

Retos de la agronomía frente al calentamiento global

Juan Carlos Quintero Restrepo

Trabajo de grado

Monografía

Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.

Agronomía.

2020

Retos de la agronomía frente al calentamiento global

Juan Carlos Quintero Restrepo

Tutor:

Diego Mauricio Hernández

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de agrónomo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.

Agronomía.

2020

Carta del Jefe Seattle al presidente de los Estados Unidos [Carta - Fragmento.]

Jefe Seattle

Nota

El presidente de los Estados Unidos, Franklin Pierce, envía en 1854 una oferta al jefe Seattle, de la tribu Suwamish, para comprarle los territorios del noroeste de los Estados Unidos que hoy forman el Estado de Washington. A cambio, promete crear una “reservación” para el pueblo indígena.

El jefe Seattle responde en 1855:

El Gran Jefe Blanco de Washington ha ordenado hacernos saber que nos quiere comprar las tierras. El Gran Jefe Blanco nos ha enviado también palabras de amistad y de buena voluntad. Mucho apreciamos esta gentileza, porque sabemos que poca falta le hace nuestra amistad. Vamos a considerar su oferta pues sabemos que, de no hacerlo, el hombre blanco podrá venir con sus armas de fuego a tomar nuestras tierras. El Gran Jefe Blanco de Washington podrá confiar en la palabra del jefe Seattle con la misma certeza que espera el retorno de las estaciones. Como las estrellas inmutables son mis palabras.

¿Cómo se puede comprar o vender el cielo o el calor de la tierra? Esa es para nosotros una idea extraña.

Si nadie puede poseer la frescura del viento ni el fulgor del agua, ¿cómo es posible que usted se proponga comprarlos?

Cada pedazo de esta tierra es sagrado para mi pueblo. Cada rama brillante de un pino, cada puñado de arena de las playas, la penumbra de la densa selva, cada rayo de luz y el zumbir de los insectos son sagrados en la memoria y vida de mi pueblo. La savia que recorre el cuerpo de los árboles lleva consigo la historia del piel roja.

La sepultura de su padre y los derechos de sus hijos son olvidados. Trata a su madre, a la tierra, a su hermano y al cielo como cosas que puedan ser compradas, saqueadas, vendidas como carneros o adornos coloridos. Su apetito devorará la tierra, dejando atrás solamente un desierto.

Yo no entiendo, nuestras costumbres son diferentes de las suyas. Tal vez sea porque soy un salvaje y no comprendo.

Por lo tanto, vamos a meditar sobre la oferta de comprar nuestra tierra. Si decidimos aceptar, impondré una condición: el hombre blanco debe tratar a los animales de esta tierra como a sus hermanos.

Ustedes deben enseñar a sus niños que el suelo bajo sus pies es la ceniza de sus abuelos. Para que respeten la tierra, digan a sus hijos que ella fue enriquecida con las vidas de nuestro pueblo. Enseñen a sus niños lo que enseñamos a los nuestros, que la tierra es nuestra madre. Todo lo que le ocurra a la tierra, les ocurrirá a los hijos de la tierra. Si los hombres escupen en el suelo, están escupiendo en sí mismos.

Esto es lo que sabemos: la tierra no pertenece al hombre; es el hombre el que pertenece a la tierra. Esto es lo que sabemos: todas las cosas están relacionadas como la sangre que une una familia. Hay una unión en todo.

Lo que ocurra con la tierra recaerá sobre los hijos de la tierra. El hombre no tejó el tejido de la vida; él es simplemente uno de sus hilos. Todo lo que hiciere al tejido, lo hará a sí mismo.

La tierra es preciosa, y despreciarla es despreciar a su creador. Los blancos también pasarán; tal vez más rápido que todas las otras tribus. Contaminen sus camas y una noche serán sofocados por sus propios desechos.

Cuando nos despojen de esta tierra, ustedes brillarán intensamente iluminados por la fuerza del Dios que los trajo a estas tierras y por alguna razón especial les dio el dominio sobre la tierra y sobre el hombre piel roja.

Este destino es un misterio para nosotros, pues no comprendemos el que los búfalos sean exterminados, los caballos bravíos sean todos domados, los rincones secretos del bosque denso sean impregnados del olor de muchos hombres y la visión de las montañas obstruida por hilos de hablar.

¿Qué ha sucedido con el bosque espeso? Desapareció.

¿Qué ha sucedido con el águila? Desapareció.

La vida ha terminado. Ahora empieza la supervivencia.

X

NOTA DE ACEPTACIÓN

X

Firma del presidente del jurado

X

Firma del Jurado

X

Firma del Jurado

Medellín. Mayo 2019.

AGRADECIMIENTOS

Antes que a todos quiero dar gracias a la vida porque tuve las fuerzas necesarias en los momentos en que más lo necesité y seguí adelante a pesar de las dificultades.

También quiero agradecer a las directivas y tutores, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por abrirme las puertas para ingresar y culminar satisfactoriamente mis estudios.

En particular a mi asesor Diego Mauricio Hernández Fernández, quien me guio en la realización de este trabajo por sus consejos y ayuda desinteresada, lo mismo a aquellos que de una u otra forma hicieron posible llegar hasta esta instancia.

Y ante todo agradecer a nuestro núcleo familiar y compañeros, por hacer más grata nuestra permanencia en la Universidad.

Juan Carlos Quintero...

DEDICATORIA

Dedico esta victoria a mi madre Blanca Lucia a mi padre Juan y a mis tres hermanas Laura Lucia, Lina María y Diana Patricia, quienes con su apoyo me confortan para seguir por caminos de superación en el diario vivir y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para la realización de esta meta.

Juan Carlos.

Tabla de contenido

Resumen	10
Introducción	12
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Planteamiento del problema	16
Antecedentes	20
Efectos universales del cambio climático sobre la agricultura	20
Referente teórico	24
• Pobreza Rural	26
• Efectos de la revolución verde	27
• Los cultivos transgénicos la nueva revolución verde	32
• ¿Qué es el efecto invernadero?	36
• ¿Qué es el calentamiento global?	37
• ¿Qué es el cambio climático?	38
• ¿Qué nos espera?	38
Retos de la agronomía frente al cambio climático	42
Nociones de agricultura sostenible	45
Retos y causas limitantes	52
Los límites para una agricultura sostenible.	53
El papel de los cultivos de cobertura en la agricultura sostenible	56
Control de plagas y enfermedades	57
Utilización adecuada de la tierra con consumo mínimo de fertilizantes	58
1.1.1. Medidas de conservación del suelo	58
Agricultura más competitiva	60
• Mayor equidad en la agricultura y el medio rural	60
• Reducción de impactos sociales, ambientales y económicos	61
• Implementar recursos para la adaptación y la cooperación	62

Caracterización de un agro ecosistema	62
Dimensión económica	62
Dimensión técnica productiva	63
Dimensión social	64
Construcción de los Indicadores para evaluar el Agro Ecosistema.....	64
La bioeconomía enfocada en la agricultura	65
El nuevo paradigma: una revolución agrícola infobiotecnológica	68
Conclusiones	72
Referencias bibliográficas	74
Glosario.....	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variación según la variación de la temperatura de cada cultivo	39
Tabla 2 Cultivos que posiblemente serán afectados	41
Tabla 3 Recomendaciones	52
Tabla 4 Indicadores de puntos críticos.....	65
Tabla 5 Modelo desarrollo tecnológico agrícola	71

Resumen

Con el aumento de la temperatura global y un clima extremo cada vez más habitual que afecta la productividad y calidad de los diferentes cultivos, la Agronomía debe adoptar una postura inteligente frente al cambio climático esgrimiendo medidas que involucren desde nuevas y mejores prácticas de siembra hasta una mejora en la utilización del agua para mantener la seguridad alimentaria al margen de los impactos nocivos del cambio climático.

Las carencias que persisten en la práctica de la Agronomía para enfrentar los retos de una agricultura sostenible, llevan a dinamizar la línea ambiental de los agrónomos para que amplíen conocimientos, habilidades y valores propios de una sostenibilidad ajustada a los requerimientos eco sistémicos. Por tanto, se trata de incorporar al proceso agronómico un paradigma que revele la lógica integradora entre la producción y la sostenibilidad buscando con ello dar soluciones de fondo a los problemas presentados en el sector agrícola; incorporando contenidos ambientales, que contrasten con la realidad que se manifiesta en el sector campesino; apropiándose de manera holística de la aplicación de los principios de sostenibilidad ambiental, dada su diversidad y complejidad.

Palabras clave:

Agronomía. Agricultura sostenible. Sostenibilidad. Ecosistemas. Valoración ambiental. Sector agrícola.

Summary

With the increase in global temperature and an increasingly common extreme climate that affects the productivity and quality of different crops, agronomy must adopt an intelligent stance in the face of climate changes, using measures that range from new and better planting practices to an improvement in the use of water to maintain food security regardless of the harmful impacts of climate change.

The deficiencies that persist in Agronomy to face the challenges of a sustainable agriculture, take to dynamize the environmental line of the agronomists so that they extend knowledge, abilities and own values of a sustainability adjusted to the eco-systemic requirements. Therefore, it is about incorporating into the agronomic process a paradigm that reveals the integrating logic between production and environmental assessment in order to be able to provide fundamental solutions to environmental problems; incorporating environmental content, which contrasts with the reality that manifests itself in the agricultural sector; and, holistically appropriate the application of the principles of environmental sustainability, given its diversity and complexity.

Keywords:

Agronomy. Sustainable agriculture. Sustainability Ecosystems Environmental assessment. Agricultural sector. Agronomy

Introducción

Se calcula que la agricultura surgió hace diez mil años aproximadamente. Desde entonces y hasta mediados del siglo xx, las consecuencias ambientales de la agricultura se consideraron mínimas, casi imperceptibles; sin embargo, a partir de la revolución industrial y muchos años después con la aparición de la *revolución verde* los efectos nocivos de la agricultura sobre el medio ambiente se han intensificado, afectando no solo la sostenibilidad de los ecosistemas, sino también a la salud humana. Se puede afirmar sin temor al error, que los problemas resultantes de malas prácticas agrícolas se gestaron a la par de la agricultura misma, sin embargo, lo que marca la diferencia reside en la dimensión que hoy por hoy alcanzan. El impacto de la “revolución verde” en la producción mundial de alimentos es innegable.

La *revolución verde* hace alusión a los cambios tecnológicos y la forma como se practica la agricultura moderna como consecuencia de la transferencia, innovación y transmisión de desarrollos tecnológicos para las actividades agrícolas. En los últimos 60 años, la agricultura de todo el mundo se apropió del paradigma que impuso la *revolución verde*, contribuyendo de forma casi perversa al deterioro medio ambiental, por lo tanto, la agricultura tradicional como la moderna agricultura han contribuido enormemente con el deterioro ambiental. En países subdesarrollados como Colombia, que acogieron la *revolución verde* como modelo de producción agropecuario, los rendimientos han ido decreciendo debido entre otras cosas al deterioro insostenible de los recursos naturales.

Es por ello que uno de los principales retos que tienen que enfrentar la Agronomía, no solo la colombiana, sino también la Agronomía mundial, es satisfacer la demanda de alimentos y mantener los niveles de sostenibilidad de los recursos naturales (suelo, agua, fauna y flora) frente a una explosión demográfica exponencial.

La Agronomía ha tenido una amplia trayectoria en nuestro país, desde sus inicios ha sido impulsora de transformación social y tecnológica, en la actualidad ocupa un lugar distintivo en la economía nacional, presentando un valor exclusivo por su importancia en el desarrollo del tejido social; sus importantes aportes al PIB, la colocan en un lugar privilegiado y estratégico; sin embargo, esto implica que las acciones que deban tomarse como colectividad repercutan positivamente en la sostenibilidad ambiental, ya que esta actividad es fuertemente extractiva de los recursos no renovables de las fuentes hídricas y del suelo.

La Agronomía colombiana está atravesando en la actualidad, o quizás desde sus inicios, una crisis que invita a reflexionar sobre los paradigmas actuales de producción, de los retos que se deben afrontar para diezmar en cierta medida los problemas evidentes de sostenibilidad ambiental, puesto que el detrimento progresivo de los hábitats ha llevado paulatinamente a la pérdida de productividad económica de los suelos y a la insostenibilidad desde el punto de vista ambiental de la producción.

En la actualidad se plantea en Colombia, la implementación de las buenas prácticas agrícolas en los diferentes modelos agronómicos productivos que se erigen como la mejor alternativa para contribuir a la sostenibilidad en la producción agrícola, un apoyo como regla para cumplir con las exigencias actuales del mercado mundial en lo concerniente a viabilidad y sostenibilidad ambiental de este importante renglón productivo, enfilado hacia la inocuidad de los productos agropecuarios, todo ello en pro de establecer las estrategias a seguir para lograr minimizar los efectos del cambio climático sobre la agricultura.

Las exigencias de los nuevos mercados a nivel nacional e internacional, la tecnología aplicada en torno a los millonarios negocios de insumos, bienes y servicios agropecuarios y la

evolución continua de los sistemas de comunicación, requieren que los productores que forman parte del sector agrícola busquen nuevas opciones de producción y que adopten nuevos modelos productivos además de la ejecución de protocolos que garanticen la inocuidad, trazabilidad y calidad de sus productos.

Objetivos

Objetivo general

Establecer las estrategias a seguir para lograr minimizar los efectos del cambio climático sobre la agricultura.

Objetivos específicos

Analizar la interacción entre el modelo de la revolución verde y el calentamiento global.

Identificar a través del análisis de los diferentes artículos bibliográficos, cuales son las estrategias a seguir para minimizar los daños ocasionados por el calentamiento global.

Formular estrategias acordes al gran reto que enfrentan Agrónomos y Agricultores frente al cambio climático.

Planteamiento del problema

Si bien es cierto que la *revolución verde* se implementó luego de la segunda guerra mundial con el fin de aumentar la producción de alimentos a nivel mundial utilizando para ello muchas tecnologías, que van desde plaguicidas, herbicidas, fertilizantes hasta los transgénicos que se utilizan en la actualidad logrando obtener así nuevas variedades de cultivos de mejor rendimiento.

También es cierto que la *revolución verde* se inició utilizando variedades mejoradas de maíz y trigo, que se sembraban como Monocultivo a lo largo de todo el año consumiendo de grandes cantidades de agua de riego, fertilizantes y todo tipo de agroquímicos. De esta forma se logró incrementar hasta en cinco veces la producción de estos nuevos modelos frente a los cultivos tradicionales.

Por otro lado, y aunque la *revolución verde* ha jugado un papel muy importante en la seguridad alimentaria, hace varios años se manifestó que estos cultivos requieren de grandes cantidades de agroquímicos y de agua, que debido a su carácter de monocultivos “limpios”, han ayudado en cierta medida al incremento del calentamiento global.

Asimismo, la difusión del uso de nuevas variedades y de sus sistemas de cultivo han ido relegando a un segundo lugar las variedades tradicionales que han ido desapareciendo paulatinamente, poniendo en riesgo de extinción la biodiversidad y las especies autóctonas de países como Colombia.

Con el ascenso de la *revolución verde* las bases agroecológicas son continuamente excluidas, como secuela de ello los agro ecosistemas se tornaron débiles con brotes de plagas

repetitivas en muchos de estos cultivos además de la salinización, compactación y erosión de los suelos, contaminación de aguas y trazas de agro tóxicos cancerígenos en los alimentos.

Igualmente, la falta de rotación y diversificación de cultivos alejó los mecanismos de defensa natural de plagas y enfermedades convirtiendo los monocultivos en más vulnerables por su gran dependencia de los agroquímicos.

De acuerdo con los defensores de la *revolución verde* a mayor variedad de cultivos dentro de una misma área se está atropellando la mayor productividad de los monocultivos.

Lastimosamente el nuevo paradigma de la *revolución verde* de forma acrítica basada en el monocultivo y el, uso intensivo de gran cantidad de agua e insumos agro tóxicos inicia a implementarse con fuerza en el país sosteniendo que aquellos que no la adoptasen serían deficientes en lo que a producción y ganancias se refiere.

Las consecuencias sociales de la revolución verde no se hicieron esperar, debido a la mecanización de los suelos y de diferentes labores productivas de los monocultivos, muchos campesinos y colonos fueron expulsados del campo dando de esta forma un gran golpe a la ruralidad aumentando en gran medida el índice de pobreza de esta. Esto sin contar el problema de la tenencia de la tierra, que se ha convertido en un gran problema de orden público y social, pues el 3% de la población más rica posee el 90% de las tierras cultivables en Colombia; mientras que el 97% de la población restante, en su mayoría rural se reparten el resto de las tierras convirtiendo al país en una nación de minifundistas sin la suficiente capacidad económica para convertir sus pequeñas parcelas en terrenos medianamente productivos.

Entendiendo la Agronomía como la ciencia cuyo objetivo es mejorar la calidad de los procesos de la producción y la transformación de productos agrícolas y alimentarios,

fundamentada está en principios científicos y tecnológicos, deberá analizar y replantear la incidencia de las nuevas formas de explotación sobre los factores físicos, químicos, biológicos, económicos y sociales que influyen o afectan en cierta forma los procesos productivos. Se convierte pues en un complejo reto para la Agronomía entender y desglosar el complejo entramado social que basa su forma de subsistencia en la utilización del agro ecosistema, entendido éste como el modelo específico de intervención del hombre en la naturaleza, con fines de producción de alimentos y materias primas; por ende es el conjunto de conocimientos de diversas ciencias aplicadas que rigen la práctica de la agricultura y de la actividad que ejerce el hombre haciendo uso proyectado de la tierra para extraer bienes del suelo gracias al aprovechamiento de la energía solar, convirtiéndose en una actividad estratégica para cualquier sociedad.

La agricultura, es una actividad dedicada a la producción de alimentos recurriendo a insumos naturales, “gratuitos”, como son la energía solar, la tierra y el agua, sin embargo, al utilizar estos recursos en la producción de alimentos sin contar con sistemas de evacuación de gases contaminantes que son almacenados en la atmósfera, erróneamente ha sido considerada a través del tiempo como una actividad que no tiene la capacidad de ocasionar impactos o efectos negativos en el medio ambiente. Hoy en día, este concepto de la agricultura ha cambiado enormemente al quedar demostrado que es susceptible de provocar graves daños en el entorno, su potencial dañino es incluso superior que el de algunos sectores industriales. Mientras no se empleen prácticas correctas en actividades cotidianas como aplicación de fertilizantes, disposición de residuos, uso de insumos de síntesis química, etc., los impactos ambientales que puede ocasionar la agricultura, pueden ser altamente negativos.

Se proyecta este trabajo como una herramienta de consulta y guía para la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en beneficio de la agricultura; como herramienta para contrarrestar los paradigmas de *la revolución verde* haciendo énfasis en que las buenas prácticas agrícolas se circunscriben dentro avances logrados por el modelo impuesto por los monocultivos de La revolución verde, si bien es de dominio público que la participación de las universidades y profesionales del agro, conjugada de forma interdisciplinar con la experiencia de los campesinos y productores ha sido de gran importancia para el sector, el producto de esta interactividad de académicos y productores es prácticamente desconocido por la gran mayoría de miembros de la cadena productiva agropecuaria, esta información es difícil de adquirir ya que carece de difusión, a pesar de la interactividad que brindan las TICs, por lo que es recomendable incluir estos paradigmas de productividad bajo la BPA como un proceso de mejora continua de la sostenibilidad que debe ser publicado en muchas más fuentes de información; de fácil acceso a los diferentes tipos de productores agrícolas.

Es así como se presenta un gran dilema en relación con la evolución futura del cambio climático, sus consecuencias concretas y las potenciales respuestas. Los resultados para el medio ambiente y la sociedad están en manos de no solo de la respuesta de la Tierra a los cambios en la composición de la atmósfera, sino también de las personas que estimulan la adopción de nuevos modelos, por ejemplo, cambios de tecnología, de la economía y del estilo de vida.

A fin de evaluar las consecuencias del cambio climático en la agricultura es necesaria la utilización de modelos inherentes al clima, a los cultivos y la economía a fin de examinar a fondo la fuerza de las circunstancias cambiantes del sector, como la expansión de la frontera agrícola, el conflicto por el uso de la tierra, los hábitos de consumo y los precios de los productos.

Antecedentes

Efectos universales del cambio climático sobre la agricultura

Entre los impactos más significativos que puede tener el cambio climático sobre la producción de las pequeñas fincas es la pérdida de materia orgánica del suelo debido al calentamiento de este. Así mismo las temperaturas más altas del aire aceleran la descomposición de materia orgánica, acrecentando la ocurrencia de otros procesos que afecten la fertilidad del suelo, por otro lado al reducirse el porcentaje de humedad de los suelos el crecimiento de las raíces y el reciclaje de materia orgánica se reducen de forma significativa, esto provoca que el suelo quede parcial o totalmente descubierto incrementando notoriamente la erosión eólica y de escorrentía, especialmente en zonas de laderas.

Por otro lado, temperaturas más calientes favorecen condiciones más propicias para la reproducción de los insectos plaga. Tiempos de crecimiento más prolongados consiguen que muchas plagas puedan obtener un mayor número de descendencias por año.

Además, las temperaturas más altas que se presentan en invierno de igual forma pueden permitir a varias especies, como por ejemplo la broca del café, sobrevivir en áreas donde ahora son controladas en cierta medida por el frío, ocasionando así una mayor infestación para la siguiente cosecha. La mayoría de los estudios coinciden en afirmar que los insectos plagas serán universalmente más abundantes en todos los cultivos en la medida que la temperatura vaya en aumento, con el agravante de que haya una TRANSVERSALIDAD en la distribución geográfica ligada a nuevas formas de migración, crecimiento, e hibernación o periodos de latencia de dichas plagas con marcados índices de crecimiento de sus poblaciones.

Estudios recientes predicen que los ataques de enfermedades a las plantas podrían alterar su desarrollo y provocar cambios que obliguen a encontrar otras zonas de distribución geográfica para el establecimiento de sus cultivos, situación está que llevaría al incremento de pérdidas por cosecha.

De igual forma el cambio comportamental de los vientos pueden pasar de un extremo a otro la dispersión de plagas y enfermedades foliares. La restringida literatura al respecto menciona que las señales más factibles del cambio climático serán vistas como simples pérdidas debido a enfermedades que cambian su distribución geográfica.

Jones y Thornton (2003) predicen una reducción total del 10% en la producción del maíz en el año 2055 en África y América Latina, equivalente a pérdidas de \$2 mil millones por año, afectando principalmente a 40 millones de agricultores pobres en diferentes zonas de América Latina y 130 millones de ellos en África sub-Sahariana. Estas pérdidas de la producción se intensificarán de acuerdo al incremento en las temperaturas y las diferencias en la precipitación lo cual conducirá a una menor producción de maíz. Algunos investigadores predicen que como el cambio climático reduce la producción de los cultivos, los efectos sobre el bienestar de las familias de agricultores de subsistencia serán muy severos, especialmente si el componente de la productividad de subsistencia se reduce. Estos cambios en la calidad y la cantidad de producción pueden afectar la productividad del trabajo de los agricultores e incluso afectar negativamente la salud de sus familias (Rosenzweig y Hillel 1998).

¿Qué está en juego?

En la última década, las variaciones climáticas relacionadas con los fenómenos del El Niño y La Niña han traído serios retos para la agricultura colombiana, demostrando que muchos

agricultores no tienen la capacidad de manejar efectivamente el riesgo y de adaptarse a fluctuaciones climáticas y catástrofes. El cambio climático ocasionado resultante de las actividades humanas, probablemente agrave esta situación. Los científicos proyectan aumentos en la variabilidad climática, temperaturas más altas y precipitación errática.

En Colombia, el aumento promedio previsto de la temperatura promedio anual para el 2050 se estima que sea de 2.5 °C; y es probable que la precipitación aumente en un 2.5% a mediados de siglo. De hecho, sin adaptación acelerada, el cambio climático resultaría en:

- ❖ Degradación del suelo y pérdida de materia orgánica en las vertientes andinas.
- ❖ Inundaciones en las costas Caribe y Pacífica.
- ❖ Pérdidas de nichos para el café, los frutales, el cacao y el banano.
- ❖ Cambios en la prevalencia de plagas y enfermedades.
- ❖ Descongelamiento de glaciares y estrés hídrico.

Las proyecciones indican que, en los próximos 20 años, tal vez el 80% de los cultivos, incluyendo los cultivos perennes de alto valor económico y nutricional, sufrirán mayor impacto. Estas proyecciones tienen implicaciones socioeconómicas significativas: el sector agrícola, del cual depende el 21% de la población como fuente de empleo directo. El cambio climático, por ende, tendrá efectos de amplio alcance en la agroindustria, las cadenas de abastecimiento y la seguridad.

Así mismo, los efectos del cambio climático tendrán su **mayor impacto en los productores de escasos recursos y de pequeña escala**. La agricultura en pequeña escala, representa la gran mayoría de la producción de alimentos en el país. De los cultivos de exportación (generadores del 45% del PIB agrícola), solo la caña de azúcar se cultiva en grandes extensiones de tierra. Puesto que el resto de productos agrícolas, entre 50% y 80% de los productores de cultivos como café, cacao, banano, plátano, frijol y hortalizas, son pequeños agricultores, con fincas por debajo de las 10 hectáreas.

Referente teórico

Interacción entre el modelo de la revolución verde y el calentamiento global.

En Colombia, el sector agrícola ha sido clave en su estructuración social y económica; este sector llegó a representar el 60% del PIB y, pese a que en los últimos años se ha registrado una significativa disminución, su participación sigue siendo alta (Gutiérrez, 2009).

En la actualidad los monocultivos se han difundido exponencialmente por todo el mundo, incluido Colombia, cuya característica principal es la de producir el mismo cultivo sobre el mismo suelo periodo tras periodo. Gracias a la implementación de estas prácticas en muchas regiones de Colombia la pluralidad de cultivos por unidad de suelo ha disminuido copiosamente, lo que ha ocasionado que las tierras agrícolas hayan rebajado su superficie a su mínima expresión. Todo ello gracias a impulsos de políticas económicas que están a favor del monocultivo, logrando con esto que la agricultura nacional sirva más a los mercados internacionales que al país en sí.

Como principales factores tecnológicos que han contribuido para incrementar la adopción de los monocultivos como sistema único de producción tenemos: la mecanización de los suelos y de diferentes labores productivas, las semillas transgénicas y el desarrollo y aplicación de agroquímicos para la fertilización y el control de plagas, enfermedades y arvenses.

La influencia antropomórfica puede separarse en contemporánea o histórica, según su influencia en el manejo y análisis de los ecosistemas (Richter 2007).

Algunos factores que influyen en la degradación de los suelos son: 1) la pérdida de su estructura, cambio que puede determinarse con el indicador “índice de estructura del suelo” (Oleschko et al.1992, Pieri 1995); 2) la reducción del contenido de MO suelo (que se determina

con él % MOS); 3) las pérdidas de partículas del suelo, y 4) la pérdida de nutrimentos que se pueden determinar con los niveles de erosión de los suelos. Las consecuencias de estos factores se hacen evidentes en el incremento de costos de producción, reducción de rendimientos, baja competitividad de la agricultura y reducción del valor comercial del suelo (Lal 1998, Herrick 2000).

Políticas gubernamentales de comercialización desde hace varios años promueven la difusión y utilización de estas tecnologías. Como consecuencia de ello, hoy hay menos fincas productivas y las que han logrado sobrevivir se han convertido en latifundios más especializados que requieren, para su producción, de ingentes capitales de inversión.

Desde una vista ecológica, las consecuencias de la adopción del monocultivo tienen grandes implicaciones entre las que se pueden destacar las siguientes:

a) La mayoría de los sistemas agrícolas a gran escala no presentan una estructura integrada y entre los componentes de la finca casi no hay ensamblaje; por lo tanto, la complementariedad ecológica entre el suelo, los cultivos y los animales es inexistente. b) Los ciclos de nutrientes, energía, agua y desechos se han tornado más abiertos, en vez de mantenerse cerrados como en los ecosistemas naturales. A pesar de la cantidad substancial de residuos de cosecha y guano producido en una región se hace cada vez más difícil reciclar nutrientes, inclusive dentro de un mismo sistema agrícola. Los desperdicios de los animales no pueden ser devueltos al suelo en un proceso de reciclaje de nutrientes porque los sistemas de producción están geográficamente alejados unos de otros para hacer posible que el ciclo se complete. En muchas áreas, los desperdicios agrícolas se han convertido más en una carga que en un recurso. El reciclaje de nutrientes desde los centros urbanos hasta los campos es igualmente difícil.

La actual crisis social y ambiental del sector rural presenta una serie de retos que deben ser enfrentados por la Agronomía desde la sostenibilidad como el nuevo paradigma capaz de reconstruir el proceso económico-agrícola dentro de una nueva lógica productiva que logre fortalecer la soberanía y la seguridad alimentarias partiendo desde los saberes ancestrales, la diversidad cultural, la equidad social y una sana relación sostenible hacia los ecosistemas. La sostenibilidad concebida como conocimiento en construcción a la cual la Agronomía puede hacer importantes aportes para su desarrollo.

- **Pobreza Rural**

Con el pasar de los años el sector rural de los países subdesarrollados, entre ellos Colombia, ha sido el referente básico para el desarrollo y la “erradicación de la pobreza”, aunque desgraciadamente su inclusión en los procesos de construcción social se presentó sin considerar el desarrollo de sus capacidades como epicentro de sostenibilidad y como un sector de gran potencial en sí mismo.

En la actualidad se asevera que las pautas de la economía globalizada han ocasionado que la tierra como componente productivo pierda importancia en relación con la jerarquía que paulatinamente van adquiriendo sectores como la tecnología, el conocimiento y el capital. Esto no es rotundamente cierto, como tampoco puede ser desmentido, ya que la tenencia de la tierra genera un cumulo de posibilidades de introducir nuevos propietarios con capacidad competitiva, que no solo creen economías de subsistencia, sino que vayan más allá en términos de corregir las grandes diferencias sociales que la actual estructura de tenencia de la tierra han ocasionado.

Según (Bejarano: 1998, p. 261). La desigualdad en la distribución de la tierra condiciona los efectos del crecimiento agrícola sobre la pobreza, no sólo debido a la consiguiente

distribución desigual de los ingresos retribuidos a la tierra, sino porque favorece sistemas de estratificación social que discriminan a los pobres en muchos aspectos, como por ejemplo la distribución del poder político o el acceso al crédito.

La demanda y oferta de empleo en el sector rural son directamente proporcionales con la situación de pobreza del campesinado, las causas del desempleo y por ende de la pobreza rural, son de obligatoria discusión dentro de los programas de gobierno y de las políticas que deben ser desarrolladas para erradicarla, teniendo como epicentro causas de acrecentamiento del problema como la imposibilidad del sector agrícola para emplear toda la mano de obra disponible. Asimismo, las relaciones entre propietarios y trabajadores deben ser incluidas en la discusión sobre las diferentes formas de empleo rural y la constante descomposición social del sector campesino, de tal forma que se pueda dar una solución eficaz y consensuada al fenómeno del empleo y la pobreza rural.

- **Efectos de la revolución verde**

La desigualdad existente en cuanto a intercambio de productos de los países en vías de desarrollo frente a las grandes potencias implica el sometimiento de la economía de los más pobres a los conceptos del modo de producción capitalista de los países más poderosos, los cuales se apropian de los recursos naturales que le son necesarios para hacer más rentable el capital invertido. Si bien este proceso data desde el tiempo de la colonia, se materializó a mediados del siglo XX, logrando que los capitales invertidos por las grandes potencias sometieran bajo su control absoluto los recursos mineros, agrícolas, pecuarios y naturales de los países tercermundistas, adueñándose, como primera medida de los gobiernos mediante un previo control político, económico, financiero. La explotación a gran escala de estos recursos solo busca obtener la máxima rentabilidad inmediata sin importar los graves desequilibrios ecológicos que

implican el calentamiento global y el sometimiento a la pobreza de las poblaciones originarias de estas regiones.

De la misma forma, la presencia de una economía tercermundista orientada hacia la satisfacción de las necesidades de productos agropecuarios y materias primas de los países ricos y más desarrollados obliga al aumento de la producción, la productividad y el rendimiento de la tierra aun a costa de la sostenibilidad y del equilibrio socio ecológico de estos países pobres.

La denominada *revolución verde* que se adoptó en los países subdesarrollados a mediados del siglo XX, fue el detonante del fenómeno expuesto, gracias a los insondables cambios que produjo en el sector agropecuario de la región, dando como resultado, hasta el día de hoy, una dependencia económica de la cual no pueden prescindir, junto con la consabida degradación ambiental, si se tiene en cuenta que el modelo agropecuario que se impuso a los países subdesarrollados exigía la intensificación de la productividad a través de la utilización masiva de nuevas tecnologías, propugnadas en cinco líneas básicas de producción que son: mecanización, sistemas de riego, fertilizantes de síntesis química, plaguicidas y bioingeniería genética. Según Piña (2000).

De esta forma la *revolución verde* convierte la actividad agropecuaria de los países subdesarrollados, en métodos intensivos de producción, dependientes de las grandes transnacionales del gigante del norte, ya que todos los insumos utilizados en el nuevo paradigma de producción obligatoriamente eran importados de los mercados norteamericanos. Es desde ese preciso instante, cuando la agricultura tercermundista de países como Colombia comienza a acoger pautas de trabajo y de desarrollo, encaminadas únicamente al aumento de la rentabilidad,

semejantes a las que imperan en la gran industria capitalista, provocando el deterioro de la tierra, el calentamiento global y por ende el deterioro de la calidad de vida del trabajador agropecuario.

Es pues incuestionable el rol que tienen los países capitalistas, principalmente Estados Unidos, en la industrialización de la agricultura en los países subdesarrollados en general, para fortalecer un decadente sistema capitalista mundial. Todo esto fue conseguido mediante la divulgación de sistemas y métodos destinados a aumentar la productividad y rentabilidad de la agricultura de los países pobres. El pretexto fue, la necesidad inminente de acabar con el hambre en los países subdesarrollados en un corto periodo de tiempo, teniendo como condición irrefutable, la utilización de tecnologías y los métodos de producción y trabajo desarrollados por los países “benefactores”, tecnologías estas, que además debían ser adquiridas a precios elevados, obviando muchas veces, que esto no siempre era lo más indicado para las condiciones y características socioeconómicas de los campesinos latinoamericanos (Segrelles: 2003).

Según Vásquez (2000), la Fundación Rockefeller, fundo en México el primer centro internacional de investigación agrícola sobre los postulados de la *revolución verde*, creando como primera medida el Programa Agronómico de México (PAN), luego fundo el llamado Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYTI), con el pretexto de beneficiar a las comunidades rurales en las que imperaba la agricultura de subsistencia.

Si bien, la *revolución verde* fue ennoblecida como la benefactora que pondría fin a las imposibilidades tecnológicas de la agricultura de países subdesarrollados, en los planes de las naciones poderosas y de sus empresas transnacionales no existía precisamente esta idea, como la ayuda altruista que buscaba dar a los países atrasados la herramienta para destruir el mayor de todos sus obstáculos: la estructura agropecuaria tradicional. En los países latinoamericanos, por

ejemplo, el proceso de modernización agropecuaria logro aumentar la productividad de su agricultura, pero hay que tener en cuenta que este desarrollo se concentró solo en las grandes explotaciones, sin que se alterara lo más mínimo la estructura de la propiedad de la tierra, dejando por fuera del modelo de producción a los pequeños minifundistas.

La *revolución verde*, en realidad, no logro eliminar el hambre ni la miseria en los países subdesarrollados, pero si logro acrecentar la brecha existente entre los agricultores pobres y los agricultores ricos y provocó la concentración de la tierra en manos de los más poderosos, encareciendo el precio de la tierra e hizo elevar los costes de los arrendamientos, incrementando en paralelo, la deuda externa de países subdesarrollados, por deudas adquiridas debido a la compra y posterior pago de paquetes tecnológicos importados. De otro lado, la gran dependencia y el consumo masivo de insumos y la adopción de variedades genéticas mejoradas, de igual forma, ayudaron al endeudamiento de los campesinos, al incremento de los costos de producción y al gran deterioro medio ambiental que contribuye en gran medida al calentamiento global.

El paradigma de la *revolución verde* presume que la agricultura autóctona o tradicional, que está basada en la biodiversidad, los métodos extensivos de producción, el autoconsumo de sus productos y el respeto a los ciclos biológicos del entorno, tiene a toda costa, que dar paso a la agricultura moderna que se adapta al típico esquema capitalista, representado en la formula Mercancía-Dinero-Mercancía. La cual, se independiza de los medios naturales de producción, la cual tiene un elevado consumo de energías no renovables, establece el monocultivo como único medio de producción y reduciendo la diversidad autóctona de la agricultura, utiliza tecnologías de choque basadas en insumos químicos, solo se enfoca en el mercado, integrándose agresivamente al resto de sectores económicos y administrando de forma intensiva e

indiscriminada el capital, convirtiéndose así en una actividad sobrecargada, anexa y muy contaminante, que solo busca el beneficio económico y la desembolso del capital invertido.

Consecuentemente, con la incursión del capitalismo en el sector agropecuario de los países subdesarrollados, las explotaciones que tienen más oportunidad de atesorar capital se rigen por la ecuación *Dinero Inicial-Mercancía-Dinero Final*, lo que genera contradicciones insuperables entre latifundios empresariales modernos y capitalizados y las cada vez más marginadas explotaciones minifundistas en manos de pobres campesinos, que no pueden acceder a las nuevas tecnologías de producción, ni pueden usufructuar la intensificación de la producción agrícola.

De forma gradual, a causa de la *revolución verde*, las explotaciones agropecuarias autóctonas fueron perdiendo su capacidad para la producción de alimentos y entraron en desuso sus abonos orgánicos y sus rudimentarias herramientas de trabajo. No solo tuvieron que empezar a comprar los insumos de síntesis química y maquinaria agrícola, sino que la producción de alimentos para autoconsumo fue remplazada por la compra de dichos alimentos dando origen a una expansión de la economía del mercado de la usura.

Del mismo modo, el especializado sistema capitalista de producción agropecuaria, reemplazo los antiguos sistemas de policultivos por empresas agrícolas especializadas en productos de monocultivo como café, maíz, sorgo, cítricos, banano, hortalizas, flores, caña de azúcar o cría y engorde de ganado, todos ellos con el fin de suplir la demanda y el consumo de estos productos por parte de los países ricos, explotaciones estas que son grandes productoras de gases de efecto invernadero.

Por lo tanto, la aplicación de los postulados de la *revolución verde*, implican que al efectuar la técnica del monocultivo disminuye hasta su mínima expresión la diversidad natural de los ecosistemas que permiten el mantenimiento de los equilibrios naturales en los países subdesarrollados. El resultado más innegable es la reducción de la biodiversidad de los ecosistemas y la expansión e introducción de especies perjudiciales desde el punto de vista ambiental, gracias a la desaparición de los mecanismos naturales de control. Lo que fuerza, al mismo tiempo, al empleo creciente, de fertilizantes, insecticidas y fungicidas que aceleran la contaminación de los componentes eco sistémicos suelo, aire, agua, generando erosión del suelo y deterioro ambiental que afectan gravemente la estabilidad de todos los ecosistemas, embargando además el desarrollo económico y social de la región, todo ello con el auspicio y promoción de grandes empresas agroindustriales transnacionales

- **Los cultivos transgénicos la nueva revolución verde**

Como es bien sabido, la *revolución verde* admitió la penetración del capitalismo en la producción agropecuaria y creó la dependencia directa de esta actividad a la agroindustria, además de depender directamente de las grandes corporaciones transnacionales del sector agropecuario. La difusión de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) con su alta productividad, la mecanización del trabajo rural, sistemas de riego y la excesiva utilización de fertilizantes y pesticidas forman el soporte tecnológico sobre el que se ha apuntalado la modernización de la agricultura en los países pobres.

Pese a las arengas por parte de los países ricos y de sus empresas transnacionales que promovían de forma desenfrenada la influencias positivas que tendrían los nuevos métodos intensivos de explotación agropecuaria, para acabar con el hambre de los países tercermundista, principalmente y en el mundo, lo cierto fue que la *revolución verde*, aun con el aumento de la

producción, el incremento en la productividad y los altos rendimientos por unidad de área, evidentemente fue incapaz de solucionar los permanentes problemas sociales, económicos y de estructura agropecuaria de los países en desarrollo, sino que , por el contrario los empeoró, por otro lado ayudo a crear otros problemas nuevos, como fueron: mayor concentración de la propiedad de la tierra, empobrecimiento, separación de las labores del campo y desplazamiento forzoso de campesinos, deterioro de la seguridad alimentaria y aumento de porcentaje de desnutridos rurales, dependencia tecnológica y alimentaria de los países ricos y pobres, el control de la agricultura ejercido por parte de los dueños del capital internacional, cambio en los ciclos de las lluvias, erosión de los suelos, contaminación atmosférica, contaminación de cuerpos de agua y de los suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, destrucción de los ecosistemas, etc.

En los últimos años se puede hablar de la nueva *revolución verde* que está simbolizada por el avance de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), impulsados por las grandes compañías transnacionales dedicadas a la investigación y comercialización de la biotecnología, lo que presume que habrá una inminente sustitución de la agricultura tradicional por la industria de los (OGM), este raro paradigma va más allá de la dependencia que el sector agropecuario ha soportado desde que se introdujeron los componentes tecnológicos antes mencionados a partir del surgimiento de la *revolución verde*.

La expansión de la biotecnología representa una nueva forma de acaparamiento capitalista pues se trata de una réplica del gran capital industrial, sin que ello considere la necesidad de solucionar los problemas socio-económicos que determinan la realidad del sector agropecuario de los países pobres, tampoco contemplan el alcance negativo que tiene la expansión de los monocultivos, ni la pérdida de biodiversidad, ni el efecto nocivo de los plaguicidas y fertilizantes químicos sobre los ecosistemas y la salud de los pobladores.

Se denominan Organismos Genéticamente Modificados (OGM) o cultivos transgénicos aquellos individuos cuyas características genéticas son modificadas para que su procedimiento, funciones o rasgos se adapten a unas condiciones que no poseen las especies autóctonas de una región. El hombre desde los inicios de la agricultura (10.000 años), ha domesticado, seleccionado y cruzado las plantas y los animales para adaptarlos a sus gustos y necesidades y a su entorno productivo. No obstante, ante el increíble desarrollo de la manipulación genética aparecen peligros incalculables, tal vez irreversibles, para las personas y para el medio natural (Hobbelink: 1987). De ahí el intenso debate que se ha generado durante los últimos años entre defensores y detractores de estas tecnologías, recrudeciéndose las controversias a partir de la cumbre celebrada en Cartagena de Indias (Colombia) en febrero de 1999 con la participación de los delegados de 170 países.

Dicha cumbre mundial resultó un fracaso porque se multiplicaron los obstáculos que impidieron llegar a un acuerdo que conciliara las posturas de los dos grupos de países enfrentados: por un lado, Estados Unidos y el Grupo de Miami (Argentina, Australia, Canadá, Chile y Uruguay), avalados por la OMC, y por otro, un contingente de 132 países, fundamentalmente subdesarrollados, entre los que también se contaba la Unión Europea (UE). Las divergencias tuvieron una doble vertiente. En primer lugar, Estados Unidos y el Grupo de Miami se negaron a que en el acuerdo se incluyeran cláusulas relacionadas con las consecuencias que pueden tener los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en la salud de los seres humanos y de los animales, al considerar que estos organismos tienen el mismo control que los organismos naturales. Su exigencia era limitar el debate a los aspectos ambientales, donde sí reconocían la posibilidad de que la biotecnología causara problemas.

Por otro lado, Estados Unidos y el Grupo de Miami (Argentina, Australia, Canadá, Chile y Uruguay), no aceptaron la inclusión de etiquetas identificativas en los productos transgénicos ni la regulación de su tráfico internacional. A su vez, los países opositores en vías de desarrollo y subdesarrollados, fueron acusados curiosamente de proteccionistas, y reclamaban su derecho a prohibir la entrada de estos productos a sus mercados alegando que compiten de forma desleal con la agricultura tradicional y empobrecen la diversidad biológica y agraria de sus habitantes. Debido a esto no hubo ningún acuerdo para la redacción final del Protocolo de Biodiversidad, el cual ha quedado en stan by desde la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992. Pese a las presiones de los países subdesarrollados, la UE y las ONG, el tráfico de alimentos transgénicos sólo se rige por el momento solamente por las reglas comerciales, sin cláusulas sanitarias o ambientales.

El gigante de norte y Argentina, Australia, Canadá, Chile y Uruguay, que son los que más han desarrollado la ingeniería genética y acaparan más del 94% del mercado, siempre han argumentado que las restricciones mercantiles para los organismos modificados genéticamente (OMG) implican la violación de los acuerdos internacionales de comercio, un obstáculo para el desarrollo mundial de la agricultura y el fin de la posibilidad de acabar con el hambre y la desnutrición en el planeta (Morales: 2001). Los argumentos esgrimidos por las empresas biogenéticas y por los países productores y exportadores de OMG no se encuentra ninguna filantropía, como pretenden hacer creer, por el contrario, hay un marcado y acaparador interés económico, político y estratégico que se enmascara de diferentes formas o mediante aquel principio de que una falsedad repetida muchas veces acaba convirtiéndose en una verdad indiscutible. Cuando la ocultación resulta imposible, ¿cuántas veces no habremos escuchado que una situación o fenómeno capaz de enriquecer a unos pocos y perjudicar a la mayoría constituye

un mal necesario o el menos malo de los posibles o un precio que se debe pagar para conseguir el desarrollo de todos? (Segrelles: 2001 a).

- **¿Qué es el efecto invernadero?**

Conjunto de situaciones que logran hacer que la atmósfera de la Tierra se caliente; si se tiene en cuenta que la atmósfera terrestre es una delgada capa de gases que encierra al planeta y tiene gran importancia ya que allí se encuentran los gases que crean las condiciones atmosféricas necesarias para que haya vida, la atmósfera está formada por dos gases, 79% Nitrógeno (N) y un 20% de Oxígeno (O₂). El 1% restante está formado por otros gases 0.9% Argón (Ar) y 0.03% dióxido de carbono (CO₂). Este último, aunque con tan bajo porcentaje es de trascendental en el proceso de calentamiento de la atmósfera, como se podrá apreciar a continuación.

Ya que los gases de la atmósfera no pueden absorber la luz solar, de alta energía, llamada también ondas de longitud corta, que son cargadas hacia la luz visible y ultravioleta, dejan pasar la mayor parte de esta luz hacia la superficie de la tierra. Del total de la luz solar que llega al planeta, un 30% es reflejado y devuelto hacia el espacio, a este fenómeno se le conoce con el nombre de albedo, en la atmósfera es retenida un 20% de la energía solar y el otro 50% llega hasta la superficie de la tierra haciendo que esta se caliente. Cuando esto ocurre sobre la superficie de la tierra la luz solar de alta energía es transformada en radiación de baja energía conocida como ondas de longitud larga y regresan de nuevo a la atmósfera. Esa energía de onda larga puede ser absorbida eficazmente por algunos gases que componen la atmósfera, especialmente el CO₂ seguido por el vapor de agua y el metano, convirtiéndose en la principal fuente de calor de la atmósfera, por tal razón la temperatura más alta de la Tropósfera se presenta en el punto de contacto con la superficie de la tierra.

A groso modo es el efecto invernadero el que logra que la luz solar sea más eficaz al elevar la temperatura de la atmósfera. Si no se presentara el efecto invernadero de la atmósfera con 0.03% de CO₂, la temperatura media global sería de menos 15°C, lo que impediría la vida en la tierra tal como se le conoce, por el contrario, el efecto invernadero da lugar a que se presenten temperaturas promedio de 15 °C sobre cero como temperatura media del planeta y que permite que haya diversidad de vida. Por lo tanto, debe afirmarse, que la composición de la atmósfera es de carácter imprescindible sobre la estabilidad del clima; por ende, mientras más gases de invernadero como el CO₂ haya en la atmósfera, más elevada será la temperatura del planeta, y mientras menos de estos gases haya, más frío será el clima de la tierra.

- **¿Qué es el calentamiento global?**

Este fenómeno ha estado estrechamente relacionado con una tendencia hacia el incremento en el CO₂ atmosférico, lo que permite afirmar sin temor a incurrir en el error, que la causa del calentamiento es un incremento del efecto invernadero. Por tal razón, el error generalizado de creer ambos términos significa lo mismo, sin embargo, mientras el primero puntualiza sobre el fenómeno del incremento de temperatura atmosférica de la tierra, el otro describe los elementos que lo causan.

Algunos de los nuevos patrones climáticos del Calentamiento Global será la modificación de los ciclos de lluvias, generando consecuencias económicas y ecológicas. Actividades como la agricultura altamente vulnerable al cambio climático está siendo afectada enormemente, también la salud, debido a cambios en la distribución geográfica de muchas enfermedades.

- **¿Qué es el cambio climático?**

Posiblemente una de las interrogaciones que fácilmente surge cuando se analiza el fenómeno del Cambio Climático, es saber si algo similar ha ocurrido antes en la historia de la tierra, y de ser así, que fue exactamente lo que paso, cuáles fueron sus causas, consecuencias, su duración, etc. El cambio climático que se observa en la actualidad es una anomalía provocada parcial o totalmente por la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente CO₂ emitido por actividades humanas, en nuestro caso la agrícola. Una gran cantidad de estudios científicos indican que el cambio climático ya está teniendo efectos sobre la biosfera.

- **¿Qué nos espera?**

Aumento de la temperatura

Los cultivos que se siembran para la producción de alimentos y otros rubros requieren condiciones definidas para desarrollarse, variables agua suficiente, temperaturas optimas, las cuales, en algunos casos con temperaturas más cálidas se puede beneficiar el crecimiento de determinados cultivos en algunos casos. Pero, si dichas temperaturas superan los niveles óptimos requeridos para el cultivo, o si no se tiene la cantidad de agua o de nutrientes requeridos, seguramente el rendimiento será menor al promedio del cultivo por área sembrada.

Se estima que, para mediados del presente siglo, la temperatura promedio anual aumente en promedio 2.5 °C, alcanzando un máximo de 2.7 °C en los llanos orientales y un mínimo de 2 °C en la región del pacifico. El impacto en la agricultura posiblemente será devastador en las regiones y en los cultivos que experimenten incrementos de temperatura superiores a los 2.5 °C.

Tabla 1.

Impacto de la variación de temperatura en cultivos

<i>Variación según la variación de la temperatura de cada cultivo</i>									
Datos actuales				Cultivo	<i>Los colores indican cómo se verá impactada la producción de cada cultivo</i>				
<i>El verde indica que el cultivo tiene un rango alto en la columna</i>					% estimados con cambios de temperatura de 0.5 °C		% previstos con cambios de precipitación > 3°C		
De.	Su. (%)	Pro. (%)	V. (%)		2.0-2.5 °C	2.5-3 °C	-3% a 0%	0-3%	3-5%
31	16.6	6.1	2.7	Maíz	80.5	19.5	27.7	37.1	35.2
17	16.3	3.1	17.3	Café	84.7	15.3	8.2	28.8	63.1
26	12.2	11.1	9.0	Arroz	64.6	35.4	15.7	23.6	60.7
31	9.9	13.7	9.2	Plátanos	79.8	20.2	7.2	36.1	56.6
31	5.1	9.3	4.0	Yuca	70.9	29.1	39.8	41.4	18.9
18	4.7	7.1	12.6	Árboles frutales	72.5	27.5	7.7	22.5	69.8
13	4.3	12.8	5.9	Papa	71.5	28.5	2.6	27.1	70.4
25	3.3	0.6	1.6	Fríjol	84.6	15.4	10.7	40.4	48.9
27	3.0	0.3	0.9	Cacao	40.2	59.8	17.3	53.2	29.5
15	1.5	0.6	1.2	Algodón	98.0	2.0	14.6	55.7	29.7
14	1.2	0.6	0.3	Sorgo	97.0	3.0	33.8	3.8	62.4
2	1.2	6.9	5.0	Banano de exportación	100.0	0	26.9	73.1	0
14	0.5	1.2	8.3	Vegetales	84.9	15.1	16.1	28.7	55.2
6	6.2	14.5	4.4	Caña de azúcar	99.6	0.4	1.1	0	98.9
24	5.8	5.3	2.6	Caña panelera	77.8	22.2	6.1	33.8	60.2

Nota: De. Departamento. Su. Superficie. Pro. % Producción. V. Valor en % que aporta al PIB agrícola del país.

Fuente: elaboración propia.

Estrés hídrico

Las temperaturas más altas llegarán acompañadas del descongelamiento de los glaciares, los cuales posiblemente, hayan desaparecido para el 2030.

La desaparición de páramos importantes y ecosistemas que hoy son fuente importante de almacenamiento y suministro de agua quizás ya no existan para el 2050.

Esto traerá graves consecuencias, pues se tendrá una gran disyuntiva entre la utilización del recurso finito, agua, para el consumo animal, para los cultivos o para el consumo humano, la priorización del uso del agua estará dada de forma directa por la elección de cual especie deberá sobrevivir, lo que traerá grandes impactos pues la vida de una especie depende directamente de las otras dos, por lo que ninguna podrá ser excluida de la ecuación.

Precipitación errática

Es posible que los períodos más secos durante todo el año sean menos secos, y los períodos más húmedos se intensifiquen. Las proyecciones indican un aumento promedio del 2.5% a nivel nacional para el 2050, con un mínimo de cambio de -1.4% en las regiones cercanas a la Guajira y un máximo de 5.6% en el sur del país. Exceptuando la región seca del Caribe, donde causa preocupación el anticipo de las temporadas de sequía.

En prospectiva se calcula que el 36% las regiones donde se dan los productos agrícolas sufrirán aumentos de lluvias por encima del 3%, esto afectara por lo menos, el 70% de las áreas cultivadas. Los cambios en el régimen de lluvias pueden alterar las fechas de las cosechas e incrementar la presencia de plagas y enfermedades y mayor incidencia de arvenses en los distintos sistemas de producción, lo que traerá consigo un aumento de los costos de producción; asimismo se verá afectado el balance hídrico de los suelos. Las precipitaciones intensas pueden ocasionar inundaciones, erosión del suelo y grandes pérdidas de cultivos.

Plagas y enfermedades

La resistencia adquirida y la prevalencia de plagas y enfermedades ya se ha aumentado, posiblemente la situación tienda a agravarse con la exacerbación del cambio climático. Cultivos como plátano y banano, cultivados por encima de los 700 msnm, el café cultivado por encima de los 1400 msnm, la papa cultivada por debajo de los 2200 msnm, así como el cacao, el maíz y la yuca, se verán obligados a ser sembrados en nuevas latitudes. La intensificación del control químico puede representar altos costos económicos para los pequeños productores y costos a largo plazo para la sostenibilidad de los agros ecosistemas.

Tabla 2.

Impacto del cambio climático en cultivos

POSIBLES IMPACTOS	MEDIDAS DE APLICACIÓN	CULTIVOS QUE PROBABLEMENTE SE VERÁN AFECTADOS
Cambios fenológicos de los cultivos con impacto sobre el flujo de los productos hacia los mercados.	Cambios en fechas de siembra y cosecha.	Café, plátano, banano, arroz de secano, maíz, yuca, fríjol, árboles frutales
Inundación de tierras agrícolas debido al aumento en el nivel del mar y la salinización de aguas subterráneas	Reubicación de actividades de acuerdo con los nuevos planes de ordenamiento territorial. Construcción de diques y barreras para prevenir la salinización y proteger los ecosistemas costeros.	Palma de aceite africana (costa Pacífica), musáceas (Urabá) y ganadería (costa Caribe)
Cambios en plagas y enfermedades: desplazamiento a nuevas regiones	Investigación en razas resistentes o tolerantes. Implementación de sistemas de monitoreo y de alerta temprana para poder implementar el manejo sostenible.	Café (por debajo de los 1500 msnm), musáceas (por debajo de los 500 msnm), papa (por encima de los 2500 msnm), yuca, árboles frutales
Intensificación de los procesos de degradación y desertificación de la tierra	Manejo agronómico sostenible y mejorado para aumentar la resiliencia del suelo.	Papa y yuca en las laderas andinas, ganadería en las tierras bajas (Amazonia, Llanos Orientales, costa Caribe)
Aumento en la vulnerabilidad de los pequeños productores a la variabilidad del clima y al cambio climático	Creación de subsidios de adaptación y de un sistema de seguros agrícolas para los productores de vertientes y para las áreas muy secas del Caribe. La industria y el gobierno deben invertir en investigación, extensión y transferencia de tecnologías para apoyar a los pequeños productores.	Todos los cultivos (se deben atender primero los sectores con dispersión significativa dentro del país)

Riesgo de pérdida (o extinción) de los recursos filogenéticos que actualmente estén mal representados o no se los esté conservando <i>ex situ</i>	Financiación e incentivos gubernamentales para estimular la conservación de recursos filogenéticos. Análisis de zonas de alto riesgo. Colección de recursos genéticos. Priorización de las actividades que requieren mejoramiento genético (siguiente columna).	Prioridad: razas nativas silvestres y cultivadas de árboles frutales, y muchos parientes silvestres de cultivos, incluyendo yuca, frijol, papa y tomate, entre otros.
Pérdida gradual de la aptitud climática de cultivos y pasturas, y disminución de la productividad, incluyendo el abandono de las tierras agrícolas actuales	Investigación en material genético resistente al calor y programas de Fito mejoramiento para los cultivos más vulnerables. Desarrollo de nuevas prácticas para sistemas agrícolas que puedan soportar temperaturas más altas.	Caña de azúcar, café (por encima de los 1500 msnm), papa (por debajo de los 2500 msnm), musáceas (por debajo de los 500 msnm), cítricos (tierras altas), ganadería

Nota. Fuente: elaboración propia.

Retos de la agronomía frente al cambio climático

Estrategias a seguir para lograr minimizar los efectos del cambio climático sobre la agricultura.

En el capítulo anterior, se ha hablado bastante de lo que ha representado la revolución verde para el cambio climático y el calentamiento global, sin embargo y en honor a la verdad, se debe aclarar que la revolución verde no ha sido la única causa de estas situaciones anómalas; la revolución verde fue el factor aglutinante o el acelerante de la degradación planetaria gestada desde la aparición de la agricultura, pues antes de la aparición de la revolución verde, la agricultura tradicional ya había hecho su parte con métodos tan agresivos como la tala y quema de bosques para la expansión de la frontera agrícola, el establecimiento de praderas, la reducción de la diversidad genética, el exceso de extracción de agua, etc. Esto ha dado origen a lo que el autor de este trabajo ha denominado **“El Manto de partículas”** que en su propia definición es la acumulación de múltiples extractos en capas superpuestas de diferentes moléculas que son el producto de las diferentes actividades agrícolas y que se elevan hasta la atmósfera adheridas al vapor de agua resultante de aspersiones, o de aquellos productos que son

arrastrados hasta los afluentes desde donde son evaporados. Luego de su emisión y durante su transporte, los contaminantes del aire experimentan transformaciones fisicoquímicas, los principales grupos de GEI completamente antropogénicos.

Desde esta perspectiva la relación entre el hombre y la naturaleza ha dado origen a una batalla frente a frente que aparentemente ha ido ganando el hombre, empero, teniendo en cuenta que la agricultura y el sector rural son el soporte de la seguridad alimentaria y por ende la razón clave de la lucha por la conservación de la naturaleza; debe defenderse la necesidad de obtener un desarrollo sostenible que contemple como primera medida evitar la degradación del medio ambiente. No es sencillo, agradable ni económico, solucionar los complejos problemas ambientales esbozados, pero cada día tenemos más conocimientos y más medios para intentarlo, pero mal se puede conservar la naturaleza mientras las ganancias económicas sigan siendo la máxima aspiración de la sociedad.

Después de estas premisas surge entonces la necesidad de crear una Agronomía que haga frente al enorme reto social que representa para esta profesión minimizar los daños que la agricultura desde sus orígenes ha causado a la supervivencia del planeta. Para lograr estos retos no existen fórmulas mágicas, es más un proceso de readaptación y de retoma de actividades agrícolas en desuso, pero que tuvieron en el pasado menos incidencia sobre la preocupante situación actual del planeta.

Este es pues un llamado a las diferentes entidades de orden territorial y nacional, universidades y a todos aquellos que hacen parte del entramado social campesino para que junto a productores agrícolas y de la mano de los agrónomos tomen las medidas necesarias conducentes a la reducción de los efectos del cambio climático en la agricultura cuyos

contenidos para la seguridad alimentaria ya son alarmantes y constituyen el objeto de este trabajo. Ya que existe una necesidad perentoria de ayudar a los pequeños agricultores en la adaptación al cambio climático. Los agricultores dependen de actividades que están íntima e indisolublemente ligadas al clima, y estos grupos son también los más vulnerables al cambio climático. Se necesitarán entonces acceso a las tecnologías de punta, a las TICs, los mercados, la información y a créditos blandos para inversión con el fin de acomodar sus prácticas de producción al cambio climático.

Es pertinente aclarar que no solo se trata de salvar la producción agrícola y garantizar solo la seguridad alimentaria de la especie humana frente a los embates del cambio climático, sino que se tiene que mirar el planeta como un todo y pensar de forma inter-específica a sabiendas de que cada ser del planeta juega un papel fundamental para la sobrevivencia de la vida tal y como la conocemos hasta hoy; de no ser así podremos ir preparándonos para el principio del fin.

Todas aquellas medidas que reduzcan la pobreza rural aumentan la resiliencia o capacidad que tienen los habitantes rurales para superar circunstancias traumáticas frente a las situaciones de crisis: acceso a créditos blandos y capacidad de ahorro, estabilidad en el mercados de sus productos libres de intermediarios, reducción al precio los insumos agrícolas, mercados justos, cooperativismo, se convierten en herramientas que ayudan a la Agronomía en la reducción de la vulnerabilidad de la población rural que es afectada negativamente.

Para que la Agronomía pueda enfrentar este reto es necesario contar con una capacidad adaptativa capaz de enfrentar la vulnerabilidad desarrollando estrategias que minimicen los riesgos en relación con el cambio climático.

Las actividades agrícolas pueden tener impactos negativos sobre el ambiente, con efectos dentro y fuera de los predios. Este trabajo intenta contribuir al avance de la agricultura sostenible con énfasis en países como Colombia. Se revisan y analizan los conceptos de bioeconomía, sostenibilidad y agricultura sostenible, incluyendo diferentes estrategias que apuntan hacia la sostenibilidad, aquí se plantean posibles tácticas que contrarresten los impactos ambientales debidos a las actividades agrícolas, destacando la importancia de fortalecer la intervención de la agronomía como gestor del nuevo modelo de desarrollo agropecuario con sostenibilidad sobre la relación agricultura y medio ambiente.

Lo complicado del entramado de los factores que determinan la sostenibilidad agropecuaria exige un proyecto de sistemas, integradores, participativos y holísticos. La práctica de agronomía con sostenibilidad requiere tener en cuenta las condiciones ambientales, sociales y económicas en las cuales se desenvuelve la agricultura

Nociones de agricultura sostenible

Si bien la agricultura es una actividad que está basada en recursos renovables y algunos no renovables derivados de materiales fósiles, como los fertilizantes derivados del petróleo, al rehacer de manera artificial los ecosistemas, se logra agotamiento extractivo de algunos recursos. La reducción de la fertilidad del suelo, la erosión, la contaminación de aguas, la pérdida de recursos genéticos, etc., son muestras fehacientes de los factores externos que han afectado la agricultura, con altos costos ambientales, y económicos. A medida que la degradación se agudiza se incrementan los costos de conservación. Por lo tanto, el estudio económico que se efectúa en cada una de las actividades agrícolas, deben estar enlazados con la contabilidad ambiental que contiene por ejemplo los costos de erosión, costos de contaminación por plaguicidas, costos por

deterioro de suelos debidos a la mecanización, etc., todo ello a fin de obtener un análisis que compare diferentes tipos de agro ecosistemas.

La agricultura sostenible es esencial en la vida humana, ya que siempre se necesitará producir alimentos para una población creciente, por ello es preciso cuidar el recurso suelo (Etchevers1999).

Existe la necesidad manifiesta de desplegar un cumulo de cuadros de procedimiento vanguardista de talante socioeconómico y agroecológico para juzgar el éxito de un proyecto, su perpetuación, adaptación, seguridad y equilibrio. Estos indicadores de vanguardia que deben demostrar una capacidad de evaluación interdisciplinaria. Una técnica de observación y adelanto especializado no sólo se debe enfocar en el rendimiento, ya que además debe incluir otras variables del comportamiento de los agro ecosistemas. Estos indicadores serán detallados a continuación:

- **Sustentabilidad**

Hace referencia a la medida que se obtiene de la habilidad de un agro ecosistema para conservar la producción a través del tiempo, soportando frecuentadas limitaciones ecológicas y la presión socioeconómica.

La fertilidad de las parcelas agrícolas no se puede ser aumentar perpetuamente. Las metas fisiológicas del cultivo, la capacidad de carga del ecosistema y los costos de producción incriminan un límite al potencial de fertilidad. Aquí se construye el «equilibrio de manejo» lo que logra que el agro ecosistema entre en armonía con los componentes ambientales y de administración del ecosistema para que se dé un producto con sostenibilidad. Las tipologías de

este manejo sustentable varían con cada uno de los diferentes cultivos, las zonas geográficas y de la cantidad de energía solar, por lo tanto, lo que las convierte en específicas para cada territorio.

- **Agricultura ecológica**

Consiste en un sistema de explotación agrícola autónoma basada en la utilización racional de los recursos naturales, sin emplear productos químicos de síntesis como fertilizantes o insecticidas y fungicidas para combatir plagas y enfermedades o en la erradicación de arvenses, tampoco se usan organismos transgénicos, de esta forma se obtienen alimentos orgánicos logrando conservar la fertilidad de la tierra y la sostenibilidad del medio ambiente de manera sostenible y equilibrada.

Dentro de los más trascendentales objetivos de la agricultura ecológica están: el manejo de los ecosistemas de forma integrada; mantener y mejorar la fertilidad de los suelos; producir alimentos inocuos; valerse del mayor número de recursos renovables posible; mantener la diversidad genética del sistema y de su entorno; evitar la contaminación producto de las técnicas agrícolas y permitir que los agricultores realicen su trabajo de forma saludable.

- **Estabilidad**

Es la constancia de la producción bajo un grupo de condiciones ambientales, económicas y de manejo. Algunas de las presiones ecológicas constituyen serias restricciones, en el sentido de que el agricultor se encuentra virtualmente impedido de modificarla. En otros casos, el agricultor puede mejorar la estabilidad biológica del sistema, seleccionando cultivos más adaptados o desarrollando métodos de cultivos que permitan aumentar los rendimientos. La tierra puede ser regada, provista de cobertura, abonada, o los cultivos pueden ser intercalados o rotados para mejorar la elasticidad del sistema. El agricultor puede complementar su propio trabajo

utilizando animales o máquinas, o empleando fuerza de trabajo de personas. De esta manera, la naturaleza exacta de la respuesta no depende sólo del ambiente, sino también de otros factores de la sociedad. Por esta razón, el concepto de estabilidad debe ser expandido para abarcar consideraciones de tipo socioeconómico y de manejo.

- **Productividad**

Es la cantidad de producción por unidad de área, labor e insumos utilizados. Un aspecto importante, que se pasa por alto en los costes de producción de la pequeña agricultura, puesto que los agricultores prefieren reducir riesgos que maximizar la producción. En su mayoría los pequeños agricultores les importan más mejorar la producción de insumos que les son pocos, que en aumentar la productividad total de la tierra y del propio trabajo. Por otro lado, los agricultores parecen elegir tecnologías de producción sobre la base de decisiones que toman en cuenta la totalidad del sistema agrícola y no un cultivo en particular. El rendimiento por área puede ser un indicador de la producción y su constancia de la producción, pero la productividad también puede ser medida por unidad de labor o trabajo, por unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos. Cuando los patrones de producción son analizados mediante estos coeficientes, queda de manifiesto que los sistemas tradicionales son extremadamente más eficientes que los agro ecosistemas modernos en cuanto al uso de energía.

- **Agricultura familiar**

La población humana sigue creciendo y la demanda de alimentos y otros bienes y servicios para su sustento y bienestar aumentan, entre tanto los desiertos, eriales y tierras degradadas avanzan en el planeta. Perdurar en un mundo habitable, implica un compromiso y

una responsabilidad ética de todos los habitantes del planeta: cuidar la tierra. El imperativo ético de la agricultura hoy es cuidar la tierra. Cuidarla no solo por un interés utilitario, productivo y económico, sino porque esta hace parte de nuestra comunidad moral. La naturaleza en general y la tierra en particular son nuevos objetos morales sobre los cuales la ética tiene que reflexionar. (Tobasura 2015 p. 1).

La agricultura proporciona empleos a unos 1300 millones de minifundistas y trabajadores sin tierra en todo el mundo. Nueve de cada diez operaciones agrícolas del mundo son administradas por familias y cerca del 80 por ciento de los alimentos mundiales son producidos por granjas familiares que son operadas y casi en su mayoría dependen de la mano de obra familiar. Los pequeños agricultores y los agricultores familiares tienen fuertes vínculos económicos con el sector rural, contribuyen en gran medida al empleo, en especial en países en vías de desarrollo donde la agricultura sigue concentrando la mayor parte de la fuerza laboral. Agricultura FAO (2018).

De acuerdo con Abramovay (1999), el Programa Nacional para el Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF) de Brasil parte del “presupuesto básico de que existe un potencial para la generación de ingresos en el medio rural y en los municipios implicados, que la sociedad no ha sido capaz de valorar”. Más aun, el autor resalta que existe la necesidad de dotar de activos a los pobladores rurales y especifica que “el acceso a la tierra es una de las condiciones básicas para este cambio: pero eso solo tiene sentido en la medida en que es acompañado del acceso a un conjunto de condiciones que alteren el ambiente institucional local y regional y permita que se revelen las potencialidades con los cuales cada territorio puede participar en el proceso de desarrollo”.

En Colombia existen políticas y planes dirigidos a los pequeños productores agrícolas, que pertenecen a la población rural en condición de vulnerabilidad, inquiriendo por generar mejores oportunidades y condiciones de vida a dicha población. Estos son efectuados esencialmente por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el INCODER, FINAGRO, el Banco Agrario, el Departamento de la Prosperidad Social, y el SENA. Todo ello con el auspicio de Organismos Internacionales, como el Banco Mundial, la FAO, y Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

Según con el CRECE (2006), la situación de los pequeños productores se basa en la dicotomía de dos tipos de agricultura, una de carácter comercial, una se dedica a producir materias primas para la exportación, la otra, la de los pequeños productores se dedica a la producción de alimentos y productos de autoconsumo.

Mientras la agricultura comercial se basó en un esquema proteccionista, se apoyó en políticas de fomento, recibió subsidios con el objeto controlar los desajustes asociados a asignaciones inapropiadas de recursos y tuvo el apoyo de una política de carácter macroeconómico estable, la política dirigida a los pequeños agricultores se sustentó en un esquema de erradicación de la pobreza y estuvo sujeta a la inestabilidad de las instituciones creadas para su promoción, los problemas de coordinación (May, 1996), así como de los ciclos políticos que sacaron provecho de ella.

Por lo tanto, el reto ya no es únicamente asociar el cultivador con la producción industrial, sino forjar un entramado que vincule directamente al agricultor con los diferentes mercados existentes. En el caso de los pequeños productores colombianos, del diagnóstico realizado en las secciones anteriores se deriva la necesidad de tener estrategias para que la acción

pública pueda actuar de manera coordinada, urgente y sostenida en el tiempo con un enfoque territorial para mejorar sustancialmente las condiciones de vida de los pequeños productores agrícolas. Las consecuencias positivas no sólo serían para los pequeños productores y sus familias, sino para toda la población rural y, por ende, para la Nación en su conjunto. El siguiente diagrama sintetiza los elementos estratégicos que deben estar a la hora de estructurar la política que atienda a los pequeños productores. En la base del mismo se encuentran las estrategias transversales necesarias para el desarrollo de la agricultura en su conjunto, que abarca a la totalidad de los productores.

El agricultor colombiano posee en todas sus dimensiones la autenticidad de sus raíces. Sus hábitos y costumbres y la fuerza de su trabajo, son una herencia acumulada desde la época del mestizaje que va estableciendo una sociedad agraria mientras por otro lado va empujando a los colonos en busca de nuevos territorios. La formación del agricultor colombiano tiene una historia de la cual el hombre rural de hoy es su directo heredero. La autenticidad de sus tradiciones proviene de, mantener viva su cultura y los vínculos que lo atan a su trabajo y de mantener con firmeza su sistema de valores sociales. El agricultor, de oriente a occidente y de sur a norte, ocupa el territorio patrio con su actividad incesante.

En Colombia la agronomía, de la mano de la agricultura y los sistemas alimentarios demandan una difícil metamorfosis para afrontar a un grandes e incoherentes retos: lograr alimentar cada vez más personas y por otro lado, reducir las emisiones de gases y subproductos que contribuyan al calentamiento global.

Para este colosal reto, se pretende de la aplicación de múltiples estrategias, especialmente en países como Colombia donde no está garantizada la seguridad alimentaria, es por eso que

agrónomos y agricultores deben hacer uso de la "agro-ecología", que proyecta conservar y utilizar cada vez más los pequeños bosques y los campos para bombear carbono. De esta forma se podría conseguir 0,4 % más de carbono por año en los suelos y bajar la concentración de CO₂ en la atmósfera.

La dificultad más significativa será lograr estabilizar las producciones de alimentos, pues ante el aumento aritmético de la población, es riesgoso tener un decrecimiento de la producción agrícola en el país, ya que esto pondría en apuros la soberanía alimentaria del país.

Retos y causas limitantes

- ❖ Colombia se identifica por tener un clima de gran variabilidad en las diferentes regiones y épocas del año, lo que dificulta evaluar opciones que armonicen a nivel nacional. Sin embargo, se podrían integrar los esfuerzos locales para intercambiar información que ayude a contrarrestar los efectos del cambio climático sobre la agricultura.
- ❖ La mayoría de la producción agropecuaria proviene de pequeños propietarios; lo que hace necesario el apoyo gubernamental (a través de seguros agrícolas, préstamos y subsidios), así como la exención de impuestos.
- ❖ El aporte real del sector agropecuario al PIB colombiano no es del 14 por ciento, como lo dicen las cifras oficiales, sino del 18 por ciento, según un estudio del Banco Mundial presentado en un seminario organizado por MINAGRICULTURA. Considerando la importancia de este sector para la economía nacional, va a requerir especial atención. La zona agrícola puede requerir una migración de las áreas del cultivo hacia tierras más altas, en cuyo caso se deben formular políticas y normas para garantizar que estos cambios en la producción sean ambiental y socialmente sostenibles (por ejemplo, sin convertir los ecosistemas naturales o infringir derechos de propiedad de la tierra).

- ❖ Muchas de estas acciones requieren altos costos iniciales. Por tanto, el apoyo del gobierno y entes territoriales debe ser activo y continuo, esto puede llegar a ser una estrategia clave, aunque insuficiente por sí sola.

Tabla 3.

Estrategias ante el cambio climático

ESTRATEGIAS RECOMENDADAS
Los agrónomos y productores agropecuarios de la mano de los diferentes entes de gobierno, municipales y nacionales, deberán formular un Plan Nacional de Migración de Las Zonas de Cultivo con objetivos claros que definan y asignen tareas, e identifique las necesidades de inversión y los flujos financieros El plan debe priorizar específicamente:
<ul style="list-style-type: none"> • Redistribución de la tierra. • Valoraciones de impacto regionales, que sean presentadas de forma detallada y comprensiva. • Evaluaciones de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria cruciales para la seguridad alimentaria. • Presupuesto para Investigación e iniciativas de desarrollo, incluyendo modelación climática y Fito mejoramiento. • Formación de agricultores en transferencia tecnológica. La adopción puede requerir políticas que tengan en cuenta la escasez de recursos de los pequeños productores, como son: bajo nivel tecnológico, desconocimiento de la problemática general, utilización de materiales transgénicos. • En todos los casos de estudio, los datos y la información obtenidos deben ser publicados para facilitar tanto la investigación sobre el clima como el intercambio de conocimientos corporativos y tradicionales.

Nota. Fuente: elaboración propia.

Los límites para una agricultura sostenible.

El gran reto que enfrentan agrónomos y agricultores frente al cambio climático.

A lo largo de la historia, la utilización irresponsable de los recursos naturales en países como el nuestro, se ha realizado bajo la influencia de un modelo dilapidador y dependiente de las oportunidades ofrecidas por la coyuntura internacional. Esta ha sido la forma dominante de gestión de la naturaleza, es decir, con una mentalidad productivista y extractiva, sin considerar

los ciclos regenerativos bióticos y los procesos abióticos, ni tampoco los intereses y necesidades de la mayoría de la población.

Por otro lado, como reacción contra los crecientes procesos neoliberales de globalización, liberalización comercial, sacralización del mercado y del productivismo, expansión de la agro genética y privatización de la materia viva y de la naturaleza (aspectos ya comentados en este artículo), los campesinos de muchas áreas latinoamericanas se han organizado para llevar a cabo diversas formas de agricultura sostenible basadas en el desarrollo de los cultivos orgánicos y en la recuperación de su inmensa riqueza genética, ya que ésta es la única manera de sobrevivir al desastre total: humano, rural, agrario, cultural, biológico y ecológico.

Según Fernández Castillo (2001), la *agricultura campesina* es depositaria de un enorme capital tecnológico basado en un minucioso conocimiento local de semillas, climas, suelos, flora, fauna y prácticas agrícolas de bajo coste y mínimo consumo energético, trabajando además dentro de un modelo agropecuario sostenible, toda vez que cultiva varias especies, no aplica fertilizantes ni plaguicidas químicos, respeta los tiempos y procesos naturales, practica la rotación de cultivos, integra los aprovechamientos agro-silvo-pastoriles y emplea energía y recursos locales, es decir, desarrolla una producción agropecuaria orgánica y, por lo tanto, sostenible.

Con todo ello, la agricultura orgánica no sólo implica el respeto ambiental y una importante herramienta de lucha contra el calentamiento global, sino, que además el ahorro energético, la ausencia de contaminación y la protección de la salud de los consumidores, la soberanía y seguridad alimentaria; ya que también deja entre ver la luz al final del túnel en el que se encuentra encerrada la agricultura campesina, con todo lo que ello representaría para la

equidad social, la erradicación de la pobreza en el medio rural y la generación de empleo, pues los sistemas agropecuarios orgánicos requieren abundante mano de obra. No obstante, la existencia de ilustrativos antecedentes históricos y el conocimiento del cambiante comportamiento del clima, impide el ejercicio de un optimismo sin fisuras. Se debe tener en cuenta que el progresivo calentamiento global vinculado a la producción agropecuaria. Es decir, como no podría ser de otra forma, el crecimiento de la demanda de productos orgánicos en los países ricos y las prometedoras perspectivas de mercado pueden ser un atenuante para el cambio climático que ha provocado la agricultura convencional.

Si bien el respeto ambiental, el desarrollo sostenible o la difusión de la agricultura orgánica constituyen unos fines loables y necesarios, para mitigar los efectos del calentamiento global, se encuentran limitados por el sistema capitalista, el cual busca el máximo beneficio en el menor tiempo posible. Es innegable, como ya se ha dicho, que existen en Colombia adecuados ejemplos de agricultura sostenible, pero no se puede ser demasiado optimista al respecto ya que grandes transnacionales y complejos agroindustriales ejercen gran presión sobre la actividad agropecuaria de países como el nuestro. Si hablamos de desarrollo sostenible, tendremos que hablar de 3 tipos de solidaridad de forma simultánea, con la propia comunidad, con el resto de los habitantes del mundo y con las generaciones futuras.

Del mismo modo que el sistema capitalista no es reformable hasta el punto de renunciar a la explotación de la mano de obra o de los países dependientes, tampoco podría suprimir la depredación de los recursos naturales. Por lo tanto, resulta difícil creer que la globalización, como máquina del mercantilismo, pueda deparar para Colombia un deseable equilibrio entre la producción y la sostenibilidad ambiental y social. Implantando un modelo de crecimiento

sustentado en la obtención ilimitada de beneficios por parte de unas empresas que por definición persiguen este objetivo y compiten unas con otras en un mercado libre y global.

A este respecto, González Sousa (2001) se plantea la incompatibilidad existente entre los procesos de mundialización y de sostenibilidad para el espacio rural de los países subdesarrollados, pues las estrategias globales aplicadas en este tipo de naciones, como las latinoamericanas, estimulan las actividades vinculadas al sector externo, incrementan la dependencia alimentaria, priman los cultivos de exportación, concentran la propiedad de la tierra, generan marginación, desempleo y pobreza, provocan graves problemas ecológicos y alejan cualquier aprovechamiento sostenible y socialmente justo.

Aunque cada vez en nuestro país, se toma más conciencia acerca del calentamiento global y el concepto de sostenibilidad agrícola, el desarrollo del sector busca aumentar su competitividad en los mercados mundiales.

Si a todo esto se añade la presión de los países dominantes y de las corporaciones transnacionales, así como la actuación de las oligarquías locales, es fácil comprender que la consecución de un equilibrio duradero entre las necesidades de la población, los recursos consumidos y las consecuencias ambientales de todo ello no es sólo un problema de agrónomos y agricultores, sino fundamentalmente ético, ya que la utilización que se hace de los recursos naturales debería estar sometida a exigencias morales y de responsabilidad social.

El papel de los cultivos de cobertura en la agricultura sostenible

Los cultivos de cobertura son una de las opciones más viables para la agricultura sostenible ya que contribuyen en gran medida con la fertilidad del suelo y ayudan a optimizar el rendimiento de los cultivos. Por otro lado, tienen gran relevancia en cuanto al control de arvenses

en los sistemas agrícolas sostenibles. Los cultivos de cobertura facilitan el control de arvenses. Los mantillos vivos que son efectivos para controlar las arvenses igualmente demandan administración para evitar competencia con el cultivo comercial. El no uso de herbicidas no es el objetivo principal de la implementación de cultivos de cobertura. Su uso está restringido en parte al mejoramiento de los suelos, evitar la erosión de los mismos y ayudar mantener la producción agrícola del cultivo comercial donde se implanta esta estrategia.

Por lo tanto, quizás el mayor beneficio de establecer cultivos de cobertura dentro de la producción agrícola, es tal vez la protección de los suelos a largo plazo y el aumento de su fertilidad, especialmente en tierras erosionadas. Prevenir la erosión se convierte probablemente la más alta ventaja para mantener una agricultura sostenible en estos terrenos.

Control de plagas y enfermedades

Entre las medidas aplicadas se destacan las siguientes:

- No sembrar nuevos cultivos al lado de cultivos de la misma especie ya establecidos, pues les transmiten a las nuevas plantas las plagas propias de la etapa final de dichos cultivos.
- Plantar hileras de cultivos “trampa” maíz dentro de cultivos como el aguacate, ají pimentón y frijol para atraer las plagas hacia las plantas de maíz.
- Realizar las siembras de plantas de ciclos cortos como tomate y frijol en los meses más lluviosos del año, ya que plagas como la mosca blanca es susceptible a bajas temperaturas.
- No espantar a las garzas blancas y favorecer que establezcan su hábitat en las plantaciones y sus alrededores, pues son grandes consumidoras de gusanos, grillos e insectos.
- Ante una necesidad inminente, como última mediada, al usar productos químicos, tener presentes las indicaciones y las dosis necesarias.

- Hacer las aspersiones con productos agro químicos en la tarde o en horas donde haya menor incidencia de los vientos, para reducir al máximo el daño contra las colonias de abejas, consideradas como principales polinizadores.

Utilización adecuada de la tierra con consumo mínimo de fertilizantes

Después de recolectar las cosechas, en lo posible dejar que el ganado consuma la hierba y los excedentes de biomasa, para que de esta forma fertilice el lote con sus excrementos.

Si no hay posibilidades para el barbecho, intercambiar los cultivos. Nunca sembrar el mismo cultivo en el mismo lote.

En lo posible labrar la tierra de forma manual, de manera que la hierba y los remanentes del rastrojo de la cosecha anterior se pudran, pues es una forma de agregarle componente orgánico.

El aporque, que consiste en arrimar tierra a los tallos de las plantas con un azadón, es muy importante en especies como el maíz, la yuca, el maní, etc., pues favorece el desarrollo de las raíces y mantiene la humedad.

1.1.1. Medidas de conservación del suelo

Instalar árboles como barreras vivas junto a los cauces de las cañadas, arroyos y ríos para evitar la formación de cárcavas y limitar la erosión. Se deben sembrar árboles maderables y leguminosas, estas últimas muy útiles como alimento del ganado en los períodos de verano.

Surcar la tierra para la siembra en curvas a nivel de manera que los surcos no se correspondan con el declive que determina la dirección del escurrimiento de las aguas ni se

opongan totalmente a este. Esta medida evita o disminuye los daños por arrastres que ocasionan graves deslizamientos.

En los lugares donde sea imposible impedir las escorrentías provocadas por las lluvias intensas, evitar los arrastres erosivos mediante la ubicación de barreras a ciertas distancias. Estos se pueden construir de piedras o empalizadas, entre otros materiales.

Las pendientes pronunciadas no deben ararse, pues tienden a perder su capa vegetal. Es recomendable dedicarlas a pasto o plantar pequeños bosques. También es posible cultivar en terrazas, o cultivarlas bajo el sistema de labranza cero.

Utilizar el llamado arado sitiero o de aleta, pues por sus características no dañan al terreno.

En los cultivos limpios, en terrenos expuestos a la erosión, ya que la tierra debe mantenerse libre de hierbas, arar lo menos posible, controlar las arvenses con la con la implantación de un control natural para impedir la propagación de sus semillas. Este manejo puede ser con la distribución dentro del lote de los troncos cosechados, ya que conservan la humedad e impiden los arrastres.

La inversión rural per cápita promedio de Colombia de los últimos años, se redujo en términos reales durante las últimas dos décadas, y el total del gasto público destinado al medio rural continúa siendo muy inferior con respecto a la contribución de la agricultura al desarrollo económico del país.

Por lo tanto, se plantean Cuatro desafíos para la agricultura y la vida rural:

Agricultura más competitiva

Dentro del marco de la globalización agrícola, los productores rurales deben contar con una agricultura más competitiva. Para ello, se requiere producir con más eficiencia y con mayor sostenibilidad social y ambiental, con recursos humanos y políticas públicas de intervención más efectivas en el contexto de las cadenas agroalimentarias y de los territorios rurales.

Una población rural con una mejor productividad por parte de los componentes agroambientales y sociales requiere de un nuevo paradigma de cambio tecnológico e innovación en la agricultura. Para ello también es necesario convocar más y mejores agro empresarios, mano de obra calificada, así como mejor provisión de servicios de la TIC, que se hacen indispensables la agricultura actual para competir en mercados más complejos y globalizados.

Es urgente aumentar la inversión en investigación y desarrollo agropecuario, y acelerar la incorporación de tecnologías modernas en la agricultura y el agro negocio. Lo complejo del reto agrícola de nuestros países es producir más alimentos y materias primas, conservando la cobertura boscosa y los ecosistemas.

- **Mayor equidad en la agricultura y el medio rural**

Es necesario implementar reformas que coadyuven al mejoramiento del desempeño histórico de los agricultores y el medio rural, (mano de obra calificada, aumento de las inversiones de capital privado y estatal y fortalecer las instituciones agrícolas territoriales). Todo ello en aras de lograr la sostenibilidad ambiental dentro de un marco que ayude a minimizar los efectos de la agricultura sobre el cambio climático.

Para lograr estos objetivos es necesaria la implementación de estrategias que busquen originar bienestar rural desde cuatro ámbitos:

a) Fortalecimiento de las cadenas agroalimentarias (generación de agro negocios con (RSE), responsabilidad social empresarial y creación de empleos);

b) Fortalecimiento de los territorios rurales (acceso a las herramientas TIC, reducción de costos de transacción y generación de beneficios sociales);

c) Fortalecimiento de la innovación institucional en pro del bien común (gestión participativa e incluyente de las políticas implantadas);

d) Fortalecimiento del desarrollo de capacidades estratégicas (acceso a mercados globalizados).

También se debe incluir la seguridad alimentaria como uno de los objetivos primordiales de las estrategias de combate contra la pobreza, evitando de esta manera la expansión de la frontera agrícola y sus impactos negativos sobre la sostenibilidad social y ambiental.

- **Reducción de impactos sociales, ambientales y económicos**

Conservar a toda costa, la capacidad de los sistemas productivos de luchar contra las condiciones adversas, generadas por el hombre, mediante la mejor utilización de las tierras de acuerdo con el sistema de producción establecido en cuanto a sus requerimientos particulares de agua y temperatura, aplicando las medidas de adaptación de proyectos de investigación que hayan obtenido resultados positivos, que logren mejorar las medidas tomadas para un manejo sostenible del agua, estableciendo sistemas agrícolas diversos e incorporando el conocimiento ancestral de determinados cultivos, así como de variedades de especies, todo ello con miras a conservar la diversidad genética.

- **Implementar recursos para la adaptación y la cooperación**

Es necesario comprender la evidencia existente que existe acerca de que las medidas de adaptación, que puedan implementarse al interior de las comunidades agrícolas, pueden desempeñar un papel importante en respuesta a los impactos del cambio climático en la agricultura, la adaptación, se convierte así en un reto tanto para agricultores como para los agrónomos/as. Por ello es de vital importancia entender que la gestión del riesgo climático, la comprensión de los impactos y su vulnerabilidad permitirán el diseño y ejecución de medidas efectivas de adaptación.

Caracterización de un agro ecosistema

El gran reto que enfrentan agrónomos y agricultores frente al cambio climático.

El diseño empleado por los agricultores y agrónomos para la caracterización de un agro ecosistema se debe basar en las siguientes etapas que son adaptadas de la metodología de Sarandón (2002) y Sarandón *et al.* (2006): selección de los agricultores participantes; definición de las dimensiones y los atributos de análisis; construcción de los indicadores a evaluar; recolección de datos; integración de los resultados y, determinación de los puntos críticos.

Dimensiones y los atributos de análisis para la caracterización

Se seleccionaron tres dimensiones y para cada una de ellas se escogieron unos atributos que se describen a continuación:

Dimensión económica

La agroecología propone una agricultura ligada con el medio ambiente que también sea económicamente viable, es decir, que pueda proveer de seguridad alimentaria, que tenga alto

rendimiento y productividad y que disminuya los riesgos económicos. Los atributos que se evaluaron fueron:

Seguridad alimentaria: la seguridad alimentaria no solo implica la producción de alimentos para el autoconsumo, pero sí que haya disponibilidad. No solo depende del acceso a los centros de distribución de alimentos y de los ingresos que percibe el grupo familiar, sino que está directamente influenciada por la producción de alimentos a pequeña escala para el autoabastecimiento y venta de excedentes.

Utilidad: para que una agricultura sea económicamente viable es necesario que genere utilidades, para evaluar este indicador se utiliza la ecuación kg/ha/año, de acuerdo al cultivo establecido.

Riesgo económico: una mayor diversidad de cultivos permite un mejor uso de los recursos en el agro ecosistema. Las tecnologías de bajos insumos reducen la dependencia de insumos externos (Gliessman, 1998; Altieri, 2002). Al comercializar más de un producto el productor disminuye el riesgo económico.

Dimensión técnica productiva

El estado del cultivo y la calidad del suelo se evaluaron con una metodología propuesta por Altieri y Nicholls (2002). Para evaluar la fertilidad del suelo se realiza un análisis de suelos.

Calidad del suelo: se define como la capacidad que tiene el suelo de funcionar dentro de los límites de un ecosistema, sustentando la productividad biológica y promoviendo la salud de las plantas y animales (Conceição *et al.*, 2005).

Salud del cultivo: los principales indicadores para identificar el estado fitosanitario de un cultivo son apariencia, estado fenológico, resiliencia y tolerancia al estrés, presencia de plagas y enfermedades y competencia por arvenses. Variabilidad genética y de especies cultivadas (espacio y tiempo), así como la vegetación circundante, son fundamentales para determinar la salud del cultivo, ya que las interacciones entre todos los componentes de flora y fauna, todo ello facilita la coexistencia e interacción benéfica entre las especies y mejora la sustentabilidad del agro ecosistema.

Dimensión social

La Agronomía debe proponer desde los principios y bases de la agroecología, una agricultura que dignifique la vida en el campo de la mano de un desarrollo rural integral.

Para evaluar la dimensión social se eligieron dos indicadores:

Tenencia de la tierra: es bien sabido que la propiedad sobre la tierra garantiza, en cierta medida la reproducción social de la familia campesina dándole estabilidad, reduciendo costos de producción y constituye un elemento esencial en el desarrollo rural.

Utilización de las TIC: estas herramientas como instrumento de la globalización conectan al habitante rural en tiempo real permitiendo vencer las barreras de tiempo y espacio y permitiéndoles acceder a mercados globales, que redunden en su bienestar y el de sus familias, todo ello con el apoyo de la Agronomía como aliada de desarrollo social sostenible.

Construcción de los Indicadores para evaluar el Agro Ecosistema

Se debe elegir un grupo de agricultores con los cuales se realizan talleres de formación y discusión acerca de los principios de la agroecología, las limitaciones técnicas en su agro ecosistema y la selección de indicadores que sean relevantes para tener una visión global del

estado del agro ecosistema. Los indicadores deben ajustarse a los siguientes requisitos: ser fáciles de medir, comprensibles para las personas que no son expertas, estar preparados para reflejar el proceso que ocurre al interior del agro ecosistema, como para detectar tendencias productivas en el espacio de la finca. Los indicadores deberán aportar información actualizada del agro ecosistema al momento del estudio. Para la calificación de cada indicador se puede utilizar una escala de 1 a 5, siendo 5 el valor alto y 1 el valor mínimo de los indicadores.

Por ejemplo, un indicador de puntos críticos que podrá ser evaluado es la diversidad de productos por cada predio, de la siguiente manera:

Tabla 4.

Indicadores para evaluar el Agro Ecosistema

ÍTEM	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
1	Muy baja	un solo producto
2	Baja	Dos productos
3	Media	Tres productos
4	Alta	Cuatro productos
5	Excelente/muy alta	cinco o más productos.

Nota. Fuente: elaboración propia.

La bioeconomía enfocada en la agricultura

Los conocimientos aplicados en agronomía basados en la Bioeconomía han ido ganando notabilidad debido a la necesidad de una mejor utilización de los recursos naturales, lo cual debe estar acompañado de grandes procesos de innovación en los diferentes sectores agrícolas.

La agricultura, vista desde la perspectiva integrada de la Bioeconomía, da origen a una producción competitiva y sostenible, que se empodera de nuevos conocimientos y tecnologías y también es acompañada por políticas que avalan la oferta necesaria de productos en el mercado.

Por lo tanto, se requiere una mayor participación de la agronomía en el desarrollo de la nueva biotecnología que permita la sostenibilidad en los sistemas de producción agrícolas, mejor aprovechamiento de la biomasa, aumento de su rendimiento, contribuyendo en reducción de plagas y enfermedades, por ende, disminución del uso de agroquímicos.

Las nuevas tendencias en innovación de la agronomía se dirigen hacia la generación de productos orgánicos con mercados y comercio de sostenibilidad agrícola; para ello se estima que, en el futuro cercano, el 80% de las investigaciones en biotecnología serán aplicadas a la agricultura.

En este fragmento de la Bioeconomía, la agronomía, se debe encaminar hacia el desarrollo de nuevos cultivos mejorando, en principio, los ya existentes, apoyada en los adelantos de las investigaciones en diversidad biológica y en el desarrollo de nuevas tecnologías, infraestructuras, mejoramiento o ampliación de los programas de inversión, presentándose mejores oportunidades y avances en la agricultura, repercutiendo positivamente en el crecimiento económico del país.

Por lo tanto, se requieren desarrollos de la agricultura basada en la Bioeconomía para generarle valor a la cadena productiva.

No basta solo contar con la consciencia de que se requieren nuevas ideas y el planteamiento de nuevos procesos, se necesita la transcendencia de la bio-invencción, es decir, llevar las investigaciones realizadas en los laboratorios o en las universidades al mercado, con estrategias bien fomentadas, y hacer de las investigaciones en biotecnología realidades comerciales.

De aquí la importancia del trabajo conjunto entre las universidades, las empresas y el Estado para que se presente una verdadera innovación de Bioeconomía en Colombia.

Para el fortalecimiento de una agricultura basada en la Bioeconomía en el país, hay que resaltar que se cuenta con la Política Nacional de Biodiversidad, que permite un mayor conocimiento y aplicaciones de la biodiversidad.

Esta Política fue aprobada en 1995, y va en línea con la Ley 165 de 1994, que hace referencia al Convenio de Diversidad Biológica. Una de las estrategias de la Política Nacional de Biodiversidad es la promoción de programas de biotecnología.

Algunos ejemplos de la Bioeconomía en Colombia, son el desarrollo de la bio-cosmética basada en la apicultura, los biocombustibles, otras opciones en el manejo de la biomasa, elaboración de bio-insumos para la agricultura y la propagación de múltiples especies de orquídeas.

El concepto de Bioeconomía ha ganado importancia durante la última década como marco de referencia para las políticas de desarrollo e innovación, sobre todo ante la necesidad de transitar hacia sistemas productivos en los que se minimice o elimine la generación de desechos y el uso de combustibles fósiles; en particular, sistemas de producción en los que se promueva el uso sostenible de los recursos biológicos como alternativa a los recursos fósiles. Pese a su relevancia potencial para América Latina y el Caribe, el concepto de Bioeconomía ha recibido poca atención en las políticas públicas de los países de la región. A la fecha no existen estrategias dedicadas de Bioeconomía, como sí es el caso en otras regiones. Sin embargo, existen iniciativas que pueden servir de base para su desarrollo, por ejemplo, iniciativas en los ámbitos de la bioenergía, biotecnología, biodiversidad y servicios ambientales.

El objetivo de este boletín es contribuir a incrementar el conocimiento del tema en la región, sobre todo sus alcances como marco de referencia para las políticas de desarrollo e innovación orientadas a la des carbonización, con énfasis en los sectores agropecuario y agroindustrial.

El nuevo paradigma: una revolución agrícola infobiotecnológica

Hoy vivimos una transición hacia la consolidación de un nuevo modelo tecnológico agrícola. Este modelo de tecnologías post-revolución verde se desarrolla en el contexto de la “modernidad tardía” y, como tal, aprovechando la recolección de conocimiento forjado en las décadas pasadas y empieza a hacerse cargo de los riesgos, este nuevo modelo agrícola está cambiando sustancialmente algunas tipologías imprescindibles en la revolución verde. Solo para mencionar algunos ejemplos, tenemos:

- a) La administración uniforme de las parcelas, para ello se utiliza un nuevo modelo en el cual predomina la agricultura de precisión.

- b) Reducción en el alto uso de agro-químicos, cuestionado por sus efectos en la concentración de gases de efecto invernadero.

- c) El reemplazo del monocultivo como único método de explotación de la tierra, reemplazado este modelo obsoleto por una diversidad de formas de hacer agricultura: tradicional, orgánica, entre otras.

El nuevo modelo de revolución Agrícola no tiene, por lo tanto, una sola opción y trayectoria. Tal adaptación ya no significa la utilización de determinados insumos y el dominio de una sola lógica.

El núcleo del desafío tecnológico agropecuario del siglo XXI es plenamente coincidente con el nuevo paradigma tecnológico de las TIC y de la biotecnología, cuyo centro es “el ahorro de materias primas y de energía mediante un proceso intensivo de uso de información, conocimiento, servicios y materia gris” (Pérez 1998).

Desde esta perspectiva, la biotecnología y su aplicación a la agricultura y a la industria de los alimentos es un buen ejemplo de una tecnología intensiva en el procesamiento y uso de información (en este caso de información genética) y de una tecnología que ahorra energía a través de sus aplicaciones en bio-procesos de transformación agroindustrial. Del mismo modo, la utilización de las TIC en la agricultura de precisión es una demostración de la intensificación del uso de la información predial y de su contribución al mejor uso de los distintos factores de producción, entre los cuales se encuentra el agua, los abonos y los agroquímicos. A su vez, en la medida en que uno de los usos potenciales de la computación, es la agricultura de precisión, sus aportes fortalecen los beneficios y principales características de este tipo de agricultura.

En la era de la agricultura del conocimiento y de la nueva revolución alimentaria, la forma de medir el desempeño sectorial empieza a incorporar nuevos indicadores como el rendimiento por unidad de agua y la huella de carbono (Barrera 2010).

La precisión: una de las fases más trascendentales del Nuevo paradigma de revolución Agrícola

Una de las fases de la agricultura posterior a la revolución verde, llamado el nuevo modelo revolución Agrícola es el manejo adaptativo, que es aplicado en cada uno los diferentes recursos productivos y la mayor precisión empleada en los procesos de investigación agroalimentaria.

En la actualidad la agricultura de precisión ha tenido gran auge en todo el mundo. El incremento y la aceleración del uso de las variadas y sofisticadas herramientas provenientes de las TIC, han sido la base para esta expansión. A la par de estas, el potencial de dicha agricultura es constantemente reforzadas por los avances de una nueva revolución tecnológica: *la nanotecnología*.

Cada vez son más los espacios, más allá de la agricultura de precisión. Que al otro extremo de las cadenas alimentarias, se encuentra un creciente número de personas cada vez más exigentes y obsesionadas por la salud. Por lo que surge la nutrigenómica como un nuevo paradigma de alimentación, que podrá proporcionar alimentos a la medida de cada individuo y de sus necesidades nutricionales.

La biotecnología también en el mejoramiento genético de diferentes cultivos y animales es más “preciso” y rápido porque es “dirigido”, hacia los secuenciadores de alta velocidad y los marcadores moleculares.

La precisión es, en síntesis, uno de los rasgos característicos de la nueva revolución agrícola y alimentaria, lo cual se acentuará en los tiempos que vienen.

Tabla 5.

Cambio del modelo del desarrollo tecnológico agrícola

CAMBIO DEL MODELO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA.		
Aspecto	Revolución Verde	Nuevo modelo revolución agrícola
Concepto central	Investigación	Innovación
<i>Objetivo principal de la investigación / innovación</i>	Aumentar rendimientos y resistencia a cambios climáticos.	<i>Aumento de rendimientos, incremento de la estabilidad de los sistemas productivos, mejoramiento de la calidad de los productos y sostenibilidad de los recursos naturales.</i>
<i>Orientación</i>	Centrado en la oferta y en la producción primaria.	<i>Centrado en la seguridad alimentaria y la reducción del calentamiento global a lo largo de toda la cadena.</i>
<i>Ciencias aplicadas</i>	Conservación de semillas autóctonas.	<i>Conservación de variabilidad genética.</i>
<i>Uso de insumos</i>	Aumento de insumos químicos.	<i>Aumento de insumos biológicos. Importancia de la biodiversidad.</i>
<i>Actores principales de la investigación - innovación</i>	Multinacionales.	<i>UNAD, empresas privadas e instituciones públicas.</i>
<i>Bienes de la investigación/ innovación</i>	Multinacionales.	<i>Productores privados, instituciones estatales, UNAD.</i>
<i>Propiedad intelectual</i>	Multinacionales.	<i>Cada vez más público.</i>
<i>Tipo de conocimiento relevante</i>	Explícito.	<i>Creciente relevancia de la gestión del conocimiento.</i>
<i>Tipos de la modernización agrícola</i>	Ampliación del costo - beneficio y del uso de insumos químicos.	<i>Numerosas trayectorias y modelos. Mejora continua y buenas prácticas agrícolas.</i>
<i>Medición de desempeño</i>	Rendimiento-hectárea.	<i>Rendimiento por unidad de área disminución en la temperatura global.</i>
<i>Institucionalidad</i>	Multinacionales.	<i>Sistemas locales de innovación agroalimentario.</i>

Nota. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Colombia tiene una de las poblaciones campesinas más pobres del mundo; esta población es portadora de saberes, tradiciones y costumbres relacionados con la producción agropecuaria, que permiten que el país sea uno de los principales productores de café, hortalizas y frutales. En un contexto donde predomina la obtención de ganancias rápidas, sin preocupación por el futuro del planeta, el patrimonio agropecuario, con poco contenido conservacionista, está siendo erosionado por un proceso de des ruralización, que desvalora dicho patrimonio, pues da preferencia a técnicas impuestas por la revolución verde, que se utilizan indiscriminadamente, sin criterios científicos, con la consecuente pérdida de la sostenibilidad social y ambiental.

Se requiere de una educación ambiental argumentativa por parte de agrónomas/os dirigida a campesinos y agricultores, la cual exige que se tengan en cuenta las características socioculturales del contexto donde esta se desarrolla; así como los problemas, necesidades y aspiraciones de los productores agropecuarios para que se sientan involucrados en la solución de los problemas.

La importancia de ayudar a rescatar el patrimonio cultura campesino, radica, en primer lugar, en que permite a los agricultores encontrarse con su identidad y tener conciencia de la importancia de su cultura; en segundo lugar, revive la tradición y la aplicación de prácticas ancestrales que favorecen el desarrollo de una agricultura sostenible, lo cual favorece la sostenibilidad medioambiental, a la vez que se logran productos ecológicos.

La aplicación por parte de campesinos y Agrónomas/os de prácticas conservacionistas y de sostenibilidad de su patrimonio cultural, inciden de forma positiva en la producción agrícola; en especial, contribuye a la conservación y sostenibilidad medioambiental, ya que disminuye el

uso de agro químicos, como fertilizantes, insecticidas y materiales transgénicos, estimulando una mayor protección del suelo y la selección de las semillas.

Las estrategias para minimizar el cambio climático son un verdadero reto para la agronomía; los impactos al sector agrícola plantean una serie de desafíos relacionados con la productividad y la sostenibilidad, pues la escasez de alimentos no permite garantizar la seguridad alimentaria del sector rural y menos aún de las grandes urbes; dada la necesidad de nuevas tecnologías que permitan una mejor adaptación ante el fenómeno, conducentes a disminuir la huella de carbono, salvaguardar los recursos naturales y la protección de la biodiversidad; mediante una investigación encaminada a la adquisición de un mayor conocimiento de las relaciones causa-efecto y al desarrollo de variedades resilientes; empleando el conocimiento científico y tecnológico, como el tradicional y ancestral, son claves para agrónomos/as hagan frente a los impactos nocivos que sobrelleva el cambio climático.

Referencias bibliográficas

- Alban, A., Narváez R, J., Madriñán M., R., Cadavid L., L., & Ospina P., B. (2004). Efecto del uso de fertilizantes organo-minerales en la producción sostenible de yuca Acta Agronómica, 53(1), 53-58. Recuperado de:
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/93
- Arelovich, H. (2013). Elementos minerales. Su impacto en la fermentacion ruminal. Revista Argentina De Producción Animal, 28(3), 235-253. Consultado de <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/3589>
- Ayala Ortiz, Dante Ariel, Schwentesius Rindermann, Rita, & Gómez Cruz, Manuel Ángel. (2008). La ecocondicionalidad como instrumento de política agrícola para el desarrollo sustentable en México. *Gestión y política pública*, 17(2), 315-353. Recuperado en 12 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792008000200002&lng=es&tlng=es.
- Ayala Ortiz, D., & Schwentesius Rindermann, R., & Gómez Cruz, M. (2008). La ecocondicionalidad como instrumento de política agrícola para el desarrollo sustentable en México. *Gestión y Política Pública*, XVII (2), 315-353.
- Arteaga Ramírez, Ramón, Ángeles Montiel, Vicente, & Vázquez Peña, Mario Alberto. (2011). Programa CROPWAT para planeación y manejo del recurso hídrico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(2), 179-195. Recuperado en 12 de noviembre de 2018, de:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000200001&lng=es&tlng=es.

Ayala Ortiz, Dante Ariel, Schwentesius Rindermann, Rita, & Gómez Cruz, Manuel Ángel.

(2008). La ecocondicionalidad como instrumento de política agrícola para el desarrollo sustentable en México. *Gestión y política pública*, 17(2), 315-353. Recuperado en 10 de septiembre de 2018, recuperado de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792008000200002&lng=es&tlng=es.

Campos López, Sandra Eloína, Núñez Guzmán, José Alfredo, & García Angarica, Miryam.

(2018). Responsabilidad social empresarial en una comunidad agrícola del estado de Jalisco, México. *Retos de la Dirección*, 12(2), 256-273. Recuperado en 13 de diciembre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552018000200014&lng=es&tlng=es.

Díaz Santamaría, W. (2017). La academia en el pacto intersectorial por la madera legal en Colombia. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 8(2), 209 - 220.

doi:<http://dx.doi.org/10.22490/21456453.2046>

García Rivera, K., López Acosta, M., & Cerón Espinosa, H. (2015). Efecto de la NIC 41 en la actividad agrícola en Colombia. *Magazín Empresarial*, 11(28), 23-32.

doi:<https://doi.org/10.21774/mgz.v11i28.658>

GARZON, J. E and CARDENAS, E. A. Emisiones antropogénicas de amoniaco, nitratos y óxido nitroso: compuestos nitrogenados que afectan el medio ambiente en el sector agropecuario colombiano. *Rev. Med. Vet. Zoot.* [online]. 2013, vol.60, n.2, pp.121-138. ISSN 0120-2952.

Hernández, L. (1994). Estudios de impacto ambiental y sus tendencias en Colombia. *Agronomía Colombiana*, 11(2), 219-227. Recuperado

de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/28004>

Hernández, Naivy, Soto, F, & Caballero, A. (2009). Modelos de simulación de cultivos:

Características y usos. *Cultivos Tropicales*, 30(1), 00. Recuperado en 13 de noviembre de

2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-

[59362009000100014&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000100014&lng=es&tlng=es)

<http://servicios.laverdad.es/nuestratierra/nt11012008/suscr/nec2.htm>

Herrero, Yayo. (2006). El movimiento ecologista ante el deterioro global: retos y

utopías. *Psychosocial Intervention*, 15(2), 149-166. Recuperado en 26 de abril de 2019.

Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-

[05592006000200003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-05592006000200003)

John R. Teasdale. Contribución de la investigación de cultivos de cobertura al manejo de

malezas en sistemas agrícolas sostenibles. Vol. 9 No. 4, pag. 475-479. doi: 10.2134 /

[jpa1996.0475](https://doi.org/10.2134/jpa1996.0475). Recuperado de:

<https://dl.sciencesocieties.org/publications/jpa/abstracts/9/4/475>

Lars Rühlemann y Knut Schmidtke , Evaluación de leguminosas de grano en monocultivo e

intercaladas para cultivos de cobertura en labranza cero y agricultura orgánica de labranza

reducida , *European Journal of Agronomy* , 65 , (83) , (2015) . recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030115000131?via%3Dihub>

- Leiva, F. (1998). Sostenibilidad de sistemas agrícolas. *Agronomía Colombiana*, 15(2 y 3), 181-193. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21528>
- Leiva, F., Bejarano, A., González, W., & Guerrero, L. (2002). Contribución de la labranza de conservación a la producción sostenible del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la región central andina. *Agronomía Colombiana*, 20(3), 55-68. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24500>
- Machado Vargas, Mónica María, Nicholls, Clara Inés, Márquez, Sara María, & Turbay, Sandra. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *Idesia (Arica)*, 33(1), 69-83. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000100008>
- McVay, Kent A.; Rice, Charles W. El carbono orgánico del suelo y el ciclo global del carbono. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. AAPRESID. Rosario. AR. (mar.2005) bis. p.5-8. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bibunfa.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008648>
- Marti P. (sin fecha). El cambio climático [presentación]. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Programa de cambio climático y energía. Colombia. www.pnud.org.co/img_upload/6162646162643434353537373737353535/CAMBIOCLIMATICO/PRESENTACIONES/2.%20Conceptos%20CC.%20Piedad%20Martin.pdf

Mora-Delgado, J. SOCIEDADES CAMPESINAS, AGRICULTURA Y DESARROLLO

RURAL. *Revista Luna Azul*. (24): 52-58, 2007. [Fecha de consulta: 11 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321727226007>

Núñez Restrepo, C., & Madero Morales, E. (2009). Cambios en coberturas de áreas y usos del suelo en tres humedales en el Valle del Cauca. *Acta Agronómica*, 58(4), 308-315.

Recuperado de:

https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/12541

Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista De Ingeniería*, 0(33), 115-123. doi:10.16924/riua.v0i33.184

Pastos y sistemas de silvopastoreo. *Rev Colomb Cienc Pecua* [online]. 2011, vol.24, n.3, pp.511-526. ISSN 0120-0690.

Pérez Ortega, D., Segovia Ortega, J., Cabrera Moncayo, P., Delgado Vargas, I., & Martins Pompeo, M. (2018). Uso del suelo y su influencia en la presión y degradación de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 9(1). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.22490/21456453.2089>

Ramírez, L., & Alvarado, A., & Pujol, R., & McHugh, A., & Brenes, L. (2008). Indicadores para estimar la sostenibilidad agrícola de la cuenca media del río Reventado, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 32 (2), 93-118.

Sanjuán Pinilla, Juan, & Moreno Sarmiento, Nubia. (2010). Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(1), 4-7. Retrieved May 31, 2018, from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752010000100001&lng=en&tlng=pt.

Varona Uribe, M., Castro, R., Paéz, I., Carvajal, N., Barbosa, E., León, L., & Díaz, S. (2012).

Impacto en la salud y el medio ambiente por exposición a plaguicidas e implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de tomate, Colombia, 2011..Revista Chilena de Salud Pública, 16(2), p. 96-106. doi:10.5354/0719-5281.2012.20267

Vázquez López, D., & Córdova Martínez, C. (2014). EL PATRIMONIO CULTURAL

CAMPESINO Y SU CONTENIDO CONSERVACIONISTA. *Ciencia en su PC*, (1), 114-125.

Glosario

Abono Forestal: Abono derivado de un bosque o de una plantación y que es empleado en los mismos. (Kappelle, este estudio).

Abono Mineral: Abono que contiene uno o varios de los cuatro nutrientes principales: nitrógeno, potasio, fósforo y calcio. (Seoáñez 1999)

Abono Orgánico: Abono en forma de humus que se elabora a partir de materia orgánica animal o vegetal degradada y estable. Por ejemplo, el Lisier, los residuos sólidos orgánicos urbanos, las aguas residuales urbanas y los abonos vegetales. (Mata & Quevedo 1998; Seoáñez 1999).

Abono Simple: Abono mineral que contiene un solo elemento nutritivo. (Seoáñez 1999)

Abono Vegetal: Abono compuesto de vegetación verde recién cortada de un bosque o de una plantación y que es empleado en los mismos para aumentar el contenido de materia orgánica y de humus o mantillo en el suelo. Comparar con abono animal. (Miller 1994).

Abonos verdes: Productos que se cultivan para incorporarlos al suelo y aumentar la calidad, fertilidad y estructura del suelo.

Abejas: Insecto miembro de la familia Apoidea, que se halla en casi todas partes, particularmente en las flores. Cerca de 3500 especies se dan en América. Difieren de la mayoría de las avispas en que sus crías se alimentan de miel y polen y no de animales.

Absorción de energía: Proceso mediante el cual la energía mecánica o radiante se convierte en energía interna de un sistema. (Seoáñez 1999)

Absorción de la luz: Absorción de energía luminosa. (Seoáñez 1999)

Absorción De Radiación: Proceso mediante el cual un cuerpo sólido, líquido o gaseoso captura radiación. La energía absorbida puede ser transferida o reemitida. (EPA 2001)

Adventicias: término para designar todas las hierbas ajenas al cultivo principal y cultivos asociados, para evitar la expresión "malas hierbas", que conlleva una connotación negativa, cuando en realidad, tienen utilidades como indicar las características de un suelo o servir de materia orgánica para compostar.

Agricultor: Una persona que está involucrada en el desarrollo de cosechas, avicultura o ganadería.

Agricultura: La ciencia o la práctica de la agricultura, incluidos los cultivos y la cría de animales para la producción de alimentos, fibra, combustible y otros productos.

Agricultura alternativa: Métodos de producción distintos a los de cultivo intensivo mediante energía o productos químicos. Las alternativas incluyen el uso de estiércol vegetal o animal en lugar de fertilizantes químicos, manejo integrado de plagas en lugar de pesticidas químicos, labranza reducida, rotación de cultivos (especialmente de leguminosas para agregar nitrógeno). Cultivos alternativos o diversificación de la empresa agrícola.

Agricultura comunitaria: La agricultura sustentada por la comunidad consiste en una comunidad de individuos que adhieren a una operación agrícola con los productores y consumidores y se proporcionan apoyo mutuo y comparten los riesgos y beneficios de la producción de alimentos. Los miembros se comprometen por adelantado a cubrir anticipadamente los costos de la operación agrícola y el sueldo de los trabajadores. En

retribución, reciben participación en las utilidades de la granja durante toda la temporada de cultivo.

Agricultura de contorno: plantación, cultivo y cosecha en el contorno o en el ángulo recto de la pendiente natural, para reducir la erosión del suelo, proteger su fertilidad y utilizar el agua de manera más eficiente.

Agricultura de precisión: Una estrategia gerencial que utiliza la información de un sitio específico para administrar precisa y económicamente y optimizar los ingresos de la producción.

Agricultura de secano: Sistema de cultivo de productos en regiones semiáridas (generalmente con menos de 51 cm. de precipitación anual) sin el uso de irrigación. Con frecuencia, parte del terreno se deja sin cultivar en años alternados para conservar la humedad.

Agricultura de subsistencia: Sistema de explotación donde alimentos y bienes producidos son consumidos predominantemente por la familia y donde el excedente para venta en el mercado es poco.

Agricultura extensiva: Un sistema de crecimiento de cosechas y animales, usualmente en parcelas grandes de tierra, donde una cantidad comparativamente pequeña de producción de entrada o trabajo es usada por acre. Comparar con agricultura intensiva.

Agricultura intensiva: Un sistema de cosechar o criar animales, usualmente en pequeñas parcelas de tierra, donde comparativamente se utiliza una gran cantidad de aportes para la producción o para el trabajo por acre. Compare con agricultura extensiva.

Agricultura sustentable: Usar para referirse a prácticas agrícolas que apoyan la rentabilidad económica sostenida, la calidad y bienestar sustentable del ambiente, el uso eficiente

de los recursos naturales, y la calidad general y disponibilidad de alimento y fibra para el género humano.

Agricultura tradicional: Método agrícola tradicional transmitido de generación en generación. Supone el uso intensivo de los conocimientos autóctonos, de los recursos naturales y de las creencias culturales de los agricultores.

Agroecología: Diseño, desarrollo y manejo de agro ecosistemas sostenibles sobre la base de la aplicación de principios ecológicos y la consideración de factores sociales, culturales y económicos existentes en las comunidades agrícolas.

Aclimatación: Capacidad de los seres vivos de ajustarse a condiciones ambientales precisas, especialmente las climáticas. (Parra 1984)

Aclimatización: Capacidad fenotípica de los seres vivos de ajustarse a diversas condiciones climáticas según la valencia ecológica (plasticidad fenotípica) individual a lo largo de sucesivas generaciones. (Sarmiento 2000)

Acodado: Método artificial de reproducción vegetativa. Consiste en enterrar parte de una rama de la planta, sin desprenderla, dejando el extremo afuera para que forme una nueva planta. A este vástago se le llama acodo.

Acodo: Vástago de una planta reproducida mediante el acodado.

Acta De Especies Amenazadas : Acuerdo internacional para proteger especies amenazadas o en peligro de extinción. Conocida como ESA (por sus siglas en inglés, Endangered Species Act). (Gastón 1996)

Acuífero: Capa o zona de un terreno formada por roca porosa que permite la infiltración, acumulación y movimiento de importantes masas de agua de forma natural y que se puede extraer por gravedad o bombeo. (Mata & Quevedo 1998)

Acción Preventiva: Acción que impide el desarrollo de un proceso no deseable como la contaminación, la deforestación o la extinción de especies. (Kappelle, este estudio)

Adaptación Ambiental: Adaptación que se produce en un órgano o en un organismo como respuesta a condiciones ambientales adversas y que le permite continuar su desarrollo en ellas. (Parra 1984)

Adaptación Evolutiva: Adaptación que le permite a una especie sobrevivir en lugar de extinguirse. (Morris, 1996)

Adaptación Genética: Adaptación en la constitución genética de una especie que le permite a su descendencia adquirir una ventaja competitiva para sobrevivir bajo condiciones ambientales alteradas. (Miller 1994)

Adaptación Incompleta: Adaptación parcial de una especie que le produce una alta mortalidad, una alta variabilidad morfológica o una baja capacidad reproductiva. (Quijada Rosas 1992)

Adaptación Reproductiva: adaptación que le permite a una especie reproducirse sin dificultad bajo las nuevas condiciones. (Quijada Rosas 1992)

Ambiente Natural: ambiente natural. Ambiente conformado por todo aquello que no ha sido creado ni modificado por el ser humano.

Aptitud Agropecuaria: aptitud agropecuaria. Se refiere a un área que por sus características naturales (precipitación, topografía, suelos, pendiente...) califica para actividades agropecuarias. (Q. Jiménez, comentario personal; Kappelle, este estudio)

Aptitud Forestal: aptitud forestal. Se refiere a un área que por sus características naturales (precipitación, topografía, suelos, pendiente...) califica solo para mantener una cobertura forestal. (Q. Jiménez, comentario personal)

Arvenses: Especies vegetales que conviven con los cultivos. Gran proporción de estas plantas interfieren con las especies plantadas afectando los rendimientos. Sin embargo, otro número considerable de ellas posee características que las distinguen como especies útiles, ya que conservan los suelos y no desarrollan profusamente su follaje y su sistema radical.

Adaptación: Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varias clases de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada.

Autóctono: Especie animal o vegetal que se encuentra en la zona propia a su ámbito natural históricamente conocido.

Azadón: herramienta compuesta por un mango corto y una lámina de hierro ancha y gruesa y muy encorvada. Se debe sujetar con las dos manos y golpear el suelo con un movimiento vertical. El azadón sirve para mullir la tierra dura, arrancar raíces de gran tamaño, aporcar algunas hortalizas, etc.

Barrera Biológica: barrera biológica. Recurso limitado (luz, agua, nutrientes...) o agente biótico (competidor, patógeno...) que obstaculiza y delimita la distribución geográfica de un organismo. (Van Kempen & Van der Steen 1982)

Barrera Ecológica: barrera ecológica. Mecanismo que establece discontinuidad en un ecosistema determinado. (Sarmiento 2000)

Barrera Geográfica: Obstáculo formado por un mar, un cerro, un río, un desierto... que delimita la distribución geográfica de un organismo. (Van Kempen & Van der Steen 1982)

Barrera Reproductiva: Mecanismo que impide a los miembros de especies diferentes pero relacionadas entrecruzarse libremente. (Sarmiento 2000)

Vulnerable: En el caso de un taxón, cuando no se encuentra críticamente amenazado, pero sí enfrenta un alto riesgo de extinción en su hábitat natural en el futuro a mediano plazo. (IUCN 19...)