la reducción de la evapotranspiración, lo que ocasiona zonas más secas (Ver informe climático en el CD adjunto).
8. Es evidente que hay esfuerzos por integrar medidas de adaptación al cambio climático y al manejo del riesgo por parte de los entes estatales a nivel local y regional en el contexto de las siete Copartes; sin embargo, estos planes aún presentan vacíos en términos de sustentos de información climática e hidrológica, apoyo a la comunidad para mejorar la capacidad de comprensión de los fenómenos e implementación de medidas basadas en enfoques de adaptación local a los sistemas de producción y áreas naturales (Ver informe climático en el CD adjunto).
9. Los cambios en la temperatura y la precipitación esperados por escenario de cambio climático, van a generar cambios sustanciales en los ecosistemas, biodiversidad, servicios ambientales y en general en los medios de vida y el desarrollo local. Los impactos del cambio climático a nivel local (temperaturas y precipitaciones) en las siete Copartes, pueden incrementarse o mitigarse dependiendo de las políticas y tendencias de usos del suelo actual (deforestación-reforestación).
10. Se requiere evaluar también los impactos del cambio climático en la biodiversidad a nivel de ecosistemas y especies biológicas asociadas a áreas naturales y agroecosistemas en las siete Copartes.

Recomendaciones

- ▶ Elaborar un calendario fenológico, el cual va a permitir a las Copartes avanzar en la comprensión de la relación entre los cambios graduales en las condiciones climáticas locales y los impactos positivos y negativos en la agricultura, y la disponibilidad o no de recursos locales para su subsistencia.
- ▶ Prepararse para los cambios sustanciales en los ecosistemas, biodiversidad, servicios ambientales y en general en los medios de vida y el desarrollo local debido al cambio climático causado por incrementos y **variabilidad** en la temperatura y la precipitación.
- ▶ Estar al tanto de las políticas y tendencias de usos del suelo actual (deforestación-reforestación) para prevenir o mitigar los impactos del cambio climático a nivel local (temperaturas y precipitaciones) en las siete Copartes.



▶ Construcción de medidas de adaptación al cambio climático y los usos del suelo local en las Copartes.

- ▶ Evaluar también los impactos del cambio climático en la biodiversidad a nivel de ecosistemas y especies biológicas asociadas a áreas naturales y agroecosistemas en las siete Copartes.
- ▶ Desarrollar de manera urgente y rápida capacidades de investigación adaptativa para especies animales y vegetales fundamentales para la seguridad alimentaria de las familias y los ecosistemas.
- ▶ Si se toman medidas de mejora en la cubierta boscosa en las siete Copartes, los impactos sobre el agua local serán importantes, se mejorará la calidad del agua en zonas altas, medias y bajas, e igualmente los bosques podrán capturar más agua en forma de niebla, incorporarla a los sistemas naturales y por ende mejorar los balances y la disponibilidad del agua en las localidades (Ver informe climático en el CD adjunto).
- ▶ Validación de coberturas adaptadas a climas esperados.
- ▶ Aprendizajes en drenajes, control de erosión y mejoramiento de la retención de humedad de los suelos.
- ▶ Mejoramientos a las viviendas para adaptarlas a calores más intensos y lluvias más fuertes.

Herramientas para valorar el efecto de prácticas de manejo de sistemas agropecuarios sobre la huella de carbono



En este capítulo presentamos tres tablas que permiten conocer los impactos de las principales actividades humanas y su significado en términos de las emisiones de CO₂, el efecto sumidero de carbono y la mitigación de emisiones.

En la Tabla 14, Actividades humanas y su potencial de emisiones de CO₂, se muestran cifras sobre las emisiones de diferentes actividades humanas, que pueden ser útiles para conocer nuestros impactos y diseñar sistemas de captura de CO₂ proporcionales a las emisiones.

En la Tabla 15, Amenazas derivadas del cambio climático, acciones de adaptación, su eficacia, su efecto sumidero y la mitigación, se muestran las principales amenazas establecidas en los ejercicios de la herramienta EPCCRD, sus correspondientes acciones de adaptación y la eficacia de las mismas, así como su efecto sumidero y de mitigación.

En la Tabla 16 se listan diferentes características del manejo de sistemas productivos, su efecto como retenedoras de carbono, como mitigadoras, y se comentan las razones para esta calificación.

Tabla 14. Actividades humanas y su potencial de emisiones, retención de CO₂ y mitigación

Actividad	Descripción	Emisiones de CO ₂	Retención de CO ₂	Mitigación
Uso de energía	La quema de cualquier combustible fósil produce emisiones de CO ₂ , que es el principal GEI, después del vapor de agua. 1 kg de carbono retorna a la atmósfera 3,6 kg de CO ₂ .	Reingreso del carbono a la atmósfera como CO ₂ . El promedio de emisiones por personas es de 3,9 toneladas de CO ₂ /año.	Efecto sumidero de carbono. La fotosíntesis de las plantas captura CO ₂ .	Disminución o reducción en las emisiones de GEI. Sincronización y disminución del uso de motores a gasolina.
Transporte	Constituye la principal fuente de emisiones de CO ₂ . Depende de la calibración de los motores, las distancias y el rendimiento del combustible.	Todo transporte movido por combustible fósil. 1 galón de gasolina al quemarse libera a la atmósfera 8,95 kg de CO ₂ .	Siembra de bosques. Agricultura de conservación. 1 ha de árboles puede retener hasta 200 toneladas de carbono o 720 toneladas de CO ₂ .	Transporte en bicicleta. Energías renovables para el transporte. Compartir el transporte. Reducir transporte.
Energía eléctrica	Depende del consumo y la frecuencia de uso de los aparatos y de la fuente (renovable o no).	Calefacción, industrias, estufas. 1 kW de electricidad a partir de fuente no renovable genera 0,43 kg de CO ₂ . 1 kg de carbón genera 2,4 kg de CO ₂ .	Compensación de emisiones con bosques. Agricultura de conservación. Uso de aparatos con energías renovables.	Reducción de luminarias en las casas. Bombillos ahorradores. Reducción de uso de aire acondicionado.
Agricultura	La agricultura convencional (monocultivo) y la quema de bosques han sido grandes responsables de la liberación de CO ₂ a la atmósfera.	El cambio de uso de los suelos de bosques a cultivos ha liberado el 30% del carbono almacenado en el suelo. La quema de biomasa y el combustible de la maquinaria genera CO ₂ . La ganadería y la fertilización soluble generan metano y óxido nitroso.	Los suelos son los principales depósitos de carbono, después de los océanos. La agricultura de conservación, rica en biomasa viva, así como la siembra de bosques, son eficientes retenedores de CO ₂ .	Disminución del volteo del suelo, de las quemas de bosques y del uso de fertilizantes solubles, así como disminución drástica del número de vacas. Manejo de estiércol bajo sombrío. Manejo cuidadoso de la materia orgánica.
Consumismo	Los países industrializados han alcanzado altos niveles de consumo que involucra una gran huella de carbono, sus emisiones de CO ₂ superan casi en cinco veces el promedio mundial.	Los desechos generan emisiones, así como la fabricación de innumerables artefactos domésticos. 1 kg de envases plásticos ligeros genera 2 kg de CO ₂ .	El reciclaje de materias primas. Siembra de árboles.	Disminución del consumo de productos, disminución de producción de residuos.

Fuente: Corporación Semillas de Agua, 2014.

Tabla 15. Amenazas derivadas del cambio climático (CC), acciones de adaptación, su eficacia, su efecto sumidero y la mitigación en los proyectos de las Copartes de Fastenopfer en Colombia

Amenazas derivadas del CC	Acciones de adaptación	Eficacia*	Efecto sumidero*	Mitigación
Reducción de la eficacia del trabajo para evitar exposición al sol.	Agricultura de semisombrío con árboles y arbustos multipropósito.	Alta: se trabaja en condiciones de sombrío.	Alto	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Conserva el carbono en los suelos. ▶ Incremento de la materia orgánica dentro del suelo. ▶ Mejoramiento de la capacidad de regulación hídrica del suelo.
Disminución de la producción agropecuaria por sequía.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Coberturas para limitar evaporación y desecamiento por vientos. ▶ Siembra de coberturas para proteger el suelo en verano. ▶ Incremento de la materia orgánica sobre el suelo (MOSS). ▶ Cambio de desyerbo por podas adecuadas. ▶ Sistema de riego de bajo consumo. ▶ Cultivos o sistemas pecuarios intensivos y económicos en consumo hídrico. ▶ Elaboración de procesados y conservas. ▶ Reuso de aguas grises para agricultura. ▶ Uso de variedades tolerantes a la sequía. ▶ Capacitación en manejo de incendios forestales. ▶ Minirrepresas de agua. ▶ Capacitación. ▶ Labranza cero del suelo, evitar volteo del suelo. ▶ Zanjas con minidiques para incrementar la tasa de infiltración al agua lluvia en el suelo. 	Alta: el conjunto de las medidas puede tener eficacia alta.	Alto	Reducción de emisiones de GEI.
Disminución de la producción agropecuaria por lluvias excesivas.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Elaboración de sistemas de drenaje lento de aguas lluvias. ▶ Manejo de residuos de cosecha para evitar represamientos. ▶ Distancias mayores de siembra. ▶ Elaboración de procesados y conservas. ▶ Inclusión de árboles para retener los suelos. ▶ Siembra en curva de nivel. ▶ Capacitación en acciones de evacuación temprana. ▶ Sistemas de evaluación local de la intensidad de las lluvias. ▶ Selección de semillas por tolerancia a la humedad excesiva. ▶ Comunicaciones ágiles. 	Alta: el conjunto de las medidas puede mejorar la eficacia.	Medio	La retención de suelos es también reducción de emisiones de CO ₂ .

* Calificación: Alta, Media, Baja

Continúa

Viene

Amenazas derivadas del CC	Acciones de adaptación	Eficacia*	Efecto sumidero*	Mitigación
Afectación por "plagas" de cultivos y enfermedades animales.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Especies y variedades muy adaptadas a las condiciones locales. ▶ Cultivos con enyerbamiento controlado. ▶ Acciones de conservación de avifauna. ▶ Instalaciones diseñadas para buena ventilación. ▶ Mejorar el abonamiento y la calidad del alimento para animales. ▶ Animales con agua potable. ▶ Cuidado y recuperación de los parientes silvestres de las plantas cultivadas. ▶ Diversidad cultivada y de animales. ▶ Cultivos de ciclo corto. ▶ Disposición higiénica de estiércoles. ▶ Contar con capacidad de almacenamiento y transformación de cosechas. 	Media: en gran medida, las enfermedades obedecen a factores ambientales fuera de control.	Alto	Media: las especies sembradas aportan a retención de carbono.
Problemas de salud de las personas.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mejoramiento de la calidad y frecuencia de las dietas alimenticias. ▶ Sistemas de comunicación ágiles. ▶ Medicina tradicional. ▶ Siembras permanentes. ▶ Conservación de semillas. ▶ Agua potable. ▶ Aseguramiento de techos y reforzamiento de estructuras de las viviendas. ▶ Comunicación ágil con centros de salud. ▶ Capacitación básica en atención de desastres. 	El conjunto de las medidas puede dar alta eficacia.	Bajo	Baja
Agotamiento de la fertilidad del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rotación del descanso mediante enrastramiento del suelo en lotes completos o en franjas. ▶ Abonamientos en cantidad y calidad suficientes (aportes de polvo de rocas). ▶ Rehabilitación del ciclo de nutrientes, reintroducción de árboles y fuentes productoras de materia orgánica. ▶ Uso de bioabonos, micorrizas y coberturas permanentes de suelo. ▶ Aprovechamiento de estiércoles. ▶ Reintroducción de especies de raíz profunda. ▶ Capacitación. 	Alta: depende mucho del grado del daño y del periodo de recuperación.	Alto	Alta

Continúa

* Calificación: Alta, Media, Baja

Amenazas derivadas del CC	Acciones de adaptación	Eficacia*	Efecto sumidero*	Mitigación
Avalanchas o grandes movimientos de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Capacitación para prevenir el desastre. ▶ Manejo de drenajes y de especies retenedoras del suelo. ▶ Aislamiento de áreas. ▶ Plan de contingencia y afectación aguas abajo. ▶ Monitoreo climático y comunicaciones permanentes. 	La permanencia de semilla viable es la principal garantía de la seguridad alimentaria familiar y del ecosistema. Siembras continuas promueven mayor retención de carbono y mejoran el ciclo de la materia orgánica. Hay que revalorar la función de las especies espontáneas como fuentes de abonamiento, de retención de carbono y de seguridad alimentaria ecosistémica.	Bajo	Baja
Vendavales inesperados y fuertes, granizadas.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aseguramiento de techos, estructuras y ramas de árboles que puedan hacer daño al caer. ▶ Barreras rompevientos alrededor de la casa y los animales. ▶ Capacitación en procesados y sistemas de almacenamiento. ▶ Sistema de comunicación rápida. ▶ Ruta de evacuación. ▶ Evitar estructuras de cemento o muy pesadas que puedan caer sobre las personas en un vendaval. 	Alta: depende de la magnitud del fenómeno.	Bajo	Baja
Pérdida de ingresos económicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Contar con alimentos procesados almacenados. ▶ Diseñar y mantener un fondo de ayuda. ▶ Planear mecanismos colectivos de reconstrucción y rehabilitación. ▶ Producción propia de insumos para nutrición animal (pollos, gallinas). ▶ Restauración del ciclo de la materia orgánica (abono propio), huerto de combustible (leña), control de erosión, siembras permanentes, medidas especiales de seguridad para no perder semilla adaptada a la región. 	Media: puede soportar las familias, pero temporalmente.	Neutro	Media
Incendios.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aislamientos con barreras cortafuego cerca de las viviendas. ▶ Rondas cortafuego para proteger áreas de mucho valor. ▶ Disponer de equipo para apagar incendios forestales. ▶ Capacitación sobre manejo de incendios forestales. ▶ Ruta de evacuación. ▶ Comunicaciones rápidas. 	Media: depende de la magnitud del incendio.	Cero	Negativa

* Calificación: Alta, Media, Baja

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer - 2014.

Tabla 16. Tipo de prácticas en proyectos agropecuarios y su impacto en retención de carbono y/o mitigación propuesto por las siete Copartes

Características del manejo de proyectos productivos	Retención de carbono	Efecto de mitigación	Comentarios
Descanso de los lotes para recuperación del suelo, que comprenden periodos de más de 6 meses, crecimiento libre de las hierbas y aislamiento.	Alta	Alto	Ingresa carbono al suelo, la biomasa verde, la MOSS, las raíces son aportantes de carbono. Las emisiones de CO ₂ disminuyen.
Volteo permanente del suelo con arado o manualmente.	Cero	Negativo	Se libera carbono almacenado por años, se expone el suelo a erosión por lluvias y vientos fuertes.
Cobertura vegetal permanente con arbustos y con materia orgánica sobre el suelo.	Alta	Alto	Hay temperaturas más moderadas, menor liberación de carbono, altos aportes de celulosas. Poca luz para cultivos.
Quemas de residuos de cosechas.	Negativa	Negativo	El carbono almacenado en suelos y vegetales se libera en forma de gas (dióxido de carbono o CO ₂), cada átomo de carbono se asocia con dos de oxígeno. Un átomo de carbono equivale a 3,6 de CO ₂ .
Desyerbos permanentes e intensos con herramientas y tractor.	Cero	Negativo	El sistema pierde raíces y con ellas una tasa de reintroducción de carbono al suelo, hay incremento momentáneo de materia orgánica (carbono) que se perderá a mediano plazo.
Limpieza de los lotes, entendida como quitar toda la cobertura del suelo y sacarla del lote.	Negativa	Negativo	Se expone el suelo a pérdida de carbono almacenado internamente, se deteriora el reingreso de carbono.
Poda como control del enyerbamiento y abono verde producido <i>in situ</i> .	Alta	Alto	Hay aporte permanente de materia orgánica, se mantienen las raíces aportando carbono al suelo.
Uso de herbicidas para erradicación de plantas espontáneas.	Baja	Negativo	Hay aporte momentáneo de materia orgánica, tiene efectos negativos en biodiversidad y estructura del suelo, se expone a pérdida de carbono del suelo.
Abonamientos con fuentes orgánicas.	Media	Medio	El efecto más importante se da con el tiempo, cuando el abonamiento genera más biomasa, es bueno cubrir el abono para evitar pérdidas y el aporte de otros GEI.
Fertilización soluble dirigida a los cultivos.	Negativa	Negativo	La huella de carbono de la producción de fertilizante soluble es muy alta, el efecto sobre la producción es positivo, sin embargo, fertilizar solo el cultivo no permite mejorar la producción de biomasa del conjunto de los lotes de producción.

Continúa

Viene

Características del manejo de proyectos productivos	Retención de carbono	Efecto de mitigación	Comentarios
Uso de biocidas.	Negativa	Negativo	Los biocidas deprimen las poblaciones de insectos y avifauna, el ciclo de los nutrientes y dejan expuesto el sistema a los agentes climáticos. Hay pérdida de carbono de los suelos, los biocidas tienen huella de carbono alta por unidad producida.
Monocultivo.	Negativa	Bajo	En tanto se hacen incrementando frontera agrícola son más negativos sobre terrenos agrícolas, producen menos efecto de reingreso de carbono que cultivos semienyerbados.
Manejo de estiércoles.	Media	Medio	En general, la economía de los estiércoles es positiva, si se transforman a metano pueden ser muy negativos, dado que el metano es un GEI más potente que el CO ₂ . El óxido nítrico de la descomposición es aún mucho más potente que el metano y el CO ₂ , se recomienda hacer composteras bajo techo y controladas.
Conservación de ecosistemas estratégicos por su generación de bienes y servicios ambientales.	Alta	Alto	El mantenimiento del carbono almacenado es un servicio ambiental importante y es cofactor de otros beneficios ambientales como la regulación hidrológica.
Sistemas de silvopastoreo.	Alta	Alto	Mejoran la retención de carbono, los pastos son especialmente buenos para reintroducir carbono en los sistemas, el asocio pasto-árboles es muy buena opción en términos de mejorar el efecto sumidero de carbono.
Cercas vivas.	Alta	Alto	Pueden ser una estrategia multipropósito de mejoramiento de forrajes estratégicos para nutrición animal, aportan nutrientes que están en el subsuelo, son hábitats de numerosas especies, disminuyen la tala de bosques para cercos y son fácilmente cuantificables como depósitos de carbono para negocios de compensación de emisiones.
Barreras cortavientos.	Alta	Alto	Funcionan con todos los atributos de las cercas vivas, con estabilización adicional de suelos y disminución del efecto desecante de los vientos.

Continúa

Características del manejo de proyectos productivos	Retención de carbono	Efecto de mitigación	Comentarios
Conservación de semillas.	Baja	La permanencia de semilla viable es la principal garantía de la seguridad alimentaria familiar y del ecosistema. Siembras continuas promueven mayor retención de carbono y mejoran el ciclo de la materia orgánica. Hay que revalorar la función de las especies espontáneas como fuentes de abonamiento, de retención de carbono y de seguridad alimentaria ecosistémica.	Muy dependiente del uso que se haga de las mismas y de la representatividad de la flora local y no exclusivamente de las especies para alimentación humana y animal.
Aislamiento de áreas.	Alta	Medio	Se pueden hacer mediante el uso de especies adaptadas como cercos, incrementando el potencial de retención de carbono y la estabilidad de los servicios ambientales de dichas áreas.
Producción propia de insumos y energía.	Media	Medio	El consumo local de productos locales tiene amplio poder de mitigación, ya que los costos ambientales del transporte en las vías locales en mal estado son enormes. El reemplazo de sistemas energéticos con el uso de energía solar o eólica reduce emisiones. Las estufas ahorradoras, incluso las alimentadas con madera, pueden ser cero emisiones si siembran su propio combustible. Los insumos y materiales de madera durables son formas de estabilización de carbono.
Distancia a los centros de comercio.	Media	Medio	Los mercados locales ahorran costos de transporte, empaques y muchos costos de transacción que son significativos en términos de la mitigación.
Uso de maquinaria y combustibles fósiles.	Nula	Bajo	La maquinaria pesada tiene altos niveles de emisiones por el consumo de combustibles fósiles y la huella de carbono de su fabricación.

Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer - 2014.

Tecnologías para la adaptación al cambio climático



Mejoramiento de estufas

Taller Regional para América Latina sobre Cambio Climático y Resiliencia en las Comunidades y Pueblos Rurales



Estufas eficientes, más seguras, con menos trabajo, menores pérdidas de calor, menores emisiones de GEI y más bosques para mitigar el calentamiento global.



- ▶ Grandes consumos y desperdicios de energía.
- ▶ Deforestación.
- ▶ Pérdida de calor por difusión.
- ▶ Afectaciones a la salud por calor y humo.
- ▶ En algunos casos se cocina con mucho riesgo.
- ▶ Las estufas en una mesa y con cerramientos son mejores que las de fuego abierto.

El consumo excesivo de leña implica gran esfuerzo familiar en el transporte y una importante afectación de los bosques.





Estufas con grandes cantidades de cemento y grandes cámaras de combustión generan sobrecostos y desperdicio de leña.

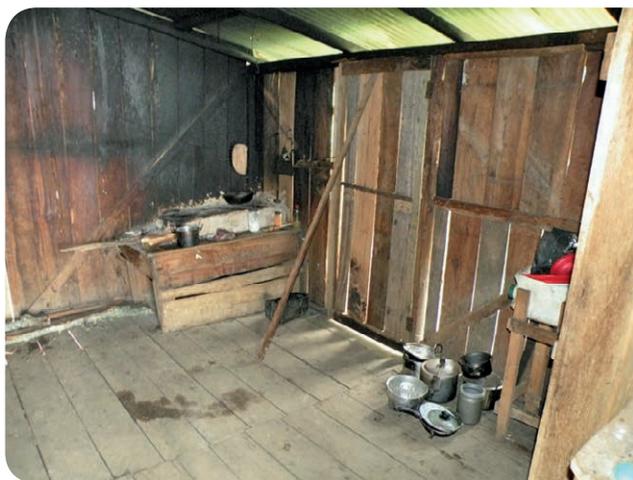
El consumo de leña en Poblazón para una familia de cuatro personas:

- ▶ Madera verde del bosque: 9 t/año.
- ▶ Madera seca (al 20% de humedad) para quemar: 1,8 t/año.
- ▶ Al quemarse, esta madera produce 900 kg de carbono.
- ▶ Los 900 kg de carbono equivalen a 3,2 t de CO₂ al año.



Pesaje de madera para cuantificar eficiencia energética en estufas ecológicas.

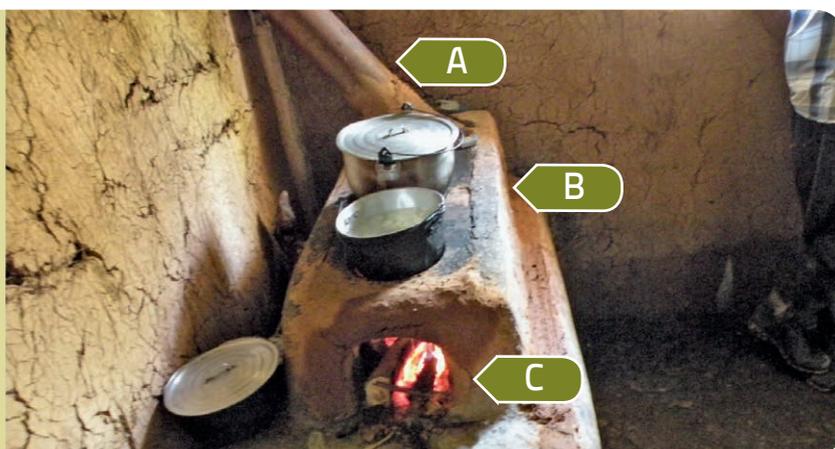
Fuente: Corporación Semillas de Agua - Fastenopfer, 2014.



Las cocinas tradicionales son regularmente espacios poco ventilados, con la estufa a un rincón, dificultades para manipular las ollas y uso mínimo de los excedentes de calor.

¿En qué consiste una estufa mejorada?

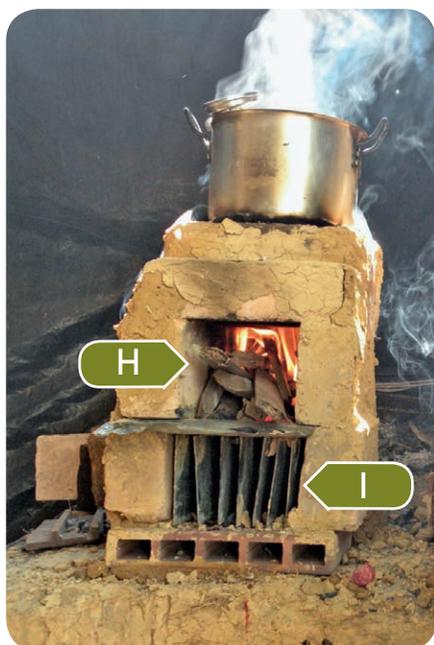
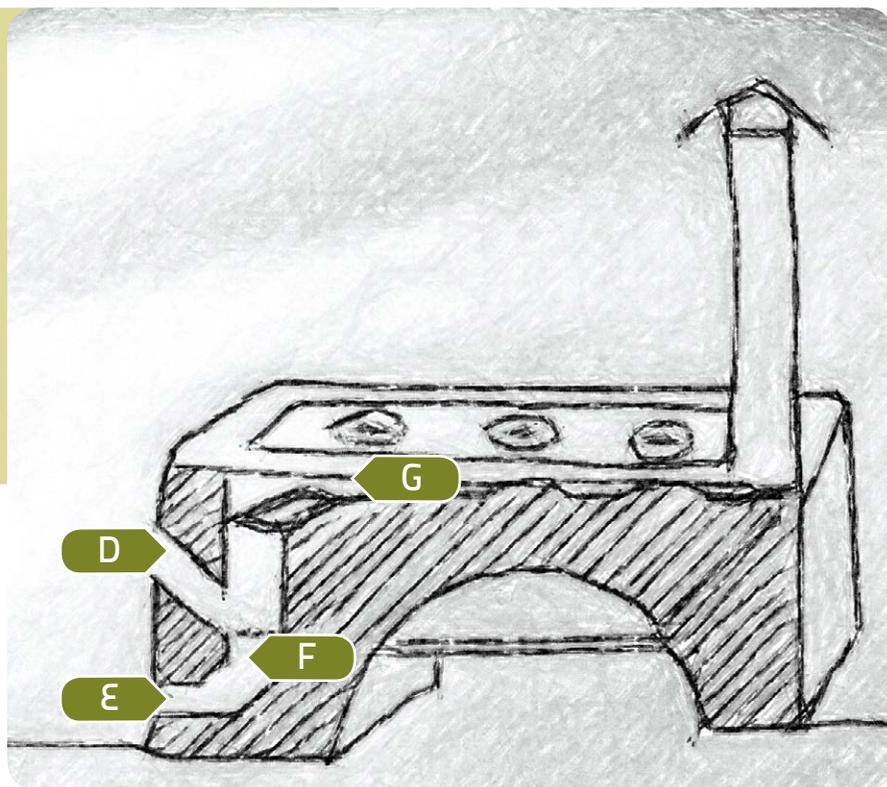
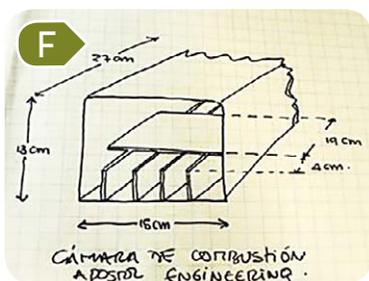
- A) Chimenea
- B) Aislamiento térmico
- C) Boca pequeña



- ▶ Sin humo en la cocina.
- ▶ Bajo consumo de leña.
- ▶ Piso de la estufa con pendiente del 8% hacia la chimenea.
- ▶ Sistema de forzar la entrada de aire caliente (intercambiador de calor).
- ▶ Forzar las llamas a pasar muy cerca de las ollas o la plancha.
- ▶ Cámara de combustión pequeña.
- ▶ Ingreso de aire debajo de la cámara de combustión.
- ▶ Materiales refractarios para evitar pérdidas de calor.
- ▶ Madera seca y precalentada.
- ▶ Tamaño apropiado para la persona que cocina.
- ▶ Control del tiro de aire de la chimenea.

Diseño y partes de una estufa mejorada:

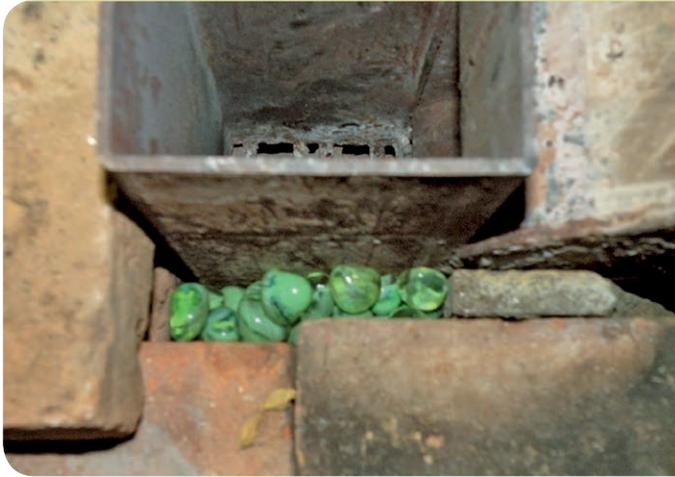
- D) Ingreso de leña seca
- E) Ingreso de aire caliente
- F) Intercambiador de calor
- G) Piso con pendiente del 8% hacia la chimenea
- H) Leña seca y caliente
- I) Aire caliente



La inclusión del intercambiador de calor mejora sustancialmente la eficiencia de la combustión, disminuye el consumo de leña y hace más rápida la cocción de los alimentos.



Sistema de ingreso de leña, cámara de combustión e intercambiador de calor.



El aislamiento térmico refractario, con esferas de vidrio y bloques o ladrillos refractarios, reduce la transferencia de calor en un 85%. Se requieren materiales refractarios y no dispersantes de calor (grandes masas de cemento).



Equipo de investigadores de las Copartes, taller para técnicos. Diseño y construcción de sistemas de estufas eficientes con recursos locales.

Proceso de construcción de una estufa eficiente

con el aporte de los participantes de los talleres, los aprendizajes de la experimentación y el uso de materiales locales. Las chimeneas deben incluir un control de tiro o "damper", de manera que sea posible controlar la intensidad de la llama.



Valoración de la eficiencia térmica de las estufas.

Construcciones adaptadas al nuevo clima y sismorresistentes

► José Freddy Giraldo González. Arquitecto

Debido a la diversidad cultural, racial, económica, ambiental y topográfica, se han generado múltiples respuestas arquitectónicas y estructurales para satisfacer las necesidades de los colombianos tanto a nivel rural como urbano. En el sector rural, las respuestas han sido planteadas desde la comunidad misma y conforman la arquitectura vernácula; en las urbes, como respuestas arquitectónicas condicionadas al avance técnico y tecnológico de la industria de la construcción.

Cada respuesta obedece claramente a la utilización de materiales pertenecientes o adquiridos en el entorno, los cuales evolucionan en sistemas constructivos de fácil reconocimiento:

1. Estructuras en concreto reforzado aperticadas, confinadas, prefabricadas preindustrializadas e industrializadas.
2. Estructuras metálicas y con cierres mixtos.
3. Estructuras en madera.
4. Estructuras en guadua.
5. Estructuras alternativas.

Daños en edificaciones



Daños causados por vientos y tormentas.



Daños causados por sismos.



Daños causados por erosión.



Cubiertas improvisadas con anclajes insuficientes.



Muros sin refuerzos y materiales de baja calidad.



Daños causados por malos procedimientos constructivos.



Por armaduras deficientes.
A) Distanciamientos no admisibles en refuerzos.



Construir según climas y determinantes básicas para elementos de la construcción.

Norma de sismorresistencia - NSR 10

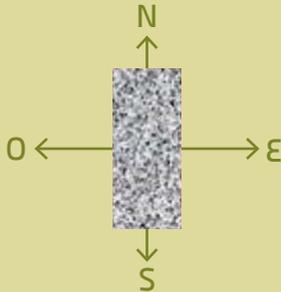
(Para construcciones de uno y dos pisos: Títulos E y D)

Esta ley reglamenta la construcción en Colombia. Son normas para todos los sistemas constructivos. Establece condiciones en uso de materiales, procedimientos constructivos y estructuras encaminados a la protección de la vida de quienes habitan y usan las edificaciones en casos de afectación por las incontrolables fuerzas de la naturaleza y las indebidas prácticas de construcción.

Dicta los parámetros a seguir en cimentación, mampostería, estructuras, cierres de edificaciones, instalaciones técnicas y especiales, incluyendo la aplicación de normatividad de calidad. Exige la participación de personal acreditado para cada uno de los parámetros con su correspondiente cuota de responsabilidad sobre su intervención. Obliga a las entidades públicas y privadas encargadas del control de la actividad edificadora a hacer cumplir lo establecido en dicha ley.

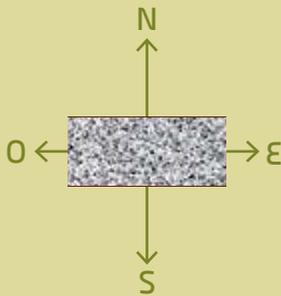
Orientación del bloque principal

Clima frío



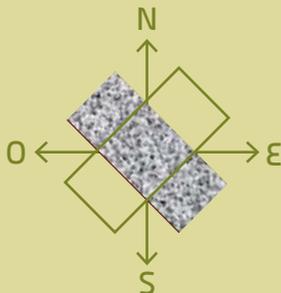
- ▶ Ventilación controlada.
- ▶ Aberturas moderadas para evitar pérdida de calor.
- ▶ Muros captadores de calor en fachadas este-oeste.
- ▶ Aislamiento del suelo impermeabilizado.
- ▶ Aleros y conducción de aguas lluvias.

Clima cálido



- ▶ Ventilación transversal.
- ▶ Aberturas amplias para pérdida de calor y renovación de aire.
- ▶ Muros captadores de luz en fachadas norte-sur.
- ▶ Muros cortos en fachadas este-oeste.
- ▶ Aislamiento del suelo impermeabilizado.
- ▶ Aleros y conducción de aguas lluvias.

Clima templado

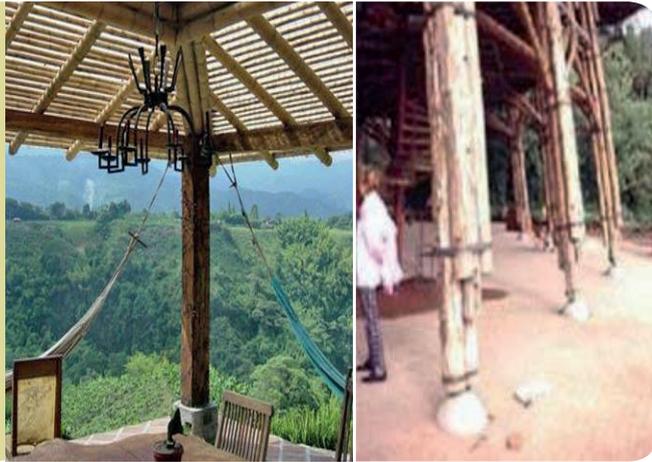


- ▶ Ventilación transversal controlada.
- ▶ Aberturas flexibles para control de calor y renovación de aire.
- ▶ Muros homogéneos aislantes de calor y frío.
- ▶ Aislamiento del suelo impermeabilizado.
- ▶ Aleros y conducción de aguas lluvias.



Aleros generosos.

Aislamiento de soportes del suelo.



Prefabricados modulares.



Con muros confinados.



Construcción tradicional en bahareque.



Confinados en proceso.

Drenajes y terraceo para mejorar el manejo seguro del agua



En los diferentes escenarios climáticos futuros, las lluvias afectarán sustancialmente el paisaje por exceso y torrencialidad.



Las afectaciones al paisaje a causa de las lluvias pueden destruir la infraestructura y la capacidad productiva de fincas, ecosistemas y regiones.



Diferentes situaciones pueden acelerar los procesos erosivos:

- ▶ Altas precipitaciones en periodos cortos de tiempo: más de 30 mm en media hora son suficientes para prender alarmas.
- ▶ Construcciones en áreas de pendientes fuertes o cerca de barrancos.
- ▶ Drenajes de techos o sanitarios, lavaderos o simplemente fugas de agua de tuberías.



No existe una norma para definir en qué momento un aguacero se vuelve una amenaza, hay que tener en cuenta:

- ▶ La pendiente del terreno.
- ▶ El área de captación de aguas (lo que ocurre aguas arriba).
- ▶ La ubicación de los drenajes naturales frente a construcciones y cultivos.
- ▶ El manejo histórico del suelo (resistencia frente a la erosión).
- ▶ La textura y las propiedades físicas del suelo (los suelos arenosos se erosionan más rápido con la lluvia).



- ▶ La torrencialidad de las lluvias (más de 30 mm en media hora).
- ▶ La frecuencia de las lluvias (saturación y peso excesivo del suelo).
- ▶ Recordemos que el potencial de daño del agua es proporcional a los sedimentos y materiales que arrastran las aguas de escorrentía.

¿Qué es una zanja de drenaje?

- ▶ Un mecanismo simple para evacuar el agua de manera que no se cause erosión.
- ▶ Puede ser el primer paso de un terracedo progresivo con mínimo movimiento del suelo.
- ▶ Un drenaje mal hecho puede contribuir a la pérdida del suelo o incluso de construcciones.
- ▶ El drenaje debe ser lento.
- ▶ Drenajes muy hondos desecan el suelo más de lo necesario.
- ▶ Por más que tengamos información siempre podrá haber una aguacero tan fuerte que desborde los drenajes.



¿Cómo se construye un sistema o zanja de drenaje-terracea?

- ▶ Es un sistema, no solo una zanja, es decir, que no basta con coleccionar el agua y hacer la excavación, se requiere manejo adecuado del suelo y del agua hasta que el agua de drenaje entre al río o quebrada sin sedimentos.
- ▶ En todos los casos se debe dividir el lote por la mitad y drenar hacia la derecha y hacia la izquierda para repartir los caudales de drenaje.
- ▶ Como sistema, es necesario observar el paisaje circundante y todas las posibles causas de erosión.
- ▶ Las zanjas de drenaje pueden facilitar la instalación de terraceo vivo, con plantas.
- ▶ Los sistemas vivos son los más duraderos para terraceo.
- ▶ Ningún sistema funciona sin mantenimiento, ni soporta toda clase de carga.
- ▶ La remoción o volteo del suelo es un factor predisponente importante, se debe evitar al máximo exponer el suelo a la erosión.

¿Cómo saber qué pendiente es la mejor para una zanja de drenaje?

Mida qué pendiente soportaría su suelo sin generar erosión: fabrique zanjas con el agronivel, al 1%, al 3% al 5% de pendiente, aplique la misma cantidad de agua durante el mismo tiempo a cada una y determine cuál genera menos sedimentos.



¿Cómo se hace la prueba de sedimentación?

Como se observa en la foto, se hacen zanjas de drenaje de experimentación, y con el agrónivel se puede obtener la pendiente deseada. Al final del drenaje o zanja se coloca un vaso y se recolecta agua. La observación de los sedimentos nos dirá qué pendiente es la más apropiada para el tipo de suelo de la finca. Recomendamos nunca pasar de 4% de pendiente en sistemas de cultivo.



Midiendo la erosión con pendiente del 10%.



Observe en cuál caso hay menos erosión y decida la pendiente de sus propios drenajes en función de la estructura de sus suelos.

- ▶ Profundidad de la zanja de drenaje: comience a experimentar con 15 cm o 20 cm de profundidad y el ancho del azadón. Mínimo volteo de suelo.
- ▶ La distancia de un drenaje a otro o entre terrazas depende, principalmente, de la cantidad de lluvia, el tipo de suelo, la pendiente y el uso de la tierra que tenga el agricultor (no es lo mismo drenar una huerta que un potrero).
- ▶ La lluvia es buena consejera. Haga la primera zanja de drenaje y observe cómo se comporta en invierno. Decida la distancia.
- ▶ La zanja de drenaje le puede ayudar a mejorar la infiltración del agua en el suelo para enfrentar mejor el verano.
- ▶ Sembrar en la parte más baja de la zanja le ayudará a proteger el suelo y evitar que se desborde el drenaje, lo cual favorecerá los cultivos.
- ▶ Las zanjas de drenaje también pueden usarse para promover la infiltración del agua en épocas de verano, construyendo pequeños diques con tierra cada 2 o 3 metros para evitar que el agua lluvia corra y tenga oportunidad de infiltrarse en el suelo. En invierno no deben existir los diques, ya que facilitarían la erosión.



Los calendarios fenológicos o el comportamiento de las especies frente al clima

Taller de Cambio Climático y Adaptación

Enero

Calendario fenológico

Cómo ha sido el clima en los últimos 50 años	El clima en 2015	El clima en 2016	Cómo será el clima en 2024



La fenología de las plantas muestra cómo el clima local afecta diferentes estados de las plantas, por ejemplo la caída de hojas, la floración y la fructificación.

Para entender mejor cómo el clima afecta y produce cambios en las plantas y los animales, es necesario hacer observación juiciosa del clima y del comportamiento de animales y plantas.

Del clima podemos tomar fácilmente datos como las lluvias, la humedad y la temperatura.

Para este propósito, los árboles y las especies de ciclo largo son excelentes fuentes de información. Se requiere observación y registro de datos.

Las plantas, especialmente las perennes (árboles, arbustos y especies de larga duración), muestran los impactos del clima en el que viven.

Muchas especies para florecer requieren determinada cantidad de luz solar.

Otras especies solo fructifican cuando hay veranos muy secos.

La acidez o la concentración de azúcares, en muchos casos depende de la variación de la luminosidad y de las temperaturas entre el día y la noche.



Los cambios en el comportamiento de los árboles solo se pueden apreciar cuando se hacen comparaciones entre diferentes años.

El calendario fenológico nos permite mayor comprensión sobre cómo ha sido el clima antes, en los últimos 50 años, cómo es ahora y cómo será al 2024, es una herramienta para decidir cuáles expresiones del clima serán más predominantes y si el clima actual está variando cómo se prevee. Con esta información debemos tomar decisiones de adaptación al nuevo clima.



¿Para qué sirve esta información fenológica?

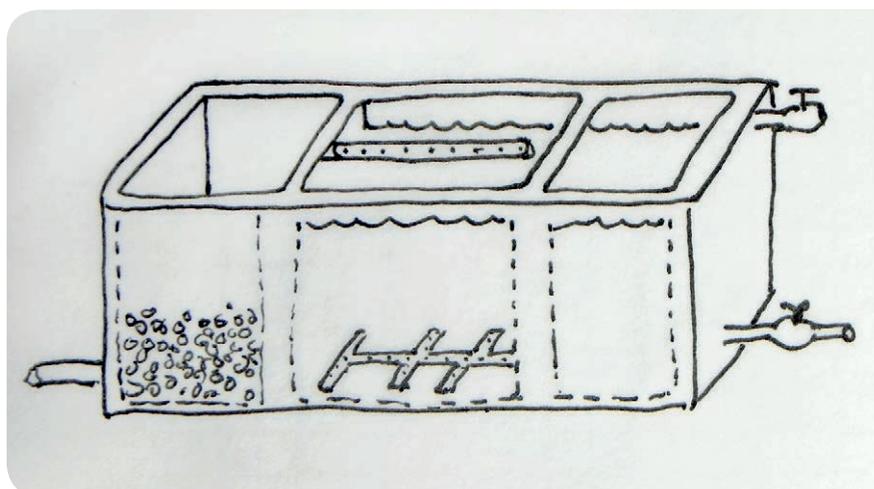
Esta información sirve para:

- ▶ Conocer cómo el nuevo clima está afectando nuestros sistemas de cultivo y en general el comportamiento de las especies vivas.
- ▶ Prepararnos a enfrentar de la mejor manera posible un nuevo clima con más lluvias, más calor, más vendavales, etc.
- ▶ Seleccionar especies muy sensibles al clima para obtener información.
- ▶ Preparar nuevas épocas de abonamiento o riegos.
- ▶ Preparar manejo de coberturas.
- ▶ Cambiar de producto o de época de siembra.
- ▶ Conocer más sobre las relaciones ecológicas de la región.
- ▶ Seleccionar semillas con tolerancia a enfermedades típicas de ambientes más húmedos, con mayor resistencia al volcamiento, entre otros criterios de selección.

Sistemas de filtración lenta en arena, una opción biológica sin el uso de cloro para potabilizar el agua



Filtro lento de arena que abastece un colegio rural, construido con la comunidad de Poblazón, Cauca.



El filtro lento de arena, una opción de potabilización del agua para la familia y los animales en el sector rural.



Nuestros principios con relación al agua potable

- ▶ Las familias rurales pueden ser responsables por la calidad del agua que consumen y de paso evitan acueductos costosos.
- ▶ El agua potable mejora la calidad de vida de la familia, los animales y de los consumidores finales.
- ▶ El uso de agua desinfectada con cloro está asociado a problemas en la piel y el cabello, y se relaciona con algunos tipos de cáncer, aunque falta mucha información científica al respecto.
- ▶ “Agua que no has de beber, mejor déjala correr”.

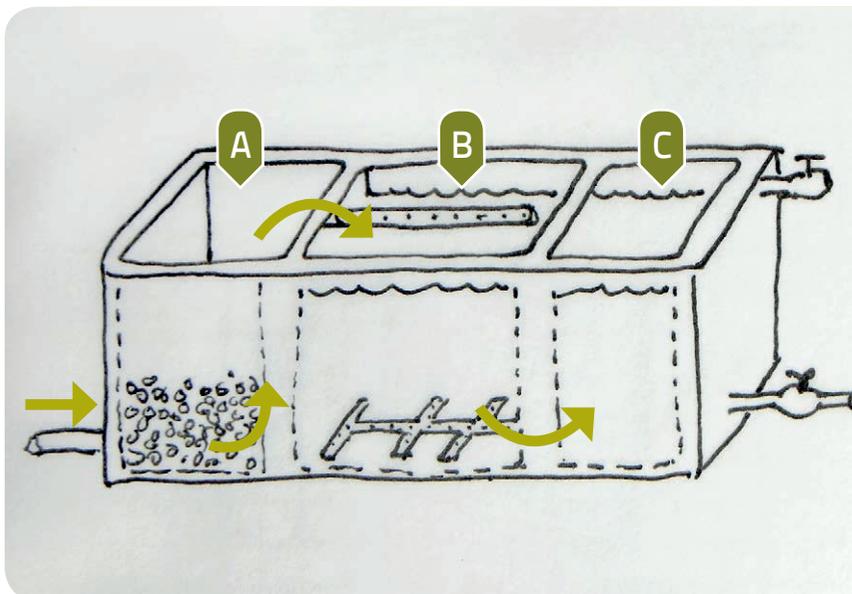
¿Para qué sirve un filtro lento de arena?

Los principales contaminantes del agua son las bacterias *Escherichia coli*, y aunque todos tenemos *E. Coli* en nuestros estómagos, algunas cepas de la bacteria son especialmente graves para los humanos.

La filtración lenta en arena bien manejada es un control eficaz contra *E. Coli* y otros parásitos.

¿Cómo funciona la filtración lenta en arena?

- ▶ Sobre la arena del filtro se establece un cultivo de microorganismos que se alimentan de luz solar y de otros microorganismos que vienen en el agua (parásitos).
- ▶ Los parásitos que logren pasar el cultivo de microorganismos no pueden atravesar todo el lecho filtrante de arena y mueren allí.
- ▶ Se requiere luz directa en el lecho filtrante para que también prosperen complejos biológicos como algas, levaduras y otros microorganismos.
- ▶ Es necesario que las aguas no sean excesivamente turbias, hay que prefiltrar.
- ▶ Debe haber entrada continua de agua al sistema para mantener los microorganismos que se comen los parásitos (nata biológica).



El agua entrante llega a un primer filtro compuesto por grava, luego pasa al lecho filtrante que está formado de arenas de varios tamaños (las más finas arriba), y finalmente se almacena en un depósito.

- A) Prefiltro con grava
- B) Unidad con lecho filtrante de arena
- C) Depósito de agua potable

La caja pequeña es prefiltro con grava, el agua entra de abajo hacia arriba. Por el tubo pasa al lecho filtrante y el agua filtrada sale abajo. Ver el techo traslúcido.





Filtro recién terminado. Aún no hay formación de nata biológica.

Normas de diseño:

- ▶ La máxima velocidad de funcionamiento es de 100 litros de agua por hora, por cada metro cúbico de lecho filtrante (arena más fina). Si el lecho filtrante es $0,25 \text{ m}^3$, la velocidad de filtrado será de 25 litros/hora.
- ▶ La profundidad mínima de las arenas finas es de 70 cm.
- ▶ Una familia promedio y sus animales consumen aproximadamente 600 litros/día.
- ▶ Las paredes internas del filtro deben ser rugosas o ásperas.
- ▶ La unidad filtrante debe estar bien tapada con un material o teja traslúcida.

Tamaño de las arenas:

- ▶ De 0,4 mm a 0,5 mm, es la más abundante, y mínimo debe tener una profundidad de 70 cm. Va en la parte superior.
- ▶ $1/8''$ a $3/16''$
- ▶ $3/8''$ a $1/4''$
- ▶ $1/2''$ a $3/8''$
- ▶ Gravas de $1 \frac{1}{4}''$ a $1 \frac{1}{2}''$

Las arenas se pueden separar con un plástico limpio y perforado para evitar que se mezclen.



Solo se debe usar arena fina, la que tiene cristales de cuarzo. Aquí se observa la arena más fina, entre 0,4 mm y 0,5 mm de diámetro.

Esta es la arena que se usa en mayor proporción, al menos 70 cm de profundidad.



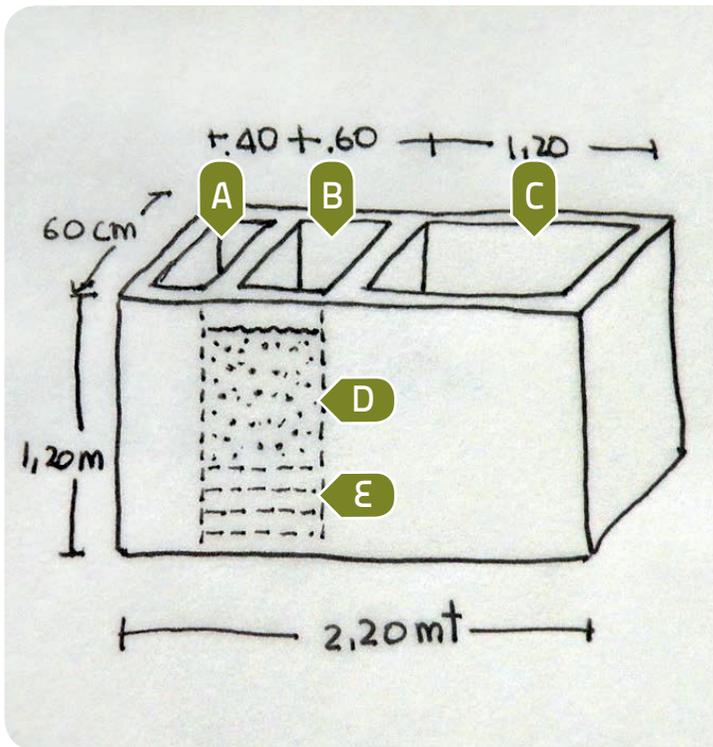
Aspecto de la nata biológica o cultivo de microorganismos ya formados en dos o tres semanas después de finalizada la construcción del filtro.

Las burbujas deben ser gas metano (descomposición de la materia orgánica sin oxígeno) y oxígeno producido por algas fotosintéticas.

Lavando arena

Se puede usar hipoclorito y luego lavar con abundante agua.





A modo de ejemplo, una unidad filtrante de 600 litros de agua potable al día provee a una familia de 5 personas, 10 gallinas, 20 pollos, un par de vacas y 3 o 4 cerdos.

- A) Desarenador de 0,60 m x 0,40 m x 1,20 m
- B) Lecho filtrante de 0,60 m x 0,60 m x 1,20 m
- C) Depósito de agua potable de 0,60 m x 1,20 m x 1,10 m
- D) Lecho filtrante fino de 0,60 m x 0,60 m x 0,70 m
- E) Espacio para las arenas más gruesas, cada una de 10 cm de profundidad.



F) Dentro de la casa está el tanque del agua filtrada.

G) Tanque de almacenamiento. H) Filtro.

