

**PROYECTO: “APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE”. OBJETIVO: “ESTUDIO DE LA POTENCIALIDAD DE BIOCARBONO PARA AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE”**

**FRANCY JOHANA ENCISO VACA**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
BOGOTÁ D.C**

**2017**

**PROYECTO: “APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE”. OBJETIVO: “ESTUDIO DE LA POTENCIALIDAD DE BIOCARBONO PARA AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE”:  
REVISIÓN**

**FRANCY JOHANA ENCISO VACA**

Modalidad de grado: Participación activa en proyectos de investigación disciplinar o interdisciplinar

Proyecto: “aprovechamiento integral de la biodiversidad para el desarrollo sostenible”

**Directora**

**LILIANA BETANCOURT LOPEZ**

**Zootecnista, MSc, Dr. Sc.**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PROGRAMA DE ZOOTECNIA**

**BOGOTÁ D.C.**

**2017**

## **DIRECTIVOS**

HERMANO ALBERTO PRADA SANMIGUEL

**RECTOR**

DRA. CARMEN AMALIA CAMACHO SANABRIA

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

HERMANO DIEGO ANDRÉS MORA ARENAS

**VICERECTOR DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

DOCTOR LUIS FERNANDO RAMÍREZ HERNANDEZ

**VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA**

DOCTOR EDUARDO ÁNGEL REYES

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

HERMANO ARIOSTO ARDILA SILVA

**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

DOCTOR ALEJANDRO TOBON GONZÁLEZ

**SECRETARIO ACADÉMICO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARIN

**DIRECTOR PROGRAMA DE ZOOTECNIA**

DOCTORA MARÍA CAMILA CORREDOR LONDOÑO

**ASISTENTE ACADÉMICO PROGRAMA DE ZOOTECNIA**

## Contenido

RESUMEN. ....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN. ....	8
CAPITULO 1. Problemas de la Agricultura y el Cambio Climático: Justificación de la Agricultura Climáticamente Inteligente. ....	10
Sostenibilidad (Justificación Social, económica y ambiental).....	12
Eficiencia de la Agricultura Climáticamente Inteligente .....	18
Resiliencia: Recuperación frente a desafíos.....	31
Reducción de emisiones de gases efecto invernadero.....	39
CONSIDERACIONES FINALES. ....	40
CAPITULO 2. Biocarbono .....	41
Definición.....	41
Contexto .....	42
Funcionalidad .....	45
Impacto Potencial.....	47
CONSIDERACIONES FINALES. ....	48
CAPITULO 3. Energías Alternativas .....	48
Los Combustibles Fósiles .....	51
CONSIDERACIONES FINALES. ....	54

Bibliografía ..... 55

# Biocarbono para agricultura climáticamente inteligente

---

## **RESUMEN.**

El cambio climático es un problema actual que afecta a todos los sectores de producción, uno de los más perjudicados es el sector del agro que es la fuente de alimento y sustento de una sociedad, es decir, tiene como medida la seguridad alimentaria de una población. Con el pasar de los años en los campos se han encontrado problemáticas de periodos extensos de sequía o de lluvia durante el año, lo que complica la producción de alimento, por estas problemáticas se implantaron nuevas alternativas de planeación y metodologías. Ubicando la agricultura climáticamente inteligente como una solución a los problemas afrontados en el cambio climático, desarrollando planeación de producción y manejo de cultivos, donde se tiene una mejor utilización del suelo mejorando sus condiciones fisicoquímicas con el biocarbono mejorando su estructura, textura y nutrientes ofrecidos a la planta, además que contribuye a la captación de elementos contaminantes como metales pesados y residuos de fertilizantes. La planificación del sistema productivo iniciando con la ubicación y los beneficios del área para los diferentes cultivos y la adaptación de estos al medio con un control establecido de los posibles cambios afrontar. En la búsqueda de alternativas que promuevan la disminución del impacto ambiental, como lo son las energías renovables ya que son ilimitadas y no producen daños al ambiente, soluciones que mitiguen la contaminación proporcionando la creación de asociaciones que establezcan eficiencia en cada punto de planeación dentro de la producción, obteniendo una seguridad alimentaria establecida y mejorar la calidad de vida en la comunidad.

Palabras claves: cambio climático, biocarbono, suelo, alternativas, planeación y seguridad alimentaria

---

## **ABSTRACT.**

Climate change is a current problem that affects all sectors of production, one of the most harmed is the sector of agriculture that is the source of food and sustenance of a society, that is, it measures the food security of a population. With the passing of the years in the fields have been problems of extensive periods of drought or rain during the year, which complicates the production of food, for these problems were introduced new alternatives of planning and methodologies. By locating climate-smart agriculture as a solution to the problems faced in climate change, developing production planning and crop management, where there is a better use of the soil improving its physicochemical conditions with the bio-carbon improving its structure, texture and nutrients offered to The plant, which also contributes to the collection of pollutants such as heavy metals and fertilizer residues. The planning of the productive system starting with the location and benefits of the area for the different crops and the adaptation of these to the medium with an established control of the possible changes to confront. In the search for alternatives that promote the reduction of environmental impact, such as renewable energies since they are unlimited and do not cause damages to the environment, solutions that mitigate pollution by providing the creation of associations that establish efficiency at each planning point within Production, obtaining established food security and improving the quality of life in the community.

Keywords: climate change, biocarbon, soil, alternatives, planning and food security

## **INTRODUCCIÓN.**

La agricultura como fuente de producción de alimento, ha tenido un crecimiento notable frente al territorio cultivado y una mejora eficaz de metodologías y planeaciones de las producciones. Estas mejoras en los sistemas de producción y los programas agrícolas de cultivos y la cría de ganadería han doblado la producción alimentaria, con solo el aumento de 10% más de tierra trabajada para la agricultura. (FAO, 2010).

Para el progreso de un país, la agricultura debe enfocarse en la transformación de las nuevas producciones y cumplir las metas de seguridad alimentaria, que se tiene como desafío para la agricultura debido a la aceleración del cambio climático, el cual dificultará y cambiará los métodos de producción de los cultivos, donde habrá pérdida de productos en pre-cosecha e incluso la inestabilidad de los cultivos durante la siembra, es decir, la mínima observación y planeación del cultivo pertinente en relación al cambio climático, que serán afectados por periodos largos de sequias y periodos de lluvias con altas precipitaciones, afectando la producción y manejo cultural de cada cultivo y el desgaste nutricional del suelo fuente de vida para las plantas. El no desarrollar un manejo específico para cada situación afectara la producción final del cultivo y es un aporte al déficit de alimento.

Los desarrollos de nuevos sistemas y tecnologías de la agricultura climáticamente inteligente para abordar con capacitaciones los campos para la producción de cultivos con las alteraciones climáticas que enfrentamos y la mitigación de contaminantes o gases efecto invernadero. Establecer las metas necesarias para la producción y planeación de cultivos, disminuyendo la posibilidad de afrontar crisis económicas y de seguridad alimentaria.

El avance en nuevas técnicas, políticas y financiamiento, es importante para lograr construir herramientas, como lo es el biocarbono fuente de carbono orgánico que al ser incorporado al suelo, este le brinda un cambio a las propiedades como la estructura, textura e inclusión de carbono al suelo, para ser utilizado por las plantas y de esta manera tener la capacidad de la recuperación de los sistemas agrícolas y adoptar tecnologías para la mitigación del cambio climático en países en vía de desarrollo.



El preservar y reforzar la seguridad alimentaria requiere del desarrollo e implementación de nuevos sistemas de producción agrícola limpia con dirección de una mayor productividad y una menor variabilidad de la producción de cara al riesgo climático y a los riesgos de naturaleza agroecológica y socioeconómica (FAO, 2010). Para alcanzar las metas propuestas se debe realizar una intervención para la transformación de los recursos naturales como son: los recursos genéticos, nutrientes suministrados al suelo, el agua y el mismo suelo; para lograr una mayor eficiencia controlando los insumos y los recursos de la producción. Estos beneficios también despliegan a la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero y a la incorporación de material orgánico al suelo.

#### OBJETIVO GENERAL:

- Identificar la potencialidad del biocarbono para el desarrollo de la agricultura climáticamente inteligente.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Reconocer los problemas y desafíos de la Agricultura y el Cambio Climático: Justificación de la Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI)

Identificar en la tecnología del Biocarbono como una alternativa para ACI

Identificar en el Biocarbono como una opción de Energías Alternativas

## **CAPITULO 1. Problemas de la Agricultura y el Cambio Climático: Justificación de la Agricultura Climáticamente Inteligente.**

La agricultura siempre ha enfrentado problemáticas y obstáculos durante su historia, estos son causantes que afectan la producción; donde contribuye a la pobreza y la hambruna en un sector del mundo, durante estas últimas tres décadas, han actuado más problemáticas en el entorno como lo es: el cambio climático, la pérdida de algunos de sus territorios, el deterioro del suelo y la seguridad nutricional alimentaria, entre otros factores que intervienen en la producción. (F.A.O, 2002).

Por lo anterior se desarrolló técnicas y metodologías que enfatizaran en las problemáticas de producción de la agricultura, y poder alcanzar la seguridad alimentaria de la población, la adaptación del cambio climático, favorecer una menor intensidad de emisiones por producto, sin agotar la base de recursos naturales en estos cambios. Se inicia la creación de la **agricultura climáticamente inteligente**, dirigida por la FAO, donde es el desarrollo de la unión de varios sistemas para afrontar los problemas o complicaciones que tienen los cultivos, está dada por tres principales objetivos:

- 1- Incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas; adaptar y desarrollar
- 2- Resiliencia al cambio climático;
- 3- Reducir y/o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero donde sea posible (FAO, 2005)

El programa de esto es brindar de una forma adecuada las buenas prácticas agrícolas que se ven intervenidas con conocimientos de estudios de que cultivar y las zonas donde se pueden adaptarse y crecer de la mejor manera, teniendo las adaptaciones adecuadas para la planta y los suministros controlados de fertilizantes, la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes es fundamental para aumentar el rendimiento con la utilización a través de abono de compostaje y residuos de cultivos, una combinación más precisa de los nutrientes con las necesidades de las plantas, tecnologías de aplicación en profundidad y liberación lenta, o utilizando leguminosas para la fijación natural de

nitrógeno; riegos con sistemas que suministren eficientemente el agua, la utilización de esta captación y retención de agua (estanques, pozos, lagunas, diques, tanques, y cadenas de retención) fundamental para la producción y controlar las irregularidades de las precipitaciones por el cambio climático, control de plagas y enfermedades, biodiversidad de cultivos y manejo cultural que corresponda de cada cultivo. Toda la integración de estos sistemas ayudan a la agricultura a encontrarse prevenida a cualquier cambio natural producido por el cambio climático y siendo más favorable con el medio ambiente y el suelo reduciendo su daño, cambios en sus propiedades y pérdida de nutrientes. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009)

Por lo anterior los sistemas agrícolas y alimentarios deben mejorar y garantizar la seguridad alimentaria, con un enfoque de buenas prácticas agrícolas para productos limpios y para ello necesita adaptarse a las presiones del cambio climático y de los recursos naturales existentes, para la contribución a la mitigación del cambio climático. Estos desafíos, se encuentran conectados unos a otros, por el cual deben ser abordados simultáneamente para garantizar su eficiencia de los procesos. (FAO, 2013). Para abonar el abasto alimentario y evitar la escasez de alimento, la agricultura debe implementar sistemas integrados donde intervengan las metodologías competentes, con la utilización de maquinaria, selección del material genético el cual es llamado transgénico; (plantas que se han modificado para el aumento de la producción de cosecha, resistencias a diferentes suelos y climas, resistencia a plagas y enfermedades locales), la utilización de fertilizantes y abonos para mejorar las características de suelos ya desgastados, por realizar monocultivos extensivos sin descanso de estos en las extracción de nutrientes del suelo.

Por la utilización indiscriminada de los fertilizantes con el fin de restablecer los nutrientes del suelo y beneficiar el crecimiento de las plantas y lograr la producción adecuadas, para garantizar el rendimiento de las cosechas y obtener la comercialización adecuada. (Proyecto MEBA, 2015)

De acuerdo con lo anterior, discriminación de fertilizantes y métodos no apropiados de los cultivos ha provocado un porcentaje en la contaminación produciendo altas cantidades de los tres gases efecto invernadero más significativos como es el dióxido de carbono, el gas metano y óxidos de nitrógeno, se demuestró que la agricultura con normas no apropiadas de manejo es una fuente de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que representan el 58 por ciento de las emisiones totales, en todos los suelos y ocasionado por la aplicación de fertilizantes y el metano (CH<sub>4</sub>), que representan el 47 por ciento

de las emisiones totales, producido esencialmente de la ganadería y los cultivo de arroz. (FAO, 2013). Estos deterioros por la aplicación de manera desproporcionada de fertilizantes, y el manejo inadecuado de la ganadería partiendo de la alimentación baja en proteína de los rumiantes, que da como consecuencia las elevadas tasas de metano producido. Además, la agricultura tubo como lugar una de las principales promotora de la deforestación, que representa aproximadamente un 17 por ciento adicional de las emisiones globales de GEI. (IPCC, 2007).

El daño no tan solo es en la atmosfera, por causa de los gases efecto invernadero, también existe la contaminación de fuentes de agua como son: los lagos, lagunas y ríos que son alterados en la biodiversidad y componentes de la misma, lo que conlleva a la eutrofización producida por estos residuos de fertilizantes, el impacto ecológico que produce al afectar este recurso natural al cambio climático. Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (IPCC, 1996) Así pues, la Convención establece una distinción entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales. (FAO, 2013).

En consecuencia, se observa un cambio climático diferente, obteniendo una brecha entre países desarrollados y vía de desarrollo, como resultado de los impactos más graves en las regiones en desarrollo por mantener técnicas o contaminación por varios siglos por lo que son vulnerables, frente a los vía en desarrollo tiene la capacidad de mejorar las técnica y económica relativamente para responder a las nuevas amenazas (Padgham, 2009). Lo que indica que los países en desarrollo tienen la oportunidad de adaptar sus métodos de siembra para mitigar y controlar la contaminación que contribuye al cambio climático, abordando la tecnología de los países desarrollados con el fin de garantizar el alimento suficiente para brindar al crecimiento de la población.

### **Sostenibilidad (Justificación Social, económica y ambiental)**

El efecto neto de la nueva economía agrícola, tanto en el bienestar de las personas pobres y sobre el medio ambiente es objeto de controversia, ya que puede ser tanto positiva como negativa. Por un lado, una mayor comercialización desplaza hogares agrícolas lejos de los objetivos tradicionales de autosuficiencia hacia el beneficio y la toma de decisiones orientado a la rentabilidad. Por otra

parte, los beneficios para los pequeños productores no son de ninguna manera garantizada y de hecho, la causa puede incluso agravar los niveles de pobreza a través de la marginación de los pobres rurales, debido que son producciones no son tan altas y no tiene los recursos para las nuevas oportunidades de manejo de cultivo y de comercialización de productos o se beneficiarse de una mayor demanda de trabajo y cumplir los propósitos garantizados. (Cavatassi, Gonzalez, Winters, Piedra, Espinosa, & Thiele, 2009)

Dado las circunstancias se opta por la utilización de la agricultura climáticamente inteligente, el cual se realiza una capacitación en la comunidad; que consciente de mostrar las dificultades que afronta el campesinado, cientos de millones de familias rurales se ven atrapadas en un ciclo de hambre, pobreza y baja productividad que da lugar a un sufrimiento innecesario y obstaculiza el desarrollo agrícola y el crecimiento económico en general (FAO, 2015). Lo que ha convertido un desplazamiento de la población rural a las ciudades, en los casos por pérdidas de sus productos o lo mal pagos a un precio menor de la oferta que se esperaba, donde el campesinado trabaja en forma de pérdida por los altos costos de fertilizantes, fletes, impuestos, entre otros; un tercer problema sin dejarlo a un lado es que existen zonas en conflicto armado donde la población es desplazada o tiene impuestos sobre sus productos, es por estos motivos buscan una estabilidad económica y mejor calidad de vida en las ciudades. (Revista Semana, 2013)

La aplicación de la agricultura inteligente es de brindar una sostenibilidad y una protección al campesinado donde se realice una adaptación a las nuevas producciones con el fin de que la población rural a seguir trabajando sus tierras y la producción posea sus garantías de ventas, y el manejo de sistemas para superar las crisis. La protección social puede ayudar también a sus beneficiarios a ganar productividad permitiéndoles la gestión de riesgos, la creación de activos y la dedicación a actividades más remunerativas (FAO, 2015).

Estos términos buscan la integración de las comunidades para superar en conjunto las problemáticas de la agricultura, y la creación de nuevas técnicas para mejorar la calidad de vida y disminuir la brecha de las comodidades entre la zona rural y la urbana. Donde la integración de las diferentes actividades puede generar empleos para la misma comunidad y realizar una integración frente a agro, buscando un beneficio en común y el inicio de cooperativismo para tener una cadena sólida para la realización de las técnicas. (Acosta Contreras, 2004).

## Tecnologías mejoradas para reducir las pérdidas post-cosecha en Afganistán

“En la región norte de Afganistán, donde se produce más de la mitad de los cereales nacionales, muchos agricultores almacenan su cosecha en bolsas de plástico o fibra, o en instalaciones agrícolas sin suelo, puertas ni ventanas adecuadas. Esto limita su protección, desembocando en significativas pérdidas post-cosecha. El Gobierno pidió apoyo a la FAO para proveer silos a las comunidades y hogares agrícolas con el fin de almacenar el grano. Con la financiación de la República Federal de Alemania, la FAO implementó un proyecto de 2004 a 2006 dirigido a reducir las pérdidas post-cosecha y a reforzar la capacidad técnica de los hojalateros, herreros y artesanos locales para la construcción de silos metálicos. Se seleccionaron siete provincias grandes productoras de grano. Personal técnico del Ministerio de Agricultura y ONG formó a 300 artesanos locales en la manufactura de silos, y se contrató a más de 100 hojalateros para construir silos metálicos con una capacidad de 250 a 1.800 kilos para distribuir en las comunidades de la zona. El proyecto también supervisó la construcción de depósitos de grano para uso comunitario en 12 puntos y formó a los beneficiarios sobre cómo operar y manejar mejor estos equipos. Se observó que el uso de silos metálicos redujo las pérdidas de almacenamiento, pasando del 15-20% al 1-2%, y que los granos fueron de mayor calidad (por estar protegidos de insectos, ratones y moho) y pudieron ser conservados durante más tiempo. Basándose en la formación recibida, los hojalateros, herreros y artesanos están fabricando ahora silos como una empresa con beneficios.” (FAO, 2010)

Los desarrollos de la agricultura están ligados al progreso social, donde no solo se tienen mejoras en los métodos de producción, sino también se realizan talleres de capacitaciones y aprendizaje en la comunidad, para entender y comprender los pasos para la solución de los problemas, en avances de la agricultura y demás procesos en el cual intervengan para lograr los objetivos.

El asunto social interviene con la aplicación de cooperativas llevando a la comunidad a realizar vinculaciones entre los mismos; para la generar emprendimiento y creación de empresas, que estas prometan la generación de empleo para la misma comunidad y tengan la estabilidad laboral y regenerar una calidad de vida óptima para el agro y la zona rural. Los programas de protección social, independientemente del tipo de programa, pueden reducir de manera eficaz la inseguridad alimentaria. Los programas ayudan a elevar los niveles de consumo y dan como resultado un aumento de la diversidad alimentaria en los hogares. (FAO, 2015).

En el sector agropecuario colombiano que se encuentra en la implementación de tecnologías de la agricultura climáticamente inteligente, para llegar a realizar una reestructuración del agro y combatir factores tales como: la seguridad alimentaria, sostenibilidad de la producción, protección social y mitigación de la contaminación para controlar el calentamiento global. La agricultura colombiana tiene el potencial de continuar creciendo y de alimentar a toda la población del país, pero es necesario ser parte del cambio y de la transformación sostenible y con un manejo eficaz de los retos planteados por el cambio climático (Ministro Restrepo Salazar , 2013).

Colombia con su agricultura y su variedad de micro-climas, facilita la adecuación a varios productos dirigidos a la canasta familiar con un enfoque productivo donde se ofrezca que las cosechas de estos productos que se han programadas para sostener las finanzas económicas y buscar el mejor rendimiento y afrontar al cambio climático, que es una realidad presente que busca realizar técnicas estandarizadas para la mitigación de gases efecto invernadero demás productos contaminantes del medio ambiente, producidos por el sector agropecuario. (Perfetti & et al., 2013)

El cambio administración productiva ayudara a fortalecer el agro, donde Colombia ha configurado un patrón inadecuado de distribución y uso de la tierra, por ejemplo, valles planos fértiles son usados para la ganadería extensiva, que ocupa el doble del área con vocación para este uso y existe un aprovechamiento insuficiente del potencial agrícola, cuya área podría triplicar la usada actualmente para este fin (Acosta Contreras, 2004), se observa la distribución de terrenos equivocados en la manera de producción, es evidente que la ganadería extensiva en los valles, no está alcanzando la producción adecuada y requerida en la producción de leche, y utiliza gran cantidad de área por animal; el cual disminuye su potencial, que se deberá intervenir para realizar métodos para aumentar la producción y mejorar la capacidad de carga, con el fin de obtener áreas de siembra para cultivos, lograr ampliar los productos y la cantidad de los mismos.

Los sistemas utilizados durante décadas, han producido un deterioro al ambiental por medio de contaminación y en la producción de gases efecto invernadero (GEI), que no eran asumidos como una problemática, el único enfoque que se realizaba era la producción de los cultivos. En estos momentos es un factor importante en la producción el cual es mitigar los GEI y demás contaminantes, para disminuir el ritmo del cambio climático que está afectando a la agricultura y cambiando los diseños de producción. (Benavides Ballesteros & León Aristizabal, 2007)

“Los sectores con mayor contribución a las emisiones nacionales de GEI en 2004 fueron el sector agropecuario (68,5 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente, que representan el 38% nacional) y el sector energético (65,9 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente, que representan el 37% nacional), seguidos por Uso del suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS), que contribuye con el 15% . Los resultados de dicho inventario, determinan que el aporte de los GEI se compone de: dióxido de carbono (50%), metano (30%) y óxido nitroso (19%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y no están dentro del Protocolo de Montreal, como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CFC) y halocarbonos y hexafluoruro de azufre”. (Barba, Bedoya S, Benavides, Buitrago, Cabrera , & et al., 2010)

El control e implantación de diseños que mitiguen la producción de gases invernadero, el sector agrícola por sus grandes diferencias regionales, se desarrollaran prototipos individuales para cada sector aplicando las medidas de mitigación referentes con mayor eficacia. En sectores que han aumentan rápidamente el uso de fertilizantes y la producción de cultivos, se prevén sustanciales incrementos de las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>. Esos aumentos no se equilibrarán siquiera aplicando plenamente medidas de mitigación. Para evaluar los cambios en las emisiones y las necesidades de mitigación se requieren análisis detallados del uso de la tierra, los sistemas de cultivo y las prácticas de gestión a nivel regional y global (IPCC, 1996). Los gases con mayor daño son el dióxido nitroso y el metano: ya que son gases con grandes cantidades de energía, en cual sus enlaces son fuertes para su rotura y formación de nuevas moléculas, su nula captación para la utilización en otras actividades. Mientras que el dióxido de carbono se encuentra de altas cantidades y más frecuente en emitir, es de los gases con mayor control de mitigación y captación de esté en forma de carbono para la aplicación del suelo, al mantener mayores cantidades de carbono en el suelo –proceso denominado “fijación del carbono en el suelo”– los agricultores contribuyen a reducir el bióxido de carbono en las atmósfera, mejoran la capacidad de recuperación del suelo e impulsan el rendimiento de la agrícola (FAO b, 2010). Existen formas como son los abonos verdes, biocarbono y entre otras, o la reforestación para la captación y desarrollo de las plantas con un fin productivo. Los inicios de los 90 se han divulgado las tecnologías agrícolas para combatir los problemas del cambio climático y políticas para la seguridad alimentaria.



Entre las medidas que pueden tener efectos significativos para la mitigación de GEI en el sector agrícola figuran las siguientes:

- Programas basados en el mercado (p. ej., reducción y reforma de políticas de apoyo a la agricultura; impuestos sobre el uso de fertilizantes nitrogenados; subvención de la producción y uso de energía de biomasa);
- Medidas reglamentarias (p. ej., limitaciones del uso de fertilizantes nitrogenados; conformidad mutua entre apoyo agrícola y objetivos ambientales);
- Acuerdos voluntarios (p. ej., prácticas de aprovechamiento del suelo que mejoran el secuestro de carbono en tierras agrícolas);
- Programas internacionales (p. ej., apoyo a la transferencia de tecnología en la agricultura). (IPCC, 1996)

Las cantidades de producción de gas metano, está dirigida gran parte en el sistema bovino y la producción de arroz, según (Takai, 1970; Cicerone y Shetter, 1981; Conrad, 1989; Nouchi et al., 1990). Citado por (Sanchis Jiménez, 2014) el CH<sub>4</sub> generado en el cultivo del arroz procede de la descomposición anaeróbica de material orgánico de los arrozales inundados por medio de la acción de bacterias metanogénicas, liberándose a la atmósfera fundamentalmente mediante el transporte difuso a través de las plantas. La cantidad de metano producido en los cultivos de arroz es afectado por los flujos de CH<sub>4</sub> en los campos de arroz muestran diferentes variaciones, tanto diurnas como estacionales, que reflejan alteraciones en los balances entre producción y oxidación de CH<sub>4</sub> y los mecanismos de transporte del mismo. Todos estos sistemas están controlados por diversos factores, como la temperatura, las enmiendas orgánicas (fuentes de carbono), la textura, el potencial redox y el pH del suelo, los microorganismos y las propiedades de la planta de arroz en sí misma, todos ellos afectados por el manejo y las prácticas culturales.

Buscando la reducción de la emisión de gas metano se proponen estrategias basadas en controlar el régimen de agua y la adición de espiga, estableciendo programas de fertilización racional y rotación de cultivos. Con fin de mitigar y mejorar las prácticas culturales sobre los cultivos permitiendo la recuperación del suelo. (Sanchis Jiménez, 2014)

Las actividades ganaderas son aquellas que tienen las tasas más altas en producción de gas metano, por el cual el ganado bovino emite gas metano por el metabolismo de fermentación realizada en la digestión, que ocurre bajo condiciones anaeróbicas, participan diferentes tipos de bacterias. Éstas, degradan la celulosa ingerida a glucosa, que fermentan luego a ácido acético y reducen el dióxido de carbono, formando metano metabolizado. Como un sistema de producción se realizan metodologías con el fin de mitigar la producción de gas metano, donde interviene sistemas silvopastoril buscando una mayor biomasa de alimento, teniendo una mejor carga animal, para la disminución de terrenos no apropiados para la ganadería, estas técnicas van enfocados en la alimentación y nutrición del rumiante dando unas raciones adecuadas en carbohidratos y proteínas, para la mitigación de gas metano, producido en el rumen por las bacterias metanogénicas; llevando un mejor balance de energía y adsorción de los nutrientes mejorando la calidad de los productos final y ayudando a controlar la emisión de gases efecto invernadero. (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005)

### **Eficiencia de la Agricultura Climáticamente Inteligente**

En el pasado, las iniciativas y políticas de la Revolución Ecológica – basadas en “la suposición de que siempre habría abundante agua y energía barata para alimentar la agricultura moderna y que el clima sería estable y no cambiaría” se centraron exclusivamente en el aumento de la producción. Aunque se consiguió dicho objetivo, el enfoque mostró no ser sostenible, al dañar el medioambiente, causar unas pérdidas dramáticas de biodiversidad y de conocimientos tradicionales asociados, favoreció a los agricultores más ricos y dejó a muchos agricultores pobres aún más endeudados. (Delvaux, Ghani, Bondi, & Durbin, 2014). Debido a la situación actual del cambio climático, todos los sectores se encuentran prestando atención e investigan nuevos sistemas o modelos para mantener la productividad y no realizar daños al medioambiente.

América Latina y el Caribe son una despensa mundial y un proveedor de bienes ambientales, con enorme potencial para expandir las exportaciones de alimentos y ubicar la gestión de sus recursos naturales en una posición sostenible. Además de contribuir a concretar estas posibilidades, la investigación del CIAT se centrará en lograr que las cadenas de valor agrícolas sean más competitivas en respuesta a retos y oportunidades creados por la liberalización comercial y el cambio climático. (CIAT (Centro Internacional de Agricultura tropical), 2014).

Las tecnologías y las prácticas de la CSA brindan oportunidades para enfrentar los desafíos del cambio climático, así como para mejorar el desarrollo y el crecimiento económico del sector agropecuario. Para efectos de este perfil, una práctica se considera de CSA si conserva o logra un aumento en la productividad, así como por lo menos uno de los otros objetivos de la CSA (adaptación o mitigación). Cientos de tecnologías y metodologías utilizadas en todo el mundo clasifican como CSA. (FAO, 2013)

La aplicación de muchas de estas tecnologías o herramientas, para los sistemas agropecuarios para garantizar una producción eficiente y disminuyendo la contaminación y los gases efecto invernadero. Las eficiencias de estos, están relacionada en la adaptación de los productores para realizar unas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que son manejos estandarizados que ayudan a controlar los recursos y optimizar la producción.

En Colombia, los productores han utilizado técnicas de CSA durante décadas. Estas incluyen: agroforestería en cultivos de café, plátano y cacao; rotación de cultivos, uso de abonos orgánicos en cultivos de ciclo corto, sistemas silvopastoriles, asociación pastos-leguminosas, uso de pastos mejorados, buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas ganaderas (BPG), agricultura de conservación en maíz, papa y arveja, distritos de riego para cultivos arroz y cultivos de caña de azúcar, aprovechamiento de recursos genéticos para incrementar la tolerancia a altas temperaturas, reducir el estrés hídrico e incrementar la tolerancia a determinadas plagas y enfermedades en arroz, café, maíz y caña de azúcar. (Banco Mundial; CIAT; CATIE., 2015)

Las fuentes de incremento de la oferta de productos agropecuarios son básicamente dos: la expansión de la frontera agrícola y el incremento de la productividad (cantidad de producto/unidad de superficie) del suelo actualmente en producción. La primera de ellas ofrece limitantes bastante precisas, sea por razones de potencial productivo de las nuevas tierras y/o porque su puesta en producción supone incurrir en costos prohibitivos, o porque existen regulaciones normativas con respecto al uso del suelo en determinadas zonas o regiones que limitan la expansión ulterior de la frontera agrícola sobre dichas áreas. (Basso, 2013)


El concepto clave es la gestión, protegiendo los recursos que nos permiten satisfacer nuestras necesidades actuales, de modo que las generaciones futuras también puedan satisfacer las suyas.





Esta idea tiene una trascendencia enorme, ya que implica que no podemos seguir utilizando prácticas agrícolas que empobrecen el suelo, contaminan el agua, reducen la biodiversidad y empobrecen a las comunidades rurales. (OXFAM, 2014).




Las agriculturas que han aplicado las herramientas obtienen mejoras en su producción, reduciendo insumos antes utilizados por el uso de abonos verdes o compostajes, llevando a mejoramiento de prácticas y disminución en la contaminación producida. Lo que puede llevarse a un proyecto de producciones limpias con un mayor precio en el mercado, existen procedimientos básicos para ser aplicados en las producciones, como los siguientes mostrados en la tabla.

Evaluación detallada de la inteligencia de las principales prácticas de CSA implementadas en Colombia por sistema de producción




Esta evaluación de la inteligencia climática de las prácticas utiliza el promedio de los rangos para cada una de las seis categorías de inteligencia: clima, agua, carbono, nitrógeno, energía y conocimientos. Estas categorías permiten entender el aporte de cada práctica a cada uno de los pilares de la CSA: adaptación, mitigación y productividad.

	Práctica CSA	Inteligencia Climática	Adaptación	Mitigación	Productividad
Papa	Abonos verdes Adopción baja (<30%)		Mayor retención de humedad en el suelo, evita pérdidas de cosecha durante períodos de sequía.	Mayor captura de carbono en el suelo. Menor consumo de energía/combustible por reducción en la aplicación de fertilizantes.	Los insumos orgánicos pueden incrementar la productividad y reducir costos de producción.

	<p>Agricultura de conservación</p> <p>Adopción baja (&lt;30%)</p>		<p>Mayor retención de humedad en el suelo, evita pérdidas de cosecha durante períodos de sequía.</p>	<p>Menor consumo de combustible por reducción en uso de maquinaria en la preparación del suelo.</p>	<p>Mayores rendimientos.</p>
Plátano	<p>Agroforestería</p> <p>Adopción baja (&lt;30%)</p>		<p>Regula la temperatura del dosel, mayor humedad en el suelo, mismos rendimientos durante sequías.</p>	<p>Aumento de captura y almacenamiento de carbono debido a una mayor densidad de árboles. Beneficios por reducción de insumos químicos.</p>	<p>Diversificación de medios de vida pero no se reportan beneficios significativos en incrementos de producción.</p>
	<p>Buenas prácticas agrícolas (BPA)</p> <p>Adopción media (30–60%)</p>		<p>Mayor estabilidad en rendimientos incluso bajo alta variabilidad climática.</p>	<p>Mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, reducción de emisiones de óxidos de nitrógeno. Ahorro de energía por uso eficiente de insumos.</p>	<p>Mayores rendimientos.</p>
	<p>Manejo eficiente del agua</p> <p>Adopción baja</p>		<p>Menor demanda de agua, especialmente durante temporadas de sequía.</p>	<p>Reducción de emisiones por menor consumo de electricidad/combustible para riego.</p>	<p>Mayor productividad y estabilidad.</p>

	(<30%)				
	Variedades resistentes a plagas y enfermedades Adopción alta (>60%)		Evita pérdidas de cosecha por incremento en plagas y enfermedades durante períodos de estrés abiótico.	Beneficios por reducción en el uso de insumos químicos y energía consumida en aplicación de pesticidas.	Evita pérdidas significativas en la producción.
Arroz	Variedades tolerantes al calor Adopción alta (>60%)		Evita pérdidas de rendimiento por esterilidad causada por altas temperaturas durante la floración.	No produce beneficios significativos.	Mayor estabilidad en la producción.
	Manejo eficiente de agua en distritos de riego (Tolima) Adopción media (30–60%)		Menor demanda de agua puede reducir pérdidas en el rendimiento durante temporadas de sequía.	Reducción de emisiones de metano usando nuevos patrones de riego (~30%). Reducción indirecta en emisiones por sistemas de riego y bombeo más eficientes en el uso de energía.	Mayor estabilidad en la producción.

<b>Maíz</b>	<p>Manejo eficiente de agua</p> <p>Adopción media (30–60%)</p>		<p>Mayor estabilidad de rendimientos, incluso bajo alta variabilidad climática.</p>	<p>Mayor eficiencia en el uso de fertilizantes reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno.</p>	<p>Mayores rendimientos.</p>
	<p>Manejo de suelos</p> <p>Adopción media (30–60%)</p>		<p>Mayor estabilidad en rendimientos, incluso bajo alta variabilidad climática.</p>	<p>Mantiene o mejora el contenido de carbono y materia orgánica del suelo.</p>	<p>Mayor productividad y estabilidad.</p>
<b>Café</b>	<p>Agroforestería</p> <p>Adopción media (30–60%)</p>		<p>Regula la temperatura del dosel, reduce la presión de la roya y las pérdidas en el rendimiento por insectos.</p>	<p>Mayor captura y almacenamiento de carbono en el sistema.</p>	<p>Diversificación de medios de vida. No genera beneficios significativos en la productividad, pero el sombrero mejora calidad del café, generando mayores ingresos.</p>

	<p>Variedades resistentes a plagas y enfermedades</p> <p>Adopción alta (&gt;60%)</p>		<p>Evita pérdidas en rendimientos durante períodos de alta variabilidad climática.</p>	<p>Pequeños beneficios producidos por la reducción de insumos químicos. Ahorro de energía por reducción en la aplicación de pesticidas.</p>	<p>Evita pérdidas en rendimientos.</p>
Ganado	<p>Sistemas silvopastoriles</p> <p>Adopción baja (&lt;30%)</p>		<p>Mayor resiliencia de los sistemas de producción pecuaria a la variabilidad climática.</p>	<p>Captura significativa de carbono en superficie y subsuelo, menos fertilizantes nitrogenados.</p>	<p>En zonas de alto potencial, tasas de ocupación ganadera de 2–3 cabezas por hectárea (promedio 0.5 en Colombia).</p>
	<p>Asociaciones de gramíneas con leguminosas</p> <p>Adopción baja (&lt;30%)</p>		<p>Mejor calidad de suelo (física y química) que contribuye a incrementar la resiliencia climática.</p>	<p>Mayor calidad en el alimento animal, menor requerimiento de fertilizantes nitrogenados, lo cual reduce la emisiones.</p>	<p>Aumento de productividad y calidad de carne y leche gracias a una mejor alimentación del ganado.</p>



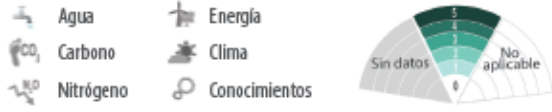
	<p>Los cálculos se basan en una clasificación cualitativa, en donde el cambio positivo se ingresó como 5=muy alto; 4=alto; 3=moderado; 2=bajo; 1=muy bajo; 0=sin cambio; N/A=no aplicable y N/D=sin datos. Análisis adicionales – en donde ningún cambio, no aplicable y sin datos son tratados como 0 – y una lista alternativa de prácticas de alto interés se encuentran disponibles en los materiales suplementarios.</p>
---	---

Tabla tomada de (Banco Mundial; CIAT; CATIE., 2015)

Se observa en la tablas las posibles herramientas a utilizar en los diferentes cultivos y producción de ganado, el cual son métodos fáciles de adaptar al medio productivo y poder obtener beneficios en ahorro de agua, disminución de la huella de carbono, mitigación del dióxido nitroso, y energía

La aplicación frente al clima y los conocimientos necesarios para que las herramientas se han utilizadas de la mejor manera para obtener el rendimiento adecuado.

Para la creación de herramientas o metodologías en los sistemas deben existir instituciones de investigación para construir desde las problemáticas regionales o locales de cada país, que se enfocaran en tres pilares que son: la mitigación, adaptación y la productividad. En el caso de

Colombia podemos encontrar todas las diversas instituciones en el siguiente diagrama.



Este convenio es la primera iniciativa colombiana que promueve, al mismo tiempo, los tres pilares de la CSA: adaptación, mitigación y productividad. Y es un claro ejemplo de cómo mediante el desarrollo sistemas integrados de apoyo a decisiones que analizan información agronómica, climática y económica es posible identificar opciones apropiadas de adaptación y mitigación que incrementen la

Tomada de (Banco Mundial et al, 2015)

productividad en un contexto local. (Banco Mundial; CIAT; CATIE., 2015).

La realización de proyectos está enfocada en la contribución de la mejoría del agro, a partir de modelos y metodologías para el sector rural y campesinado. Para que los pequeños y medianos agricultores puedan mejorar sus producciones y realizar cambios adecuados para afrontar los cambios climáticos, obteniendo los conocimientos nuevos que favorecerán al cambio, que contribuye a la generación de empleos de nuevas alternativas de vida y mejora de estas.

Se relatarán vivencias en el sector local y partes del mundo donde se implantaron diseños de agricultura climáticamente inteligente.

### Experiencia 1. EL PROYECTO GANADERÍA COLOMBIANA SOSTENIBLE

El proyecto Ganadería Colombiana Sostenible tiene como propósito promover la adopción de sistemas de producción silvopastoriles amigables con el medio ambiente, en fincas ganaderas colombianas en las zonas del proyecto, para mejorar la gestión de los recursos naturales, incrementar la prestación de servicios ambientales (biodiversidad, suelo, agua y retención de carbono), y elevar la productividad en las fincas participantes.

Con el fin de que la actividad ganadera contribuya a la conservación, recuperación y uso sostenible de la biodiversidad, a la vez que mejore sus indicadores productivos y de rentabilidad,

FEDEGÁN – FNG desarrolló y gestionó junto con CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (Fondo Acción), The Nature Conservancy (TNC), y los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el proyecto “Ganadería Colombiana Sostenible”, ante el Global Environment Facility – GEF y el Directorio del Banco Mundial (como administrador de los fondos del GEF). El objetivo de desarrollo del proyecto es lograr el uso sostenible de los recursos naturales en fincas ganaderas en las áreas del proyecto en Colombia mediante la adopción de sistemas silvopastoriles amigables con la biodiversidad que permitan mejorar la productividad y la conservación de la biodiversidad de importancia global y reducir la degradación de suelos.

Este proyecto contribuye al logro de metas asociadas a la estrategia de “Promoción de un uso ambientalmente sostenible de los Recursos Naturales” del Plan Estratégico de la Ganadería

Colombiana 2019, particularmente en su objetivo de establecer núcleos regionales de arreglos silvopastoriles, el cual, a su vez, se articula con el objetivo de realizar investigación sobre modelos propios de producción y arreglos agroforestales, además de incluir un componente de investigación adaptativa.

El Proyecto se centrará en la reducción de los principales limitantes para la adopción de prácticas de uso del suelo que benefician tanto a ganaderos como al medio ambiente a través de los siguientes componentes: (1) Mejoramiento de la productividad en las fincas participantes en las áreas del proyecto a través de SSP, (2) Incremento de la conectividad y reducción de la degradación de la tierra en las fincas participantes, a través de diferentes esquemas de PSA,

(3) Fortalecimiento de las instituciones del subsector, difusión y M&E que contribuyan a la adopción más amplia de SSP amigables con el medio ambiente en la ganadería colombiana.” (Uribe F., 2011)

## Experiencia 2. AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN KENYA Y TANZANIA

Iniciado en 2010, el Programa de Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura de la FAO (MICCA) está creando una base de conocimiento que ayudará a poner en práctica la agricultura climáticamente inteligente. El enfoque de proyecto consiste en desarrollar una selección de prácticas agrícolas climáticamente inteligentes para pequeños agricultores basada en evaluaciones participativas y consultivas en múltiples niveles en el marco de sus dos proyectos piloto en Tanzania y Kenya. El desarrollo de “menús de prácticas” requiere evaluaciones específicas de los beneficios para cada lugar en términos de adaptación, mitigación y seguridad alimentaria de una serie de prácticas agrícolas. Dada la naturaleza específica para cada lugar de la agricultura climáticamente inteligente, las prácticas son identificadas sobre la base de la situación agroecológica y socioeconómica de cada proyecto piloto.

Agricultores de cada proyecto piloto participaron en numerosas consultas sobre el terreno dirigidas a identificar las prácticas agrícolas existentes y sus posibles impactos. Esto permitió a los agricultores el diseño de un menú de potenciales prácticas adecuadas climáticamente inteligentes que podían ser ya integradas en sus actuales sistemas agrícolas. La identificación de estas prácticas por parte de los agricultores es seguida por una serie de formaciones para facilitar su adopción y ampliación. Además, el desarrollo de prácticas de CSA está fuertemente conectado a un enfoque de extensión y a mecanismos de incentivos (grupos de criadores de ganado lechero en Kenya y Escuelas de campo para agricultores en Tanzania) para promover la adopción de las distintas medidas. Unos 2.500 agricultores en Tanzania y Kenya (de los que el 46 por ciento son mujeres) recibieron formación sobre agricultura climáticamente inteligente teniendo como resultado:

- 300 cocinas de eficiencia energética para reducir la deforestación
- 44 viveros
- 134.381 plántulas almacenadas y 33.500 plantadas
- 235 terrazas para conservar suelo y agua
- 2 digestores de biogás para producir energía renovable a partir de estiércol de vaca

La relevancia de las distintas prácticas de CSA para cada agricultor individual está determinada por las instituciones y por factores socioeconómicos, incluida la disponibilidad de mano de obra y de tierra y el acceso a la misma, así como los costes iniciales de inversión, los riesgos climáticos, los roles de género y condiciones físicas como la fertilidad y salud del suelo y el acceso al agua. Con el fin de entender mejor las dinámicas de adopción de prácticas de CSA e informar así las políticas agrícolas y la extensión, el programa MICCA analizará también las dificultades y factores que determinan la adopción de prácticas CSA utilizando los dos proyectos piloto como ejemplos concretos. A medida que el trabajo de campo con prácticas avance, se realizarán talleres nacionales, especialmente dirigidos a los responsables de la elaboración de políticas para ayudar a comparar los resultados tradicionales con los de las actividades de CSA en marcha y probar, con estos responsables, decisiones relacionadas con sus prioridades a distintas escalas. Estos encuentros constituirán una buena oportunidad de revisar el uso de prácticas de CSA en las Medidas de mitigación apropiadas para cada país, los Planes nacionales de adaptación y otros mecanismos. El programa MICCA de la FAO es una iniciativa multidisciplinar que construye

sobre el antiguo trabajo de la organización desarrollado por sus distintos departamentos técnicos y colabora con organizaciones internacionales y nacionales. El MICCA complementa otros esfuerzos de la FAO y de las Naciones Unidas para abordar el cambio climático y colabora con el Programa ONU-REDD. (FAO, 2013b)

### Experiencia 3. TECNOLOGÍAS MEJORADAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS POSTCOSECHA EN AFGANISTÁN

En la región norte de Afganistán, donde se produce más de la mitad de los cereales nacionales, muchos agricultores almacenan su cosecha en bolsas de plástico o fibra, o en instalaciones agrícolas sin suelo, puertas ni ventanas adecuadas. Esto limita su protección, desembocando en significativas pérdidas postcosecha. El Gobierno pidió apoyo a la FAO para proveer silos a las comunidades y hogares agrícolas con el fin de almacenar el grano. Con la financiación de la República Federal de Alemania, la FAO implementó un proyecto de 2004 a 2006 dirigido a reducir las pérdidas postcosecha y a reforzar la capacidad técnica de los hojalateros, herreros y artesanos locales para la construcción de silos metálicos. Se seleccionaron siete provincias grandes productoras de grano. Personal técnico del Ministerio de Agricultura y ONG formó a 300 artesanos locales en la manufactura de silos, y se contrató a más de 100 hojalateros para construir silos metálicos con una capacidad de 250 a 1.800 kilos para distribuir en las comunidades de la zona. El proyecto también supervisó la construcción de depósitos de grano para uso comunitario en 12 puntos y formó a los beneficiarios sobre cómo operar y manejar mejor estos equipos. Se observó que el uso de silos metálicos redujo las pérdidas de almacenamiento, pasando del 15-20% al 1-2%, y que los granos fueron de mayor calidad (por estar protegidos de insectos, ratones y moho) y pudieron ser conservados durante más tiempo. Basándose en la formación recibida, los hojalateros, herreros y artesanos están fabricando ahora silos como una empresa con beneficios. (FAO, 2010)

### Experiencia 4. PROMOCIÓN DE LA APLICACIÓN DE UREA EN PROFUNDIDAD EN NIGERIA MEDIANTE LA COOPERACIÓN SUR-SUR

La técnica de aplicación de urea en profundidad (UDP, siglas en inglés), desarrollada por el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI, siglas en inglés) y el Centro internacional de promoción de los fertilizantes (IFDC, siglas en inglés), es un buen ejemplo de

solución climáticamente inteligente para los arrozales. La técnica habitual de aplicación de urea, el principal fertilizante de nitrógeno para el arroz, es a través de una aplicación en emisión. Esta es una práctica altamente ineficiente, que supone pérdidas entre el 60 y 70 por ciento del nitrógeno aplicado, y contribuye a las emisiones de GEI y a la contaminación del agua. Con la técnica UDP, la urea se divide en pastillas de 1 a 3 gramos que se colocan entre 7 y 10 centímetros de profundidad en el suelo después de que el arroz sea trasplantado. Esta técnica disminuye las pérdidas de nitrógeno un 40 por ciento y aumenta un 50 por ciento la eficiencia de la urea. Aumenta el rendimiento un 25 por ciento con una reducción media de urea del 25 por ciento. La UDP ha sido promovida activamente por parte del Departamento de extensión agrícola bengalí, con la asistencia del IFDC. En 2009, la UDP se utilizó en medio millón de hectáreas por parte de un millón de agricultores y se prevé ampliar su uso a 2,9 millones más de familias en 1,5 millones de hectáreas.

La amplia adopción de la técnica UDP en Bangladesh ha tenido importantes impactos: los ingresos de los agricultores han aumentado gracias tanto al incremento de los rendimientos como a la reducción de los costes de los fertilizantes. Se han creado empleos locales en pequeñas empresas, a menudo propiedad de mujeres, para fabricar las pastillas. En la actualidad hay 2.500 máquinas de fabricación de pastillas en Bangladesh. También se ha creado empleo en las propias explotaciones ya que las pastillas son colocadas a mano, necesitando de 6 a 8 días de trabajo por hectárea. Los altos rendimientos y el ahorro en gastos de fertilizantes compensan con creces estos gastos adicionales en mano de obra. A nivel nacional se han reducido las importaciones de urea, con ahorros en los costes de importación estimados en 22 millones de dólares estadounidenses por el IFDC y en los subsidios gubernamentales estimados en 14 millones de dólares (datos de 2008), para un incremento de producción valorado en 268.000 toneladas métricas. A nivel mundial la UDP ha reducido las emisiones de GEI causadas por la producción y la gestión de fertilizantes. También se ha aumentado la resiliencia del sistema agrícola. Dado que los precios de los fertilizantes están relacionados con los de la energía, y éstos son muy volátiles, la reducción del uso de fertilizantes también aumenta la resiliencia de los agricultores, y del país, ante las crisis económicas.

Con la eficacia de esta técnica sobradamente probada se está ampliando el alcance de la UDP, en parte con cooperación Sur-Sur promovida por la FAO. Por ejemplo, el Programa nacional para la

seguridad alimentaria de Nigeria (NPFS, siglas en inglés) está apoyado por cooperación Sur-Sur con China. Este apoyo incluye la promoción y el desarrollo de la técnica de UDP en numerosos estados nigerianos. (FAO, 2013b).

El cambio climático y la injusticia que supone el hambre requieren medidas urgentes e inversión en un modelo agrícola verdaderamente sostenible. La agroecología es la ciencia de aplicar los principios y conceptos de la ecología al diseño y la gestión de una agricultura sostenible. El enfoque agroecológico ofrece una serie de ventajas sociales, económicas y medioambientales que, con el apoyo de las políticas adecuadas y la consiguiente inversión, pueden ampliarse a fin de garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades de pequeños agricultores (OXFAM, 2014).

### **Resiliencia: Recuperación frente a desafíos**

La resiliencia: un concepto que engloba diversas escalas y valores La idea de aumentar la resiliencia de los sistemas alimentarios se percibe como la necesidad de reducir su vulnerabilidad y aumentar su capacidad de adaptación frente a posibles golpes. En general, la resiliencia tiene que ver con la capacidad de gestionar y adaptarse frente a riesgos, incertidumbres y vulnerabilidades. En sí misma, no tiene solo que ver con el cambio climático, sino también con la volatilidad de los precios, la globalización, el agotamiento del suelo o su contaminación, las crisis económicas, las crisis energéticas y el agotamiento de los recursos naturales. La búsqueda de una mayor resiliencia de nuestro sistema alimentario debe realizarse de forma coherente y global, con el fin de garantizar que los remedios (prácticas y políticas) propuestos no aumenten la vulnerabilidad de otras dimensiones del sistema alimentario. Además, también hay que poner en tela de juicio las estructuras de poder que hicieron vulnerables a las personas en primer lugar. Si no respondemos adecuadamente a este reto, corremos el riesgo de alcanzar el extremo opuesto del resultado deseado. (Delvaux, Ghani, Bondi, & Durbin, 2014)

La agricultura es al mismo tiempo una fuente de emisiones de carbono y un sumidero de carbono, de modo que contribuye al cambio climático a la vez que lo mitiga. Las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector agrícola son la utilización de combustibles fósiles y fertilizantes, así como la pérdida de materia orgánica en los suelos a consecuencia de las prácticas de cultivo intensivas. (OXFAM, 2014).

La adaptación es el ajuste que realizan los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos o efectos climáticos (reales o esperados), que atenúa los daños que ocasionan o, que explota o potencia las oportunidades beneficiosas (IPCC, 2007 b)

Estar al tanto de las vulnerabilidades de los cambios climáticos y desarrollar una posible situación o simulaciones de los factores del cambio climático y poder desarrollar términos para afrontar la adversidad de los grandes cambios, dando la adaptación de las producciones y establecer la seguridad alimentaria.

Con base en la evaluación de los modelos climáticos globales que mejor representan el clima regional y con la ayuda de modelos climáticos regionales de alta resolución espacial, se simularon diversos escenarios climáticos que podrán ocurrir sobre el territorio colombiano en los próximos decenios hasta el final del siglo XXI. El escenario de cambio climático más probable es el siguiente:

- Teniendo en cuenta el incremento promedio de la temperatura que se ha presentado ( $0,13^{\circ}\text{C}/\text{década}$  para el país) en el periodo de referencia (1971-2000), reflejado principalmente en los departamentos de Córdoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolívar, Chocó, Santander, Norte de Santander, Cauca, San Andrés, Tolima y Caquetá; y las reducciones más significativas de la precipitación total anual ( $\text{mm}/\text{década}$ ) registradas en los departamentos de Putumayo ( $-6,14$ ), Atlántico ( $-5,88$ ), Arauca ( $-3,86$ ), Guaviare ( $-3,85$ ), Boyacá ( $-3,60$ ) y Cundinamarca ( $-3,00$ ); se encuentran señales evidentes de cambios significativos con efectos adversos y diferenciados para el territorio colombiano, las cuales se manifestarían principalmente a finales del siglo XXI. En los departamentos donde se registraron mayores incrementos de precipitación total anual por década son: Quindío ( $0,58$ ), San Andrés ( $0,67$ ), Cesar ( $1,47$ ), Cauca y Vaupés ( $1,64$ ), Guainía ( $2,14$ ) Antioquia ( $2,31$ ), Chocó ( $3,34$ ) y Caldas ( $3,88$ ).
- Los valores medios de temperatura mínima proyectan aumentos del orden de  $1,1^{\circ}\text{C}$  para el 2011-2040;  $1,8^{\circ}\text{C}$  para 2041-2070 y  $1,9^{\circ}\text{C}$  para 2071-2100.
- Las proyecciones arrojan aumentos para los valores medios de temperatura máxima del orden de  $1,5^{\circ}\text{C}$  para el 2011-2040;  $2,3^{\circ}\text{C}$  para 2041-2070 y  $3,6^{\circ}\text{C}$  para 2071-2100, indicando que los días serán más cálidos respecto al período de referencia 1971-2000. Los



aumentos más significativos de la temperatura media se esperarían en gran parte de las regiones Caribe y Andina especialmente en los departamentos de Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila y Tolima.

- De los resultados del ensamble de modelos regionales de alta resolución, se encontró que la temperatura promedio del aire en Colombia aumentará: 1,4°C para los años 2011 a 2040; 2,4°C para 2041 a 2070 y 3,2°C para el periodo 2071 a 2100. Los aumentos más significativos se ubicarían en los departamentos de Norte de Santander, Risaralda, Huila, Sucre y Tolima.
- Con base en los escenarios que involucran una mayor emisión de GEI, se estima que las reducciones más significativas de lluvia se darían especialmente para el periodo 2071 a 2100 en gran parte de los departamentos de la región Caribe, ellos serían: Sucre (-36,3%), Córdoba (-35,5%), Bolívar (-34,0%), Magdalena (-24,6%) y Atlántico (-22,3%). En la región Andina, los departamentos de Caldas (-21,9%) y Cauca (-20,4%) tendrían igualmente importantes reducciones en los volúmenes de precipitación media anual.
- Los aumentos de lluvia para el siglo XXI, proyectados por los escenarios de cambio climático, se ubicarían especialmente en gran parte de los departamentos de: Vaupés, Chocó, Guainía, Amazonas, San Andrés y Vichada. Para la sabana de Bogotá los escenarios de cambio climático con mayor cantidad de emisiones de GEI analizados, muestran reducciones de lluvia del orden de: -11,6% para el período 2011-2040; -16,1% para el 2041-2070 y del -3,4% para 2071-2100, con respecto a la climatología del período de referencia 1971-2000.
- Las mayores reducciones de lluvia para el resto del siglo XXI se esperarían en diferentes regiones de los departamentos de Huila, Putumayo, Nariño, Cauca, Tolima, Córdoba, Bolívar y Risaralda; en algunos de estos departamentos ya se empezarán a evidenciar desde el periodo 2011-2041, en particular en Huila, Cauca, Nariño, Risaralda y Tolima.
- Los resultados de las proyecciones de cambio climático indican que la humedad relativa se reduciría en Colombia a lo largo del siglo XXI, con respecto a 1971-2000, en proporciones cercanas al: 1,8% para el 2011-2040; 2,5% para 2041-2070 y 5,0% para 2071-2100. Las disminuciones más significativas de esta variable meteorológica a lo largo del siglo XXI, se manifestarían desde el período 2011-2040 en gran parte de los departamentos de:

Tolima, Quindío y Huila; y paulatinamente, para mediados y finales de siglo, se extenderían a otros departamentos como: Sucre, Bolívar, Cesar, La Guajira, Norte de Santander, Cauca, Cundinamarca, Santander, Nariño y Risaralda.

- Con base en los resultados del ensamble de los modelos de alta resolución y según la clasificación climática de Lang, la península de La Guajira mantendría sus características desérticas; en el Chocó continuaría prevaleciendo el clima superhúmedo, la Amazonia seguiría siendo húmeda, y en gran parte de los Llanos Orientales continuará el clima semihúmedo. Los cambios más significativos se esperarían en la región Caribe, que cambiaría de un clima semihúmedo (condiciones actuales) a semiárido y luego estaría clasificado como árido para finales del siglo XXI. En la región Andina, los cambios más notorios se prevén por una transición de clima semihúmedo a clima semiárido, lo cual se presentaría en diferentes áreas de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila y oriente del Valle del Cauca, especialmente.
- Con base en el escenario de precipitación y temperatura (2071 a 2100) y la estimación indirecta (balance hídrico) a partir de los resultados de los modelos, respecto a la condición promedio de referencia, se tendrían reducciones alrededor del 30% de la escorrentía promedio en las cuencas del Alto y Bajo Magdalena, Cauca, parte del Litoral Caribe, Saldaña, Cesar y Bogotá, que abarcan parte de los departamentos del Magdalena, Cesar, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, Huila, Tolima y Cundinamarca. (Barba, Bedoya S, Benavides, Buitrago, Cabrera , & et al., 2010)

Se espera que con la implementación de las medidas de adaptación propuestas se disminuyan los impactos y la vulnerabilidad del país y se atenúen los efectos ambientales, económicos y sociales planteados, razones que promueven un sistema de monitoreo eficiente que evalúe la pertinencia y efectividad de las medidas de adaptación además de permitir reorientar las acciones cuando haya lugar.

Ejemplos de adaptación planificada, por sectores.

Sector	Opción/estrategia de adaptación	Marco de políticas básico	<i>Limitaciones principales y oportunidades de implementación (en</i>
--------	---------------------------------	---------------------------	---

			<i>fuerza normal: limitaciones; en cursiva: oportunidades)</i>
<b>Agua</b>	Potenciación de la recogida de agua de lluvia; técnicas de almacenamiento y conservación de agua; reutilización del agua; desalación; eficiencia de uso del agua y de la irrigación.	Políticas nacionales sobre el agua y gestión integrada de los recursos hídricos; gestión de fenómenos peligrosos relacionados con el agua.	Recursos financieros y humanos, y obstáculos físicos; <i>gestión integrada de los recursos hídricos; sinergias con otros sectores.</i>
<b>Agricultura</b>	Modificación de las fechas de siembra y plantación y de las variedades de cultivo; reubicación de cultivos; mejora de la gestión de las tierras (por ejemplo, control de la erosión y protección del suelo mediante la plantación de árboles).	Políticas de I+D; reforma institucional; tenencia y reforma de la tierra; formación; creación de capacidad; aseguramiento de cultivos; incentivos financieros (por ejemplo, subvenciones y créditos fiscales).	Limitaciones tecnológicas y financieras; acceso a nuevas variedades; mercados; <i>mayor duración de la temporada de cultivo en latitudes superiores; ingresos procedentes de productos "nuevos".</i>
<b>Infraestructura/ asentamientos (incluidas las zonas costeras)</b>	Reubicación; muros de contención marina y barreras contra mareas de tempestad; reforzamiento de dunas; adquisición de tierras y creación de marismas/humedales como retardadores del aumento del nivel del mar y de las inundaciones; protección de las barreras naturales existentes.	Normas y reglamentaciones que integren en el diseño las consideraciones sobre el cambio climático; políticas de uso de la tierra; ordenanzas de edificación; seguros.	Obstáculos financieros y tecnológicos; disponibilidad de espacio para reubicación; <i>políticas y gestiones integradas; sinergias con metas de desarrollo sostenible.</i>
<b>Salud humana</b>	Planes de actuación para hacer frente a los efectos del calor sobre la salud; servicios médicos de emergencia; mejora de las medidas de monitoreo y control de enfermedades sensibles al clima; agua salubre, y mejora de los saneamientos.	Políticas de salud pública que reconozcan los riesgos climáticos; consolidación de los servicios sanitarios; cooperación regional e internacional.	Límites de la tolerancia humana (grupos vulnerables); limitación de los conocimientos; capacidad financiera; <i>mejora de los servicios de salud; mejora de la calidad de vida.</i>

<b>Turismo</b>	Diversificación de las atracciones e ingresos turísticos; desplazamiento de las pistas de esquí a altitudes superiores y a glaciares; fabricación de nieve artificial.	Planificación integrada (por ejemplo, capacidad de transporte; vínculos con otros sectores); incentivos financieros (por ejemplo, subvenciones y créditos fiscales).	Atractivo/comercialización de nuevas atracciones; desafíos financieros y logísticos; efectos potencialmente adversos sobre otros sectores (por ejemplo, la fabricación de nieve artificial podría incrementar la utilización de energía); <i>ingresos procedentes de “nuevas” atracciones; participación de un mayor número de partes interesadas.</i>
<b>Transporte</b>	Reordenación/reubicación; normas de diseño y planificación de carreteras, ferrocarriles y otras infraestructuras para hacer frente al calentamiento y a los fenómenos de drenado.	Consideración del cambio climático en las políticas de transporte nacionales; inversión en I+D en situaciones especiales (por ejemplo, áreas de permafrost).	Obstáculos financieros y tecnológicos; disponibilidad de rutas menos vulnerables; <i>mejora de las tecnologías e integración con sectores clave (por ejemplo, energía).</i>
<b>Energía</b>	Consolidación de la infraestructura secundaria de transmisión y distribución; cableado subterráneo para servicios públicos básicos; eficiencia energética; utilización de fuentes renovables; menor dependencia de fuentes de energía únicas.	Políticas energéticas nacionales, reglamentaciones, e incentivos fiscales y financieros para alentar la utilización de fuentes alternativas; incorporación del cambio climático en las normas de diseño.	Acceso a alternativas viables; impedimentos  Financieros y tecnológicos; aceptación de nuevas tecnologías; <i>estimulación de nuevas tecnologías; utilización de recursos locales.</i>

Tomada de (IPCC, 2007 b)

La intervención de los demás sectores para la construcción en conjunto en procesos de propuestas ambientales, políticas y normativas reguladoras para cada sector, planteando las alternativas y ejecución en la variedad del cambio climático, considerando el cambio climático para buscar sinergias y evitar malas adaptaciones que vayan en detrimento de los esfuerzos de otros sectores productivos respecto al cambio climático.

El sector agropecuario, de acuerdo con los análisis de vulnerabilidad, será uno de los más afectados por el cambio de las condiciones del clima. Por ello, es necesario fortalecer y profundizar los mecanismos de transferencia del riesgo de los agricultores y, en especial, de los pequeños productores en las comunidades más pobres, pues en éstos es donde se prevé que se presenten las mayores afectaciones. Se considera necesario orientar la atención al desarrollo de la capacidad adaptativa y la resiliencia basada en una mejor coordinación del Estado para poder afrontar situaciones adversas y la incertidumbre resultante del cambio climático global. Esto puede alentarse por medio del fortalecimiento de las redes de protección social y de los actos de descentralización de la gestión pública, el desarrollo de una cultura de prevención, como parte del ciclo de gestión de riesgos, y la revalorización y el diálogo efectivo de saberes entre el conocimiento local y el científico. (Barba, Bedoya S, Benavides, Buitrago, Cabrera , & et al., 2010)

Se encuentra un proyecto nacional para la adaptación al cambio climático interviniendo de los factores de la agricultura como complementos a cambiar y realizar las mejoras para afrontar la variedad de climas y que estos se mantengan en la producción o disminución de daños que se van afrontar, la utilización de estas herramientas oportunamente logra mitigar la afectación y disminución de contaminantes.

## PROYECTO PILOTO NACIONAL DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO

El proyecto INAP con coordinación técnica general del Ideam y administrativa de Conservación Internacional- Colombia, ha venido desarrollando acciones en cuatro componentes específicos que resultaron de las conclusiones de la primera comunicación, sobre las variables ambientales y de salud más afectadas.

Este proyecto, financiado por el GEF – Banco Mundial, enfoca sus acciones en generación de información confiable sobre cambio climático (Componente A), lo cual es efectuado por el Ideam quien también coordina el diseño e implementación de un programa de adaptación en ecosistemas de alta montaña (Componente B). El desarrollo de un programa de adaptación insular continental está a cargo del Invermar y el desarrollo de un programa de adaptación insular oceánico lo desarrolla Coralina (Componente C). El Instituto Nacional de Salud, busca disminuir la morbilidad de malaria y dengue a través del diseño e implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia

y Control (SIVCMD) que responda a los posibles cambios en las dinámicas de transmisión y exposición, inducidos por el cambio climático (Componente D). El proyecto INAP ha permitido un avance en la capacidad del país para la producción y difusión de información climática, la elaboración de escenarios de cambio climático y el fortalecimiento de la capacidad técnica y científica. Adicionalmente ha promovido el desarrollo de medidas de adaptación claves para reducir la vulnerabilidad del macizo de Chingaza, junto con el monitoreo del área glaciaria en los nevados relacionados con el ciclo del agua; la reducción de los impactos negativos en la regulación hídrica de la cuenca del río Blanco por medio de restauración ecológica participativa del paisaje; la adopción de modelos de planificación del uso de la tierra incorporando los impactos del cambio climático en los municipios de La Calera y Choachí, a través de Planes de Vida Adaptativos; además de la adaptación de los sistemas productivos al cambio climático, a través de la capacitación de comunidades locales en agroecología y agricultura orgánica. (INAP, 2011)

Si bien el país tomó la iniciativa en la implementación de los proyectos expuestos en el capítulo de adaptación, es prioritario generar una estructura nacional con la participación de las diferentes entidades e involucrados, donde los ejes prioritarios son:

- Gestión del recurso hídrico superficial y subterráneo de manera transversal, en el cual se integran los diferentes sectores energético, agrícola, industrial, etc.
- Diseño e implementación de las medidas de adaptación, basadas en una evaluación previa de la vulnerabilidad, de tal forma que involucre tanto los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, la optimización de la ordenación territorial, junto con las variables socioeconómicas y condiciones técnicas para establecer la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Evaluación de los riesgos asociados con los eventos extremos, relacionados principalmente con las variables
- hidrometeorológicas.
- Valoración de la vulnerabilidad, con base en la metodología presentada en la SCN, con el fin de permitir la interrelación y discusión entre los diferentes sectores, ecosistemas y grupos de interés. (Barba, Bedoya S, Benavides, Buitrago, Cabrera , & et al., 2010)

El refuerzo de la resiliencia exige un cambio paradigmático. Aunque el concepto de ‘agricultura climáticamente inteligente’ reconoce en cierta medida la necesidad de una mayor diversidad en las explotaciones, con frecuencia se limita la resiliencia al aumento de la ‘eficiencia’ y la productividad o se insta a la expansión de los sistemas alimentarios industrializados en los países en desarrollo, por lo que no se tiene en cuenta el agotamiento de recursos naturales como el petróleo. CIDSE teme que los defensores de la agricultura climáticamente inteligente no estén considerando debidamente el enfoque sistémico necesario. Además, a CIDSE le preocupa que lo que se denomina agricultura climáticamente inteligente diste mucho de estar a la altura en cuanto al potencial de resiliencia, pudiendo ocasionar un impacto negativo tanto para la lucha contra el cambio climático y como para nuestros sistemas alimentarios, si no se toman las medidas adecuadas. (Delvaux, Ghani, Bondi, & Durbin, 2014).

### **Reducción de emisiones de gases efecto invernadero**

En capítulos anteriores se describió las fuentes con mayor contribución al cambio climático por medio de gases efecto invernadero, por los malos e inapropiados metodologías aplicadas a la agricultura para el fortalecimiento de la producción. Para la agricultura climáticamente inteligente es uno de sus retos la reducción de gases efecto invernadero, por medio de métodos y metodologías para la mitigación del cambio climático.

La adecuación de las buenas prácticas agrícolas son los procesos que mitigaran la producción de los gases efecto invernadero. Según Prado *et al.* (2010) concluyo que “la eficacia de una combinación de prácticas de mitigación de los GEI no se puede evaluar mediante la simple adición de la eficacia de cada método aplicado por separado.” Es decir, que se puede calcular la eficacia de los métodos a utilizar en forma de conjunto y exista un mejor rendimiento frente a un solo método aplicado, añadiendo nuevos potenciales de mitigación en la práctica aplicada y ocasionar disminuciones en los tres gases más importantes. (Hristov, Oh, & Lee, 2013).

La ganadería como principal objetivo de cambio, por los altos contenidos de producción de metano y dióxido de carbono, busca la implementación de sistemas para la utilización de recursos naturales. La acción de mitigación se demuestra en la transformación de los sistemas tradicionales de producción bovina en modelos de producción sostenible (económica, social y ambiental),

basados en la implementación de tecnologías silvopastoriles, los cuales tienen potencial para ajustarse a los cambios en los mercados (altos precios de insumos), y a la variabilidad climática, donde ofrece una mejor alimentación al animal y sus escalas arbustivas captan el dióxido de carbono convirtiéndolo en bancos forrajeros. Lo anterior busca mejorar la rentabilidad de las fincas, ofrecer al ganado mayor cantidad y calidad de forrajes, reducir las emisiones de GEI, adaptarse al cambio climático y generar bienes y servicios ambientales. (IICA, 2015).

Los sistemas silvopastoriles, además de aumentar la carga de biomasa para la alimentación animal, reduce el uso de fertilizantes químicos comparados con los sistemas convencionales de mejoramiento de pasturas, el cual tienen un promedio de 200 Kg de Nitrógeno hectárea año, lo que indica una reducción en el óxido nitroso por la poca fertilización. (Gaviria, Sossa, Montoya, Chará, & Lopera, 2012).

Los sistemas silvopastoril, solos y asociados a maderables, pueden contribuir mitigar el cambio climático, porque cuentan con una tasa de remoción anual GEI de 17,013 y 34,778 kg CO<sub>2</sub> eq/ha/año respectivamente, entre otros beneficios que genera la aplicación de estos sistemas silvopastoril en la reducción de gases efecto invernadero. ( Naranjo, Cuartas, Murgueitio, Chará , & Barahona, 2012)

La adaptación de las nuevas prácticas en los diferentes modelos de producción, no son desarrollos complicados, es tener una planificación adecuada de cada uno de las técnicas a realizar y como utilizamos los residuos para garantizar la mitigación del cambio climático; donde nombraremos algunos proyectos y los beneficios que aportan al medio ambiente.

## **CONSIDERACIONES FINALES.**

El cambio climático se ha convertido en una problemática social, afectando la seguridad alimentaria del mundo. Dando a conocer diferentes problemáticas en la producción de alimento que competen al sector agropecuario.

La propuesta de redes de investigación en el mundo para el desarrollo de la agricultura climáticamente inteligente, está orientada al desarrollo e implementación de nuevas alternativas, de metodologías para la producción de alimento, con la capacidad de adaptación al cambio



climático, resiliencia, sostenibilidad reducción de la emisión de gases efecto invernadero por medio de nuevos procesos adecuando herramientas para una mejora eficiente en una etapa productiva, con un cambio social brindando oportunidades en la comunidad.

El uso adecuado de los recursos naturales para la optimización de los sistemas de producción, adaptando las herramientas disponibles en la creación y elaboración de alimentos limpios y mínimo impacto al ambiente.

Fomentar a grupos sociales a la aplicación de nuevas herramientas ofrecidas por entidades, para mejorar el sector agrícola para la capacidad de producción adaptable a su medio, ofreciendo beneficios a las comunidades.

La planificación de sistemas con el fin de estar dispuestos a cualquier cambio y tener la mejor respuesta indicada para que el proceso no se vea alterado y obteniendo el producto final. Manteniendo y promoviendo la investigación para seguimiento de nuevas alternativas que ofrezcan un beneficio social y ambiental.

## **CAPITULO 2. Biocarbono**

### **Definición**

El biocarbono es compuesto rico en carbono obtenido como subproducto cuando la biomasa, como: la madera, estiércol o las hojas, se calienta en una cerrada recipiente con poco o nada de aire disponible, este se produce con la intención de ser aplicada al suelo como un medio para mejorar el suelo la productividad, el carbono (C) de almacenamiento, o filtración de percolación de agua en el suelo. (Lehmann & Stephen Joseph, Biochar for environmental management, 2009)

El concepto de biocarbono, enfocado desde la química, en lugar desde un punto de vista de producción es mucho más complejo de responder debido a la amplia variedad de las condiciones de la biomasa y carbonización utilizada en cada paso. La propiedad determinante es que la porción orgánica de carbón vegetal tiene un alto contenido de C, que principalmente conformados por anillos llamados aromático con la característica que está compuesto por seis carbonos (C) átomos unidos entre sí, sin oxígeno (O) e hidrógeno (H), son los átomos más abundante en materia

orgánica viva. Dependiendo de los métodos de obtención de biocarbono afectara la ubicación de los anillos aromáticos, si estos fueron dispuestos en perfectamente apilados y alineación, esta sustancia se llamarían grafito. En cambio, mucho más arreglos irregulares de C formarán, que contengan O y H, en algunos casos, minerales dependiendo de la materia prima, complejidad y variabilidad de los procesos. (Schmid & Noack, 2000)

Para crear biocarbono, se desarrolla un método llamado pirolisis, donde su principal efecto es la termoquímica mediante el cual el material orgánico de los subproductos sólidos se descompone por la acción del calor, en una atmósfera deficiente de oxígeno y se transforma en una mezcla líquida de hidrocarburos, gases combustibles, residuos secos de carbón y agua. Los gases combustibles pueden servir para accionar motores diesel, para producir electricidad, o para mover vehículos. (Urien Pinedo, 2013).

Esta se ha transformado en una valiosa herramienta para la industria agrícola por su capacidad única para ayudar a construir el suelo en estructura y textura, conservar el agua, producir energía renovable y además la captación del carbono. El biocarbón, es utilizado para la enmienda del suelo, es una fuente forma de carbón vegetal utilizable en la tierra. (Pires, 2015)

## **Contexto**

El medio ambiente por consecuencias de los sistemas industriales y agrícolas, que aporta contaminantes a esté, ha provocado como consecuencia el cambio climático, desarrollado por las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera; han alcanzado niveles sin precedentes de alta y el cambio climático ya no es una amenaza, sino una realidad. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) con una concentración de carbono en la atmósfera ha aumentado de 280 ppm antes de la revolución industrial a 379ppm en 2005 según Forster et al (2007). La tasa de aumento entre 2000 y 2005 fue del 3,3 por ciento anual, que se atribuye a la expansión de la actividad económica, el aumento de la intensidad de gases efecto invernadero GEI de la actividad económica, y la disminución de la fuerza de los sumideros oceánicos y terrestres dado por Canadell et al, (2007). El Panel Intergubernamental sobre el Cuarto Informe de Evaluación del Cambio Climático se describen claramente los impactos previstos del cambio climático, que se supone puedan ser

catastrófico a menos que el nivel de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se estabiliza en o por debajo de 550 ppm. (IPCC, 2007 b).

La necesidad de que los países para fortalecer la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), para que puedan alcanzar sus objetivos en el desarrollo de proyectos de utilización de fuentes de energías y biocarbón, para compensar las emisiones producidas por los procesos de producción. La pirólisis de la biomasa para producir energía renovable y el biocarbón, y el uso de biocarbón como enmienda del suelo, puede contribuir a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero a través de varias rutas se explica en la sección sobre "Cómo biocarbón contribuye a mitigar el cambio climático", y por lo tanto podría constituir una compensación actividad dentro de esquemas de comercio de emisiones. (Lehmann & Stephen Joseph, Biochar for environmental management, 2009)

La adopción de estrategias basadas en el biocarbón para la producción de energía, la gestión del suelo y la captación de C, está realizada principalmente en empresas individuales, los municipios y los agricultores pueden estar guiados principalmente por la necesidad de mejorar la productividad de los cultivos, obteniendo que el suelo tenga un beneficio positivo en las adiciones de biocarbón, como respuestas en el crecimiento de las plantas con adiciones biocarbón; en investigaciones se ha descubierto que en regiones que contienen altamente degradado minerales del suelo, tales como óxidos y minerales de arcilla, con una aplicación constante de biocarbón, con cambios en los aumentos de la retención de cationes o disminuciones en la acidez (Lehmann, Gaunt, & Rondon, Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – a review, 2006)

Según Kimetu Los incrementos de rendimiento también se han registrado en otras regiones y puede estar relacionada con los cambios en las relaciones suelo-agua o procesos microbianos. Los suelos que son degradados por el monocultivo continuo a largo plazo pueden beneficiarse más de las adiciones de biocarbón. En estos casos, cuando la mejora de la productividad del suelo es el objetivo principal y crea el retorno del medio ambiente, así como económica, otros aspectos se convierten en secundarios y la producción de carbón vegetal está optimizado principalmente por su capacidad para mejorar los suelos. En casos específicos, la energía puede incluso no ser capturada o la estabilidad de biocarbón puede verse comprometida intencionalmente por la capacidad de biocarbón para suministrar o retener nutrientes o aumentar el pH del suelo. En otras

situaciones, la mitigación del cambio climático puede ser el incentivo principal (Lehmann & Stephen Joseph, Biochar for environmental management, 2009).

El contexto para la optimización de la mitigación del cambio climático, tiene como prioridad la utilización y la estabilidad, el biocarbón con la gran capacidad para mejorar las propiedades del suelo físico-químicas, aunque algunos autores argumentan, utilizar el biocarbón como una herramienta para la captación de carbono en lugar de realizar una enmienda al suelo. Seyfritz, (1993). Un incentivo importante para la producción de biocarbón es a la vez la mejora y la facilitación del manejo de desechos de los residuos verdes y orgánicos, y la facilidad de transporte de este para los mercados, ya que utilizando otras metodologías como compost húmedo, tienen algunos inconvenientes en transportado a grandes distancias para encontrar mercados (Lundie & Peters, 2005).

Un argumento que se presenta a menudo que la biomasa en sus diferentes formularios deben ser devueltos al suelo. Sin embargo, los beneficios de la compost y el biocarbón no son los mismos, a pesar de que ambos son derivados de la misma biomasa. El compost es alimento para la vida del suelo y una fuente de nutrientes y minerales para las plantas. Los beneficios de abono duran sólo por algunos años, mientras que los beneficios de biocarbón duran más de 1.000 años y también aumentan el valor y los beneficios del compostaje en forma exponencial. (Reddy, 2014, págs. 50-51)

El efecto benéfico de estos fertilizantes se justifica, según los estudios, por varios factores tales como una disminución de la densidad relativa resultando de un aumento de la porosidad y de la aeración del suelo, optimización de la retención del agua, un aumento del CIC, una mayor mineralización debida a una alta actividad y biomasa microbiana y una alta actividad enzimática, supresión de patógenos y producción de sustancias reguladoras de crecimiento por estos mismos microorganismos (Domínguez, 2010)

La aplicación de los nuevos procesos de biocarbón podría implicar la medición de nuevas variables como la retención de humedad en el suelo, el alcance de aireación del suelo, el nivel de absorción de pesticidas y productos químicos nocivos del suelo, la velocidad de la liberación de nitrógeno en el suelo, el nivel de la absorción de gases de efecto invernadero de la regulación del

suelo, la temperatura en el suelo, y la calidad del hábitat para la prosperidad de los microbios del suelo, entre otras variables. Para entender el biocarbono, es necesario llevar a cabo un experimento. Tomar cuatro pedazos de tierra con las siguientes composiciones: a) La tierra y el biocarbón; b) el suelo, el carbón vegetal, y sus modificaciones; c) los suelos y enmiendas; y el suelo d) de control. (Reddy, 2014, pág. 49)

“La vida en la tierra es principalmente basada en el carbono. Las manifestaciones de carbono en diferentes formas y propiedades son más útiles cuando presente en cantidades equilibradas y proporciones” Sai Bhaskar Reddy

### **Funcionalidad**

A pesar del reciente interés en el uso y la incorporación de biocarbón al suelo como enmienda con el fin del mejoramiento de las propiedades químicas y físicas del suelo van a favorecer el desarrollo óptimo de las plantas, lo que permite la obtención de una mayor producción y mejores defensas contra plagas y enfermedades. (Henreaux, 2012), con capacidad de fijación e intercambio de nutrientes con una capacidad de impidiendo de su lixiviación, fenómeno característico de los suelos en los trópicos expuestos a grandes cantidades de precipitación (Lehmann *et al.* 2002). “Los suelos sometidos a la aplicación de biocarbón presentan una mayor fijación y disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes como el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B) y molibdeno (Mo) asociada con una mayor retención (y entonces menor lixiviación) del nitrógeno (N) y la ausencia de lixiviación de magnesio (Mg) y calcio (Ca). Estos cambios están generalmente acompañado de un aumento del pH y una inmovilización de aluminio (Al) de la solución del suelo, proporcionando a las plantas una mayor disponibilidad de nutrientes, lo que optimiza su desarrollo” (Glaser, Lehmann, & Zech, 2002). La mayor retención de nutrientes se explica por un incremento de la superficie de intercambio debido a la porosidad del biocarbón, una mayor CIC, un aumento del relación y captación C: N y una menor pérdida de la materia orgánica (Glaser *et al.* 2002; Liang *et al.* 2006; Major *et al.* 2009). La relación carbono y nitrógeno que contribuye a la disminución de lixiviación y desnitrificación de fuentes de nitrógeno que pueden convertirse en óxidos nitrosos (GEI), donde asegura una liberación lenta de este elemento a la planta. (Steiner & Gerald T., 2007)

La composición de biocarbono depende de la naturaleza de las materias primas y las condiciones de funcionamiento de la pirólisis, que afecta la disposición de los nutrientes aportados al suelo. Es importante tener en cuenta que el mismo tipo de material con procesos diferentes puede producir diferentes biocarbono. Por ejemplo, Chan et al (2007) informaron un contenido total de N kg-1 para el biocarbón producido a partir de cama de pollo 20g en comparación con 7,5 g kg-1 y 6,0 g kg-1 para dos biocarbonos hechos de diferentes cama de pollo desarrollados por Lima y Marshall (2005). Estas grandes diferencias en el N total son el resultado de cualquiera de las diferentes cualidades de desperdicios avícolas o diferentes condiciones de pirólisis. Esto no se puede determinar cómo una información estandarizada, es normal que los niveles cambien por los procesos biológicos y no concluir los niveles que se pueden extraer. (Lehmann & Stephen Joseph, Biochar for environmental management, 2009).

La incorporación de biocarbón tanto en las tierras altas y suelos de arroz como enmienda provocó una disminución sustancial de las emisiones de N<sub>2</sub>O, en la temporada de arroz inundado cuando se implementa un fertilizante de alto N aplicado, que es un potencial de producción de óxido nitroso que afecta el calentamiento atmosférico. Por otra parte se aumentó las emisiones de CH<sub>4</sub> en la temporada del trigo con fertilización, además de biocarbón aumentó tanto el arroz y el trigo rendimiento de grano y biomasa si se aplica con fertilizantes nitrogenados, tanto para el arroz de secano y suelos. Por lo tanto, el biocarbono aporta modificaciones y los mecanismos subyacentes para el aumento de la producción de cultivos. (Wang, Pan, & et al., 2012)

La utilización de biocarbón para mejorar la estructura del suelo y la retención de agua, con los beneficios de la disponibilidad y la retención de nutrientes, controla la acidez y se obtuvo que reduce la toxicidad de metales pesados en las raíces de las planta, la aplicación de biocarbono en el suelo, disminuyó la concentración de Cadmio (Cd) en el suelo; obteniendo efecto positivo sobre la calidad del suelo y establece una base para la mejora del crecimiento y el rendimiento de las plantas. (Suppadit, Kitikoon, Phubphol, & Neumnoi, 2012)

El uso beneficioso de biocarbón en la agricultura, el biocarbono podría ser la solución para mitigar el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en el medio ambiente siempre que su velocidad de aplicación y el mecanismo de acción están completamente entendido. No hay necesidad de vigilar los cambios en la disposición hidrológica y ecológica del suelo, bajo la aplicación a largo plazo de

biocarbóno que cambie las propiedades físicas y químicas. Además, de conocer las diferentes respuesta de los diferentes cultivos con la aplicación de biocarbóno en virtud de las diferentes regiones agroecológicas debe ser comprobada con los beneficios obtenidos. (Pramod & et al, 2010)

### **Impacto Potencial**

Biocarbóno ya no es visto como un material inerte que permanece inalterado en el suelo donde se deposita, como es el manejo de este en algunos campos sin desarrollo de tecnología. El biocarbóno utilizado como herramienta es incorpora en el suelo con abono orgánico o inorgánico como una enmienda en el suelo para mejorar ciertas propiedades, tales como el pH, la CEC y la proliferación microbiana, las propiedades físicas y estructurales, propiedades micro-químicas, organo-química y las propiedades nutritivas de biocarbóno en función de su formación de las diferentes condiciones de obtención.

Debido a la relativa longevidad de biocarbóno en el suelo es difícil estimar cuánto tiempo puede sobrevivir en una otra forma (partículas libres, asociadas y disueltas)) para servir a la fertilidad del suelo y actuar como un sumidero de C antes de que se mineraliza a CO<sub>2</sub>. (Lehmann & Stephen, Changes of Biochar in Soil, 2009)

La utilización como mecanismo de eliminación de contaminantes orgánicos se orienta principalmente como la adsorción superficial y fraccionamiento. La adsorción se refiere a las interacciones de superficie que conducen a la adhesión de las moléculas del contaminante a las superficies, mientras que la sorción incluye tanto la adsorción en la superficie, así como la partición de las moléculas de contaminantes en los microporos de biocarbóno.

Por ejemplo biocarbóno a partir de bambú se utilizó para evaluar su efecto de lixiviabilidad en metanol donde redujo la lixiviación de un 56% a un 65% y hasta en un 42% para otros hidrocarburos. La disminución de la lixiviación de los contaminantes orgánicos es prevenir la contaminación adicional a recursos hídricos superficiales y subterráneos y reducir la absorción de la planta. (Downie & Crosky, 2009)

Los mecanismos de eliminación de metales pesados con biocarbóno modificado se atribuyen principalmente a las interacciones electrostáticas, precipitación y otras reacciones, el uso de biocarbóno en la remediación de metales pesados, ha mostrado una alta eficacia. El efecto de la

incorporación de biocarbón ha producido la movilidad y la biodisponibilidad de Cobre (II) y Plomo (II) presente en la reducción del ácido extraíble del 19.7 % al 100 % para cobre y del 18.8 % al 77.0 % para plomo, buscando la descontaminación del suelo por metales pesados iniciando por la captación de estos elementos en los carbonos libres. (Kong, He, Gao, Wu, & and Zhu, 2011)

## **CONSIDERACIONES FINALES.**

Las nuevas alternativas para contrarrestar o mitigar los factores del cambio climático están relacionadas en mejorar los beneficios de los recursos naturales, donde el biocarbono tiene un papel importante suministrando cambios en estructura, textura y minerales en el suelo, brindando una zona de mayor nutrientes a las plantas para su desarrollo.

La capacidad de retener elementos como el carbono, zinc, potasio, boro y fosforo, benéficos para el crecimiento y desarrollo de las plantas, dando la disponibilidad adecuada para la translocación de los nutrientes, utilizado como fuente de fertilizante.

El biocarbono por su estructura ofrece celdas de captación de elementos residuales como nitrógeno, magnesio y calcio, realizando una descontaminación de fertilizaciones no controladas, disminuyendo los lixiviados de estas.

## **CAPITULO 3. Energías Alternativas**

El desarrollo de la humanidad ha estado estrechamente ligado a la utilización de la energía en la creación de la civilización actualmente. El aprovechamiento del fuego o el viento han marcado importantes sucesos en la creación de herramientas. Un hecho trascendente fue la Revolución Industrial (siglos XVIII y XIX), relacionada en sus inicios al uso del carbón. Dentro de este proceso evolutivo, el empleo masivo del petróleo nos ha traído comodidad, que hoy caracteriza a las sociedades más desarrolladas.

Pero también se afronta las consecuencias de estos desarrollos, en vertimientos y malas prácticas de manejo, que provocan la contaminación del medio ambiente dando avances a la problemática del calentamiento global y pérdidas de territorios cultivables. Pero, es un recurso limitado, donde



nos encaminamos al final de la era del petróleo se podría hablar de una era post-fósil buscando el abastecimiento de energía sin la utilización fósil, donde las energías renovables son parte de la nueva alternativa energética. (Jara Tirapegui, 2006)

Las energías renovables son capaces de una producción continua e inagotable, teniendo una estabilidad creación de energía, a diferencia de los combustibles fósiles, que son recursos limitados sin ser reutilizados. Las principales formas de energías renovables que existen son: la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas. La mayoría están relacionadas de una forma directa o indirecta con el sol, fuente principal de la energía obtenida en la naturaleza. (Schallenberg Rodríguez, Piernavieja Izquierdo, Hernández Rodríguez, & et al., 2008)

Una de las principales energías renovables es obtenida por la biomasa con la utilización de la materia orgánica formada por vía biológica, igualmente utilizando productos derivados de esta. La biomasa también es considerada en los diferentes estados de la materia orgánica, como los son las aguas residuales, los lodos de depuradora y la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos urbanos, cada uno tiene diferentes características por la procedencia de residuo proporcionando una división en grupos apartes. El carácter de energía renovable proviene de la captación proveniente de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético. Para obtener esta energía se debe al romper los compuestos orgánicos, por combustión directa de biomasa o por combustión de productos obtenidos de ella mediante transformaciones físicas o químicas, dando como resultado dióxido de carbono y agua como productos finales, y libera energía. Estos elementos retornan en el ciclo fotosintético para la creación de nueva biomasa. (Romero Salvador , 2010)

La energía solar es la fuente más abundante en la tierra, siendo una energía renovable, disponible, gratuita y con grandes cantidades para uso. Sin embargo, su utilización muestra problemas técnicos en manejo y formas de reservas, con aumentos económicos que hacen difícil su implementación. Iniciando la energía solar se transforma en la naturaleza en otras formas de energía, como biomasa y energía eólica, buscando una transformación en energía eléctrica y calórica para ser utilizada por el hombre, generando como alternativa en los sectores rurales para minimizar el consumo de combustibles, siendo una energía más segura y económica a largo plazo. (Rodríguez Murcia, 2009)

Las energías renovables tienen las siguientes ventajas respecto a las energías convencionales.

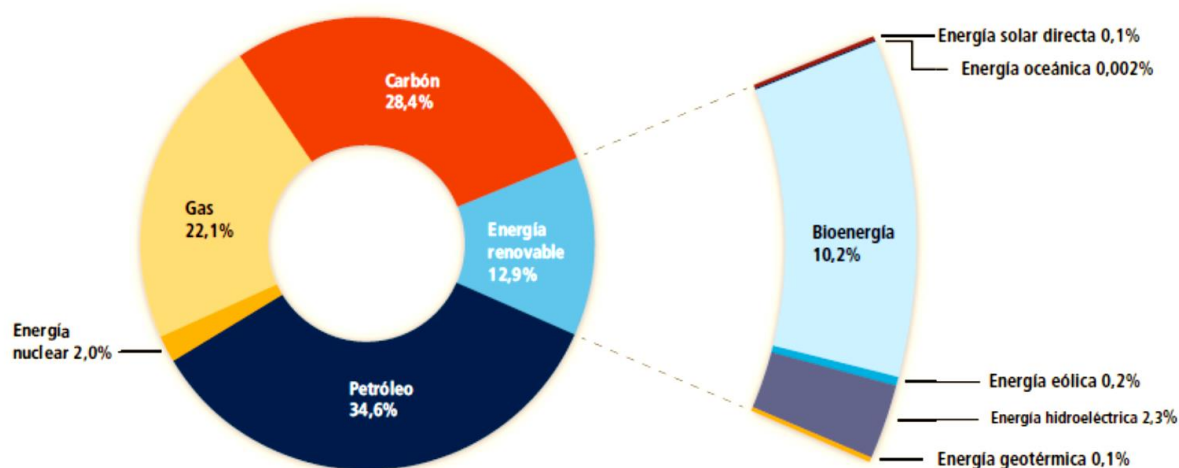
	<b>ENERGIA RENOVABLE</b>	<b>ENERGIA CONVENCIONAL</b>
<b>VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES</b>	No producen emisiones de CO <sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmosfera	Producen emisiones de gases invernadero, provenientes de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón)
	No generan residuos de difícil tratamiento	Generan residuos que generan amenazas al medio ambiente por generaciones (energía nuclear)
<b>VENTAJAS ESTRATEGICAS</b>	Son inagotables	Son finitos
	Son autóctonas	Existen sólo en un número limitado de países
	Disminuyen la dependencia exterior	Productos fósiles son importados en altos costos
<b>VENTAJAS SOCIOECONOMICAS</b>	Generan más oportunidades de trabajo (cinco veces más que las convencionales)	Crean pocos puestos de trabajo, dependiendo de la cantidad de volumen.
	Promueven a investigaciones de desarrollo tecnológico para cada región.	Utilizan la tecnología desarrollada por los importadores.

Tomado y modificado (Merry del Val, 2006)

Además del gran potencial para mitigar el cambio climático y generar la energía suficiente, las energías renovables pueden aportar otros beneficios. Si se utilizan de forma adecuada, las energías renovables pueden contribuir al desarrollo social y económico, eligiendo por los modelos o sistemas que favorecer el acceso a la energía y la seguridad del suministro de energía, en lugares claves y reducir sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud.

En la aplicación de métodos la mayor parte de las situaciones será necesario adoptar políticas orientadas a fomentar modificaciones al sistema energético que incrementen la proporción de la energía renovable en el conjunto de energías. La adopción de tecnologías de la energía renovable ha aumentado rápidamente en los últimos años, y las proyecciones indican que su porcentaje de utilización aumentará sustancialmente en los escenarios de mitigación más ambiciosos. (IPCC, 2011).

Se muestra en la siguiente grafica la distribución de procedimientos para obtener energía, donde el petróleo es el más utilizado con 34,6% que es la principal energía fósil, observando que las energías renovables con un 12,9% del total de todas las energías entre esta se encuentra la bioenergía que representa el 10,2% de las energías renovables, teniendo como potencial las demás energías para potencializar la energía limpia y renovable.



Tomada de 1 (IPCC, 2011)

El inicio de la era de energía renovables “era post-fósil”, partiendo de beneficios de utilización y rendimientos de las mismas y tomando la escasas de recursos como los fósiles. Proporcionando a la investigación de nuevas alternativas y métodos para mantener en funcionamiento las actividades de la humanidad.

### Los Combustibles Fósiles

Recientemente la preocupación por el agotamiento de los recursos energéticos y materiales (ej. Pico del petróleo) así como de los límites de los ecosistemas para servir de sumidero de nuestros residuos (ej. Cambio climático) está emergiendo en la escena política y económica. Todos los combustibles fósiles son finitos y no renovables a escala humana y, por ello, limitados desde un punto de vista físico. Sin embargo, existen diferentes puntos de vista sobre este fenómeno que enfrentan a los “geólogos” (u pesimistas) con los “economistas convencionales” (u optimistas). (Pérez, Mediavilla, Castro, Carpintero, & Miguel, 2014)

Por un lado, existe la gran problemática encontrada por inconvenientes geopolíticos y económicos, causados por la escasez de combustibles fósiles, que es la fuente principal de energía sustentable de las industrias y comercio, manejando la economía mundial. Por el otro lado pero no menos importante, está el problema ecológico y ambiental que causa a los ecosistemas la quema de combustible fósil.

Según Anabella Abate, hay tres aspectos importantes que se deben tomar como punto de partida. La necesidad de buscar otras fuentes de energías, la importancia de racionalizar el consumo de hidrocarburos y por último el replanteamiento del modelo energético a nivel mundial. (León Esteban & Núñez Suárez, 2010)

Los países industrializados tienen un consumo de energía tres veces mayor comparado con el consumo de países en vías en desarrollo. Sólo los Estados Unidos producen el 25% de los gases de invernadero del mundo, los países desarrollados son aproximadamente un cuarto de la población mundial, y tienen un consumo aproximadamente el 70% del total de energéticos fósiles. Es decir, los países industrializados aportan la mayor parte de los gases de invernadero y son los principales generadores del cambio climático. De ahí que el cambio climático es una *deuda ecológica* acumulada por los países industrializados, con la responsabilidad aplicado a todo el mundo. (Roa A., 2001)

La principal consecuencia de la contaminación atmosférica es la lluvia ácida. La quema de combustibles fósiles, cuyo aumento desde la Revolución Industrial hasta nuestros días no ha dejado de crecer, ha generado enormes cantidades de sustancias como los óxidos de azufre y de nitrógeno. Estas emisiones de óxidos se han visto implicadas en distintos procesos químicos hasta generar compuestos con carácter ácido (ácido nítrico y ácido sulfúrico básicamente), que precipitan en forma de lluvia sobre la superficie de la Tierra, causando importantes daños ambientales, ya que su pH es inferior a 5,6. Los efectos ambientales más importantes que acompañan a este fenómeno son: la pérdida de masa forestal, la acidificación de lagos, y los cambios de pH en los suelos, lo que indica la dificultad de crecimiento de la biomasa. (Costeau, 1992)

La agricultura depende, de forma directa e indirecta, de los combustibles fósiles, que conlleva a modificaciones que aportan al cambio climático, la escasez de recursos y los cambios en las pautas de consumo han hecho que esta cuestión gane importancia y prioridades en los sectores políticos.

Los combustibles fósiles forman una parte significativa de los insumos en las explotaciones agrícolas, tanto de forma directa en el funcionamiento de los tractores y el equipamiento, como indirecta a través de los fertilizantes químicos y pesticidas. La síntesis del nitrógeno y el fósforo, dos componentes fundamentales de los fertilizantes inorgánicos, requiere enormes cantidades de gas natural para su elaboración. Buscando un cambio hacia sistemas agrícolas diferentes, más ecológicos y respetuosos con el medio ambiente y alternativas de energías renovables con menores impactos ambientales. (OXFAM, 2013)

En términos generales, los rendimientos de muchos cultivos, podrían disminuir significativamente por factores de aumentos en las temperaturas, como consecuencia, por ejemplo, del estrés térmico e hídrico, del acortamiento de la estación de crecimiento y de la mayor presencia de plagas y enfermedades. Las producciones animales también se verían afectadas, por el impacto del cambio climático en la productividad de las pasturas y forrajes y según sus requerimientos específicos, por las alteraciones del suelo físicoquímicas que no permiten la adecuada adsorción de nutrientes requeridos. (Fernández, 2013)

Según Rabbinge 1993. Los efectos directos sobre los procesos fisiológicos en las plantas, debido al aumento en la concentración de CO<sub>2</sub>, han sido demostrados y poseen consecuencias sobre el crecimiento, desarrollo y producción vegetal han sido evaluadas con diferentes modelos para la evaluación de rendimientos, además el aumento de probabilidad de mayores población de plagas, y ajustes en las demandas y ofertas de agua para irrigación. Como resultado se espera que la productividad de algunos cultivos importantes disminuya.

La creación de nuevas políticas para el desarrollo de una reestructuración y cambio en la agricultura, buscando nuevas alternativas en la obtención de materias primas. Se encuentra una fuente de energía como lo es el biocombustible donde el suministro de energía depende tanto del contenido energético del combustible como de la energía que se gasta en producirlo. Esta última comprende la energía necesaria para cultivar y cosechar la materia prima, convertirla en

biocombustible y transportarla junto con el biocombustible derivado de ella en las diversas fases de su producción y distribución. El balance de energía fósil expresa la proporción entre la energía contenida en el biocombustible y la energía fósil empleada en su producción. Un balance de energía fósil de 1,0 significa que se necesita tanta energía para producir un litro de biocombustible como energía contenga éste; en otras palabras, el biocombustible en cuestión no supone ni ganancias ni pérdidas netas de energía. (FAO, 2008)

Los impactos ocasionados por el cambio climático tendrán sus mayores efectos contraproducentes en los países cuyo desarrollo socio-económico sea más transitorio. Las reservas energéticas fósiles finitas pronostican una crisis energética mundial, la cual debe ser enfrentada con la utilización de todas las herramientas tecnológicas, siendo una de ellas los biocombustible. Se hacen necesarios estudios y evaluaciones sistemáticas sobre la viabilidad y sostenibilidad de la producción de biocombustibles derivados de diferentes fuentes. Es necesario afrontar la posibilidad de que la producción de biocombustibles no contribuya a reducir los altos precios de los combustibles, pero si contribuya consecencialmente al alza de los precios de los alimentos. Buscando altos niveles de producción de cultivos para la creación de biocombustibles, con la utilización de transgénicos, resistentes a toxinas y plagas, con el fin de ser óptimos en la producción como fuentes de combustibles. (Acosta & Chaparro-Giraldo, 2009)

## **CONSIDERACIONES FINALES.**

La gran explotación de los recursos naturales y el mal manejo de estos, ha ocasionado daños ambientales irreversibles, donde encontramos los combustibles fósiles que deterioran el habitat donde van hacer extraídos y contaminaciones ambientales en sus procesos de refinación, utilizados como fuente de energía en la industria por su gran demanda, teniendo en cuenta que es un recurso limitado se buscan alternativas de energía que supla la capacidad y la cantidad de energía por los fósiles.

Las energías renovables son observadas como la nueva energía para los procesos industriales, reduciendo el impacto ambiental producido ya que estas son una fuente ilimitada que se mantiene en un ciclo constante producción. El desarrollo de nuevas políticas para la implementación de estas metodologías más limpias y amigables con el ambiente.

## **Bibliografía**

Hristov, A., Oh, J., & Lee, C. (2013). *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera*. Roma: FAO.

Naranjo, J., Cuartas, C., Murgueitio, E., Chará, J., & Barahona, R. (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*.

- Acosta Contreras, I. (2004). *Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo*. Roma: CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL (CONIF).
- Acosta, O., & Chaparro-Giraldo, A. (2009). Biocombustibles, seguridad alimentaria y cultivos transgénicos. *Salud publica*, 290-300.
- Banco Mundial; CIAT; CATIE. (2015). *Agricultura climáticamente inteligente en Colombia. Serie de perfiles nacionales de agricultura climáticamente inteligente para América Latina. 2da. ed.* Washington D.C: Grupo del Banco Mundial.
- Barba, D., Bedoya S, M., Benavides, H., Buitrago, M., Cabrera , M., & et al. (2010). *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Bogotá, Colombia: Editorial Scripto Ltda.
- Basso, L. R. (2013). *Agricultura Inteligente: la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía*. Buenos Aires: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Benavides Ballesteros, H. O., & León Aristizabal, G. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
- Brumas. (2012). *Guía de buenas prácticas en la agricultura y ganadería que contribuyan a la lucha contra los efectos nocivos del cambio climático*.
- Carmona, J. C., Bolívar, D. M., & Giraldo, L. A. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias; Vol 18-1*, 49-63.
- Cavatassi, R., Gonzalez, M., Winters, P., Piedra, J., Espinosa, P., & Thiele, G. (2009). *Linking Smallholders to the New Agricultural Economy: An Evaluation of the Plataformas Program in Ecuador*. Quito, Ecuador : FAO.



- CIAT (Centro Internacional de Agricultura tropical). (2014). *Estrategia CIAT 2014–2020: Construyendo un futuro Eco-Eficiente*. Cali, Colombia: CIAT.
- Costeau, J. Y. (1992). IMPACTO AMBIENTAL. EL PLANETA HERIDO. *Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, 132-162.
- Delvaux, F., Ghani, M., Bondi, G., & Durbin, K. (2014). *La ‘agricultura climáticamente inteligente’: ¿el traje nuevo del emperador?* Bruselas, Bélgica: CIDSE.
- Domínguez, J. L.-B. (2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas: Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta zoológica mexicana*, 359-371.
- Downie, A., & Crosky, A. &. (2009). Physical Properties of Biochar. En J. Lehmann, & S. Joseph, *Biochar for Environmental Management - Science and Technology* (págs. 13-29). Londres: Earthscan.
- F.A.O. (2002). *LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA Y EL HAMBRE: LA FUNCIÓN FUNDAMENTAL DE LA FINANCIACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN, LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL*. Monterrey, México.
- FAO. (2005). *Manual de Agricultura Climáticamente Inteligente*. Roma.
- FAO. (2008). Biocombustibles y agricultura: panorama técnico. En *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* (págs. 11-25). Roma: Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica División de Comunicación FAO.
- FAO. (2010). *Agricultura “climáticamente inteligente” Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación*. Roma, Italia : FAO.
- FAO. (2013). *CLIMATE-SMART AGRICULTURE SOURCEBOOK*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2013b). *HISTORIAS DE ÉXITO DE LA FAO SOBRE AGRICULTURA AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE LA CSA EN EL TERRENO*. Roma: FAO.

- FAO b. (2010). *Mitigación del cambio climático y adaptación en la agricultura, la silvicultura y la pesca*. Roma, Italia : FAO.
- FAO, O. d. (2015). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural*. Roma: FAO.
- Fernández, M. E. (2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores*. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM.
- Gaviria, X., Sossa, C., Montoya, C., Chará, J., & Lopera. (2012). 1 Producción de Carne Bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano. *Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria*.
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal. *Biol Fertil Soils*.
- Henreaux, J. (2012). *Efecto del biocarbón combinado con fertilizantes orgánicos y microorganismos benéficos sobre el desarrollo, productividad y resistencia de las plantas, Turrialba, Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica.
- IICA. (2015). *Ganadería de doble propósito: sistemas agrosilvopastoriles y su contribución para mitigar el cambio climático*. Matagalpa, Nicaragua .
- INAP. (2011). *PROYECTO NACIONAL PILOTO DE ADAPTACIÓN – INAP*. Bogotá.
- IPCC. (1996). *TECNOLOGÍAS, POLÍTICAS Y MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC. (2007 b). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra : IPCC.
- IPCC. (2011). *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

- IPCC, I. (2007). *Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Jara Tirapegui, W. (2006). *Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC)*. Chile: Fyrma Gráfica.
- Kong, H. L., He, J., Gao, Y. Z., Wu, H. F., & and Zhu, X. Z. (2011). Cosorption of phenanthrene and mercury from aqueous solution by soybean stalk-based biochar. *Journal of agricultural and food chemistry*.
- Lehmann, J., & Stephen Joseph. (2009). *Biochar for environmental management*. London - Sterling: Earthscan.
- Lehmann, J., & Stephen, J. (2009). Changes of Biochar in Soil. En J. Lehmann, & J. Stephen, *Biochar for Environmental Management* (págs. 169-178). Londres: Earthscan.
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – a review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 403-427.
- León Esteban , A., & Núñez Suárez, E. (2010). *Combustibles fósiles; analisis, impactos y alternativas, estudio para el caso colombiano*. Bucaramanga.
- Lundie, S., & Peters, G. (2005). Life cycle assessment of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*, 275-286.
- Merry del Val, F. (2006). *Guía de Energía Solar* . Madrid : Industrias Graficas el Instalador .
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2009). *Mis Buenas Prácticas Agrícolas "guía para agroempresarios"*. Bogota DC.
- Ministro Restrepo Salazar , J. (2013). *Memorias al Congreso de la República: Ministro Juan Camilo Restrepo Salazar (Agosto 2010–Mayo 2013)*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la República de Colombia.

- OXFAM. (2013). *El futuro de la agricultura*. Documentos de debate de OXFAM.
- OXFAM. (2014). *UN NUEVO FUTURO PARA LA AGRICULTURA Promover la agroecología en favor de las personas y del planeta*. INFORME TEMÁTICO DE OXFAM.
- Padgham, J. (2009). *Agricultural development under a changing climate: opportunities and challenges for adaptation*. Washington, DC : The World Bank.
- Pérez, C., Mediavilla, M., Castro, C., Carpintero, Ó., & Miguel, L. J. (2014). Fossil Fuel Depletion and Socio-Economic Scenarios: An Integrated Approach. *revista Energy*:
- Perfetti, J., & et al. (2013). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Fedesarrollo, Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC).
- Pires, L. (7 de Marzo de 2015). Biochar emerging as potential soil amendment for agriculture. *westernfarmpress*, pág. 22.
- Pramod, J., & et al. (2010). Biochar in agriculture – prospects and related implications. *CURRENT SCIENCE, Indian Institute of Soil Science (ICAR)*,.
- Proyecto MEBA. (2015). *Microfinanzas para la Adaptación basada en Ecosistemas: Opciones, costos y beneficios*. Ciudad de Panamá.
- Reddy, S. B. (2014). BIOCHARCULTURE. En S. B. Reddy, *Biochar for Environment and Development*. The Netherlands: MetaMeta.
- Revista Semana. (31 de Agosto de 2013). Paro agrario: las dos caras de la protesta. *Revista Semana*.
- Roa A., T. (2001). COMBUSTIBLES FÓSILES Y CAMBIO CLIMÁTICO. *Revista Ruiría*, 49-60.
- Rodríguez Murcia, H. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas . *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes*, 83-90.

- Romero Salvador , A. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles . *Revista Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* , 331-345.
- Sanchis Jiménez, E. (2014). *EMISIONES DE GASES EN EL CULTIVO DEL ARROZ:EFECTO DE LA GESTIÓN DE LA PAJA*. Valencia.
- Schallenberg Rodríguez, J., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., & et al. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canariaas: InstitutoTecnológico de Canarias, S.A.
- Schmid, M., & Noack, A. (2000). Black carbon in soils and sediments:Analysis, distribution, implications, and current challenges. *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES*, 777-793.
- Steiner, C., & Gerald T., W. (2007). Soil respiration curves as soil fertility indicators in perennial central Amazonian plantations treated with charcoal, and mineral or organic fertilisers. *Tropical Science*.
- Suppadit, T., Kitikoon, V., Phubphol, A., & Neumnoi, P. (2012). EFFECT OF QUAIL LITTER BIOCHAR ON PRODUCTIVITY OF FOUR NEW PHYSIC NUT VARIETIES PLANTED IN CADMIUM CONTAMINATED SOIL. *CHILEAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH*.
- Uribe F., Z. A. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1 Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC.
- Urien Pinedo, A. (2013). *OBTENCIÓN DE BIOCARBONES Y BIOCOMBUSTIBLES MEDIANTE PIRÓLISIS BIOMASA RESIDUAL*.
- Wang, J., Pan, X., & et al. (2012). Effects of biochar amendment in two soils on greenhouse gas emissions and crop production. *Plant Soil*, 287-298.

