 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 1 de 179

INFORME TECNICO FINAL



FINANCIADO POR: MADR CONVENIO 069


Título del Proyecto:

Valoración y evaluación de la adopción e impactos económicos, sociales y ambientales del manejo de los suelos en el sistema de producción de algodón, y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.

Líder: ANTONIO MARIA MARTINEZ REINA Economista PhD.

C.I. / E.E: Dirección de Investigación Sede Central

Fecha: Marzo 26 de 2012

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 2 de 179

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
CORPOICA**

INFORME TECNICO FINAL

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES:
CORPOICA, ECI, CIAT**

FINANCIADO POR: MADR. CONVENIO 069

Título del Proyecto:


Valoración y evaluación de la adopción e impactos económicos, sociales y ambientales del manejo de los suelos en el sistema de producción de algodón, y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.

Convenio 069 CORPOICA - MADR

Líder: ANTONIO MARIA MARTINEZ REINA, Economista Ph D.

C.I. / E.E: Dirección de Investigación Sede Central

Fecha: Marzo 26 de 2012

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 3 de 179

Datos básicos del proyecto.

Entidad financiadora: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Entidad (es) ejecutora (s): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA.

Escuela Colombiana de Ingeniería ECI.

Centro internacional de Agricultura Tropical CIAT.

Código de Agenda: C03103

Número del convenio: 069

Número de Contrato:

Líder del proyecto: Antonio María Martínez Reina.

Equipo ejecutor del proyecto:

Fernando Cardozo Puentes

Juan José Rivera Varón


Julián David Gómez Castillo

Eduardo Barragán Quijano

Edgar Herney Varón Debia

Beatriz Elena Agudelo Chocontá

Gonzalo Rodríguez Borray

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 4 de 179

María Margarita Ramírez Gómez

Alexis Morales Castañeda

Alexandra Mañunga Rivera

Irma Baquero Heaberlin (Escuela Colombiana de Ingeniería)

Sara Bernal Ordoñez (Escuela Colombiana de Ingeniería)

Salomón Pérez (Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT)

Carolina González (Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT)

Centro de investigación y sede del líder: Tibaitatá

Fecha de Iniciación: Abril 30 de 2011

Fecha de Finalización: Marzo 29 de 2012




 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 5 de 179

TABLA DE CONTENIDO


RESUMEN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
OBJETIVOS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
CAPITULO 1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE SUELOS USADAS Y RECOMENDADAS PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA.	13
1.1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)	13
1.2.1. LABRANZA CONVENCIONAL.....	14
1.2.2 LABRANZA MÍNIMA	15
1.2.3. LABRANZA VERTICAL.....	15
1.2.4. LABRANZA CERO.....	17
1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
1.3.1. ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS	18
1.4. CONCLUSIONES	19
CAPITULO 2. NIVEL DE ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE SUELOS RECOMENDADAS POR CORPOICA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA.....	20
2.1. INTRODUCCIÓN.....	20
2.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)	20
2.2.1. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	21

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 6 de 179

2.2.2. MATERIALES	22
2.2.3. DEFINICIÓN DE CURVAS DE ADOPCIÓN	23
2.3. RESULTADOS	23
2.3.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA	24
2.3.2. CURVAS DE ADOPCIÓN	25
2.4. CONCLUSIONES	29
CAPÍTULO 3. FACTORES ENDÓGENOS Y EXÓGENOS DETERMINANTES EN LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE MANEJO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA.....	30
3.1. INTRODUCCIÓN.....	30
3.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)	31
3.2.1. Análisis estadístico de las características del productor	31
3.2.2. MODELOS LOGIT.....	43
3.3. RESULTADOS	45
3.3.1. INTERPRETACIÓN DEL MODELO LOGIT	45
3.4. CONCLUSIONES	49
CAPÍTULO 4. MEDIO DE TRANSFERENCIA Y EL VEHÍCULO DE DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÁS EFICAZ COMO FACILITADOR DEL PROCESO DE ADOPCIÓN.	51
4.1. INTRODUCCIÓN.....	51
4.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)	51
4.2.1. TABLAS DE CONTINGENCIA.....	51
4.3. RESULTADOS	52
4.3.1. INFERENCIA ESTADÍSTICA	52
4.3. CONCLUSIÓN.....	54
CAPÍTULO 5. IMPACTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE SUELOS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN.	56

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 7 de 179


5.1. INTRODUCCIÓN	56
5.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)	57
5.2.3. Frecuencias relativas	59
5.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	62
5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
5.4.1. ANALISIS DEL IMPACTO ECONOMICO.....	66
5.3.2. PRESUPUESTOS PARCIALES	75
5.5 IMPACTO SOCIAL.....	106
5.6 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE LAS TECNOLOGIAS DE SUELO Y DE ALGODÓN TRANSGÉNICO EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA	113
CONCLUSIONES GENERALES	150
RECOMENDACIONES	151
RESULTADOS ESPERADOS, RESULTADOS OBTENIDOS E INDICADORES	153
PRODUCTOS Y/O PROCESOS GENERADOS E IMPACTOS.....	155
BIBLIOGRAFÍA	158
ANEXOS	162

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 8 de 179


RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar y valorar la adopción e impacto económico, social y ambiental de las tecnologías generadas para el manejo de los suelos en el sistema de producción de algodón en el Valle Cálido del Alto Magdalena. Se identificaron las principales tecnologías en manejo de suelos, las cuales se dividen principalmente en la labranza convencional, mínima, cero y vertical. Se encontraron unas tasas de adopción de 80.5% en la labranza convencional, seguido por la labranza mínima, con una participación del 13%, la labranza cero con un 3,6%, y finalmente la labranza vertical con un 2,9% de adopción. Adicionalmente se identificaron algunos elementos endógenos y exógenos que dinamizan o inhiben el proceso de adopción, como la disponibilidad de maquinaria, la tenencia de la tierra, incidencia de malezas, menores costos en la preparación del suelo entre otros factores. Otro elemento a evaluar fue el medio de información más efectivo de difusión de las tecnologías en labranza de suelos, el cual resulta ser la trasmisión del conocimiento a través de la familia y la técnica más efectiva es la demostración de métodos (55,1%). Las tasas de adopción se atribuyen principalmente a la aversión al riesgo por parte de los agricultores por cuanto creen que los métodos diferentes a los convencionales facilitan la proliferación de malezas trayendo consigo bajas en los rendimientos y por otro lado la ineficacia de los métodos de difusión.

El proyecto además de estudiar los niveles de adopción y sus causas, también analizó los efectos que trae el uso de las tecnologías de manejo de suelos en forma sistémica involucrando además varias disciplinas, por eso se tuvo en cuenta el impacto económico, a través del análisis de los patrones de costos para hacer el análisis comparativo donde se aprecian diferencias entre los ingresos de cada una de las tecnologías evaluadas, como consecuencia de los cambios en los rendimientos físicos especialmente para las regiones centro y sur del Valle Cálido del Alto Magdalena, en el caso de la labranza vertical. Se observó también que la adopción de tecnologías de manejo de suelos, labranza mínima y vertical, tiene mayor viabilidad económica debido a que presenta mayores beneficios respecto a la labranza convencional. Con relación a los

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 9 de 179

impactos sociales, la tenencia de la tierra es un factor determinante de la adopción, por cuanto hay mayor probabilidad de incorporar las tecnologías al sistema de producción cuando son propietarios, al respecto se observó que la mayoría de los propietarios son hombres evidenciando un posible problema de desventaja de oportunidades para las mujeres. Como ventaja para el núcleo familiar se destaca la disponibilidad de tiempo para dedicarlo a la familia. Igualmente los agricultores perciben que las nuevas tecnologías ocasionan beneficios para la salud por que bajan las emisiones de partículas solidas y contaminación por el combustible en la media que se usa menos maquinaria para preparación del suelo. En el caso de la evaluación del impacto ambiental, producto de la percepción de los productores partió de una situación sin proyecto, que hace referencia a la situación en la que los productores utilizan la tecnología convencional para manejo de suelos; frente a una situación con proyecto, cuando los productores hacen uso de alguna de las innovaciones tecnológicas para manejo de suelos. Se encontraron efectos positivos del impacto del uso de las tecnologías evaluadas las cuales se derivan de la capacidad productiva del suelo, de la recuperación de ambientes degradados, disminución en el uso de energía y la atmósfera. Por otro lado, los efectos negativos son debido al mayor uso de insumos. El trabajo permite concluir que usar tecnologías de manejo de suelos diferente a la convencional resulta rentable financieramente, por otra parte, en términos sociales la adopción trae beneficios a la familia en términos del tiempo libre dedicado a está, sin embargo, puede generarse la exclusión de género.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 10 de 179


PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las instituciones de investigación han desarrollado tecnologías consistentes en productos y procesos tecnológicos que tienen como fin aumentar la competitividad de los sistemas de producción agropecuarios en la medida que puedan contrarrestar las restricciones de los sistemas de producción. No obstante, existen productos tecnológicos cuya medición de adopción e impacto no se ha realizado correctamente o por lo menos no está debidamente documentada, por esa razón se propuso la realización de este proyecto que pretende medir los niveles de adopción de las tecnologías de manejo de suelos y el impacto desde el ámbito económico, social y ambiental.

El algodón, es la fibra natural más usada en la industria mundial de textiles, la producción mundial se estima en 24 millones de toneladas de fibra por año, en 130 países y ocupa el 2.5% de la superficie agrícola del planeta, con una superficie de cultivo de 34 millones de hectáreas. Colombia participa con el 0.14% de la producción mundial, con cerca de 35.000 toneladas de fibra/año. No obstante, ocupa el puesto 14 por productividad, con un rendimiento promedio de 775 kilogramos de fibra/ha, el cual es un 4,1% superior al promedio mundial (Comité Consultivo Internacional del Algodón-ICAC 2009).

El Valle Cálido del Alto Magdalena (VACAM) en su parte plana comprende los departamentos de Tolima, Huila y el sur occidente de Cundinamarca, tiene un área aproximada de 956.000 ha. , de las cuales el 51% es apta para cultivos comerciales de clima cálido y el resto presenta vocación ganadera extensiva con limitaciones en su uso por causa de la erosión,(Castro 1999). Los suelos de la zona plana, presentan limitaciones en profundidad relacionadas con su origen, es así como la planicie aluvial de Saldaña, el piedemonte Campoalegre-Rivera, el valle Guayabal-Honda, la planicie aluvial del río Magdalena, los abanicos de El Espinal, Guamo e Ibagué presentan restricciones a la elongación de las raíces de los diferentes cultivos además en los abanicos existen limitaciones por pendiente, pedregosidad y contactos líticos a moderada profundidad.

En general existe un buen desarrollo de la estructura de los suelos, pero en deterioro por el uso de la maquinaria agrícola; en la zona mecanizable se

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 11 de 179

presentan texturas francas en su mayoría entre arenosas y algunas apariciones de tamaños finos.


El manejo de los suelos debe ser integral teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas y biológicas para garantizar su conservación y la capacidad de nutrición adecuada de las plantas. De acuerdo con la evaluación de las propiedades físicas de los suelos, los requerimientos de los cultivos, los factores económicos y ambientales se decide el sistema de labranza a practicar.

Antecedentes

Corpoica en el marco del Plan Algodonero en el año de 1998, a través de métodos de investigación acción participativa como el Comité Agropecuario de Desarrollo Tecnológico (CADET), el Sistema Experto de Algodón (SEA) y otras acciones de transferencia de tecnología dio a conocer y usar las tecnologías de manejo del suelo integradas por prácticas conservacionistas, mejoramiento del ambiente edáfico, incremento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, incremento de la micro y macro fauna, incremento de la materia orgánica, incremento de la capacidad de retención de agua de los suelos, disminución en el uso de maquinaria, disminución de la erosión y la reducción de costos. Para este propósito CORPOICA, adelantó acciones en torno al uso de métodos de labranza convencional, reducida, mínima, vertical y cero.

No obstante la generación y disponibilidad de estas recomendaciones tecnológicas, no se tiene información que indique el estado de adopción de las mismas, ni de las razones para la permanencia o deserción de la tecnología. Tampoco se han evaluado los impactos de estas tecnologías, tanto en la unidad productiva como a nivel regional.

Este estudio pretende ofrecer información sobre el estado actual de la adopción e impacto de la tecnología en el sistema productivo algodón y sus cultivos de rotación, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo que sirva para realimentar los procesos de investigación, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología e innovación. A su vez, planificar la investigación de acuerdo con la información que genere el estudio.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 12 de 179


OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar y valorar la adopción e impacto económico, social y ambiental de las tecnologías generadas para el manejo de los suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar y caracterizar las tecnologías de manejo de suelos usadas y recomendadas para el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.
2. Determinar el nivel de adopción de las tecnologías de manejo de suelos recomendadas por CORPOICA en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.
3. Identificar los factores endógenos y exógenos determinantes en la adopción de la tecnología de manejo en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.
4. Identificar el rol de la transferencia y el vehículo de difusión de la tecnología más eficaz como facilitador del proceso de adopción.
5. Valorar los impactos sociales, económicos y ambientales de las tecnologías para el manejo de suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 13 de 179


CAPITULO 1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE SUELOS USADAS Y RECOMENDADAS PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA.

1.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se presentan las tecnologías para el manejo de suelos, identificadas, usadas y recomendadas para el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena propuestas por el Plan de Algodón de CORPOICA, las cuales se dividen principalmente en la labranza convencional, mínima, cero y vertical. Cada tecnología es descrita tratando de entender sus diferencias y ventajas como vía de entrada a los posteriores análisis de los capítulos siguientes, el análisis permite entender que la tecnología convencional es la que venían realizando los agricultores antes que otras propuestas tecnológicas. En tanto que los demás métodos implican menos laboreo con el fin de corregir los problemas presentados en el suelo como compactación, pérdida de materia orgánica, pérdida de estructura y erosión por tratarse de labranza de conservación.

1.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

La identificación y definición de las tecnologías a evaluar en este estudio se hizo a través de consultas bibliográficas de los documentos generados por el plan de algodón de CORPOICA, complementado con entrevistas a algunos investigadores que participaron de la generación de las tecnologías. Mediante la revisión de esta información se llegó a la descripción de las tecnologías que fueron objeto de estudio.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 14 de 179

1.2.1. LABRANZA CONVENCIONAL

Este tipo de labranza se puede realizar en suelos que no presenten limitaciones físicas en profundidad, es importante tener en cuenta el contenido de humedad al momento de ejecutar este sistema de labranza para evitar el exceso de laboreo y la compactación del suelo. Esta labranza está compuesta por la combinación de labores primarias hechas con pases de arado de disco o rastra y de labores secundarias con pases de rastra y rastrillo. (CORPOICA, PLAN DEL ALGODONERO, 2011)

Foto. No 1 Aspectos de la preparación del suelo con Labranza Convencional




Fuente: Coordinación de investigación C.I. Nataima 2012.

Preparación del suelo en forma mecánica generando alto disturbio y pulverización del mismo

Esta labranza es la que más se practica en los suelos de agricultura intensiva en Colombia, sin embargo, no existen buenos fundamentos técnicos trayendo consigo problemas de compactación, baja velocidad de infiltración y erosión.

El impedimento mecánico a la penetración de raíces por la compactación y la presencia de capas endurecidas es la principal causa de la disminución de los rendimientos debido a los efectos negativos que produce en el crecimiento de las raíces. Además se presentan problemas de escorrentía y erosión debido al uso inadecuado de maquinaria en las labores de la labranza convencional. (CORPOICA, PLAN DEL ALGODONERO, 2011)

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 15 de 179

1.2.2 LABRANZA MÍNIMA

La labranza mínima también llamada reducida es la manipulación que se hace al suelo para la siembra de un cultivo. Exige que el suelo presente buenas condiciones físicas, químicas y biológicas para el crecimiento de las raíces. Es importante tener en cuenta el contenido de humedad al momento de realizar las labores de labranza para garantizar un menor número de pases de maquinaria, al igual que la selección del implemento adecuado para no destruir las condiciones físicas aceptables que presenta el suelo en ese momento lo cual se aprecia en la foto 2.

Foto. No 2 Aspectos de la preparación del suelo con Labranza Mínima




Fuente: coordinación de investigación C.I. Nataima 2012.

Preparación del suelo en el Vacam, por tecnologías de labranza mínima con bajo impacto ambiental.

1.2.3. LABRANZA VERTICAL

Es aquella que se realiza con cinceles para eliminar capas compactadas o endurecidas, con el fin de provocar mayor infiltración del agua en el suelo y mejor crecimiento radical. Los problemas de compactación son más graves en áreas bajo cultivo intensivo por varios años consecutivos, donde la acción continúa de los implementos agrícolas, específicamente las rastras de discos, provocan la desagregación del suelo y acelera la oxidación de la materia orgánica. El proceso de desestabilización de los agregados origina la discontinuidad de la porosidad y

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 16 de 179

el aumento de la densidad del suelo, dificultando la permeabilidad del aire, la infiltración del agua y el desarrollo de las raíces. También es común en la superficie la formación de costras y el sellamiento de poros, en la sub-superficie se establece una capa compactada conocida como pie de rastra o pie de arado (CORPOICA, PLAN DEL ALGODONERO, 2011).

Foto. No 3 Aspectos de la preparación del suelo con Labranza Vertical



Fuente: coordinación de investigación C.I. Nataima 2012.


Preparación del suelo en el Vacam, por tecnologías de labranza vertical con arado de cincel y se recomienda su uso cuando el suelo presenta compactación.

Confirmada la presencia de compactación será necesario realizar la descompactación mecánica, con el uso de arados de cincel. El éxito de esta labor depende de los siguientes factores:

- La descompactación será más eficaz si es realizada con el suelo cuya consistencia sea cercana a la friabilidad. Dicha condición puede ser detectada en el campo utilizando un terrón de 2 a 5 cm. de diámetro y ejerciendo sobre él una ligera presión con los dedos pulgar e índice. Si el terrón se desagrega sin ofrecer resistencia y sin moldearse la forma de los dedos, la humedad estará próxima a la a la friabilidad.

- La distancia entre los cinceles determinará el grado de descompactación del suelo y la demanda de esfuerzo por el tractor. En general, se recomienda mantener una distancia igual a 1,25 veces la profundidad del trabajo.

- La operación de descompactación es más efectiva cuando se realiza después de cosechar los cultivos de secano o al final del período lluvioso, período en el que

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 17 de 179

todavía hay humedad en el suelo. Esta labor no debe ser realizada en suelo seco o saturado.

-Es necesario adicionar materia orgánica para garantizar la persistencia a través del tiempo de la descompactación del suelo.

1.2.4. LABRANZA CERO


La labranza cero es el procedimiento mediante el cual se realiza la siembra directa en suelo no preparado, es decir que no se disturba antes de la siembra. Este sistema exige que el suelo presente condiciones físicas óptimas que garanticen el desarrollo normal del sistema radical de las plantas (CORPOICA, PLAN DEL ALGODONERO, 2011).

Foto. No 4 Aspectos de la preparación del suelo con Labranza Cero.



Fuente: coordinación de investigación C.I. Nataima 2012.

Con este sistema se ha superado la erosión y se inicia un proceso de recuperación de la fertilidad del suelo.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 18 de 179

1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.3.1. ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS

Con base en los conceptos anteriores y teniendo en cuenta las diferentes tecnologías que usan los agricultores se definieron las áreas de influencia de las tecnologías de manejo de suelos en las cuales se levantaron los patrones de costos para realizar el análisis comparativo para la evaluación económica de las diferentes tecnologías las cuales se distribuyeron así:


Zona Norte del departamento del Tolima que comprende los municipios de Ambalema, Armero Guayabal, Lérica y Mariquita; estos municipios se encuentran localizados entre los 04° 47'10'' a 05° 12'04 latitud norte y 74° 44'21'' 76° 46'00'' de longitud oeste, corresponden a las zonas arqueológicas de Cj, Cn,. Se encuentran ubicados en el piso térmico cálido, la superficie de estos municipios principalmente es plana y levemente ondulada y situados dentro del valle del río Magdalena, esta subregión esta regada por los ríos Magdalena, Lagunilla, Recio, Venadillo Sabandija, Viego, Guamo, Gualí, Guarinó, Nuevo, medina y sucio.

Las tecnologías a evaluar con los sistemas de producción se describen a continuación:

Algodón	-	Maíz
Convencional	-	Convencional (situación sin proyecto) (1)
Cero	-	Convencional (situación con proyecto) (2)
Vertical	-	Convencional (situación con proyecto) (3)

Zona centro – sur – sur oriente comprende los municipios de Alvarado, Ibagué, Piedras y Venadillo, localizados entre los 04°26'50'' de los 04°43'17'' de latitud norte y 74°52'54'' a 75°25'47'' latitud oeste, la altura sobre el nivel del mar va desde los 400 metro (Alvarado y Venadillo), el promedio de precipitación anual en esta zona es de 1100mm, las zonas agroecológicas a las que perteneces esto municipios son Cj, Cn, Kb, el clima predominante es el calido; esta subregión esta bañada por los rios Frio, China, Romualdo, Totare, Coello, Magdalena, Chipalo, Cucuana, Recio, Vendillo, Totumo entre otros.

La Subregión Centro - Oriente: Comprende los municipios de Coello, Espinal, Flandes, San Luis, Valle de San Juan, Guamo, localizados entre los 03°56'05'' a

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 19 de 179

04°17'25'' latitud norte y 74°49'07'' a 75°13'27'' de latitud oeste, la altura media obre el nivel del mar es de 363m-, temperatura media 26,4°C.

Las tecnologías a evaluar con los sistemas de producción se describen a continuación:


Algodón	-	Maíz	
Convencional	-	Convencional	(situación sin proyecto) (4)
Vertical	-	Convencional	(situación con proyecto) (5)

Zona Villa vieja

Algodón	-	Maíz	
Convencional	-	Convencional	(situación sin proyecto) (6)
Convencional	-	Vertical	(situación con proyecto) (7)

1.4. CONCLUSIONES

Tradicionalmente para la región del Valle Cálido del Alto Magdalena, las técnicas de preparación del suelo más usadas por los agricultores, consisten en 2 pases de rastra, 2 rastrilladas una nivelada y una embalconada, con algunas diferencias dependiendo la zona, a esta técnica se le denomina labranza convencional, este tipo de labranza es la que más se practica en el cultivo del algodón con una participación del 80.5% de fincas encuestadas. La labranza mínima, como su nombre lo indica se realiza con menor número de pases de maquinaria, tratando de no destruir las condiciones mínimas aceptables, la usan un 13% del total de fincas encuestadas. La labranza vertical, se realiza usando cinceles cuando el suelo presenta capas compactadas o endurecidas con el fin de provocar mayor infiltración del agua y mayor crecimiento radical, se encontró que un 2,9% del total de encuestas han realizado este tipo de labranza. Por último, la labranza cero mediante la cual se realiza la siembra directa sin romper el suelo aprovechando la preparación hecha del cultivo anterior, fue de 3,6%. De lo anterior se puede inferir que la tecnología de mayor uso es la labranza convencional y la labranza de cincel se usa solo cuando las condiciones del suelo la requieren, y por esta razón presenta el porcentaje más bajo de las fincas encuestadas.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 20 de 179


CAPITULO 2. NIVEL DE ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE SUELOS RECOMENDADAS POR CORPOICA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA.

2.1. INTRODUCCIÓN

Un elemento importante para las instituciones generadoras de tecnología como para los planificadores de política y financiadores de la investigación y desarrollo tecnológico, es saber el resultado que tuvo la tecnología generada. Una forma objetiva de obtenerla es a través de la medición, no solo de los porcentajes de adopción sino también de las razones que llevaron a la adopción o deserción de la tecnología. Para este caso, se definió el marco muestral mediante la estratificación de productores y la utilización de la técnica de muestreo aleatorio simple con afijación proporcional. El resultado del trabajo de campo mediante la aplicación de la encuesta permitió determinar que un 80.5 por ciento de los agricultores entrevistados usan labranza convencional, labranza mínima 14 por ciento, labranza profunda 4 por ciento y labranza cero 3.5 por ciento. Estos resultados se ilustran grafica y matemáticamente.

2.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Para la determinación de la adopción se partió de la definición del tamaño de la muestra, se aplicó la técnica de muestreo estratificado con afijación proporcional, el cual consiste en distribuir el tamaño de la muestra en forma proporcional de acuerdo con la participación de cada localidad en el total de la población. Se tomó como variable de muestreo las localidades (municipios

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 21 de 179

según ubicación) con su respectivo nivel de confianza del 90%, un margen de error del 10 por ciento que da como resultado el número total de encuestas a realizar.

La información obtenida para el cálculo del tamaño de la muestra, proviene de la base de datos de CONALGODÓN, la cual contiene el registro de los productores de algodón para los departamentos de Tolima, Huila, Cundinamarca y Valle del Cauca; para efectos de este estudio fueron tenidos en cuenta los departamentos de Tolima, Huila y Cundinamarca. El área de influencia del proyecto está localizada en los departamentos de Tolima, Huila y el sur occidente de Cundinamarca en los municipios de: Saldaña, Campoalegre, Rivera, Guayabal, Honda, El Espinal, Guamo e Ibagué que comprenden el Valle Cálido del alto Magdalena.

2.2.1. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La metodología utilizada para la selección de la muestra fue el muestreo aleatorio simple estratificado con afijación proporcional, en donde se dividió la población en grupos de acuerdo con la variable área del lote, tomando como referente pequeños productores con un área entre los 0 – 10 hectáreas, medianos productores entre 10,1 – 20 y grandes productores con más de 20 hectáreas; una vez obtenidos los grupos se realiza una proporción de acuerdo con los departamentos en los cuales se llevara a cabo el estudio.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se usó la fórmula de muestreo para población finita con características cuantitativas, varianza según variable y área de lote.

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{(e^2 * (N - 1)) + (Z^2 * S^2)} \quad (2.1)$$

Dónde


N: Población 1034 marco muestral

Z: Corresponde al nivel de confianza elegido, 95% (Z=1,96)

S²: Varianza según variable área de lote

e: Error máximo 15%

En total se estimó un tamaño de muestra de 138 agricultores a encuestar.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 22 de 179


2.2.2. MATERIALES

El instrumento de recolección de información consistió en un formulario de encuesta, diseñado para tal fin, el cual se construyó con la previa definición de las variables objeto de estudio.

Las variables consideradas en la medición de la adopción fueron:

Edad del productor
 Trayectoria en el cultivo
 Escolaridad
 Genero Hombre - Mujer
 Acceso a crédito
 Acceso a la maquinaria
 Asistencia técnica
 Costo de la tecnología
 Tenencia de la tierra
 Financiamiento
 Tamaño de la finca
 Tipo de vinculación tecnológica
 Vehículo de transferencia
 Tipo de empresa
 Nivel de ingresos
 Acceso al mercado
 Instrumentos de política
 Atributos de la tecnología
 Acceso a la tecnología

La base de datos producto de la encuesta quedó conformada por 55 variables distribuidas en cuatro componentes: Datos generales, información sobre producción y uso de tecnologías, aspectos económicos de la tecnología, aspectos sociales de la adopción, componente ambiental. (Ver anexo 1)

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 23 de 179

2.2.3. DEFINICIÓN DE CURVAS DE ADOPCIÓN

Con el cuestionario de encuesta, se tomó la variable tiempo que lleva usando la tecnología de preparación de suelo, se transformó a valores numéricos expresados en años y se relacionó la tecnología que usa contra el tiempo obtenido, lo cual generó valores que fueron susceptibles de estimar para calcular las tasas de adopción. Se construyó una gráfica que muestra la evolución de la adopción a través del tiempo.

La función más común usada para representar la curva son las funciones logísticas. En este caso particular, el eje "y" representa la proporción de agricultores que adopta la tecnología y el eje "x" representa el tiempo.

Matemáticamente se puede expresar de la siguiente forma:

$$Y_t = \frac{1}{1 + e^{-a-bt}} \quad (2.2)$$

Dónde:


Y_t = Porcentaje acumulativo de agricultores que ha adoptado la tecnología en un tiempo t.

a = Constante relacionada con el tiempo en que empezó la adopción.

b = Parámetro relacionado con la adopción.

Se realizó la estimación de los parámetros (a, b) utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios CMO.

2.3. RESULTADOS

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 24 de 179

2.3.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La población total fue de 1034 agricultores, de los cuales el 83% corresponde a productores del departamento del Tolima, el 14% a agricultores del departamento del Huila, y el 3% al sur occidente de Cundinamarca.

Según los criterios definidos para la tipología de los productores, el 74% del total corresponden a los pequeños productores (0-10 hectáreas), el 16% son medianos productores (10-20 hectáreas) y el 10% son grandes productores (más de 20 hectáreas) véase tabla 2.1.

Tabla 2.1. Tipología de productores de algodón de los departamentos de Tolima, Huila y Sur occidente de Cundinamarca.

PEQUEÑOS PRODUCTORES			MEDIANOS PRODUCTORES			GRANDES PRODUCTORES		
No.858	80%	Tolima	No.165	86%	Tolima	No.104	94%	Tolima
145	17%	Huila	24	10%	Huila	5	3%	Huila
31	3%	Sur occidente de Cundinamarca	9	4%	Sur occidente de Cundinamarca	2	3%	Sur occidente de Cundinamarca
765	100%	TOTAL	165	100%	TOTAL	104	100%	TOTAL
74%	Participación de los pequeños productores en el total de la población		16%	Participación de los medianos productores en el total de la población		10%	Participación de los grandes productores en el total de la población	

Fuente: Cálculos de los autores, con base en cifras de CONALGODÓN, 2010.

Los cálculos arrojaron que el tamaño de muestra óptimo para este estudio fueron 138 productores, distribuidos proporcionalmente por tipo de productor y departamento. Los pequeños productores representan el 37% del total de la muestra, es decir 51 agricultores, distribuidos en los tres departamentos del área de influencia del proyecto; los medianos productores constituyen el 28%, y los grandes productores el 36%. Ver tabla 2.2.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 25 de 179


Tabla 2.2. Tamaño de la muestra según tipo de productor y departamento.

TIPO DE PRODUCTOR				
	Tolima	Huila	Sur Occidente Cundinamarca	TAMAÑO DE LA MUESTRA
PEQUEÑO	41	9	2	52
MEDIANO	32	2	2	36
GRANDE	46	2	2	50
TOTAL	119	13	6	138

Fuente: Cálculos de los autores con base en cifras de CONALGODÓN, 2010

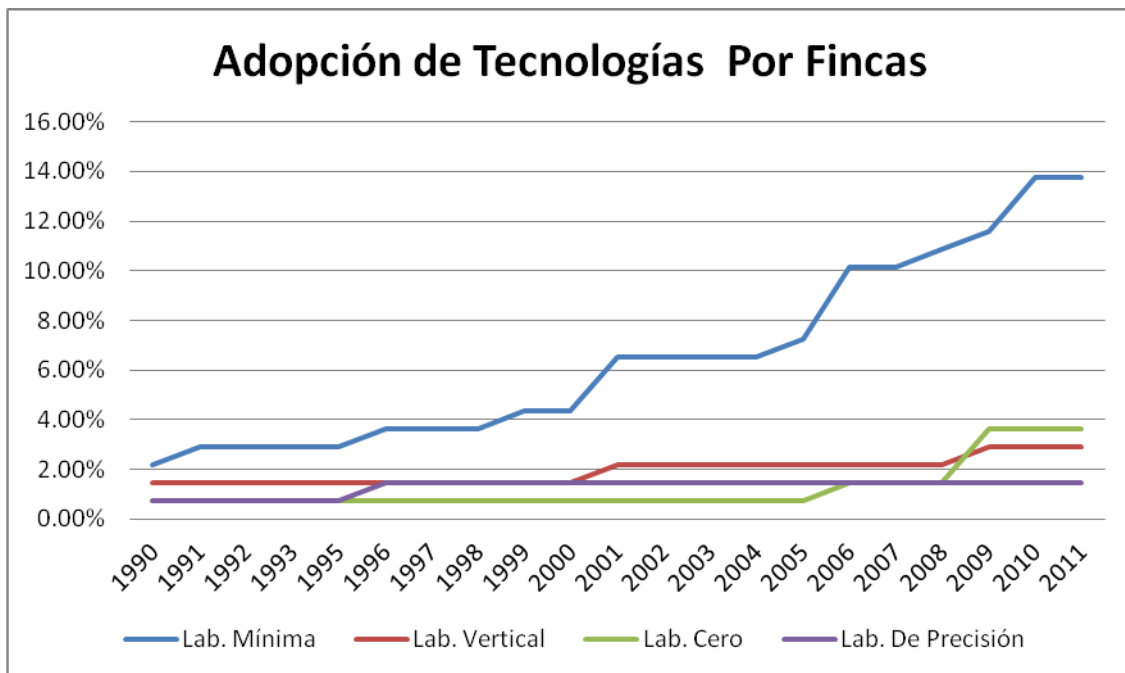
2.3.2. CURVAS DE ADOPCIÓN

Se analizaron los niveles de adopción, para tal objeto se tomaron los datos de la encuesta realizada a los 138 agricultores de la región objeto de estudio. A partir de la información que suministró la encuesta en la pregunta “¿Desde cuándo usted usa esta forma de preparación del suelo?”. Dicha pregunta permitió determinar de forma acumulativa la adopción debido a que se seguían adoptando las diferentes tecnologías en manejo de suelo al momento de la encuesta.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 26 de 179

La información se presenta en la siguiente gráfica.


Grafica 2.1. Porcentaje de Fincas que han adoptado tecnologías de manejo de suelos en el Valle Cálido del Alto Magdalena.



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas de campo CORPOICA – MADR 2011.

En cuanto a niveles de adopción, la labranza mínima mostró ser la tecnología de mayor uso, con dos comportamientos característicos, en primer lugar mostró ser la tecnología más adoptada a lo largo del tiempo y en segundo lugar su adopción logró incrementarse de forma más que proporcional a partir del año 2000, alcanzando a duplicar su participación en tan solo 5 años.

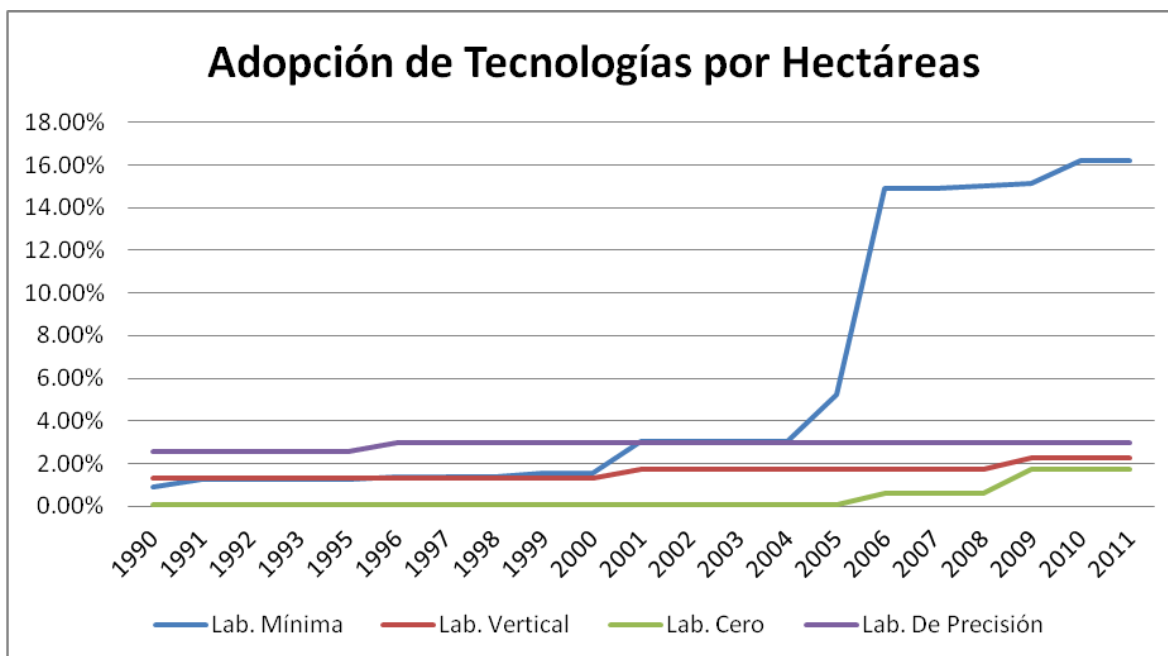
Por otro lado se observa que la labranza cero se mantiene constante y a partir del 2005 comienza a incrementarse su adopción y para el 2009 supera los niveles de adopción de la labranza vertical y de precisión, ubicándose como la segunda

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 27 de 179

tecnología con mayor implementación. Por último, la labranza de precisión tiene un comportamiento estable, con un leve incremento en 1995.


Adicionalmente, se analizó la adopción por número de hectáreas en las que se hace uso de cada tecnología. La información analizada se presenta en la gráfica en forma de porcentaje por hectárea, en donde se calculó la sumatoria de las hectáreas de todos los productores de algodón entrevistados.

Gráfica 2.2. Adopción por porcentaje de hectareas del Valle Calido del Alto Magdalena.



Fuente: Elaboración propia con base encuestas de campo CORPOICA – MADR 2011

Se observa que hay una gran similitud en el comportamiento, con relación a la gráfica analizada anteriormente, la labranza mínima comienza a incrementarse de manera progresiva en el año 2000, y logra niveles superiores a las demás tecnologías debido al hecho que varios productores medianos y grandes comienzan a adoptar dicha tecnología en el año 2005. La labranza cero es la que tiene una menor participación en hectáreas, debido a que es implementada únicamente por los pequeños productores, Aun cuando esta tiene un pequeño

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 28 de 179

sobresalto en 2005 no alcanza los niveles de las demás tecnologías. Las labranzas vertical y de precisión presentan una tasa de adopción casi constante a través del tiempo.

Se puede concluir que la labranza mínima es la de mayor adopción presenta, tanto en número de productores como en extensión de hectáreas, aunque todas las tecnologías tienen tasas muy bajas, en todos los casos los niveles de adopción son inferiores al 20%, estas tasas de adopción tan bajas pueden ser explicadas por el desconocimiento de las ventajas de las nuevas tecnologías y por las fuertes barreras culturales que generan resistencia al cambio.

Con los datos analizados, se calcularon las respectivas ecuaciones de adopción para cada tecnología. Los resultados se presentan a continuación.


Tabla 2.3. Resultados de las estimaciones de las curvas de adopción

Tecnología	R cuadrado	Sig.	Parámetros	
			A	B
Labranza Mínima	0,862	0,000	0,547	0,815
Labranza Vertical	0,833	0,000	0,553	0,956
Labranza Cero	0,577	0,000	1,620	0,921
Labranza de Precisión	0,545	0,000	0,824	0,962

Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA – MADR 2011.


Como se puede apreciar en la tabla anterior, en todos los casos, las tecnologías se ajustan muy bien a la ecuación logística, exceptuando las labranza cero y de precisión, debido a las bajas tasas de adopción, como se indicó anteriormente. Los valores del estadístico F, indican que el modelo es adecuado y que en ninguno de los casos se esperaría un valor de los parámetros iguales a cero.

Para todas las tecnologías de labranza el número de adoptantes se incrementa más de un 100 por ciento en los periodos subsecuentes al año 2000, como lo muestran los parámetros b. Adicionalmente, las tasas de adopción que se incrementan más rápido a través del tiempo, son la labranza vertical y de precisión.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 29 de 179

2.4. CONCLUSIONES

Al analizar las tasas de adopción de las tecnologías objeto de estudio, se encontró que la tasa de adopción de tecnologías diferentes a la convencional es de menos del 20 por ciento. Por otra parte al analizar las curvas de adopción se aprecia que su máximo crecimiento (punto de inflexión) se da a partir del año 2000. De todas las tecnologías analizadas, la labranza mínima es la que mayor adopción presenta a través del tiempo con una tasa del 14 por ciento, situación que se presenta al realizar el análisis tanto para número de fincas como para número de hectáreas. Las bajas tasas de adopción se explican por factores culturales como la resistencia al cambio, pues el criterio de los agricultores encuestados es que utilizan varios pases de maquinaria para evitar la proliferación de malezas en el cultivo.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 30 de 179

CAPÍTULO 3. FACTORES ENDÓGENOS Y EXÓGENOS DETERMINANTES EN LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE MANEJO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA.


3.1. INTRODUCCIÓN

La permanencia o abandono de la tecnología depende de factores intrínsecos y factores externos a la misma. En este apartado se presentan elementos endógenos y exógenos que dinamizan o inhiben el proceso de adopción. Los primeros tienen que ver con las características propias de la tecnología en términos de eficacia y bondad de la misma, y los segundos tienen que ver con los elementos que provienen del entorno, como dificultades para la consecución de maquinaria e implementos indispensables en su uso.

El abordaje de este capítulo, plantea el uso de dos técnicas: una que tiene que ver con los factores que identificaron los agricultores, y que fueron revelados por medio de la encuesta realizada en la región objeto de estudio a través de cruce de variables, tablas de contingencia, intervalos de confianza y análisis gráfico.

El segundo tiene que ver con un modelo de elección y toma de decisiones que mide la probabilidad de que los agricultores incorporen al sistema de producción las tecnologías de manejo de suelos a través de las variables explicatorias.

Los parámetros se pueden obtener a partir de un modelo logit también conocido como normit, que utilizó McFadden (1973). De acuerdo con Madala (1996), los modelos de elección binaria asumen que los individuos se enfrentan con una elección entre dos alternativas y la elección depende de características identificables, Madala (1996); Pindyck y Rubinfeld (2001), argumentan que

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 31 de 179

dichos modelos se refieren a decisiones que involucran “deseo” y “capacidad.” Consecuentemente, un modelo como el expresado contendrá variables explicativas de ambos elementos o atributos.

3.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)


3.3.1. Análisis estadístico de las características del productor

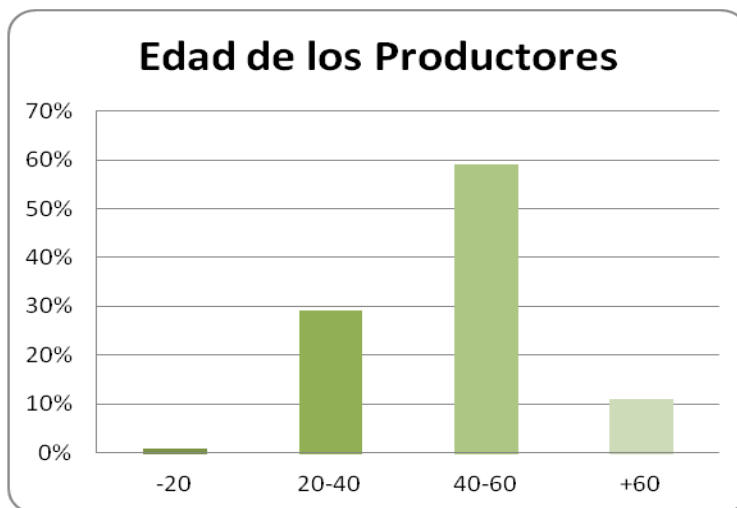
Se analizaron las principales características de los diferentes productores de algodón, a partir de los datos de las encuestas realizadas en las localidades de Espinal, Alvarado, Ambalema e Ibagué. Con tal fin se consideraron algunas variables socioeconómicas, tales como edad de los productores, tiempo que lleva como productor, tenencia de la tierra, tamaño, percepción de las ventajas de las tecnologías, tiempo libre, nivel educativo. También se tuvo en cuenta la perspectiva de género en función de las tecnologías recomendadas.

- Edad

Se observa que la mayoría de los productores se encuentran entre los 40 y los 60 años. El promedio de la edad se encuentra en los 46 años. Un poco más del 10% de las personas entrevistadas, son mayores de 60 años. Por otro lado, la minoría de los agricultores son menores de 20 años, únicamente un 0,7%, por lo que se puede concluir que en la zona analizada, los productores de algodón no se caracterizan por ser jóvenes.

Grafica 3.1. Edad de los productores de Algodón del Valle Cálido del Alto Magdalena.

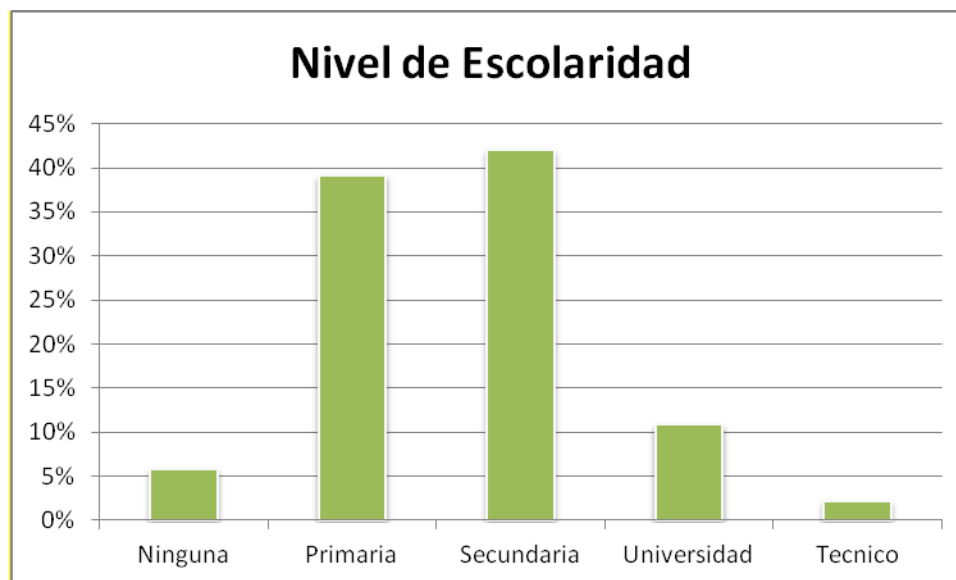
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 32 de 179




Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA – MADR 2011

- Nivel de escolaridad

Grafica 5.7. Nivel de escolaridad de los productores

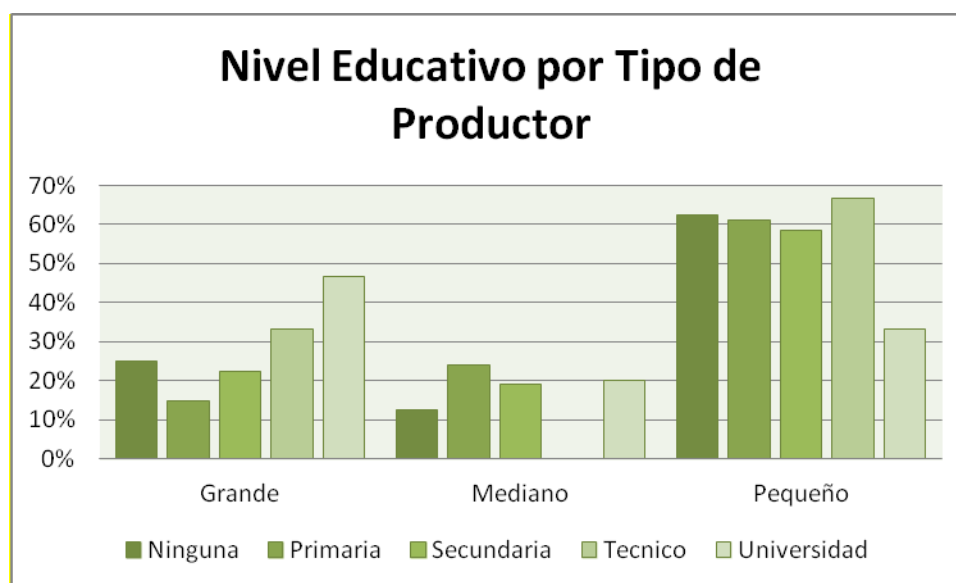


Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 33 de 179


En el tema de educación se observa que la mayoría de agricultores (42%) tiene un nivel de estudios secundarios, lo cual se podría considerar como un factor que facilita la adopción. En cuanto a la participación de los productores con nivel universitario o técnico, esta es del (13%), Por su parte, se observa que únicamente un 6 por ciento de los entrevistados no tienen ningún estudio, porcentaje que se considera relativamente bajo.

Grafica 5.8. Nivel de educación de por tipo de productor



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

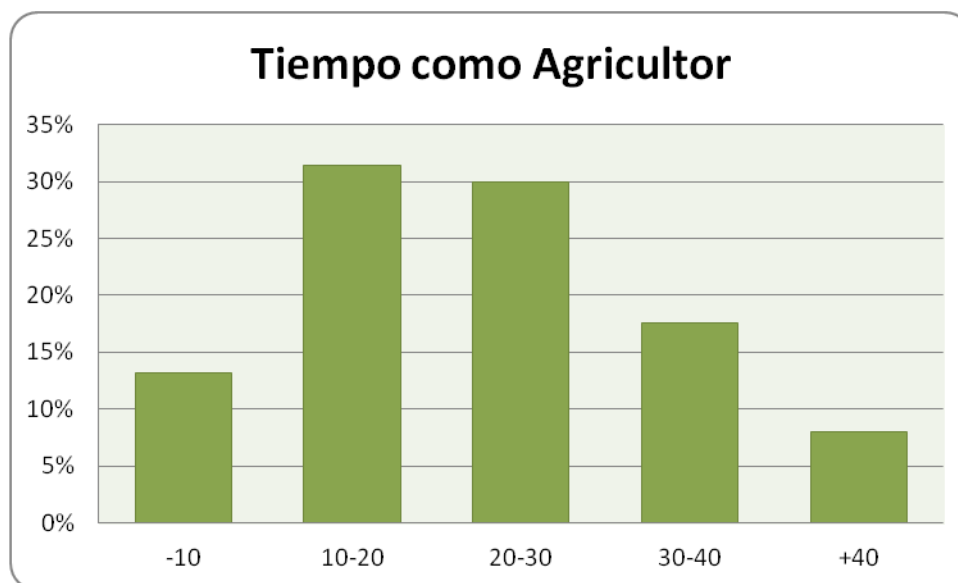
La mayoría de los productores con nivel educativo universitario, tienen extensiones de tierra superiores a 20 hectareas (47%). De otro lado, se observa que los productores pequeños son los que tienen menor acceso a la educación, debido a que un 63 por ciento de los productores sin educación son pequeños.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 34 de 179

- **Experiencia**

Con respecto a la experiencia como agricultor se puede apreciar una jerarquización por rangos que se explica en la siguiente gráfica expresada en porcentajes.

Grafica 3.2. Tiempo como agricultores de los productores de algodón en el Valle Cálido del Alto Magdalena.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA – MADR 2011

Se observa que los agricultores de la zona tienen en su mayoría entre 10 y 20 años y que son pocos los que llevan trabajando más de 40 años. En promedio, los productores de la zona, tienen 21 años de experiencia. Adicionalmente, más del 50% de los productores de la Zona, llevan trabajado más de 10 años, lo cual puede dar a entender que los productores de la Zona de análisis son experimentados.

- **Género**

En el siguiente gráfico se presenta la relación de hombres y mujeres productores de algodón en la región.



	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 35 de 179

Grafico 3.3. Porcentajes por género de los productores de algodón del Valle Cálido del Alto Magdalena.

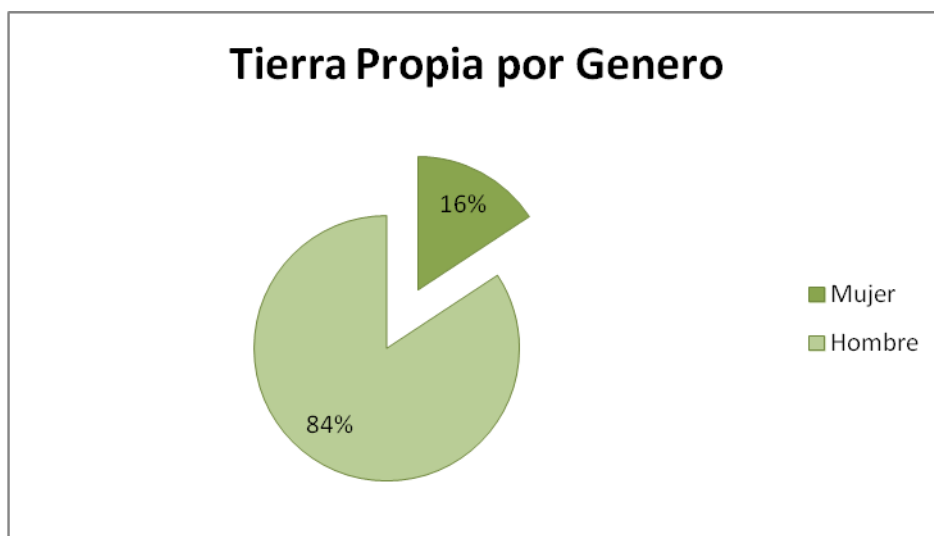


Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA –MADR 2011

Al analizar, los agricultores que son propietarios de la tierra que cultivan, se encontró que la mayoría son hombres, evidenciando un posible problema de desventaja de oportunidades para las mujeres en el tema de adquisición de propiedad y en las decisiones del uso de la tecnología. Para profundizar más en el tema de discriminación, se hizo el cruce de las variables tipo de productor con el género, los resultados se presentan en el siguiente gráfico.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 36 de 179

Grafica 5.1. Dueños de la propiedad agrupados por género.



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas CORPOICA –MADR 2012


- **Tamaño**

Tabla 3.2. Tamaños de los productores del Valle Cálido del Alto Magdalena.

Tecnología	Grande	Mediano	Pequeño
Labranza Convencional	18,1%	14,5%	44,9%
Labranza Mínima	2,9%	2,2%	9,4%
Labranza Vertical	0,7%	1,4%	0,7%
Labranza Cero	0%	1,4%	2,2%
Labranza De Precisión	0,7%	0,7%	0%
Total	22%	20%	57%

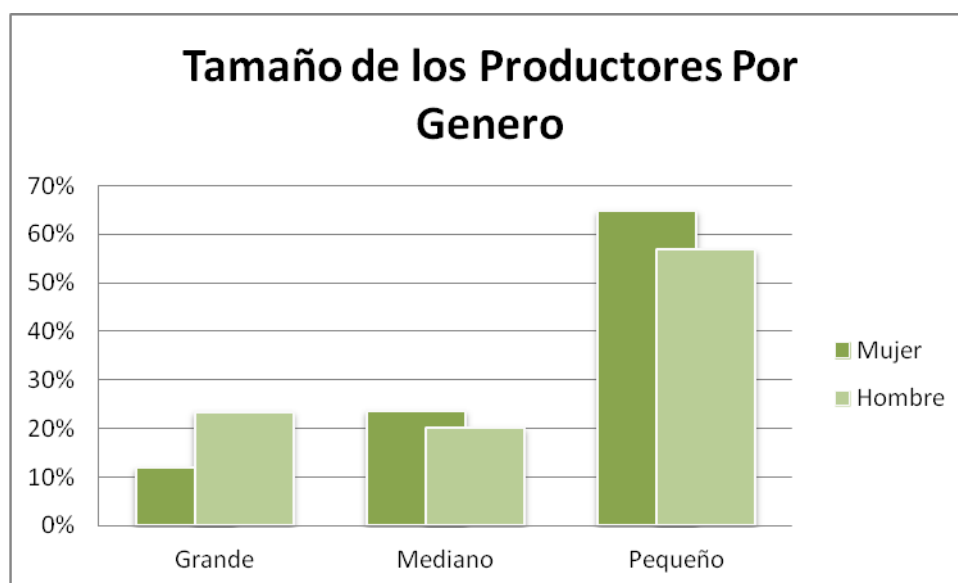
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA –MADR 2011

Se observa que la mayoría de los productores son pequeños, abarcando más del 50% del total de los agricultores de la zona, al hacer referencia a los pequeños productores se entiende por los que tienen una extensión de tierra inferior a 10

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 37 de 179


hectáreas. Adicionalmente estos agricultores son los que más adoptan la labranza convencional, mínima y cero, siendo la primera la de mayor implementación. Además se observa que los productores medianos son los más utilizan la labranza vertical. Se logra apreciar que los grandes productores no implementan la labranza cero, pero si adoptan en una pequeña proporción la labranza mínima.

Gráfica 5.2. Tamaño del productor versus género.



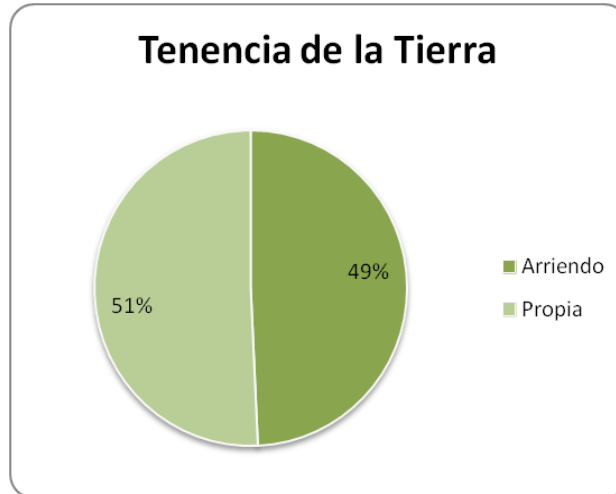
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

Se percibe que puede haber una discriminación, debido a que la mayor proporción de productores grandes son hombres. Como se describió anteriormente, hay pocas mujeres que estén haciendo uso del suelo. Adicionalmente, los productores revelaron que hay una fuerte influencia de las tradiciones en la región del Valle Cálido del Alto Magdalena, no solamente en los algodóneros sino en los otros cultivos que hay en la zona de análisis.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 38 de 179

- **Tenencia de la tierra**


Grafica 3.4. Propiedad del suelo de los aldoneros del Valle Cálido del Alto Magdalena.

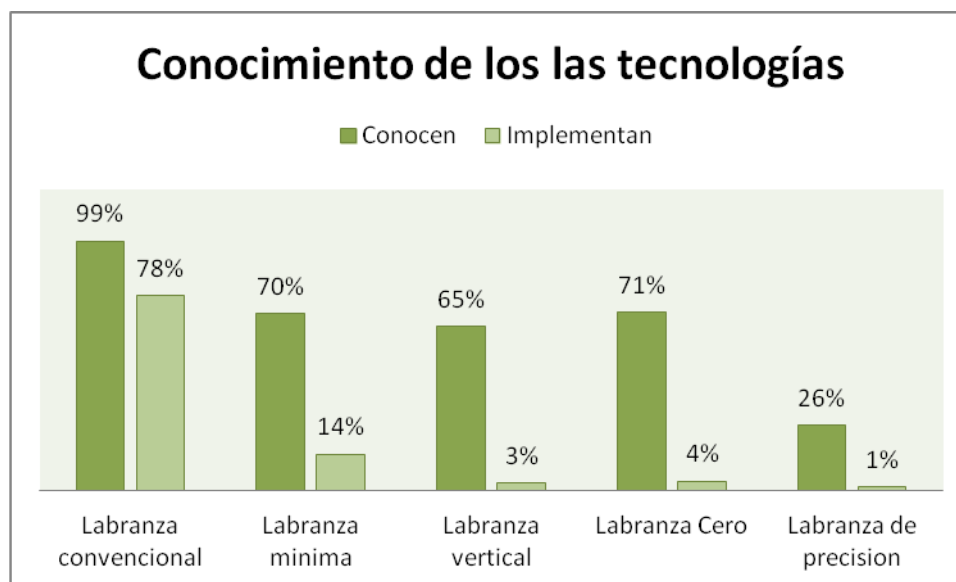


Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA – MADR 2011

- **Conocimiento**


Grafico 3.5. Conocimiento de las tecnologías

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 39 de 179



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas CORPOICA –MADR 2011

Con relación al conocimiento que tienen los agricultores sobre las diferentes tecnologías de manejo de suelos, se observa que el 99% de los productores tienen conocimiento sobre la labranza convencional y un 78 por ciento lo aplican, y únicamente el 26% de los encuestados saben sobre la labranza de precisión, y la aplican el 1%. En lo referente al resto de tecnologías, más del 50% de los agricultores están familiarizados con ellas, pero muy pocos las adoptan. Lo que se logra apreciar es que, muchos de los productores conocen las tecnologías, pero no hacen uso de ellas, por lo que se deduce que la falta de adopción no se debe al desconocimiento sino a otros factores como el riesgo y las barreras culturales que les impide abandonar los métodos tradicionales para incorporar las nuevas tecnologías.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 40 de 179

- **Acceso a riego**

Tabla 3.3. Uso de sistema de riego para las diferentes tecnologías en el Valle Cálido del Alto Magdalena.

Tecnología	Sistema de Riego	
	Sí	No
Labranza convencional	25%	52%
Labranza mínima	7%	8%
Labranza vertical	0%	3%
Labranza Cero	2%	1%
Labranza de precisión	0%	1%
Total	34%	66%

Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas **CORPOICA - MADR 2011**

Se aprecia en la tabla anterior que más del 50% de los productores no manejan sistema de riego, Sin embargo la mayoría de los agricultores que usan labranza mínima si emplean riego, igualmente sucede con la labranza cero. Por el lado de la labranza vertical, los productores en su totalidad utilizan sistema agrícola de secano.

- **Otras razones para implementar tecnologías**

Al analizar las opiniones sobre los diferentes manejos de suelo, se encontraron que las razones para implementar las diferentes labranzas se distribuían de la siguiente manera.


	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 41 de 179

Tabla 3.4. Razones de por qué implementan las diferentes tecnologías

Razón Tecnología \	Labranza Convencional	Labranza Mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Labranza De Precisión	Total
Fácil Manejo	50,7%	9,4%	0%	1,4%	1,4%	63,0%
Bajos Costos	24,6%	5,1%	0%	3,6%	0%	33,3%
Disponibilidad De Maquinaria	50,7%	5,1%	1,4%	0%	0%	57,2%
Buena Cosecha	21,7%	7,2%	0,7%	2,9%	0%	32,6%
Mejora El Suelo	3,6%	4,3%	1,4%	0,7%	0%	10,1%
Menos Plaga	1,4%	0%	2,2%	0%	0%	3,6%
Menos Maleza	0,7%	0%	0%	0%	0%	0,7%
Otros	0,7%	0%	0,7%	0%	0%	1,4%


Fuente: Elaboración propia con base en encuestas CORPOICA - MADR 2011

La mayoría de los productores que optan por la labranza convencional disponen de la maquinaria necesaria para dicha tecnología y piensan que es de más fácil manejo que las otras tecnologías. Los productores que realizan labranza mínima, opinan de igual manera, que es de fácil implementación y da una mejor cosecha que el resto de labranzas. Los agricultores que practican la labranza cero, lo hacen por sus bajos costos y dicen versen menos afectados por las plagas. En general, las razones de mayor relevancia son, la mayor facilidad en el empleo y la disponibilidad de maquinaria.

Tabla 3.6. Ventajas de las diferentes tecnologías usadas en el manejo de suelos en el cultivo del algodón en la región del Valle Cálido del Alto Magdalena 2012

Tecnología \ Ventaja	Menor Mano De Obra	Menor Costo	Menor Cantidad De Insumos	Menos Tiempo	No Daña El Suelo	Mayor Producción
Labranza Convencional	31%	24%	14%	32%	2%	25%
Labranza Mínima	1%	7%	1%	3%	6%	7%
Labranza Vertical	0%	0%	0%	1%	0%	1%
Labranza Cero	1%	2%	1%	1%	1%	1%
Labranza De Precisión	1%	1%	1%	0%	0%	1%
Total	34%	34%	16%	37%	9%	35%

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas CORPOICA –MADR 2011

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 42 de 179


En el tema de las ventajas percibidas por los agricultores, se logra apreciar que el tiempo de preparación del suelo es muy importante, además de la producción, seguido por la cantidad de mano usada para la labranza y el costo. La de menor relevancia es la percepción acerca del impacto de la tecnología sobre el suelo. En el caso particular de la labranza convencional, se puede ver que el tiempo es un factor de gran importancia, seguido de la cantidad de mano de obra utilizada. Para la labranza mínima, se distinguen menor costo y mayor producción, y en la labranza cero al igual que en el anterior caso, los costos son la ventaja más influyente.

Tabla 3.7. Desventajas de las diferentes tecnologías usadas en el manejo de suelos en el cultivo del algodón en la región del Valle Cálido del Alto Magdalena 2012

Desventaja Tecnología	Labranza Convencional	Labranza Mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Labranza De Precisión	Total
Altos Costos	39,1%	2,2%	1,4%	0,7%	0,7%	44,2%
Mas Mano De Obra	10,1%	2,2%	0,7%	1,4%	0,7%	15,2%
No Hay Maquinaria	17,4%	2,2%	0,7%	0,7%	0%	21,0%
Poco Conocido.	2,9%	3,6%	0%	0%	0%	6,5%
Mas Plagas	2,9%	0%	0%	0,7%	0%	3,6%
Mayor Cantidad De Malezas	10,9%	0,7%	0%	0%	0%	11,6%
Mas Químicos	3,6%	0,7%	0%	0%	0%	4,3%
Otro	13,8%	5,8%	1,4%	2,2%	0,7%	23,9%

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas CORPOICA –MADR 2011

Se observa que la mayor desventaja tiene que ver con los costos. Los productores que implementan la labranza cero opinan que se incurre en mayor uso de mano de obra. En labranza vertical y convencional la desventaja que más referencian los productores son los altos costos. En el caso de la labranza mínima, los productores argumentan que hay poco conocimiento de dicha tecnología. Adicionalmente, hay otras desventajas menos importantes como la cantidad de plaga que sufre el cultivo debido a la labranza y el mayor uso de químicos.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 43 de 179

3.2.2. MODELOS LOGIT

Para la construcción del modelo que pretende inferir sobre la probabilidad de que los agricultores adopten las tecnologías de manejo de suelos, se planteó la siguiente ecuación:

$$Y = \text{Adop} \frac{P_i}{1 - P_i} \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_n X_n + e \quad (3.1)$$

Dónde:

$$Y = \text{Adopción}$$


$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \text{El valor de la probabilidad que el agricultor adopte } 0 \text{ y } 1$$

$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n =$ Variables explicatorias cualitativas

$\beta =$ Parámetros producto de la estimación del modelo habrá tantos β como variable dependientes haya.

$e =$ Término de perturbación aleatoria o componente del error por aquellas variables omitidas en el modelo.

El modelo utilizado corresponde a los modelos de regresión cualitativa agrupados o de proporciones en los cuales se relaciona la variable dependiente con las variables explicatorias a través de una función de distribución y se utiliza la función logística para medir la probabilidad de que ocurra el acontecimiento que para este caso es el hecho de que se adopte la tecnología de manejo de suelos.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 44 de 179

La forma inicial de plantear el modelo dicotómico será:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } I_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } I_i^* \leq 0 \end{cases}$$

En este caso se supone que la función de distribución es una curva logística por cuanto se trata de medir la probabilidad de que los agricultores adopten las tecnologías de manejo de suelos en el cultivo del algodón por tanto, se utiliza el modelo logit donde se relacionan la variable endógena Y_i con las variables explicativas X_i a través de una función de distribución.


El modelo de probabilidad quedaría definido de la siguiente manera:

$$E[y_i | x] = 1 \cdot F(\mathbf{x}_i' \beta) + 0 \cdot [1 - F(\mathbf{x}_i' \beta)] = F(\mathbf{x}_i' \beta) \quad (3.2)$$

En este caso

- y_i = Probabilidad de adopción de la tecnología de manejo de suelos.
- F = Función de distribución acumulada
- \mathbf{x} = Variables explicatorias
- β = Valor de los parámetros de cada variable explicatoria

Se trata de establecer la probabilidad de adopción (y_i) mediante las acciones de las variables explicatorias (\mathbf{x}) en este caso se busca que el valor de los parámetros (β) sea diferente de cero.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 45 de 179

3.3. RESULTADOS

3.3.1. INTERPRETACIÓN DEL MODELO LOGIT

Este análisis se basó en el modelo formulado de probabilidad de adopción de tecnologías de manejo de suelos de la siguiente manera:

$$E[y_i | x] = 1 \cdot F(\mathbf{x}_i' \beta) + 0 \cdot [1 - F(\mathbf{x}_i' \beta)] = F(\mathbf{x}_i' \beta) \quad (3)$$

En este caso

y_i = Probabilidad de adopción de la tecnología de manejo de suelos.

F = Función de distribución acumulada

\mathbf{x} = Variables explicatorias

β = Valor de los parámetros de cada variable explicatoria


Se trata de establecer la probabilidad de adopción (y_i) mediante las acciones de las variables explicatorias (\mathbf{x}) en este caso se busca que el valor de los parámetros (β) sea diferente de cero.

Los supuestos planteados para entender la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el cultivo del algodón son:

Existe una relación inversa entre la adopción de tecnologías de labranza mínima cero y la concepción de sobre si esta tecnología genera ventajas a las personas que laboran en el cultivo. Los productores no logran ver que las tecnologías analizadas, traigan ventajas o adopten las otras tecnologías debido a que no ven razones que los hagan considerar su implementación.

Los productores, no adoptan nuevas tecnologías debido a que no están dispuestos a cambiar la maquinaria, o no pueden adquirir nuevo equipo, por eso prefieren no adoptar nuevas tecnologías. Por este motivo, la relación es inversa.

Otra razón por la cual, los productores no adoptan, es debido a que con la labranza convencional, se presenta menor incidencia de malezas en el cultivo. Por lo que, existe una relación inversa entre la adopción y esta razón.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 46 de 179

Existe una relación directa entre la tenencia de la tierra y la implementación de las diferentes tecnologías de manejo de suelo. Los agricultores que son dueños del terreno tienden a cuidar más el suelo, que los que trabajan en tierras arrendadas.

Existe también relación entre el género del productor y el manejo de suelos. Los hombres tienen mayor propensión a indagar sobre las nuevas tecnologías, que las mujeres.

Por otro lado, tenemos que hay una relación directa entre la adopción y la idea de que la labranza vertical y cero mejoran la retención de humedad del suelo, lo cual contribuye de forma positiva en el cultivo y en una mayor propensión a adoptar estas tecnologías.

La ecuación de regresión producto de la estimación del modelo para explicar la probabilidad de que los productores adopten la labranza cero o mínima expresada en el valor de los parámetros se presenta así:

$$Y = Adop \frac{P_i}{1 - P_i} \beta_0 + \beta_1 Razon1 + \beta_2 Razon2 + \beta_3 Tenencia + \beta_n Sexo + \beta_5 Aguasuelo + e$$

(3.4)

Remplazando los β con el valor de los parámetros, producto de la estimación la ecuación queda así:


$$Y = Adop \frac{P_i}{1 - P_i} -1,678 * Razon1 + -3,639 * Razon2 + 0 - 854 * Tenencia + 1.046 * Sexo + 0,656 * Aguasuelo + e$$

(3.5)

La explicación de la ecuación se presenta a continuación:

La variable Razón se divide en dos, debido a que son las 2 principales razones por las que los productores deciden adoptar o no las tecnologías.

Razón 1: Los productores en su mayoría disponen de la maquinaria para preparar el suelo de manera convencional, por lo que el parámetro tiene signo negativo, y

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 47 de 179

un valor de -1,678. Lo cual se puede interpretar de la siguiente forma, si el productor dispone de la maquinaria necesaria para la labranza convencional, está un 81% menos dispuesto a adoptar otras tecnologías.

Razón 2: Los productores perciben una menor cantidad de malezas con la labranza convencional, por lo que el parámetro tiene un valor de -3,639, lo cual disminuye la probabilidad de implementar en un 97%.

La variable **Tenencia**, expresa si la propiedad es arrendada (tomando el valor de 0) o es propio el terreno (valor igual a 1). Si el terreno es propio, la probabilidad de adoptar las tecnologías analizadas es mayor. Esto se puede concluir, debido a que el parámetro es positivo y toma un valor de 0,854.


La variable **Sexo**, indica el género del productor, tomando valores únicamente 0 y 1, 0 para las mujeres, 1 para los hombres. El parámetro de la variable toma valor positivo, lo cual muestra que los hombres están más dispuestos a implementar nuevas tecnologías.

La variable **Labdispoaguasuelo**, muestra la opinión que tienen los productores sobre si la labranza mínima y vertical mejoran la disponibilidad del agua en el suelo o la retención de agua en el suelo. Este parámetro tiene signo positivo y un valor de 0,656. Entre mejor opinión sobre este tema, la probabilidad de adoptar las labranzas analizadas se incrementa 93%.

Tabla 3.8. Resultados de la estimación del modelo para medir la probabilidad de adopción de tecnologías de manejo de suelos en el cultivo del algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012

Variable	Parámetro	Estadístico o Wald	Probabilidad
Razón 1	-1,678	20,547	0,000
Razón 2	-3,639	21,432	0,000
Tenencia	0,854	2,841	0,092
Sexo	1,063	2,739	0,098
Labranzadispoaguasuelo*	0,656	1,916	0,166
Pseudo R2 (Cox y Snell)	0,452		

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 48 de 179

La información del cuadro anterior muestra los resultados de regresión del modelo logístico dicotómico de la adopción de los productores de algodón del Valle Cálido del Alto Magdalena. El Pseudo R2 es de 0.45, indica que el modelo es adecuado para determinar la probabilidad de adopción y en ninguno de los casos se esperaría un valor del parámetro igual a cero. Por otra parte es conveniente aclarar que en los modelos con variables cualitativas o dicotómicas son menores las exigencias del Pseudo R2, debido a que son calculados con el método de máxima verosimilitud, la interpretación difiere al R2 de mínimos cuadrados ordinarios. Los valores del estadístico de Wald superan los valores de la Z correspondiente a la distribución normal, debido a esto todos los parámetros son significativos, diferentes de cero y merecen ser incluidos en el modelo. A excepción del último, que se acepta con un nivel de significancia del 83%.

3.3.1.1. EFECTOS MARGINALES


Con el fin de considerar la contribución individual de cada una de las variables que componen el modelo que pretende explicar la probabilidad de que los agricultores adopten las tecnologías diferentes a la convencional se procedió al cálculo de los efectos marginales los cuales se discuten a continuación.

Se observa que la variable que más contribuye a la adopción de tecnologías de manejo de suelos es la baja presencia de malezas con las nuevas técnicas ya que hace la mayor contribución con 51 por ciento de la explicación de la adopción de tecnologías. Lo que indica que un aumento de un punto en la proliferación de malezas disminuye en 51 por ciento la probabilidad de que los agricultores adopten las tecnologías.

Le sigue la variable Razón 2, que representa la disponibilidad de maquinaria la cual hace una contribución del 18 por ciento de la explicación de la adopción lo que quiere decir que un aumento de un punto en la adquisición de maquinaria aumenta la probabilidad de adopción de tecnologías diferentes a la convencional en un 18 por ciento.

La variable genero contribuye con un 11 por ciento de la explicación de la adopción de tecnologías, lo que quiere decir que un aumento de un punto en la participación de los hombres en el cultivo aumenta la probabilidad de adopción de tecnologías diferentes a la convencional en un 11 por ciento.

La tenencia de la tierra le sigue en importancia en aporte a la explicación de la probabilidad de la adopción y lo hace con un 7 por ciento de la explicación de la

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 49 de 179

adopción lo que quiere decir que un aumento de un punto en la tenencia de la tierra aumenta la probabilidad de adopción de tecnologías diferentes a la convencional en un 7 por ciento.

La capacidad de retención de agua en el suelo, es un factor que explica la probabilidad de adoptar tecnologías con un participación del 5 por ciento, lo que quiere decir que un aumento de un punto en la tenencia de la tierra aumenta la probabilidad de adopción de tecnologías diferentes a la convencional en un 5 por ciento.

De lo anterior se concluye que de todas las variables que explican la adopción de tecnologías las más importantes son la baja presencia de malezas y la disponibilidad de maquinaria, hecho que fue corroborado en entrevistas con los agricultores de la zona objeto de estudio.


3.4. CONCLUSIONES

De las variables incluidas en el modelo las más importantes para explicar la probabilidad de que los agricultores adopten las tecnologías de manejo de suelos son: la baja presencia de malezas y la disponibilidad de maquinaria hecho que fue corroborado en entrevistas con los agricultores de la zona objeto de estudio, por cuanto a juicio de estos la labranza convencional ocasiona una menor presencia de malezas y por ende mayores rendimientos en el cultivo, por otra parte en algunos casos no adoptan la tecnología por no disponer de maquinaria constituyéndose en un factor exógeno a la misma pero que inhibe la adopción.

Un hecho importante a destacar en las decisiones de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos es el tipo de tenencia, se demostró que los agricultores usan más las prácticas de manejo sostenible como la labranza mínima cuando son propietarios que cuando trabajan en tierras arrendadas.

La posibilidad de retención de agua en el suelo es un factor que a juicio de los agricultores incide en la adopción de tecnologías de manejo de suelos, especialmente con labranza profunda y mínima los agricultores perciben que hay mayor probabilidad de retención de agua y por esta razón adoptan estas tecnologías.

Al analizar los factores endógenos que influyen es el uso de las tecnologías se encontró que el nivel de escolaridad es un determinante importante de la


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 50 de 179

adopción, al igual los costos, siendo estos últimos un elemento inhibitor del proceso lo cual es muy frecuente entre los productores.

En lo que respecta a las desventajas, se observa que los costos son los que mayor comprometen la adopción de tecnologías, en este caso son los de mayor porcentaje de las respuestas obtenidas en la encuesta. Los productores que implementan la labranza cero opinan que se incurre en mayor uso de mano de obra por control manual de malezas.

Hay otros factores que explican las causas de la no adopción diferentes a los atributos propios de la tecnología como el poco conocimiento sobre sus ventajas como es el caso de la labranza mínima, además la aversión al riego se constituye en un inhibitor de la adopción.

Se encontró que adicionalmente hay otras desventajas del uso de las tecnologías, para el caso de labranza mínima son la presencia de plagas y el mayor uso de agroquímicos especialmente herbicidas.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 51 de 179

CAPÍTULO 4. MEDIO DE TRANSFERENCIA Y EL VEHÍCULO DE DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÁS EFICAZ COMO FACILITADOR DEL PROCESO DE ADOPCIÓN.


4.1. INTRODUCCIÓN

Para las instituciones de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, es importante evaluar los medios de difusión de las tecnologías, esta actividad debe estar implícita desde la génesis del proyecto que generó. En este capítulo se analiza la eficacia de las técnicas de difusión a través de la identificación del mejor vehículo de transferencia y la mejor técnica de acuerdo con el criterio de los agricultores. Los resultados que se presentan provienen de las encuestas realizadas en campo a las cuales se les aplicaron técnicas estadísticas como el cruce de variables y la generación de tablas de contingencia, haciendo énfasis en las diferentes tecnologías para conseguir identificar el medio de transmisor más eficaz, y la forma en que los agricultores asimilan mejor la información sobre las ventajas y usos de las tecnologías. Los resultados de los análisis ubican en primer lugar a la trasmisión de conocimientos de padres a hijos dentro del núcleo familiar, por otra parte se destaca la demostración de método como la técnica mediante la cual los agricultores aprenden a usar las tecnologías.

4.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

4.2.1. TABLAS DE CONTINGENCIA

Para analizar la relación de dependencia o independencia entre dos variables cualitativas se puede hacer utilizando la técnica estadística cruces de variables que generan tablas de contingencia. La tabla de contingencia es una matriz de doble entrada, donde en cada casilla figurará el número de casos o individuos que

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 52 de 179

poseen un nivel de uno de los factores o características analizadas y otro nivel del otro factor analizado.

Para facilitar el análisis se calculan las frecuencias relativas conjuntas, las cuales se construyen mediante la siguiente formula:

$$f_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{N}$$

Dónde:

$f_{i,j}$ = frecuencia relativa conjunta

$n_{i,j}$ = los individuos con la característica i, j.

N = total de individuos

Si se multiplica la frecuencia relativa por 100 se obtiene la frecuencia relativa marginal. La cual muestra el porcentaje que representa esta combinación de características respecto al total de N, es decir el 100% del conjunto.

4.3. RESULTADOS

4.3.1. INFERENCIA ESTADÍSTICA

Con la información recopilada de las encuestas, se realizó el cruce de las variables obtenidas de las preguntas: “De quien conoció la forma de preparación del suelo que aprendió?” y “Por qué medio conoció la forma la forma de preparación del suelo que aprendió?”. La información obtenida se muestra en las siguientes tablas.



 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 53 de 179

Tabla 4.1. Fuente de información de tecnologías de manejo de suelo

Fuente De Información \ Tecnología	Labranza Convencional	Labranza Mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Labranza De Precisión	Total
Familiar	35.50%	2.90%	0,7%	2,2%	0%	41,3%
Papá	12.30%	0.70%	0%	0%	0%	13%
Agremiación	6.50%	1.40%	0%	0%	0%	8%
Otro	5.10%	1.40%	0%	0%	0%	6,5%
Amigo	4.30%	0%	0%	0%	0%	4,3%
CORPOICA	3.60%	2.20%	0,7%	0,7%	0%	7,2%
Vecino	3.60%	0%	1,4%	0%	0%	5,1%
Asistente Técnico	2.90%	3.60%	0%	0%	1,4%	8%
UMATA	1.40%	0%	0%	0%	0%	1,4%
Cartilla	1.40%	0%	0%	0%	0%	1,4%
ICA	0.70%	0.70%	0%	0,7%	0%	2,2%
Televisión	0%	1,.	0%	0%	0%	1,4%

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas CORPOICA –MADR 2011

La tabla 4.1, muestra las fuentes de información mediante las cuales se enteró el productor de las tecnologías de manejo de suelos en este caso, la mayoría de los encuestados, aprendieron la forma en que preparan el suelo de un familiar, o su padre. Lo anterior pone en evidencia la importancia de la transmisión de conocimientos de padres a hijos en la región objeto de estudio. Los medios de información que muestran menor influencia son la UMATA, la televisión y las cartillas sobre el tema, debido a que ninguna logra superar el 2% del total de los agricultores encuestados. Además, se evidencia que los asistentes técnicos y las agremiaciones tienen gran influencia en la zona, ya que un 16% de los agricultores encuestados aprendieron de ellos. En lo que respecta a cuál es la fuente de información que ha logrado transmitir de manera efectiva la explicación correspondiente de cada tecnología. Los asistentes técnicos han sido los más

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 54 de 179

eficaces en el tema de brindar información sobre la labranza mínima. Por otro lado, los familiares son los que han brindado la información sobre la labranza convencional a un mayor número de productores, de igual forma son los que han transmitido información sobre la labranza cero a una pequeña proporción de los encuestados.

Tabla 4.2. Vehículo de difusión de tecnologías de manejo de suelo


Tecnología \ Vehículo de difusión	CADET	Día De Campo	Demostración	Otro
Labranza Convencional	2,2%	27,5%	43,5%	4,3%
Labranza Mínima	0,7%	4,3%	8,0%	1,4%
Labranza Vertical	0,7%	0,7%	1,4%	0%
Labranza Cero	0%	0,7%	2,2%	0,7%
Labranza De Precisión	0%	1,4%	0%	0%
Total	3,6%	34,8%	55,1%	6,5%

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas CORPOICA –MADR 2011


Se puede apreciar en la tabla 4.2 que el vehículo de difusión de mayor poder de transmisión, es la demostración de métodos, no solo de manera general, sino también para los casos particulares de la labranza convencional, mínima, vertical y cero. Más de la mitad de los agricultores entrevistados manifiestan que aprendieron del manejo de suelos que utilizan mediante la demostración de métodos. En contra posición, el Comité Agropecuario de Desarrollo Tecnológico (CADET) es el más ineficaz, debido a su bajo porcentaje de difusión, únicamente 3,6% aprendió han aprendido por medio de este.

4.3. CONCLUSIÓN

En la región del Valle Cálido del Alto Magdalena, se aprecia que la mayoría de los cultivadores de algodón productores, han recibido información sobre las tecnologías de manejo de suelos principalmente de un familiar con un 35 por ciento para el caso de labranza convencional. En general para todas las tecnologías el núcleo familiar ha sido la principal fuente de información lo cual se evidencia con una participación del 54 por ciento para el total de la muestra encuestada. Es de observar que las instituciones generadoras de conocimiento presentan un participación muy baja como el caso de CORPOICA donde solo un 7.2 por ciento de los encuestados dicen haber recibido información de manejo se

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 55 de 179

suelos a través de los investigadores de CORPOICA. Adicionalmente, se observó que la gran mayoría de agricultores aprenden por medio de la demostración de métodos con un 43.5 por ciento sobre el total de la muestra encuestada.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 56 de 179

CAPÍTULO 5. IMPACTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE SUELOS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN Y SUS CULTIVOS DE ROTACIÓN.

5.1. INTRODUCCIÓN

En los apartados anteriores se trató en detalle el tema de la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción del algodón y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena. Se hizo la cuantificación de la adopción, las decisiones de los productores en el proceso de adopción. En este capítulo se va a tratar el tema de la medición de impactos de tecnologías los cuales se clasifican en técnico, económico y ambiental, algo importante para señalar en este estudio es que por primera vez se aborda en forma sistemática estos tres aspectos en una evaluación ex post de las tecnologías y se introduce el análisis de riesgo en las medidas de rentabilidad de largo plazo.

Se inicia con la evaluación del impacto técnico de las tecnologías para lo cual se formuló un modelo funcional que relaciona los rendimientos del cultivo del algodón medidos en kilogramos por hectárea y la compactación mediante una relación inversa donde a mayor compactación menor rendimiento. En el caso de la medición del impacto económico se hizo uso del presupuesto parcial, partiendo de los patrones de costos levantados en campo se procedió a hacer análisis comparativos entre las tecnologías a evaluar a través del cálculo de indicadores de retorno y análisis marginal para establecer la ventajas y cambios en los indicadores por la aplicación de las tecnologías. Para la valoración del impacto económico de las tecnologías de manejo de labranza de conservación: Labranza profunda y labranza mínima y cero, se realizaron análisis de rentabilidad ex post de la adopción. De igual forma, realizó un análisis de largo plazo de los efectos de la erosión y su control y se estimaron funciones de erosión – productividad y compactación- productividad. Esta evaluación se cierra con un análisis de

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 57 de 179

agregación de los beneficios a productor de cada uno de los sistemas productivos considerados en el corto y largo plazo. La evaluación del impacto ambiental se hizo a través del uso del esquema AMBITEC-AGRO elaborado por EMBRAPA y ajustado por CORPOICA. Dicho esquema parte de la obtención de un conjunto de matrices diseñadas especialmente para que por parte de un grupo de expertos se lleve a cabo la evaluación de impacto ambiental de la tecnología adoptada. Por último, se hace el análisis de los impactos sociales con información del trabajo de campo mediante el uso de técnicas estadísticas como el análisis de frecuencias y cruces de variables. El resultado de estos análisis es la cuantificación de impactos producto del aplicar un enfoque transdisciplinario y sistémico.

5.2. MATERIALES Y MÉTODO (UBICACIÓN, POBLACIÓN, ANÁLISIS ESTADÍSTICO)


5.2.1. Metodología presupuesto parcial

Se inició el estudio con la evaluación de la rentabilidad de la adopción por presupuestos parciales que analizaron la situación con tecnología y sin tecnología de suelos para diferentes rotaciones del sistema de algodón en diferentes tipos de suelos. Se evaluaron las rotaciones algodón arroz y algodón maíz o sorgo para los principales tipos de suelos de la región algodonera del valle cálido del Magdalena.

Los presupuestos parciales se basan en el principio de que cambios en la producción, generan cambios en los costos y los ingresos. Estos cambios se pueden clasificar en: Aumento en los ingresos, reducción de costos, disminución de los ingresos, e incremento en los costos. Estos cuatro efectos se evaluaron y se compararon para cada tecnología evaluada.

5.2.2 Captura de información de patrones de costos de producción

Las tecnologías de manejo de suelo tienen efectos inmediatos sobre los costos de producción y la producción de los cultivos. La labranza de conservación generalmente disminuye los costos de labranza, aumenta los costos de herbicidas y puede o no aumentar la producción. La labranza profunda tiene un costo alto y se manifiesta en una rápida respuesta positiva en la producción. Estos efectos se captan directamente en los patrones de costo por consenso.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 58 de 179

Los datos costos se buscaron inicialmente en las Asociaciones de Productores, pero se encontró que en muchos casos éstos no existían discriminando la labranza del suelo; en general comparaban recolección manual con mecánica y semilla transgénica con convencional. Por esta razón se realizó un consenso con productores (18 de diciembre de 2011 en C.I Nataima), en el cual se cuantificaron los patrones de costos citados a continuación. Para cada tecnología innovadora se calculó también su contraparte en labranza convencional


Tabla 5.1 Patrones de costos en el consenso realizado en diciembre 13 de 2011 en CI Nataima, Tolima

Labranza	Zona	Riego	Secano
Mínima	Norte	Si	Si
Profunda	Norte	Si	Si
Profunda	Centro	Sí	No
Profunda	Sur	Sí	No

Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniera con base de datos de campo. 2012

Los datos obtenidos de los productores se modificaron de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Americana de Economistas Agrícolas (AAEA) en su manual de costos de producción. Las modificaciones incluyen cambiar de costos fijos y variables a costos fungibles y costos asignados. El segundo aspecto que se corrige es incluir los costos asignados dentro de los costos de oportunidad de capital (AAEA, 2000)

El análisis incremental sigue las orientaciones de los libros convencionales (Gittinger, 1982; Zambrano, 2010; Falk et all, 2006) y consiste básicamente en obtener el incremental de costos y beneficios de la tecnología de conservación, lo cual se obtiene restando el patrón de costos sin proyecto (labranza convencional) del patrón de costos con proyecto (labranza de conservación) de esta manera se calculan directamente los ahorros en costos y posibles aumentos en producción.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 59 de 179

5.2.3. Frecuencias relativas

Para facilitar el análisis se calculan las frecuencias relativas conjuntas, las cuales se construyen mediante la siguiente formula:

$$f_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{N_i} = \frac{n_{i,j}}{\sum_j n_{i,j}}$$

Dónde:

$f_{i,j}$ = frecuencia relativa conjunta

$n_{i,j}$ = los individuos con la característica i, j.


N_i = total de individuos con la característica i

Si se multiplica la frecuencia relativa por 100 se obtiene la frecuencia relativa marginal. La cual muestra en porcentaje que representa esta combinación de características respecto al total de N_j , o el subgrupo con la característica a analizar.

5.2.4 Valoración del impacto económico

Para la valoración del impacto económico de las tecnologías de manejo de labranza de conservación: Labranza profunda y labranza mínima y cero, se realizaron análisis de rentabilidad ex post de la adopción por parte de los productores de algodón en el valle cálido del alto Magdalena. Se utilizó una metodología agregativa, iniciando por el análisis incremental de los costos de producción / ha/ semestre a los patrones de costos obtenidos en un consenso con productores de la región. Los patrones de costos se obtuvieron para tres regiones (Norte, Centro y Sur), para las tecnologías de producción más utilizadas, diferenciado entre cultivos de riego y seco.

Dado que los efectos de la erosión son acumulativos, se realizó un análisis de largo plazo de los efectos de la erosión y su control gracias a la labranza reducida. Estos análisis se hicieron para labranza reducida en las regiones Norte, Centro y Sur y para suelos compactados en la región Norte. Esto fue posible porque se estimaron funciones de erosión – productividad y compactación - productividad para la zona en un trabajo de recopilación de datos de suelos y productividad

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 60 de 179

realizado en 38 fincas de productores por CORPOICA - Nataima. Estos datos fueron integrados para un análisis de riesgo, en el cual se simuló variabilidad de productividad y variabilidad en precios del algodón.

Finalmente, los datos se integraron en el análisis global (sumatoria de ganancias de los productores y análisis de excedentes. Se obtuvo la tasa interna de retorno, que muestra una rentabilidad aceptable para la inversión realizada por CORPOICA en esta actividad y en esta región.

5.2.5 Metodología conceptual de evaluación de impacto


Desde el punto de vista metodológico existen muchas maneras y metodologías para abordar la evaluación de impacto económico de la adopción de tecnologías de manejo del suelo agropecuario. La metodología a escoger depende entre otros, del estado de la tecnología (si está siendo utilizada o no), la disponibilidad de recursos para recabar los datos y las preguntas que se desean responder por medio del análisis. El tiempo de análisis es en este caso la más fue un serio limitante en la escogencia de metodología.

Evaluación ex post. Dado que las tecnologías ya fueron difundidas dentro del Plan Nacional de Algodón, se realizó una evaluación ex post de las tecnologías

Efectos de largo plazo

- **Revisión literatura**

Un punto importante a tener en cuenta en las evaluaciones económicas es el carácter acumulativo de los problemas del suelo, problemas que a su vez se manifiestan en disminuciones de producción y/o aumento en los costos de producción no sólo en el momento de la evaluación sino en el futuro. Son procesos que deterioran no sólo la capacidad productiva de los suelos en procesos que se realimentan de manera negativa, sino que también disminuyen su capacidad de resiliencia. Es que problemas como la erosión no sólo disminuyen la profundidad efectiva del suelo, sino que además disminuyen la capacidad de retención de agua, haciéndolos más susceptibles a las sequías y como se lava preferencialmente material fino, generalmente pierden materia orgánica. La pérdida de nutrientes del suelo se va acumulando en algunos sistemas de manejo, afectando su capacidad productiva y su capacidad de resiliencia. Por su parte, la


 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 61 de 179

compactación del suelo causada por exceso de maquinaria disminuye el área efectiva para que la raíz busque agua y nutrientes, reduciendo la capacidad productiva del suelo (Lal, 2001). Esta característica hace que sea importante considerar un largo intervalo para la evaluación, capaz de captar el efecto del suelo en la productividad.

Existen dos modelos de simulación para captar el efecto de la conservación de suelos en la capacidad productiva del suelo. El más utilizado en la actualidad es DSSAT, que simula la producción de cultivos con subsistemas de producción, manejo de nutrientes, riesgo climático y sostenibilidad ambiental. Anteriormente, tuvo una amplia difusión el EPIC (Environmental Productivity Impact Calculator) (Baquero et al 1998). En el EPIC, además de los algoritmos de simulación de crecimiento de las plantas, había un simulador de clima que permitía simular erosión, estrés hídrico, estrés por limitaciones de oxígeno en el área de las raíces y estrés por déficit de nitrógeno. Estos estrés son las consecuencias principales de la erosión sobre la capacidad productiva del suelo. El estudio de Louhichi et al (2010) para Tunesia, utiliza el EPIC para simular los efectos productivos de la erosión. Aunque el EPIC fue utilizado para simular el manejo de suelos en el Distrito del Triángulo del Tolima en 2002 por los autores (no publicado) no se considera pertinente volver a este software o a DSSAT tanto por el amplio requerimiento de datos para su correcto uso, como por el tiempo requerido para capacitar personal en el correcto manejo de estos paquetes.

Aparte de estos complejos sistemas de simulación, Van Kooten et al 1989) y Christensen y McElyea, 1998, Khakbazan, 2009 concentraron sus esfuerzos en medir los efectos de la erosión a partir de una ecuación productividad profundidad. A partir de ahí, otros autores (Baquero et al 1998, Baquero 1993) han seguido este camino, estimando una función de producción del suelo.

Estudios económicos más recientes han estimado funciones de producción de cultivos en las cuales la variable dependiente es la productividad y como variables independientes tienen las prácticas de manejo (Bravo, 2005; Kassie, 2008). Los resultados de estos estudios son mixtos pues los efectos de la labranza mínima o cero son de largo plazo. En contraposición los autores y estudiosos del suelo no han abandonado el estudio de los efectos productivos de la erosión utilizando como proxy la profundidad del suelo (**Nagavallema, 2005, Al Kaisi, 2008**).

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 62 de 179

- **Materiales y métodos de la estimación de funciones de producción del suelo.**

Bajo la dirección del Centro de Investigaciones Nataima de Corpoica (Rivera , 2011) se realizó un estudio en 38 lotes de la zona a los cuales se les tomaron los siguientes datos:

Generales y productivas: Área (ha), existencia de riego, producción (t/ha), plantas por m², motas por m², región (norte, centro y sur)


Física de suelos: Compactación, Profundidad Efectiva (cm); Textura, pH y Conductividad eléctrica

Química de suelos: Materia orgánica (M.O). , fósforo (P), Azufre (S), Aluminio intercambiable (Al + H), Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Sodio (Na), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Boro (B).

5.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La metodología aplicada para la presente evaluación de impacto ambiental corresponde a la propuesta por la Oficina de Planeación de CORPOICA, la cual se basa en el esquema AMBITEC-AGRO elaborado por EMBRAPA. Dicho esquema parte de la obtención de un conjunto de matrices diseñadas especialmente para que por parte de un grupo de expertos se lleve a cabo la evaluación de impacto ambiental de la tecnología adoptada. Este grupo está conformado por: evaluadores externos que conocen la tecnología y la región adonde se ha aplicado, investigadores que se encuentren involucrados dentro del proceso de adaptación de la tecnología e investigadores que no estén involucrados dentro del proceso de adaptación de la tecnología, pero que cuenten con amplios conocimientos de investigación (Najar, 2004; Ramírez, Baquero, Nájjar, Cardozo & Ramírez, J., 2004; Baquero & Ramírez, 2005; Stachetti, Campanhola & Choji, 2002).

Los datos para el análisis fueron tomados de del taller realizado en el Valle Cálido del Alto Magdalena, se hizo uso del método de consenso, utilizando los

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 63 de 179

conocimientos y experiencia de los asistentes. Se propusieron unos patrones y conjuntamente con los asistentes se procedió a validarlos, ajustarlos e ingresar la información correcta sobre actividades, cantidades, unidades de medida. El resultado fueron los patrones de costos.


Cada una de las matrices utilizadas en la evaluación de impacto ambiental hace parte de uno de los cuatro componentes del medio ambiente sobre los cuales tiene efecto la innovación tecnológica adoptada (ver anexo B). Estos cuatro componentes son los siguientes:

a. *Cambio en el uso de los recursos naturales:* Se evalúa el impacto en el uso de recursos naturales resultado de la adopción de la tecnología, para ello se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Tasa de uso de agua y suelo: Se evalúa el cambio en el uso de agua tanto de irrigación como de procesamiento y el cambio en el uso de suelo por efecto de la tecnología adoptada.
- Atmósfera: Se evalúa el efecto que sobre la atmósfera genera la tecnología vía alteración de partículas de humo o quemas, partículas de labranza, generación de olores (ocasionados por uso de Diesel y herbicidas), efecto de ruido y emisión de gases de efecto invernadero mediante la generación de metano o el secuestro de CO₂.
- Fuentes de energía: se evalúa el efecto producido por la tecnología adoptada vía uso de combustibles fósiles tales como petróleo, gasolina, Diesel y carbón mineral; el cambio en la biomasa por el uso de alcohol, leña, bagazo de caña y restos vegetales y el cambio producido en el uso de electricidad.

b. *Cambios en calidad y cantidad de recursos naturales:* Se evalúa el impacto en la calidad y cantidad de recursos naturales resultado de la adopción de la tecnología, este componente involucra los siguientes aspectos:

- Capacidad productiva del suelo: Se evalúa el efecto de la tecnología en relación a la variación de la erosión, pérdida de materia orgánica,

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 64 de 179

pérdida de nutrientes, contaminación, compactación y salinización del suelo.

- Agua: Se evalúa el efecto de la tecnología adoptada sobre la demanda bioquímica de oxígeno, turbidez, espuma, combustibles o materiales flotantes, sedimento o contaminación por plaguicidas.
- Biodiversidad: Se evalúa el efecto sobre la pérdida de vegetación nativa, pérdida de corredores biológicos, pérdida de especies/variedades, competencia/ agresividad y/o alelopatía y la resistencia a herbicidas.

c. Cambio en el uso de insumos: Se evalúa el cambio en el uso de la frecuencia de aplicación, cantidad aplicada, toxicidad y residualidad resultante a través de las modificaciones en el uso de funguicidas, insecticidas y herbicidas ; así como el cambio en el uso de fertilizantes con respecto a la cantidad de NPK hidrosoluble , enmiendas, micronutrientes, toxicidad y residualidad.

d. Recuperación ambiental: Se evalúa la capacidad de efectividad de la tecnología adoptada en el proceso de recuperación de los suelos degradados, ecosistemas degradados, áreas de conservación permanente y zonas de reserva legal.

Con fin de cuantificar los efectos de los aspectos evaluados dentro de cada componente descrito anteriormente, se tuvo en cuenta cinco indicadores, cada uno de estos involucra una escala de calificación como se describe a continuación en el Tabla 5.1.



 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 65 de 179

Tabla 5.2 Indicadores de evaluación de impacto ambiental y su escala de medición

INDICADOR	ESCALA
Dirección del Impacto	Aumenta 1
	Igual 0
	Disminuye -1
Magnitud	Baja 1
	Media 2
	Alta 3
Extensión (Área de Influencia)	Lote 1
	Finca 2
	Región 3
Persistencia (permanencia del Impacto)	Fugaz 1
	Temporal 2
	Permanente 3
Reversibilidad	Corto Plazo 1
	Mediano Plazo 2
	Largo plazo 3
	Irreversible 4
	Irrecuperable 5

Fuente: (Stachetti, Campanhola & Choji, 2002)

Puesto que cada aspecto descrito en cada componente se despliega en una matriz (ver anexo A). Para obtener un indicador del efecto total de la tecnología sobre el medio ambiente se procede a efectuar una multiplicación de los

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 66 de 179

resultados de la calificación obtenida para cada aspecto a nivel columna dentro cada matriz. De acuerdo con la definición del aspecto a evaluar el efecto resultante será positivo, negativo o cero. Por último, la sumatoria de las multiplicaciones obtenidas a nivel de columna o de la calificación final obtenida para cada fila(que indica una característica del aspecto evaluado) da como resultado el impacto final o indicador de sostenibilidad.


$$\text{Indicador sostenibilidad} = \sum \prod_{\text{características}} \text{indicadores}$$

5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.4.1. ANALISIS DEL IMPACTO ECONOMICO

- **Análisis comparativo de patrones de costos**

Con el fin de analizar la eficiencia económica de las diferentes tecnologías de manejo de suelos se hizo un análisis comparativo tomando como base los patrones de costos obtenidos en el trabajo de campo en las localidades de Espinal, Alvarado, Ambalema e Ibagué. La información obtenida se dividió en tres zonas: Norte, Centro y Sur. Los datos se presentan a continuación.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 67 de 179

ZONA CENTRO

En la siguiente tabla se presenta la información del análisis comparativo de los diferentes costos de producción para las tecnologías labranza cero y labranza vertical en la zona centro del Valle Cálido del Alto Magdalena.

Tabla 5.3 Análisis comparativo de costos entre tecnologías – Zona Centro

Tecnología	Labranza Convencional	% Del Costo Respecto Al Total	Labranza Vertical	% Del Costo Respecto Al Total
COSTOS DIRECTOS	\$ 5.062.750,00	78%	\$ 5.335.950,00	79%
Labores	\$ 1.466.000,00	23%	\$ 1.682.000,00	25%
Preparación suelo	\$ 340.000,00	5%	\$ 430.000,00	6%
Mantenimiento del cultivo	\$ 1.126.000,00	17%	\$ 1.252.000,00	18%
Insumos	\$ 3.596.750,00	55%	\$ 3.653.950,00	54%
Semillas	\$ 528.000,00	8%	\$ 528.000,00	8%
Riego (Valor Agua)	\$ 38.600,00	1%	\$ 38.600,00	1%
Fertilizantes	\$ 1.015.000,00	16%	\$ 1.015.000,00	15%
Insecticidas	\$ 377.400,00	6%	\$ 322.400,00	5%
Herbicidas	\$ 299.100,00	5%	\$ 299.100,00	4%
Fungicidas	\$ 93.850,00	1%	\$ 93.850,00	1%
Otros Gastos	\$ 1.244.800,00	19%	\$ 1.357.000,00	20%
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.418.392,50	22%	\$ 1.437.516,50	21%
TOTAL COSTOS	\$ 6.481.142,50	100%	\$ 6.773.466,50	100%

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

De acuerdo con la tabla anterior se observa que los costos directos en ambos casos son superiores al 75%, debido a que los insumos alcanzan más del 50% del costo total. Se puede pensar que los costos directos en su totalidad, son los mismos costos variables. Adicionalmente se percibe que los costos en la labranza vertical son superiores, tanto en el rubro de labores, como en insumos; lo primero es debido a que se realiza un pase con Cincel. El incremento de los Costos totales al realizar labranza vertical es de \$292.324,00.

A continuación se analizan los ingresos, se realizó el análisis con los mismos precios para las dos tecnologías, los resultados se presentan en la siguiente tabla.


	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 68 de 179

Tabla 5.4 Análisis comparativo de Ingresos – Zona Centro

Tecnología	Labranza Convencional	Labranza Vertical
INGRESOS TOTALES	\$ 5.740.875,00	\$ 7.016.625,00
Algodón fibra	\$ 5.214.375,00	\$ 6.373.125,00
Semilla de algodón	\$ 526.500,00	\$ 643.500,00

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011


En lo que respecta al tema de ingresos, se puede observar una marcada diferencia, debido a que los ingresos para labranza vertical están por encima con una diferencia de \$ 1.275.750,00 sobre la labranza convencional, lo que se atribuye no solo a la venta de fibra de algodón sino también a la de semillas, este incremento es debido a un aumento de la productividad, y no de precio como se aclaró anteriormente.

Tabla 5.5 Indicadores de rentabilidad – Zona Centro

Tecnología	Labranza Convencional	Labranza Vertical
Ingreso Neto	\$ (740.267,50)	\$ 243.158,50
Rentabilidad	-11%	4%
B/C	0,89	1,04

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Al analizar la rentabilidad se observa que se obtienen pérdidas al implementar labranza convencional, esto es debido a la baja productividad, En contraposición la labranza vertical tiene rentabilidades superiores al 4%.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 69 de 179

ZONA SUR


En la siguiente tabla se presenta la información del análisis comparativo de los diferentes costos de producción para las tecnologías labranza cero y labranza vertical en la zona sur del Valle Cálido del Alto Magdalena

Tabla 5.6 Análisis comparativo de costos entre tecnologías – Zona Sur

Tecnología	Labranza Convencional	% Del Costo Respecto Al Total	Labranza Vertical	% Del Costo Respecto Al Total
COSTOS DIRECTOS	\$ 3.878.650,00	78%	\$ 4.995.250,00	81%
Labores	\$ 1.454.000,00	29%	\$ 1.992.000,00	32%
Preparación suelo	\$ 340.000,00	7%	\$ 430.000,00	7%
Mantenimiento del cultivo	\$ 1.114.000,00	22%	\$ 1.562.000,00	25%
Insumos	\$ 2.424.650,00	49%	\$ 3.003.250,00	49%
Semillas	\$ 264.000,00	5%	\$ 264.000,00	4%
Riego (Valor Agua)	\$ 38.600,00	1%	\$ 38.600,00	1%
Fertilizantes	\$ 598.000,00	12%	\$ 598.000,00	10%
Insecticidas	\$ 263.000,00	5%	\$ 318.000,00	5%
Herbicidas	\$ 102.000,00	2%	\$ 102.000,00	2%
Fungicidas	\$ 93.850,00	2%	\$ 93.850,00	2%
Otros Gastos	\$ 1.065.200,00	21%	\$ 1.588.800,00	26%
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.081.505,50	22%	\$ 1.159.667,50	19%
TOTAL COSTOS	\$ 4.960.155,50	100%	\$ 6.154.917,50	100%

Fuente: Elaboración propia con base en los consensos CORPOICA –MADR 2011

Se observa en el cuadro anterior que al igual que en la Zona Sur, los costos son superiores en labranza vertical, siendo \$ 1.194.762,00 más caros. Esta diferencia se da debido al mantenimiento del cultivo, y al incremento de los insumos. Los costos directos en las dos tecnologías son superiores al 75%, esta característica es similar que en la Zona Centro, pero los insumos no superan el 50% como se observó en la Zona anterior.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 70 de 179

En lo que concierne al tema de los ingresos, observamos un patrón con relación al anterior Zona. Los datos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.7 Análisis comparativo de Ingresos – Zona Sur

Tecnología	Labranza Convencional	Labranza Vertical
INGRESOS TOTALES	\$ 4.890.375,00	\$ 7.867.125,00
Algodón fibra	\$ 4.441.875,00	\$ 7.145.625,00
Semilla de algodón	\$ 448.500,00	\$ 721.500,00

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011


Se realizó el cálculo de los ingresos, multiplicando las cantidades con los precios, siendo el mismo valor para los precios. El resultado fue de mayores ingresos por productividad en la labranza vertical, tanto en fibra de algodón como en semilla. Al igual que en la Zona Centro se observa que los ingresos son más altos con labranza vertical.

Tabla 5.8 Indicadores de rentabilidad – Zona Sur

Tecnología	Labranza Convencional	Labranza Vertical
Ingreso Neto	\$ (69.780,50)	\$ 990.707,50
Rentabilidad	-1%	16%
B/C	0,99	1,16

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Se observa que la rentabilidad de la labranza vertical es superior, a pesar de los mayores costos. Sin embargo la rentabilidad es mucho mayor que en la Zona que se analizó anteriormente. Se puede llegar a pensar que la Zona Sur, resulta ser más productiva.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 71 de 179

5.3.1.3 ZONA NORTE


Finalmente, analizamos la Zona Norte, los datos se presentan a continuación por medio de tablas. El análisis se ha dividido en dos partes, las tecnologías con implementación de sistema de riego y sin este.

Tabla 5.9 Análisis comparativo de costos entre tecnologías con riego – Zona Norte

Tecnología	Labranza Mínima Con Semilla Transgénica	% Del Costo Respecto Al Total	Labranza Vertical Semilla Transgénica	% Del Costo Respecto Al Total	Labranza Convencional Con Semilla Transgénica	% Del Costo Respecto Al Total
COSTOS DIRECTOS	\$ 4.638.490,68	78%	\$ 5.038.490,68	79%	\$ 5.096.490,68	79%
Labores	\$ 1.259.000,00	21%	\$ 1.609.000,00	25%	\$ 1.667.000,00	26%
Preparación suelo	\$ 70.000,00	1%	\$ 420.000,00	7%	\$ 460.000,00	7%
Mantenimiento del cultivo	\$ 1.189.000,00	20%	\$ 1.189.000,00	19%	\$ 1.207.000,00	19%
Insumos	\$ 3.379.490,68	57%	\$ 3.429.490,68	54%	\$ 3.429.490,68	53%
Semillas	\$ 480.000,00	8%	\$ 480.000,00	8%	\$ 480.000,00	7%
Riego (Valor Agua)	\$ 54.770,68	1%	\$ 54.770,68	1%	\$ 54.770,68	1%
Fertilizantes	\$ 1.096.000,00	18%	\$ 1.096.000,00	17%	\$ 1.096.000,00	17%
Insecticidas	\$ 186.100,00	3%	\$ 186.100,00	3%	\$ 186.100,00	3%
Herbicidas	\$ 303.000,00	5%	\$ 303.000,00	5%	\$ 303.000,00	5%
Fungicidas	\$ 44.250,00	1%	\$ 44.250,00	1%	\$ 44.250,00	1%
Otros Gastos	\$ 1.215.370,00	21%	\$ 1.265.370,00	20%	\$ 1.265.370,00	20%
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.288.694,35	22%	\$ 1.316.694,35	21%	\$ 1.320.754,35	21%
TOTAL COSTOS	\$ 5.927.185,03	100%	\$ 6.355.185,03	100%	\$ 6.417.245,03	100%

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Se puede apreciar, que en la Zona Norte los costos más elevados son los de la labranza convencional, y que los de la labranza mínima resultan ser los más bajos. Ya que los costos por concepto de labores, más específicamente los de preparación del suelo disminuyen en gran cuantía. Los costos de la labranza vertical también son inferiores, aunque no difieren en gran proporción. Además se

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 72 de 179

observa que más del 75% de los costos son directos y que los insumos ascienden a más del 50%.

Tabla 5.10 Análisis comparativo de Ingresos con riego– Zona Norte

Tecnología	Labranza mínima	Labranza vertical	Labranza convencional
INGRESOS TOTALES	\$ 6.495.693,75	\$ 6.495.693,75	\$ 6.495.693,75
Algodón fibra	\$ 5.899.968,75	\$ 5.899.968,75	\$ 5.899.968,75
Semilla de algodón	\$ 595.725,00	\$ 595.725,00	\$ 595.725,00

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Desde el punto de vista de los ingresos, se había observado que en las Zonas anteriores presentaban diferentes productividades, pero en esta Zona se observa que no hay diferencia entre los diferentes manejos de suelo, por tal motivo todas tienen el mismo ingreso bruto.

Tabla 5.11 Indicadores de rentabilidad con riego – Zona Norte

Tecnología	Labranza Mínima	Labranza Vertical	Labranza Convencional
Ingreso Neto	\$ 568.508,72	\$ 140.508,72	\$ 78.448,72
Rentabilidad	10%	2%	1%
B/C	1,10	1,02	1,01

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Las rentabilidades reflejan claramente las diferencias que se observaron en los costos, siendo la labranza mínima, la más rentable, seguida por la labranza vertical. Cabe resaltar de la zona Norte que las tres tecnologías tienen rentabilidades positivas.

Ahora se presentan los análisis de las mismas tres tecnologías sin sistema de riego para la Zona Norte.


	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 73 de 179

Tabla 5.12 Análisis comparativo de costos entre tecnologías sin riego – Zona Norte

Tecnología	Labranza Mínima (Secano)	% Del Costo Respecto Al Total	Labranza Convencional (Secano)	% Del Costo Respecto Al Total	Labranza Vertical (Secano)	% Del Costo Respecto Al Total
COSTOS DIRECTOS	\$ 4.865.400,00	79%	\$ 5.045.400,00	79%	\$ 4.629.150,00	78%
Labores	\$ 1.699.500,00	28%	\$ 1.879.500,00	30%	\$ 1.462.000,00	25%
Preparación suelo	\$ 210.000,00	3%	\$ 390.000,00	6%	\$ 420.000,00	7%
Mantenimiento del cultivo	\$ 1.489.500,00	24%	\$ 1.489.500,00	23%	\$ 1.042.000,00	18%
Insumos	\$ 3.165.900,00	51%	\$ 3.165.900,00	50%	\$ 3.167.150,00	54%
Semillas	\$ 720.000,00	12%	\$ 720.000,00	11%	\$ 480.000,00	8%
Riego (Valor Agua)	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%
Fertilizantes	\$ 776.000,00	13%	\$ 776.000,00	12%	\$ 1.096.000,00	19%
Insecticidas	\$ 187.100,00	3%	\$ 187.100,00	3%	\$ 186.100,00	3%
Herbicidas	\$ 425.000,00	7%	\$ 425.000,00	7%	\$ 303.000,00	5%
Fungicidas	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ 44.250,00	1%
Otros Gastos	\$ 1.057.800,00	17%	\$ 1.057.800,00	17%	\$ 1.057.800,00	18%
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.304.578,00	21%	\$ 1.317.178,00	21%	\$ 1.288.040,50	22%
TOTAL COSTOS	\$ 6.169.978,00	100%	\$ 6.362.578,00	100%	\$ 5.917.190,50	100%

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

De acuerdo con la tabla anterior se observa que la labranza vertical ostenta los menores costos, a causa de que presenta menores costos por concepto de mantenimiento del cultivo. La labranza mínima, tiene bajos costos por la preparación del suelo. Adicionalmente la labranza vertical, muestra un costo superior por uso de fertilizantes y fungicidas, aunque incurre en un menor gasto por uso de semillas, el costo de los insumos es el más elevado para esta tecnología.

Desde el punto de vista de los ingresos tenemos la siguiente tabla.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 74 de 179

Tabla 5.13 Análisis comparativo de Ingresos sin riego– Zona Norte

Tecnología	Labranza Mínima (Secano)	Labranza Convencional (Secano)	Labranza Vertical (Secano)
INGRESOS TOTALES	\$ 5.315.625,00	\$ 5.315.625,00	\$ 5.315.625,00
Algodón fibra	\$ 4.828.125,00	\$ 4.828.125,00	\$ 4.828.125,00
Semilla de algodón	\$ 487.500,00	\$ 487.500,00	\$ 487.500,00

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011


Los ingresos no varían entre las tecnologías, pero la productividad es menor al no implementarse el sistema de riego, los ingresos brutos descienden en \$ 1.180.068,75 respecto a los ingresos presentados en la tabla 9.

Tabla 5.14 Indicadores de rentabilidad sin riego – Zona Norte

Tecnología	Labranza Mínima (Secano)	Labranza Convencional (Secano)	Labranza Vertical (Secano)
Ingreso Neto	\$ (854.353,00)	\$ (1.046.953,00)	\$ (601.565,50)
Rentabilidad	-14%	-16%	-10%
B/C	0,86	0,84	0,90

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Se logra percibir que sin riego en todos los casos hay pérdidas, la labranza vertical es la que muestra menores pérdidas, 10%, la labranza convencional es la que incurre en mayores pérdidas, resultando una pérdida de \$ 1.046.953,00.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 75 de 179

5.3.2. PRESUPUESTOS PARCIALES


Tabla 5.15 Presupuestos parciales de la diferentes tecnologías en las zonas productivas del Valle Cálido del Alto Magdalena.

Tecnología	$\Delta\%$ Costos Directos	$\Delta\%$ Costos Indirectos	$\Delta\%$ Costo Total	$\Delta\%$ Ingreso Bruto	$\Delta\%$ Ingreso Neto	Análisis Marginal
Zona Centro						
Labranza Vertical	5,4%	1,3%	4,5%	22,2%	132,8%	336,4%
Zona Sur						
Labranza Vertical	28,8%	7,2%	24,1%	46,1%	1519,7%	88,8%
Zona Norte Con Sistema De Riego						
Labranza Mínima	-9,0%	-2,4%	-7,6%	0,0%	624,7%	100,0%
Labranza Vertical	-1,1%	-0,3%	-1,0%	0,0%	79,1%	100,0%
Zona Norte Sin Sistema De Riego						
Labranza Mínima	-3,6%	-1,0%	-3,0%	0,0%	18,4%	100,0%
Labranza Vertical	-8,3%	-7,0%	-7,0%	0,0%	42,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia con base en consensos CORPOICA –MADR 2011

Como se puede apreciar en la tabla anterior, al pasar de la labranza convencional a las otras tecnologías, hay cambios en los costos y los ingresos. En la zona centro, al analizar los cambios a pasar de la labranza convencional a la labranza vertical, los costos se incrementan, tanto como los directos e indirectos, con un gran incremento en los ingresos debido a que hay una mayor productividad, por cada peso adicional que sea invertido al implementar esta tecnología, se genera un rendimiento adicional de \$3,36, resultando ser muy rentable a pesar de que se incrementan los costos.

La zona sur, presenta el mismo comportamiento, aunque los costos aumentan en una mayor proporción y el beneficio neto se incrementa de manera considerable. Al el análisis marginal, se percibe que cada inversión adicional que se efectúe, dará un ingreso adicional del 88,8%.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 76 de 179

En la zona norte, se realizó el análisis con sistema de riego encontrando que los ingresos brutos no varían y que hay una relación inversa entre el dinero invertido y los beneficios. Se observa además que los costos disminuyen, en mayor cuantía para labranza mínima. El dinero ahorrado, generara un beneficio adicional igual a la reducción del costo, resultando muy rentable la adopción de estas tecnologías.

Por último, al analizar las mismas tecnologías con sistema de secano se encontró que hay una relación inversa entre el dinero invertido y los beneficios. Se percibe además que cuando no hay sistema de riego, los costos bajan en mayor proporción con labranza vertical, y los ingresos netos se incrementan en una mayor cuantía, en ambos casos, por cada peso ahorrado, se genera un peso adicional de ganancia, resultando ser un buen incentivo para apoyar la adopción de estas tecnologías.

- **Análisis econométrico: Ecuación productividad profundidad**

Se inició con el estudio de la importancia de las variables compactación y profundidad del suelo en la productividad del cultivo, medida como producción de toneladas por hectárea. Las ecuaciones no resultaron significativas pues la productividad mostraba una alta dispersión. Para eliminar esta alta variabilidad se eliminaron los datos con rendimientos por hectárea menores de 12,7 t/ha (algodón semilla) y las mayores de 3,7 t/ha. Al realizar el estudio se encontró que la variable compactación no era significativa por lo que se hizo prueba de variable redundante y se eliminó.

El análisis productividad – profundidad tuvo como variables dependientes la profundidad, el área sembrada en algodón, la existencia de riego (variable binaria), la acidez del suelo (pH), el porcentaje de materia orgánica (M.O.), el contenido de fósforo (P), de potasio K, de calcio Ca, una variable binaria para señalar la zona Norte, una variable binaria para señalar la zona sur y una variable binaria que tomó el valor de 1 cuando la textura es arcillosa. La forma funcional escogida fue una log-log, tanto por la conveniencia de la forma funcional como por su significancia global


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 77 de 179

Tabla 5.16 Función productividad profundidad toda la zona

```
. regress lPRODUCTIVIDAD_ lPROFUNDIDAD_ lAREA lRIEGOM lPH lMO lP lK_ lCa lNORTED lSURD lARENOSOD
```


Source	SS	df	MS	Number of obs =	28
Model	.851409636	11	.077400876	F(11, 16) =	2.08
Residual	.596414059	16	.037275879	Prob > F =	0.0894
Total	1.4478237	27	.0536231	R-squared =	0.5881
				Adj R-squared =	0.3049
				Root MSE =	.19307

lPRODUCTIVI~_	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lPROFUNDIDAD_	.2140233	.1401627	1.53	0.146	-.0831083 .5111549
lAREA	.0815131	.0302951	2.69	0.016	.0172904 .1457358
lRIEGOM	.3379308	.1611527	2.10	0.052	-.0036975 .6795592
lPH	-.82255	.6781616	-1.21	0.243	-2.260188 .6150884
lMO	-.0527594	.0954026	-0.55	0.588	-.255004 .1494851
lP	-.0376139	.0568892	-0.66	0.518	-.1582135 .0829858
lK_	.0409975	.129239	0.32	0.755	-.232977 .3149719
lCa	.1901575	.1239697	1.53	0.145	-.0726467 .4529616
lNORTED	-.4667584	.206331	-2.26	0.038	-.9041606 -.0293561
lSURD	-.2367959	.2896256	-0.82	0.426	-.8507747 .3771829
lARENOSOD	-.0649182	.1779968	-0.36	0.720	-.4422545 .3124181
_cons	1.539388	1.2754	1.21	0.245	-1.164338 4.243115

Fuente: Elaborado por ECI con base en datos de Rivera 2011

La regresión es significativa en un nivel de 10% de confianza, lo cual es interesante, ya que la toma de datos trabajó con datos de agricultores, con la variabilidad que esto conlleva.

Las variables que afectan la productividad de una manera significativa son la profundidad con signo positivo, pues a mayor profundidad, mayor productividad. El área y el riego son significativas y positivas indicando que a mayor el área sembrada, mayor la productividad y que el riego tiene un efecto positivo sobre la

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 78 de 179

productividad. Lo mismo pasa con la variable binaria de zona norte, también concordante con lo esperado por tratarse de una región con mayor desarrollo tecnológico.

- **Ecuaciones productividad compactación**

Tratando de aplicar una metodología similar buscando la relación entre compactación y productividad, se corrieron regresiones para cada zona. En la región central no hubo resultados estadísticamente significativos sobre la relación entre productividad y compactación.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 79 de 179

Tabla 5.17 Función productividad compactación zona Sur


```
. regress lPRODUCTIVIDAD_ lCOMPACTACION_MEGAPASCALES_ lAREA lRIEGOM
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	6
Model	.235675894	3	.078558631	F(3, 2) =	5.72
Residual	.027485852	2	.013742926	Prob > F =	0.1525
				R-squared =	0.8956
				Adj R-squared =	0.7389
Total	.263161747	5	.052632349	Root MSE =	.11723

lPRODUCTIVIDAD_	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lCOMPACTACION_MEGAPASCALES_	-.6810381	.2170793	-3.14	0.088	-1.615055 .2529787
lAREA	.0296267	.0369366	0.80	0.507	-.1292988 .1885521
lRIEGOM	.538214	.1684131	3.20	0.086	-.1864092 1.262837
_cons	1.645649	.2932365	5.61	0.030	.3839546 2.907344

Fuente: Elaborado por ECI con base en datos de Rivera 2011

Los resultados del análisis del efecto de la compactación de suelos en la productividad del algodón para la región sur se muestran en la tabla 3. Se presentan los resultados para la forma funcional loglog. La ecuación sólo es significativa a un nivel de confianza del 20%. Nótese que se trata de sólo 6 observaciones. La variable profundidad tiene signo negativo (a mayor compactación menor productividad) y es significativa al 10%. La variable binaria riego es también significativa al 10%. La ecuación para la región Norte no se utilizó.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 80 de 179

- **Análisis de largo plazo**


El análisis de largo plazo para los sistemas de labranza mínima o reducida siguió la siguiente metodología descrita en Baquero et al (1998). En primer lugar se obtienen los datos de erosión. En este caso se utilizaron los datos obtenidos por Ramírez (2001) para el Triángulo del Tolima en rotación algodón – maíz. De estos datos se tomaron los respectivos para algodón algodón/maíz en pendientes de 3% y 7%, para las labranzas mínima y convencional. Estos resultados se utilizaron para las tres zonas.

Tabla 5.18 Pérdida de suelo (t/ha) estimada mediante el modelo USLE en cultivos establecidos en seco bajo dos tipos de labranza en diferentes grados de pendiente.

Rotación / Grado de pendiente	Labranza Convencional				Labranza Reducida			
	0.01	0.03	0.07	0.12	0.01	0.03	0.07	0.12
Arroz* - Arroz*	0.63	1.64			0.29	0.77		
Arroz* - Maíz	2.84	7.53			0.86	1.75		
Algodón – Maíz	4.57	12.16	42.3	43.39	2.49	6.61	22.9	23.42

Fuente: Ramírez 2001.

Con base en los datos de erosión se disminuye año a año la profundidad del suelo. Se partió de una profundidad inicial de 25 cm, la cual es arbitraria. Para los análisis se ajustó la profundidad para que ajustara a las productividades de los patrones de costos, 35 cm para la productividad de 3055 kg/ha y 21 cm para la productividad de 2.560 kg por ha. Sin embargo, dado que la metodología consiste en comparar la situación con proyecto con la situación sin proyecto, el efecto directo se cancela con la comparación, dejando sólo el cambio por efecto de la

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 81 de 179

erosión como base para calcular el beneficio incremental. Nótese que la labranza de conservación disminuye la erosión pero no la elimina.

Para el análisis de la compactación en el sur se substituyó directamente en la ecuación estimada los valores de compactación equivalentes a la productividad hallada en los consensos con productores. Se realizó una simulación con diferentes velocidades de compactación (cada año, cada 2 años, cada 3 años y cada 5 años). La consulta con los expertos sugirió que la alta compactación del suelo en la zona se deriva del manejo del agua para riego a través de inundación, dejando espacios de tiempo con el campo a menos de la saturación. En estas circunstancias de manejo de riego, la compactación aparece en extremos limitantes de cosecha a cosecha.

- **Análisis de riesgo. Programa @risk**

A los sistemas de producción individuales que tuvieron adopción de acuerdo con la encuesta realizada por el proyecto, se les analizó la medida de rentabilidad utilizando análisis de riesgo. Este se introdujo en dos variables: Productividad y precios. Para calcular la distribución de probabilidad de la productividad se utilizaron los datos de rendimiento de algodón semilla para la región centro desde 1951 hasta 2011. Los precios se trajeron a precios de octubre de 2011 con el índice de precios a productor. Los resultados se muestran en el gráfico 1. @risk estimó una función Loglogística con máximo + infinito, media de \$ 2.120.706 y un mínimo de \$ 1.448.682. La desviación estándar fue estimada en \$ 868.158. La desviación muestra el reciente incremento en los precios de algodón, en particular en 2011. En estas circunstancias, es posible tener precios superiores a \$4.500.000 algodón semilla o \$9.000.000 algodón fibra, pero con baja probabilidad.


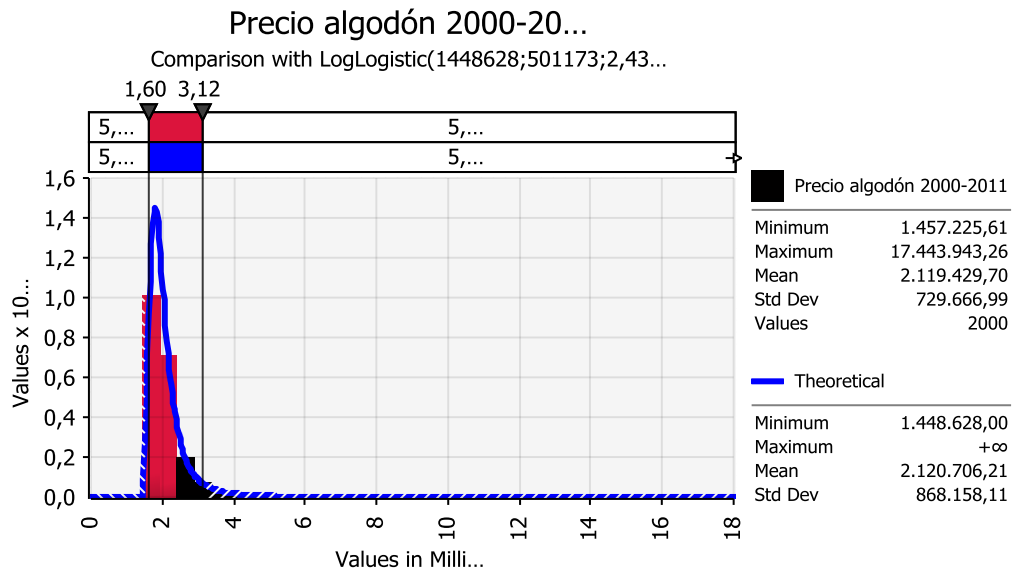
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 82 de 179


Gráfico 1. Distribución de probabilidad del precio de algodón

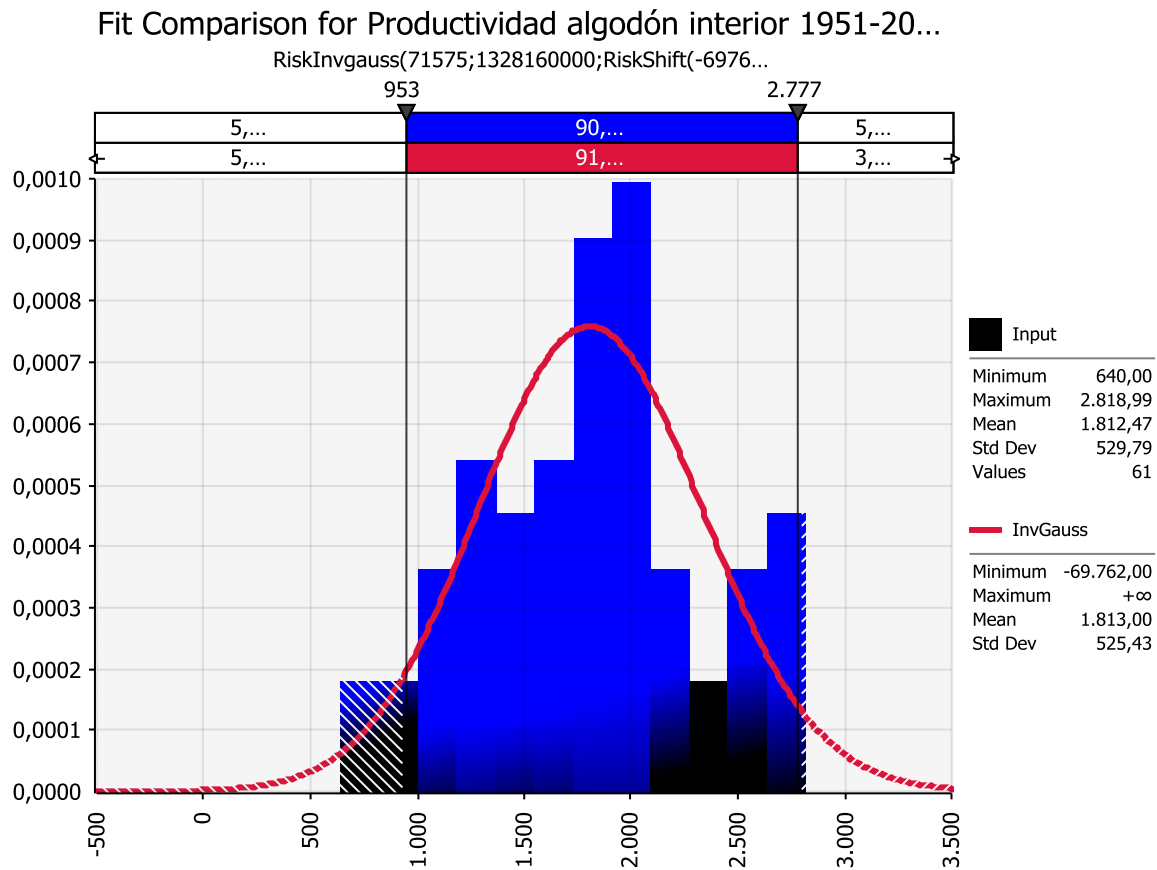


Fuente: Elaboración ECI. 2012.

Las estimaciones de la distribución de probabilidad de algodón en interior utilizaron la serie compilada por el proyecto, que se inicia en 1951 y termina en 2011. Las estimaciones de @risk se muestran en el gráfico 2.


Gráfica 2. Distribución de probabilidad de la productividad de algodón Interior 1951-2011 en kg/ha.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 83 de 179



Fuente: Elaboración ECI 2012.

El programa estimó una función invertida de Gauss con un mínimo de -69.762 un máximo de +infinito y media de 1813 kg/ha. Esta estimación no fue utilizada directamente en los análisis posteriores, dado que en las proyecciones la producción varía todos los años. En su defecto se usó una variable “fantasma” con forma normal, con media 1 y varianza de 0.2928.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 84 de 179

- **Evaluación económica global.**

Finalmente, se realizó una evaluación económica global de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico de labranza en algodón para el valle cálido del alto Magdalena.

La metodología se basó en la agregación de los beneficios a productor de cada uno de los sistemas evaluados en corto y largo plazo (labranza profunda zona Norte y Sur, labranza mínima en las zonas Norte, Centro y Sur.

Los datos de área con las tecnologías evaluadas se obtuvieron a través de la encuesta realizada por este mismo estudio, descrita anteriormente. Los porcentajes de adopción se separaron por zona, diferenciando entre seco y riego. Las áreas sembradas para el período analizado se obtuvieron de Conalgodón y se complementaron con los datos de la CCI con cobertura municipal- Los precios se supusieron constantes a octubre de 2011.


Los datos de las inversiones de investigación y desarrollo de Corpoica fueron calculados por la Oficina de Planeación de Corpoica.

Inicialmente se propuso realizar un análisis de excedentes pero se determinó que no añadía mucha información adicional, mientras que los costos de realizarlo eran superiores a la información a recibir. En efecto, se cree que la metodología de análisis de largo plazo y la introducción del riesgo en los análisis permite captar mejor el verdadero impacto de las tecnologías. Por su parte, se estimó que el área adoptante es menor al 4% del área sembrada nacional, lo que hace muy inseguro el análisis de excedentes.

Resultados

Análisis incremental de corto plazo por cultivos

Basados en los datos obtenidos a través del consenso con productores y asistentes técnicos realizado el 18 de diciembre en el C.I. Nataima, se realizó el análisis incremental comparando la situación con proyecto (tecnología de labranza

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 85 de 179


profunda o tecnología de labranza mínima o cero) con la situación sin proyecto (ver anexo 1). Los resultados para cada sistema evaluado se muestra en la tabla .

Tabla 5.19 Análisis incremental adopción labranza de conservación

Análisis incremental beneficio neto de adopción tecnología (\$/ha)			
Zona	Tipo de labranza	Riego	Secano
Zona Norte	Labranza profunda	42.000	-85.956
Zona Norte	Labranza mínima	512.820	209.790
Zona Centro	Labranza profunda	703.839	n.d
Zona Sur	Labranza profunda	1596.099	n.d

Fuente: Cálculos propios ECI 2012

En resumen, las tecnologías más rentables por hectárea fueron la labranza profunda o vertical en la zona Sur, con un beneficio neto de \$1.596.099 por hectárea, resultante de dos efectos, la reducción de costos de labranza y el incremento sustancial en la productividad del algodón al eliminar el problema de compactación. Igualmente importante fue el incremento de la rentabilidad por estas mismas causas en la región Centro, que alcanzó \$ 703.839 por hectárea. En la zona Norte se estimó mucho menor pues no se incluyó un efecto en producción, la rentabilidad de corto plazo en la zona irrigada es de sólo \$ 42.000 por hectárea semestre, mientras que la adopción en la zona de secano traería pérdidas al productor, por valor de \$85.956. Este resultado no es muy consistente con la adopción de los productores; con estas rentabilidades tan altas se hubiera esperado que la adopción hubiera sido muy alta, cosa que no fue así. Por el contrario, la zona con mayor adopción de labranza vertical por parte de los

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 86 de 179


productores es la zona Norte, con una rentabilidad varias veces menor que la calculada para las zonas Centro y Sur.

Los resultados de labranza cero son también interesantes. Para la situación con riego, la adopción de la tecnología trajo beneficio neto de \$512.820 por hectárea, mientras que la adopción de esta tecnología en la zona de secano rindió un beneficio de \$ 209.790/ ha/ cosecha. Los asistentes al consenso no calcularon patrones de costo para labranza cero y mínima para las zonas centro y sur, aduciendo que no conocían casos de adopción. Nuevamente, los datos de la encuesta realizada por este estudio encuentran el mayor porcentaje adopción de tecnologías para labranza mínima y reducida en las zonas Centro y Sur.

Resultados simulación de largo plazo labranza mínima zona norte, centro y sur

Tal como se explicó en la metodología, la productividad de los cultivos se obtuvo a partir de la relación estimada de productividad –profundidad. Los resultados se estiman a partir de una profundidad del suelo de 35 cm o 21 cm, la cual disminuye conforme la erosión con las tasas descritas en la metodología. Se supusieron dos casos, uno con pendientes de 3% y otro con pendientes de 7%. La tasa de descuento utilizada fue de 11,57%.

Para la labranza mínima con riego en la zona Norte, con pendiente de 3%, el VPN estimado fue de \$ 4.389.726 por hectárea, lo que equivale a un valor anualizado de \$ 527.658. Para el caso de secano con la misma pendiente, VPN fue de \$ 1.830.687 por hectárea, con un valor anualizado de 220.054 por hectárea. Las proyecciones se realizaron para 30 años. Al considerar una mayor pendiente aumenta la rentabilidad de las actividades de conservación (ver tablas 6 para el VPN y 7 para el valor anual equivalente)

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 87 de 179


Debe aclararse que gran parte de la mayor rentabilidad para el caso del riego en comparación con la situación secano es el resultado de ajustar la productividad a la fórmula obtenida, pues desde el punto de vista productivo no se han encontrado en la literatura diferencias en producción con labranza mínima o reducida.

Tabla 5.20 Rentabilidad de la adopción de largo plazo de la labranza de conservación Valor anual equivalente por hectárea a 30 años

Rentabilidad de la adopción de labranza de conservación- VPN por hectárea a 30 años						
Labranza	Zona	Riego/secano	Pendiente	Sin Proyecto	Con Proyecto	Incremental
Mínima	Norte	Riego	0,03	-875.054	3.453.386	4.328.440
Mínima	Norte	Riego	0,07	-1.246.868	3.259.844	4.506.712
Mínima	Norte	Secano	0,03	-8.744.491	-6.913.804	1.830.687
Mínima	Norte	Secano	0,07	-9.198.597	-7.150.232	2.048.365
Profunda	Norte	Riego		16.249.847	16.549.505	299.658
Mínima	Centro/sur	Riego	0,03	3.391.233	3.453.386	62.153
Mínima	Centro/sur	Riego	0,07	3.019.419	3.259.844	240.425
Mínima	Centro/sur	Secano	0,03	-6.999.192	-6.913.804	85.388
Mínima	Centro/sur	Secano	0,07	-7.453.298	-7.150.232	303.066
Profunda	Sur	Riego		-7.453.298	-7.150.232	303.066

Rentabilidad de la adopción de labranza de conservación- valor anualizado por hectárea a 30 años (\$/ha)						
Labranza	Zona	Riego/secano	Pendiente	Sin Proyecto	Con Proyecto	Incremental
Mínima	Norte	Riego	0,03	-105.184	415.107	520.291
Mínima	Norte	Riego	0,07	-149.877	391.843	541.720
Mínima	Norte	Secano	0,03	-1.051.113	-831.059	220.054
Mínima	Norte	Secano	0,07	-1.105.698	-859.479	246.219
Profunda	Norte	Riego		1.953.279	1.989.298	36.020
Mínima	Centro/sur	Riego	0,03	407.636	415.107	7.471
Mínima	Centro/sur	Riego	0,07	362.943	391.843	28.900
Mínima	Centro/sur	Secano	0,03	-841.323	-831.059	10.264
Mínima	Centro/sur	Secano	0,07	895.908	859.479	36.429
Profunda	Sur	Riego		-895.908	-859.479	36.429

Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 88 de 179

Se muestran además los resultados de labranza mínima para las zonas Centro y Sur. En estos casos, dado que no se contaba con un patrón de costos diferenciado para los situación con y sin proyecto, se tomó el patrón de costos para la zona Norte en la condición con proyecto (labranza cero), de tal manera que la única diferencia entre la situación con proyecto con la situación sin proyecto, es el resultado de la conservación de suelos.

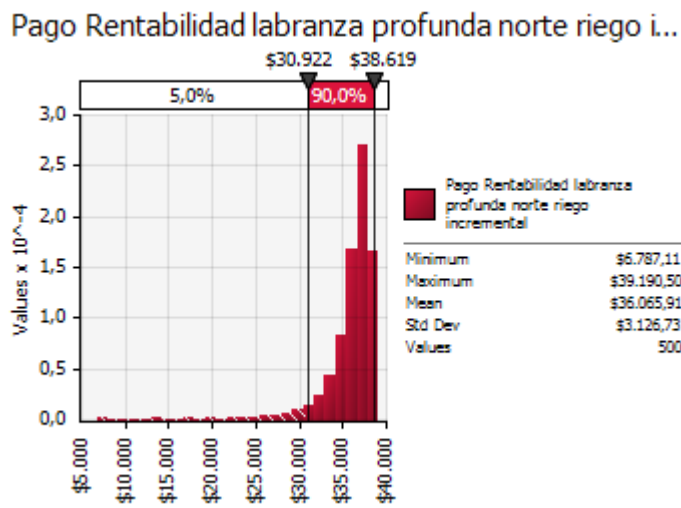
No deben ser preocupantes los datos de VPN o Valor Anual Equivalente negativo pues son el resultado de valorar todos los costos asignados, lo que aumenta los costos con respecto a los que se trabajan comúnmente en Colombia. La alarma que se prende es con respecto a la necesidad de implementar estas metodologías avaladas por la Asociación Americana de Economistas Agrícolas y la Secretaría de Agricultura de Estados Unidos en el país, para un mejor entendimiento de los productores del costo de oportunidad real de sus factores de producción.

Resultados de los análisis de riesgo


En el Anexo 2 se presentan los resultados de los análisis de riesgo de las tecnologías individuales. La media es igual a las estimadas directamente en la hoja de cálculo. A continuación se presentan los diagramas de dispersión de los resultados del valor anual equivalente. Como se puede apreciar todas resultaron ser poco riesgosas, en ningún caso se presentó pago mínimo menor de cero. Los resultados más completos se pueden revisar en el anexo anteriormente citado

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 89 de 179

Gráfica 3. Distribución de probabilidad de la rentabilidad (valor anual equivalente) de la labranza de profundidad en la zona norte

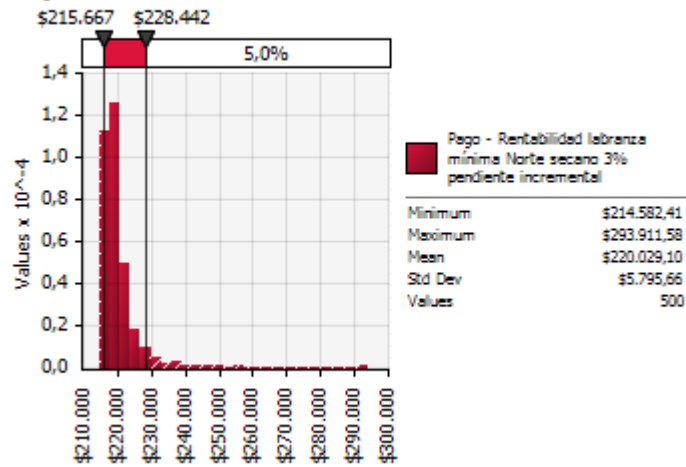


Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.


 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 90 de 179

Gráfica 4. Distribución de probabilidad de la rentabilidad (valor anual equivalente) de la labranza mínima en la zona norte pendiente del 3%

Pago - Rentabilidad labranza mínima Norte secano...

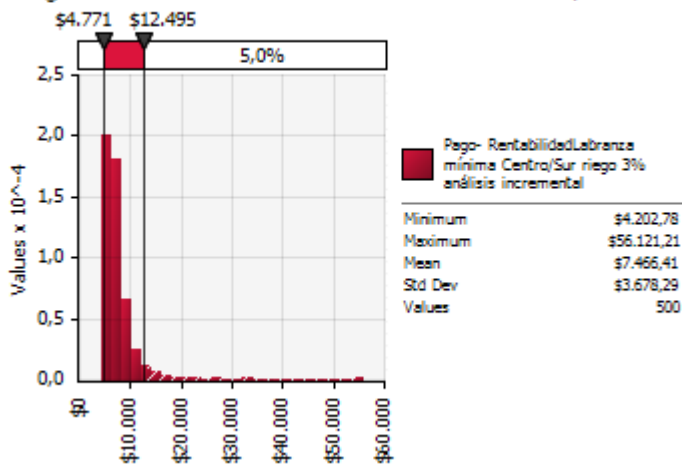


Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.


 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 91 de 179

Gráfica 5. Distribución de probabilidad de la rentabilidad (valor anual equivalente) de la labranza mínima en la zona Centro/Sur riego pendiente 3%

Pago- RentabilidadLabranza mínima Centro/Sur ri...

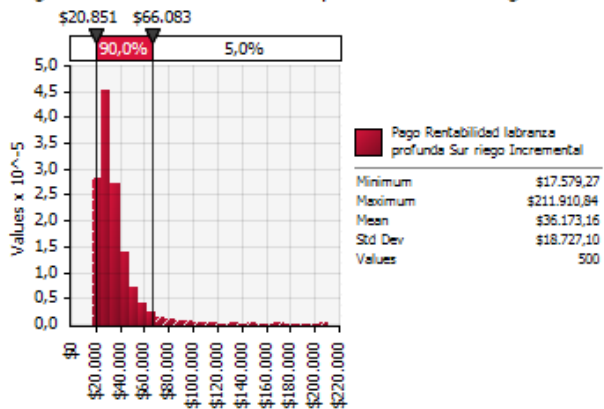


Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 92 de 179

Gráfica 6. Distribución de probabilidad de la rentabilidad (valor anual equivalente) de la labranza profunda Zona Sur riego

Pago Rentabilidad labranza profunda Sur riego Inc...




Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

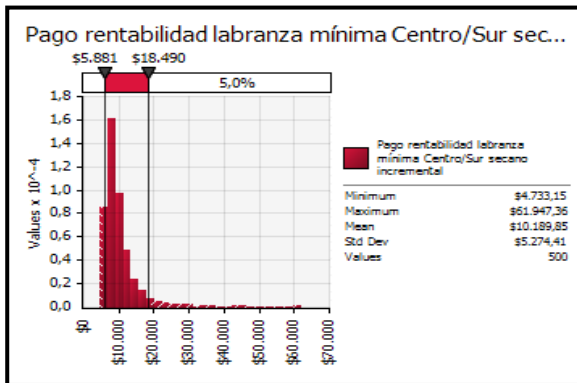
Resultados globales

El proyecto de investigación y transferencia de tecnología de labranza de conservación en el cultivo de algodón en el Valle cálido del Alto Magdalena muestra resultados positivos en su rentabilidad. Se estimaron dos escenarios: uno con pendiente del 3% (menor erosión) y otro con pendiente del 7%.

A continuación se presentan los resultados del análisis de riesgo del proyecto en las gráficas 8, 9, 10 y 11 y el análisis de riesgo de las tablas 8, 9, 10 y 11


 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 93 de 179

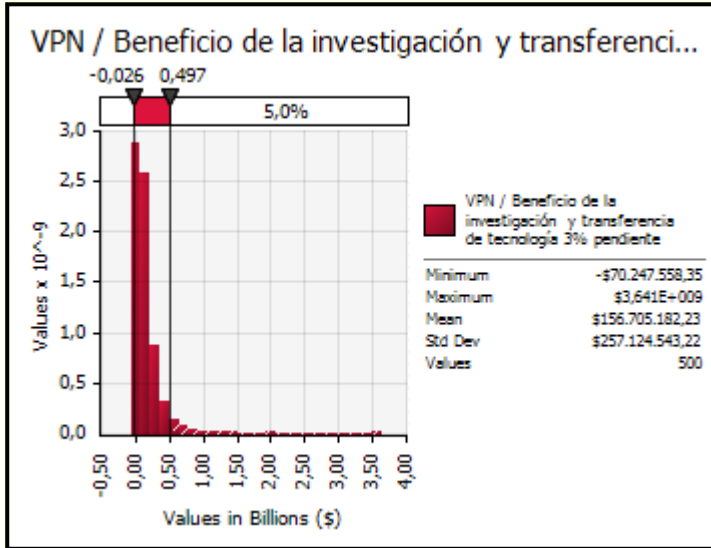
Gráfica 7. Distribución de probabilidad de la rentabilidad (valor anual equivalente) de la labranza mínima



Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

Gráfica 8. Distribución de probabilidad VPN del beneficio neto de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 94 de 179




Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

Tabla 5.21 Análisis de riesgo del VPN del beneficio neto de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena.

Resumen estadístico para VPN / Beneficio de la investigación y transferencia de tecnología 3% pendiente			
Estadísticas		Percentiles	
Mínimo	(\$ 70.247.558)	\$ 0,05	(\$ 26.113.438)
Máximo	\$ 3.641.413.287	\$ 0,10	(\$ 7.806.237)
Media	\$ 156.705.182	\$ 0,15	\$ 7.410.779
Desv estan	\$ 257.124.543	\$ 0,20	\$ 20.535.475
Moda	\$ 56.157.351	\$ 0,45	\$ 82.680.782

Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

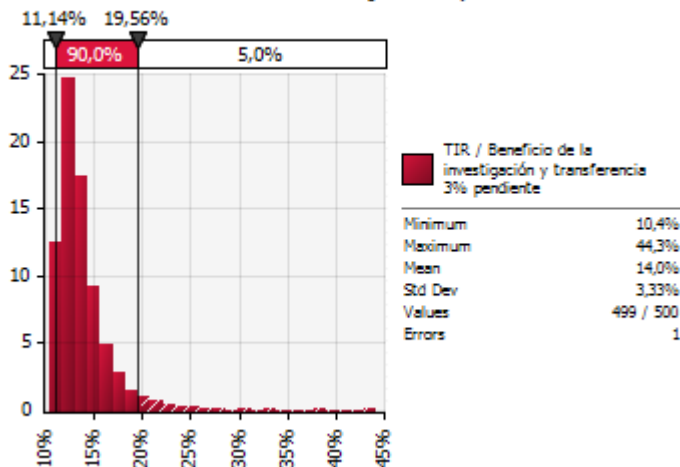
 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 95 de 179

El valor presente neto del proyecto a la tasa de 11,57% es positivo, en \$ 156.705.182. El valor mínimo de las simulaciones fue negativo en - \$70.247.558. El análisis de riesgo muestra que sólo hay un 10% de posibilidad de tener un resultado negativo con el proyecto. El VPN máximo es de \$3.641.413.287. La cola hacia arriba es muy amplia pero de baja probabilidad, lo que refleja las alzas recientes en el precio del algodón. La moda es de \$ 56.157.351, valor que cumple con el requisito de rentabilidad de VPN >0

En términos de la TIR, se estimó una rentabilidad del 14,0%, que cumple con el criterio de rentabilidad del DNP. El análisis de riesgo para la TIR es muy positivo pues la TIR mínima se estimó en 10% y el mapa de riesgo es no muestra valores menores de 11%.

Gráfica 9. Distribución de probabilidad de la TIR de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena. Caso pendiente del 3%

TIR / Beneficio de la investigación y transferencia...



Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.



 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 96 de 179

Tabla 5.22 Análisis de riesgo la TIR de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena. Caso pendiente del 3%

Resumen estadístico para TIR / Beneficio de la investigación y transferencia 3% pendiente			
Estadísticas		Percentiles	
Mínimo	10%	5%	11%
Máximo	44%	10%	11%
Media	14%	15%	12%
Desv estándar	3%	20%	12%
Moda	12%	45%	13%

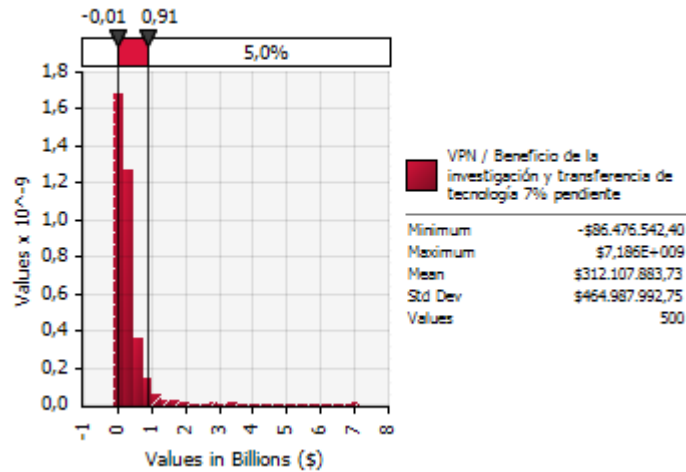
Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

El resultado global para el caso de pendientes del 7% (mayor efecto de la erosión), son superiores. La media del VPN es de \$ 312.107.883 y la media de la TIR es de 15%

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 97 de 179

Gráfica 10. Distribución de probabilidad VPN del beneficio neto de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena. Caso pendiente del 7%

VPN / Beneficio de la investigación y transferencia...



2012.



 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 98 de 179

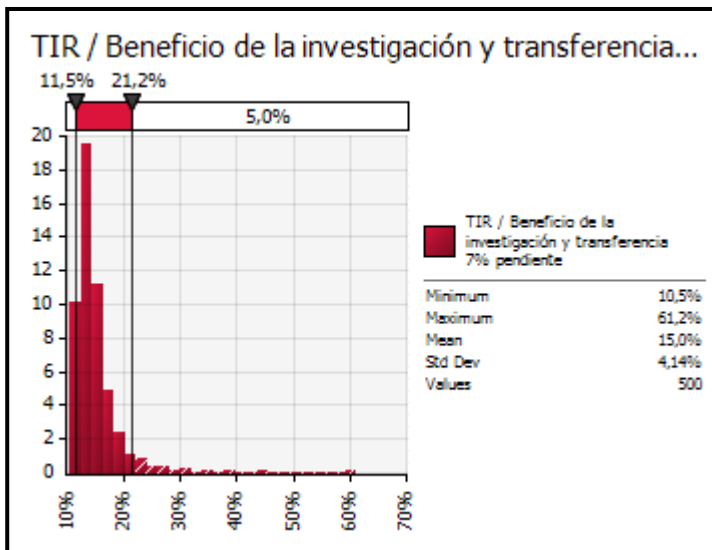
Tabla 5.23 Distribución de probabilidad VPN del beneficio neto de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena. Caso pendiente del 7%

Resumen estadísticas VPN / Beneficio de la investigación y transferencia de tecnología 7% pendiente			
Estadísticas		Percentiles	
Mínimo	(\$ 86.476.542,40)	5%	(\$ 5.099.862,59)
Máximo	\$ 7.186.182.719,83	10%	\$ 27.517.107,98
Media	\$ 312.107.883,73	15%	\$ 53.494.614,26
Desv estan	\$ 464.987.992,75	20%	\$ 76.019.040,19
Moda	\$ 133.519.538,61	45%	\$ 183.211.821,18

Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 99 de 179

Gráfica 11. Distribución de probabilidad de la TIR de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena. Caso pendiente del 7%



Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 100 de 179

Tabla 5.24 Análisis de riesgo de la TIR de la ITT de labranza de conservación en el valle cálido del alto Magdalena

Resumen estadístico para la TIR / Beneficio de la investigación y transferencia 7% pendiente			
Estadísticas	Percentiles		
Mínimo	11%	5%	12%
Máximo	61%	10%	12%
Media	15%	15%	12%
Desv estan	4%	20%	12%
Moda	13%	45%	14%


Fuente: Elaboración Escuela Colombiana de Ingeniería 2012.

De la información anterior se concluye que el proyecto es rentable.

5.3.3 Evaluación del Impacto con la metodología de Excedentes Económicos

El Contenido de este estudio lo realizó el Centro Internacional de Agricultura Tropical con investigadores del programa Decisión and Policy Program DAPA. El objetivo fue evaluar el impacto económico que ha tenido la introducción de las tecnologías de labranza mínima, labranza vertical y labranza cero en el cultivo de algodón en el valle cálido del alto Magdalena, así como la rentabilidad social de las mismas.


Para este efecto se aplicó el enfoque de excedentes económicos, mediante el uso del *Modelo de Análisis de Excedentes Económicos* (MODEXC) desarrollado por el CIAT (Rivas *et al.*, 1998) y el *Dinamic Research Evaluation for Management* (DREAM) desarrollado por IFPRI (Wood and Baixt, 1998).

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 101 de 179

Teniendo en cuenta que se trató de una evaluación *ex –post*, es importante considerar algunos supuestos sobre los parámetros del modelo:

- 1) Las curvas de oferta y demanda son no lineales y de elasticidad constante (CES).
- 2) El supuesto de economía abierta y pequeña para el mercado de algodón en Colombia se considera pertinente ya que la cadena de algodón ha estado vinculada al comercio internacional.
- 3) El desplazamiento de la curva de oferta es horizontal como respuesta al cambio tecnológico, esto implica un aumento explícito de la producción y una reducción implícita de los costos.
- 4) No existen distorsiones de política (Ej. subsidios, cuotas de producción, aranceles, etc.)
- 5) Los desplazamientos de la curva de oferta sólo se producen por cambios tecnológicos, en este caso una tecnología de manejo de suelos.
- 6) El cambio en el excedente total es una medida del cambio en el bienestar social.

Por otra parte hay que tener en cuenta la diferencia entre los dos modelos, por ejemplo, el sistema de ecuaciones bajo las cuales trabaja MODEXC, se basa en el desarrollo matemático planteado por Pachico *et al.* (1987). El cual emplea funciones de oferta no lineales y de elasticidad constante, lo que permite un intercepto del precio positivo por debajo del cual no hay producción. Este enfoque

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 102 de 179

permite dar un mayor realismo al modelo del que se obtendría si emplean curvas de oferta lineales, como lo hacen la mayoría de estudios de este tipo (Alston *et al.*, 1998). En el caso del DREAM usa este tipo de curvas lineales por lo que el tipo de desplazamiento de la curva de oferta es siempre es similar mientras con MODEXC se pueden especificar tres tipos de desplazamientos: Pivotal, divergente y convergente.

Estos modelos están basados en la teoría Marshalliana de excedentes económicos. El desplazamiento de la curvas de oferta (S_0) hacia la derecha (S_1) genera excedentes económicos tanto a productores por reducción de costos de producción o aumento de productividad como a los consumidores por poder consumir más o lo mismo a un menor precio. Este desplazamiento puede resultar como consecuencia de un cambio en la tecnología de producción, tal como ocurre en el caso de la introducción de una variedad mejorada o por la introducción de un nuevo sistema de labranza que reduce los costos de producción por unidad de producto, este es el caso en el que se enfoca la presente evaluación.

Para estimar los excedentes económicos generados por cada una de las tecnologías usando tanto el MODEXC como el DREAM, se utilizaron parámetros económicos que caracterizaban la situación del mercado de fibra de algodón a nivel nacional tanto antes de la introducción de las tecnologías como después de estas. En ese orden de ideas, se definió un horizonte de análisis de 21 años, partiendo del 1990 (año de liberación de las tecnologías) hasta el 2011. Los parámetros económicos incluidos en los modelos son los siguientes:


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 103 de 179

Tabla 5.24 Parámetros económicos utilizados en la valuación de los excedentes económicos en las tecnologías de manejo de suelos en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012.

Tecnologías evaluadas	Cambio en rendimiento	Kc	Kp	Tasa de crecimiento autónomo de la oferta	Tasa de crecimiento autónomo de la demanda	Precio internacional (Col\$/ton)	Tendencia precio internacional	Protección
Labranza mínima	0%	0.99	1.33	-2.50%	1.75%	1,549,158.1	1.39%	100.00%
Labranza vertical	28%	-0.05	2.10					
Labranza cero	0%	0	1.00					
Fuente	Corpoica	Corpoica	Corpoica	Agronet	Corpoica		Agrocadenas	Agrocadenas
Notas: desplazamiento divergente; no hay obsolescencia; se trabajó economía abierta								
En el caso del precio internacional se utiliza el mismo precio interno porque en 1990 Colombia era exportador y se manejaba el mismo precio								

Fuente: Estimación DAPA CIAT con base en información de campo y estadísticas de CONALGODON y MADR 2012.



 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 104 de 179

Tabla 5.25 Parámetros económicos utilizados en la valuación de los excedentes económicos en las tecnologías de manejo de suelos en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012.

Tecnologías evaluadas	Cambio en rendimiento	Kc	Kp	Tasa de crecimiento autónomo de la oferta	Tasa de crecimiento autónomo de la demanda	Precio internacional (Col\$/ton)	Tendencia precio internacional	Protección
Labranza mínima	0%	0.99	1.33	-2.50%	1.75%	1,549,158.1	1.39%	100.00%
Labranza vertical	28%	-0.05	2.10					
Labranza cero	0%	0	1.00					
Fuente	Corpoica	Corpoica	Corpoica	Agronet	Corpoica		Agrocadenas	Agrocadenas
Notas: desplazamiento divergente; no hay obsolescencia; se trabajó economía abierta								
En el caso del precio internacional se utiliza el mismo precio interno porque en 1990 Colombia era exportador y se manejaba el mismo precio								

Fuente: Estimación DAPA CIAT con base en información de campo y estadísticas de CONALGODON y MADR 2012.

Como resultado se obtuvo que las tecnologías evaluadas mostraron impactos negativos en todos los casos, ya que los excedentes negativos del consumidor son mayores que los excedentes positivos del productor, es decir, lo que gana el productor por reducción de costos es menor a la que pierde el consumidor al no beneficiarse de un precio de mercado menor dada la política del gobierno de sustentación del precio interno al productor. De igual forma por el lado del productor, no hay una compensación en cantidades, dado que las tasas de

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 105 de 179

adopción son bajas¹ y el impacto tecnológico muy pequeño (1% de disminución en los costos y en dos de las tres tecnologías el cambio en rendimiento es 0%). Como consecuencia de excedentes negativos todos los parámetros financieros reflejan este resultado tanto en MODEXC como en DREAM. Otro factor determinante para estos resultados es la tendencia decreciente en el periodo de análisis del área cultivada en algodón en el país dada la caída en el precio internacional, apesar del cierto grado de protección del precio al productor. Los productores de algodón y su nivel de oferta cada vez es menor y el impacto de estas tecnologías no ha sido lo suficientemente fuerte para incentivar su retorno a la producción de este cultivo.


Conclusiones y recomendaciones

El estudio realizado muestra que la inversión que se realizó en la investigación y transferencia de tecnología del plan del Algodón por parte de Corpoica fue rentable con VPN positivos a la tasa del 11,57% y TIR de 14% o 15%, según los supuestos de pendiente del área.

El estudio muestra una baja tasa de adopción de las tecnologías de producción y un cierto grado de desconocimiento de gremios y asistentes técnicos sobre el uso y conveniencia de estas tecnologías. Esto último afectó los patrones de costo utilizados para el presente estudio ya que los que estaban disponibles se especificaban sobre otras características de la producción. En el caso de poder continuar este trabajo, los costos de producción deben incluirse en la encuesta a productores.

El estudio muestra la rentabilidad de las tecnologías de labranza de conservación especialmente cuando se toman en consideración los efectos de largo plazo de estas tecnologías sobre la compactación del suelo y sobre la erosión, problemas que afectan de manera importante la capacidad productiva de los suelos.

¹ Las tasas de adopción originales fueron ponderadas para llevarlas a nivel nacional. Sin embargo se corrió las tasas de adopción regional y los resultados siguieron siendo negativos (mirar anexos)

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 106 de 179

Se considera importante estudiar más a fondo los sistemas de irrigación del área. Este estudio muestra cómo la compactación y la erosión afectan la capacidad productiva del suelo y esta reducción es causada en gran parte por el sistema de riego utilizado (riego por inundación). Este sistema:

- a. Requiere una importante labranza del suelo para manejar los suelos por inundación con costos de \$700.000/ha/cosecha
- b. Hace que no se capten los beneficios potenciales de las variedades OGM apiladas (stacked) porque no implementan labranza cero
- c. Genera costos de capacidad productiva del suelo
- d. Genera altos costos directos de riego
- e. Genera altos costos de oportunidad por escasez de agua.


Este estudio muestra los costos de no implementar labranza de conservación. Si a esto se le suman los costos de labranza excesiva, los costos de oportunidad del agua y los costos de irrigación es muy posible que los agricultores encuentren que es factible innovar en los sistemas de riego y por ende, en los sistemas de labranza de la rotación algodón arroz.

5.5 IMPACTO SOCIAL

Con el fin de evaluar como se han visto afectados los agricultores de la zona de estudio al implementar nuevas tecnologías de manejo de suelos, se realizó un análisis de aspectos clave relativos al tiempo que libera la tecnología, la salud, las fuentes de ingreso de los productores algodoneros, la sostenibilidad de los patrones de rotación, así como la influencia de las tecnologías en las actividades sociales de los productores.

- **Liberación de tiempo**

El tiempo libre que tienen los productores, lo dedican en su mayoría a la familia, factor de gran relevancia ya que la familia es considerada núcleo de la sociedad, lo

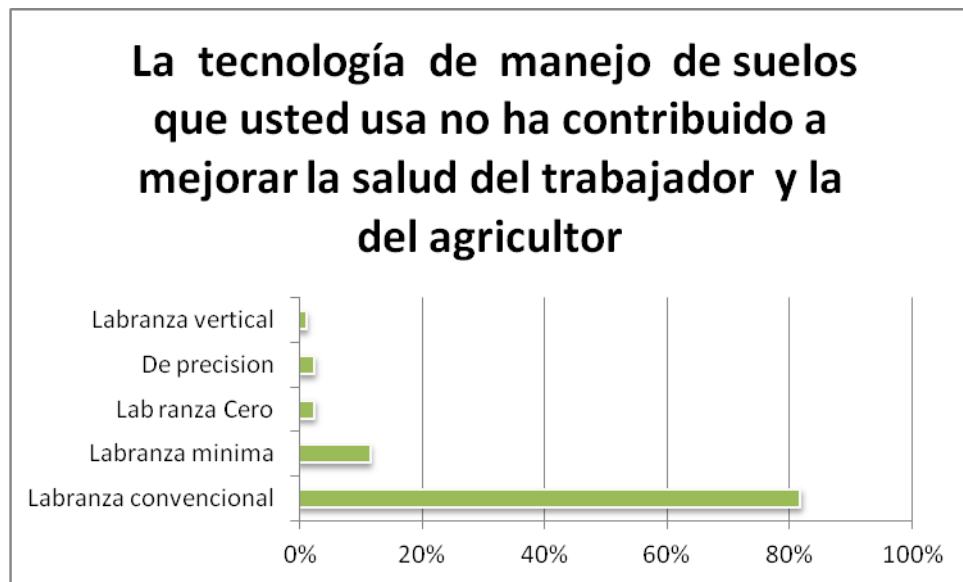
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 107 de 179

cual a futuro puede traer más beneficios sociales. Muy pocos de los agricultores dedican el tiempo a actividades como el jornaleo. Algunos de los agricultores dedican su tiempo a otras actividades, ya sea practicar deportes o incluso bailar. Por su parte los agricultores que optan por sembrar directamente (labranza cero) tienen más tiempo libre, el cual dedican a la familia, siendo una ventaja a futuro, no solo económico sino social, al dedicar más tiempo a la crianza de sus hijos.


- **Salud**

Al entrar al tema de salud, se observa que la adopción trae ventajas. La siguiente grafica muestra lo que revelaron los agricultores en lo que respecta a si les trae o no ventajas.

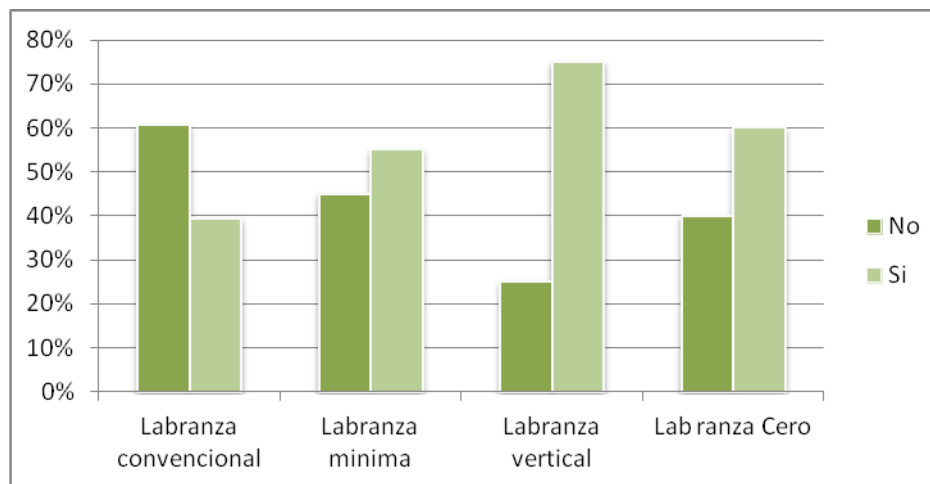
Grafica 5.51 Mejoría en la salud a causa de las tecnologías.



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 108 de 179


Grafica 5.5.2. Percepción sobre si ha habido contribuciones a la salud de los agricultores.



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

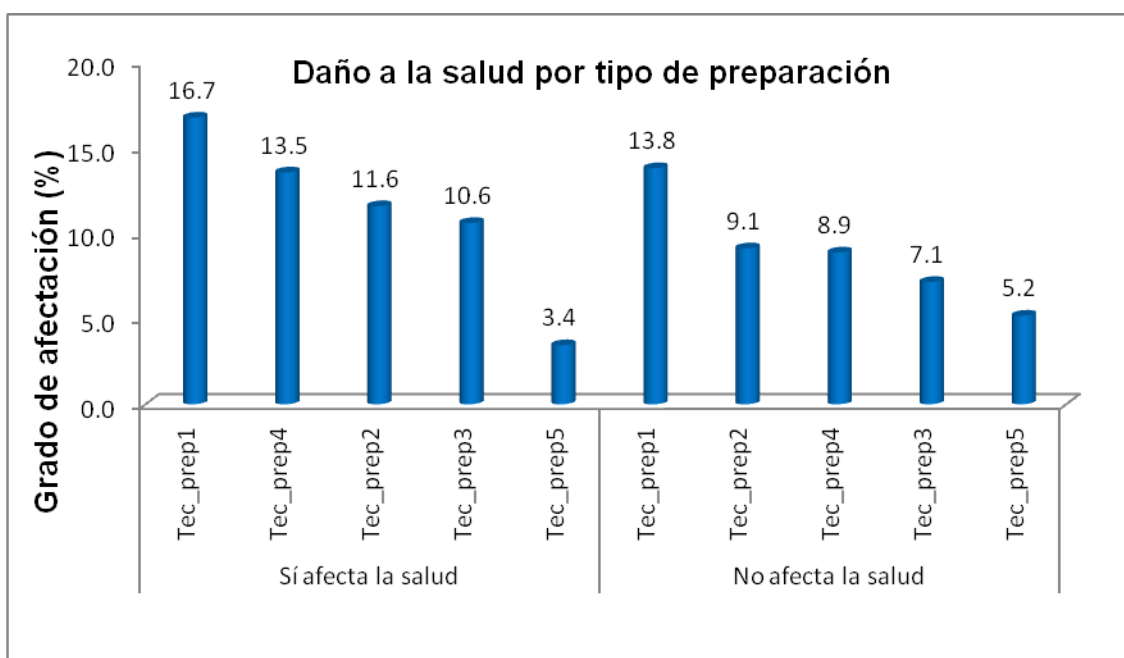
Se observa que los agricultores que han implementado la labranza convencional, no obtienen beneficios en salud, lo que se explica por el mayor trabajo que implica este método de preparación del suelo y que afecta, directa o indirectamente en la salud de los agricultores. En contra posición las demás formas de preparación del suelo si reflejan alguna contribución para mantener la salud de los trabajadores.

En este sentido los productores de algodón, afirman que la labranza convencional como forma de preparación del suelo afecta la salud de los agricultores con el 16,7%, seguido por la labranza cero con 13,5%, y la preparación de precisión es la que menos afecta la salud. Sin embargo, el 13,8% de la población dedicada a la producción de algodón considera que la labranza convencional no afecta la salud humana. Lo anterior muestra los efectos directos e indirectos en el estamento social de los cultivadores de algodón y por cuanto, es un factor que incrementa o disminuye la cantidad y frecuencia del empleo rural. El tipo de preparación incide en la economía de los productores, dado que se incurre en mayores gastos para mantener la buena salud, también afecta la disponibilidad de tiempo de ocupación. Estas formas de preparación podrían generar contaminación del agua por sedimentos, disminuyendo la calidad de la misma para consumo humano; se

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 109 de 179

incrementan los gases de efecto invernadero al usar combustibles fósiles lo mismo que la polución del aire que se respira en las áreas de intervención.


Grafica 5.5.3. Afectación de la la preparación del suelo sobre la salud humana Daño en el sistema de Producción del algodónero en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012



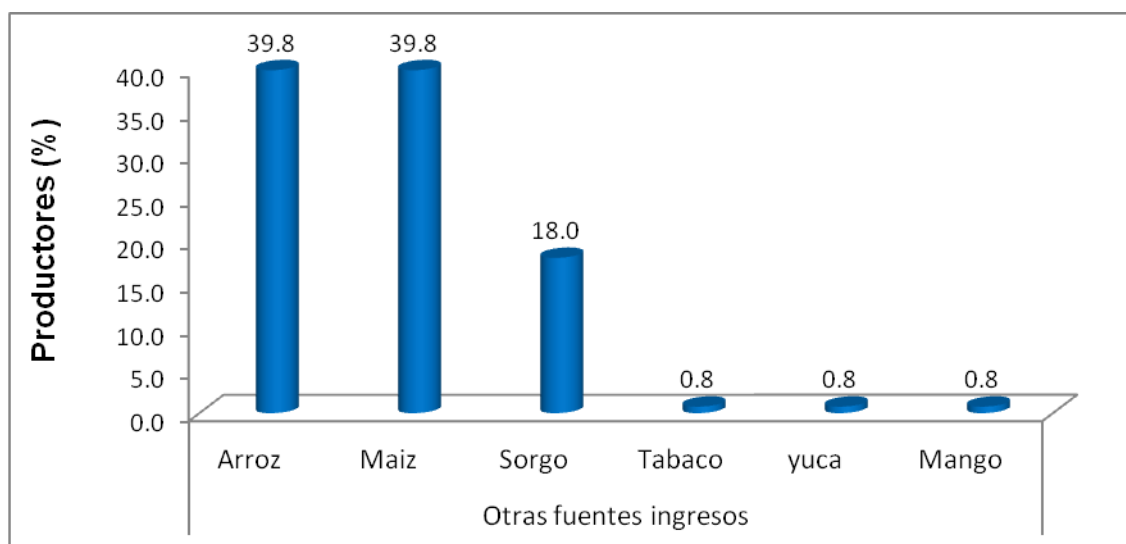
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

5.5.2 Otras Fuentes de Ingreso de los productores algodóneros en el Valle Cálido del Alto Magdalena

Los algodóneros consideran que existen otras fuentes de ingresos diferentes al cultivo de algodón, considerando que los cultivos de arroz y maíz aportan el 39,8% con igual participación, indicando que son las rotaciones preferidas por los productores, seguido por el cultivo de sorgo con el 18%. Este comportamiento se observa en la Figura 2. Estos son los cultivos que tradicionalmente han conformado el sistema de producción, y generan el complemento de ingresos de las familias algodóneras.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 110 de 179


Grafica 5.5.4. Otras Fuentes de Ingreso de los productores aldoneros en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012



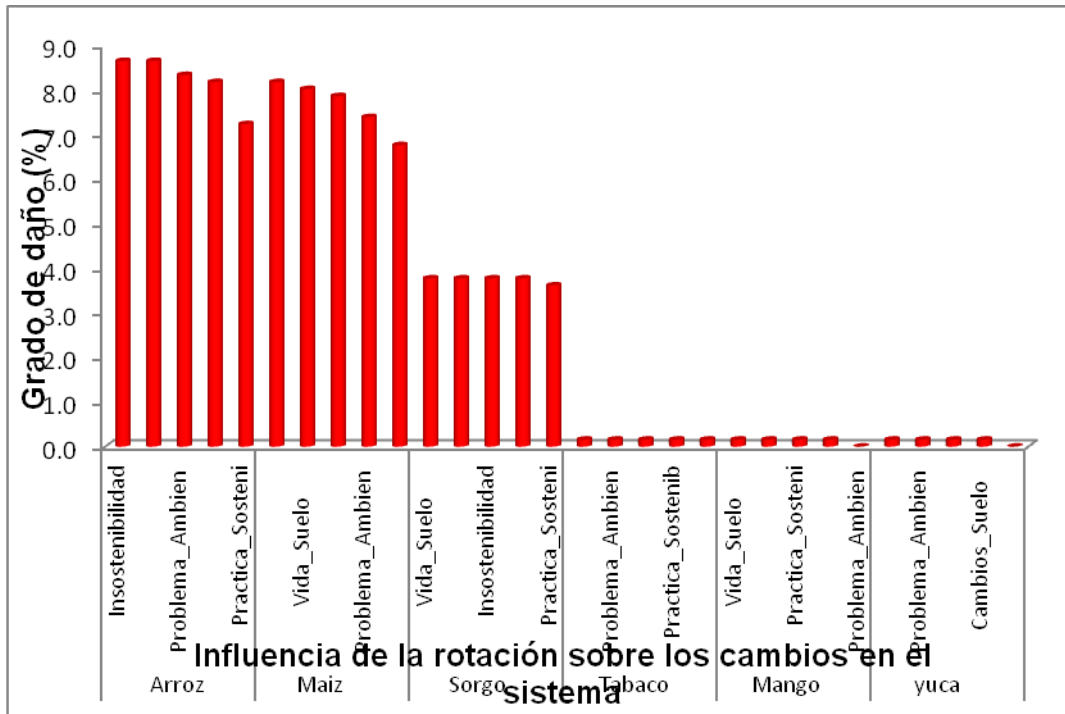
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

5.5.3 Cambios en la sostenibilidad producto de la rotación

Los cambios generados en el sistema productivo como producto de la rotación de cultivos, en el caso de arroz se evidencian cambios en la sostenibilidad, en la estructura misma del suelo, cambios ambientales, en la vida del suelo y por tal razón consideran que es una práctica insostenible. Para el caso de maíz, los productores consideran también que genera insostenibilidad, cambios en la vida y estructura del suelo, manifiestan que al igual que el arroz produce efectos negativos para el ambiente que por estas razones es considerado como una práctica insostenible. La rotación con sorgo también presenta cambios en el sistema pero en menor proporción; mientras que tabaco, mango y yuca se atribuye nulo o muy bajo impacto (Figura 511).

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
	VERSION 0	
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 111 de 179


Grafica 5.5.5. Influencia de la rotación sobre el daño causado al sistema productivo en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012



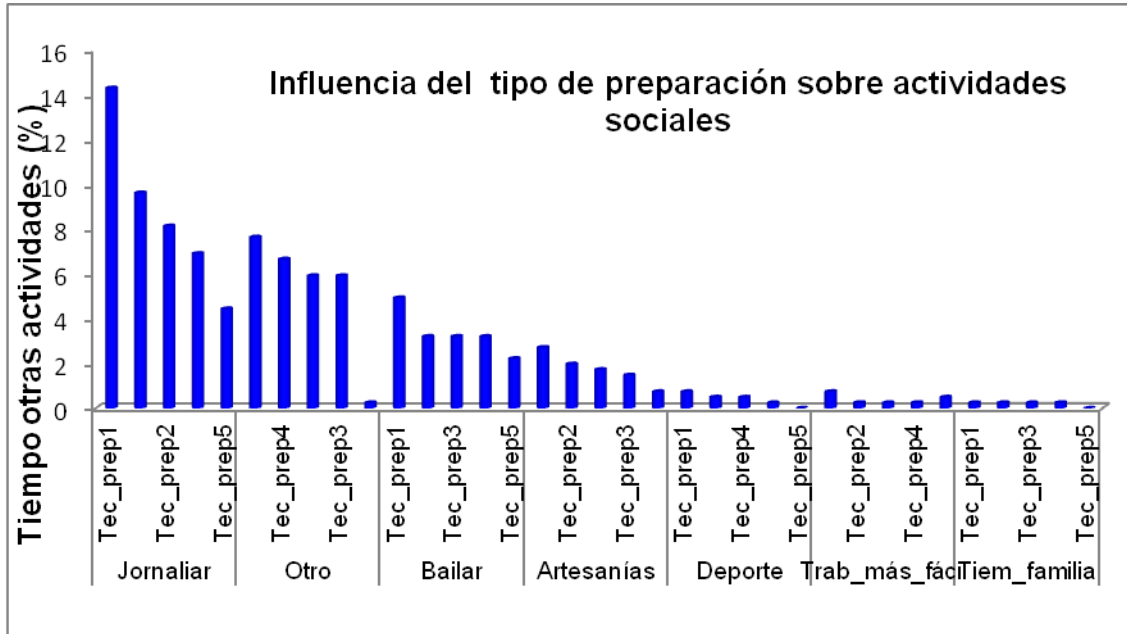
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2012

5.5.5 Influencia de la preparación de suelos sobre las actividades sociales

En terminos de la influencia de la preparación del suelo sobre las actividades sociales se evidencia en el 14%, esto indica que la actividad de jornalero es la de mayor participación y esta considerada como una forma de articulación social y forma de generar vinculos en el escenario laboral, el bailar es una actividad social de interes para las personas vinculadas a la producción de algodón en el 6%, la producción de las artesanias es de importancia para el 3% y en menos del 2% esta considerado el deporte.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 112 de 179

Grafica 5.5.6. Influencia de la Preparación de Suelos sobre las Actividades Sociales en el Valle Cálido del Alto Magdalena 2012



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo CORPOICA – MADR 2011

Muy poca importancia se dá a si el trabajo es facil o no y el tiempo dedicado a la familia es considerado pero con poco interes. Existen circunstancias de tipo social que compete a la tecnologia incorporar en los modelos productivos, para que el bienestar que se espera que genere la actividad agropecuaria en el agricultor y su familia vayan más allá de la producción y los ingresos.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 113 de 179

5.6 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE SUELO Y DE ALGODÓN TRANSGÉNICO EN EL VALLE CÁLIDO DEL ALTO MAGDALENA


5.6.1 INTRODUCCIÓN

A fin de llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental de las tecnologías de manejo suelos y de algodón transgénico en el valle cálido del Alto Magdalena, se realizó en el Centro de Investigaciones de Nataima de Corpoica un taller con un grupo de personas expertas relacionadas con la producción de algodón de la zona (ver anexo A). La metodología que se llevó a cabo durante el taller se basó en el análisis y calificación por consenso de los impactos ambientales de las tres tecnologías a evaluar: Labranza cero, labranza de profundidad y algodón transgénico.

A continuación se describe en qué consiste la metodología de evaluación de impacto ambiental desarrollada durante el taller (sección 1), se definen las tecnologías de manejo de suelo que fueron evaluadas (sección 2), se muestran los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología descrita tanto para las tecnologías de suelo como para algodón transgénico (sección 3) y por último se concluye.

5.6.2 Metodología de evaluación de impacto ambiental:


La metodología aplicada para la presente evaluación de impacto ambiental corresponde a la propuesta por la Oficina de Planeación de Corpoica, la cual se basa en el esquema AMBITEC-AGRO elaborado por EMBRAPA. Dicho esquema parte de la obtención de un conjunto de matrices diseñadas especialmente para que por parte de un grupo de expertos se lleve a cabo la evaluación de impacto ambiental de la tecnología adoptada. Este grupo está conformado por:

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 114 de 179

evaluadores externos que conocen la tecnología y la región adonde se ha adoptado, investigadores que se encuentren involucrados dentro del proceso de adaptación de la tecnología e investigadores que no estén involucrados dentro del proceso de adaptación de la tecnología, pero que cuenten con amplios conocimientos de investigación (Nájar, 2004; Ramírez, Baquero, Nájar, Cardozo & Ramírez, J., 2004; Baquero & Ramírez, 2005; Stachetti, Campanhola & Choji, 2002).

Cada una de las matrices utilizadas en la evaluación de impacto ambiental hace parte de uno de los cuatro componentes del medio ambiente sobre los cuales tiene efecto la innovación tecnológica adoptada (ver anexo B). Estos cuatro componentes son los siguientes:

- b. *Cambio en el uso de los recursos naturales:* Se evalúa el impacto en el uso de recursos naturales resultado de la adopción de la tecnología, para ello se tienen en cuenta los siguientes aspectos:
- Tasa de uso de agua y suelo: Se evalúa el cambio en el uso de agua tanto de irrigación como de procesamiento y el cambio en el uso de suelo por efecto de la tecnología adoptada.
 - Atmósfera: Se evalúa el efecto que sobre la atmósfera genera la tecnología vía alteración de partículas de humo o quemas, partículas de labranza, generación de olores (ocasionados por uso de Diesel y herbicidas), efecto de ruido y emisión de gases de efecto invernadero mediante la generación de metano o el secuestro de CO₂. (Puede ser un efecto directo o indirecto de la tecnología evaluada)
 - Fuentes de energía: se evalúa el efecto producido por la tecnología adoptada vía uso de combustibles fósiles tales como petróleo, gasolina, Diesel y carbón mineral; el cambio en la biomasa por el uso de alcohol, leña, bagazo de caña y restos vegetales y el cambio producido en el uso de electricidad. (Puede ser un efecto directo o indirecto de la tecnología evaluada)

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 115 de 179


b. Cambios en calidad y cantidad de recursos naturales: Se evalúa el impacto en la calidad y cantidad de recursos naturales resultado de la adopción de la tecnología, este componente involucra los siguientes aspectos:

- Capacidad productiva del suelo: Se evalúa el efecto de la tecnología en relación a la variación de la erosión, pérdida de materia orgánica, pérdida de nutrientes, contaminación, compactación y salinización del suelo, entre otros aspectos.
- Agua: Se evalúa el efecto de la tecnología adoptada sobre la demanda bioquímica de oxígeno, turbidez, espuma, combustibles o materiales flotantes, sedimento o contaminación por plaguicidas.
- Biodiversidad: Se evalúa el efecto sobre la pérdida de vegetación nativa, pérdida de corredores biológicos, pérdida de especies/variedades, competencia/ agresividad y/o alelopatía y la resistencia a herbicidas.

c. Cambio en el uso de insumos: Se evalúa el cambio en el uso de la frecuencia de aplicación, cantidad aplicada, toxicidad y residualidad resultante a través de las modificaciones en el uso de funguicidas, insecticidas y herbicidas ; así como el cambio en el uso de fertilizantes con respecto a la cantidad de NPK , enmiendas, micronutrientes, toxicidad y residualidad.

d. Recuperación ambiental: Se evalúa la capacidad - efectividad de la tecnología adoptada en el proceso de recuperación de los suelos degradados, ecosistemas degradados, áreas de conservación permanente y zonas de reserva legal.

Con fin de cuantificar los efectos de los aspectos evaluados dentro de cada componente descrito anteriormente, se tuvieron en cuenta cinco indicadores, cada uno de éstos involucra una escala de calificación como se describe a continuación en el cuadro 1:


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 116 de 179

Cuadro 1 Indicadores de evaluación de impacto ambiental y su escala de medición

INDICADOR	ESCALA
Dirección del Impacto	Aumenta 1
	Igual 0
	Disminuye -1
Magnitud	Baja 1
	Media 2
	Alta 3
Extensión (Área de Influencia)	Lote 1
	Finca 2
	Región 3
Persistencia (permanencia del Impacto)	Fugaz 1
	Temporal 2
	Permanente 3
Reversibilidad	Corto Plazo 1
	Mediano Plazo 2
	Largo plazo 3
	Irreversible 4
	Irrecuperable 5

Fuente: (Stachetti, Campanhola & Choji, 2002)

Puesto que cada aspecto descrito en cada componente se despliega en una matriz (ver anexo A). Para obtener un indicador del efecto total de la tecnología sobre el medio ambiente se procede a efectuar una multiplicación de los resultados de la calificación obtenida para cada aspecto a nivel columna dentro cada matriz. De acuerdo con la definición del aspecto a evaluar el efecto

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 117 de 179

resultante será positivo, negativo o cero. Por último, la sumatoria de las multiplicaciones obtenidas a nivel de columna o de la calificación final obtenida para cada fila (que indica una característica del aspecto evaluado) da como resultado el impacto final o indicador de sostenibilidad.


$$\text{Indicador sostenibilidad} = \sum_{\text{características}} \prod \text{indicadores}$$

5.6.3 Definición de las tecnologías de suelo a evaluar:

En el taller realizado durante el consenso con productores y otros expertos, se evaluó el impacto ambiental de cada una de las innovaciones tecnológicas para manejo de suelos (labranza de cero y labranza de profundidad) por separado frente a la tecnología de labranza convencional usada comúnmente en el área de estudio por los agricultores.

La anterior comparación se realizó para los cultivos de algodón en rotación con cultivos de secano, los cuales corresponden al cultivo de algodón en rotación con los cultivos de maíz y maní y el cultivo de algodón en rotación con el cultivo de sorgo, sembrados en Tolima, Huila y el sur occidente de Cundinamarca, departamentos ubicados en la zona plana del valle cálido del alto Magdalena.

La evaluación de percepción de los productores partió de una situación sin proyecto, que hace referencia a la situación en la que los productores utilizan la tecnología convencional para manejo de suelos; frente a una situación con proyecto, cuando los productores hacen uso de alguna de las innovaciones tecnológicas para manejo de suelos (el cuadro 2 describe estas tecnologías):

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 118 de 179

Cuadro 2:


Tecnologías evaluadas para el manejo de suelos

Situación	Tecnología	Definición del sistema de labranza Pases	
		Cultivo previo arroz Riego	Cultivo previo Maíz -Maní -Sorgo Secano
Sin proyecto tecnología convencional	Labranza Convencional	3 rastras 1 Pulidor 1 Nivelada 1 Caballoneo	2 rastras 1 pulidor 1 Arada 1 Caballoneo
Con proyecto innovación tecnológica	Labranza cero	Ninguna	
	Labranza profunda	2 rastras 1 Nivelada caballoneo	2 rastras 1 pulidor caballoneo

Fuente: Taller de evaluación de impacto ambiental realizado por consenso en el Centro de Investigaciones Nataima, de Corpoica con miembros participantes involucrados en el cultivo de algodón.

- **Reversibilidad**

Al evaluar la percepción de los productores frente al impacto ambiental de las tecnologías con proyecto para manejo de suelos, se hizo evidente que el indicador “reversibilidad” de cada uno de los aspectos evaluados en cada componente del ambiente, dependía del sistema de propiedad del suelo. Se evidenció del consenso que el tipo de tenencia de la tierra, es uno de los factores de mayor importancia explicativa de esta situación, ya que, si la tierra utilizada para realizar el cultivo es arrendada, hay un menor incentivo para invertir en la innovación tecnológica y hacer un uso continuo de la misma, especialmente si esta tecnología está asociada con aspectos de conservación de suelos; sucede lo contrario en el caso en el que el terreno que se cultiva es propio, ya que existen incentivos para continuar utilizando un sistema de labranza conservacionista e invertir en cuidar y mantener los suelos en condiciones favorables para un uso futuro.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 119 de 179


La diferenciación entre estas dos situaciones se incluyó en la calificación del ítem reversibilidad para cada uno de los aspectos evaluados para cada componente del ambiente del análisis de impacto ambiental descrito en la definición de la metodología, con una calificación de corto plazo para arriendo y largo plazo para tierra propia en la mayoría de los casos.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentan los resultados surgidos de la aplicación de la metodología del impacto ambiental para las tecnologías de suelo (labranza cero y labranza profunda) y de algodón transgénico, para el caso en el que aspecto de reversibilidad es observado en el largo plazo, es decir cuando la tecnología presenta un uso continuo. No obstante, al presentar los resultados en términos generales, estos se mostrarán tanto para uso continuo (caso en donde la tierra es propia) como para uso no continuo (caso en el que la tierra es arrendada) esto con el fin de obtener al final un resultado comparativo de ambas situaciones. En términos generales, cuando se utiliza continuamente la tecnología conservacionista aumenta el índice de manera significativa. El caso de tierra arrendada tiene índices de impacto positivo mucho menor.

- **Resultados de evaluación de impacto ambiental para las tecnologías de suelo y para algodón transgénico: Labranza cero en cultivos de algodón y sus sistemas de rotación en seco:**

Se debe tener en cuenta al hacer la evaluación de impacto ambiental de esta tecnología que, según la información dada por los asistentes al taller, la adopción de labranza cero es baja en la zona de riego para el algodón en rotación con arroz, pues es necesario labrar el suelo antes de sembrar para aplicar riego por gravedad. La adopción más alta se ha dado en las zonas de seco, cuando se rota algodón con maíz y sorgo o maní. Para labranza cero, la evaluación de impacto ambiental se realizó para la zona norte del valle cálido del Alto Magdalena.

a. Cambio en el uso de recursos naturales

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 120 de 179

De acuerdo con el consenso, el uso de labranza cero tuvo en su totalidad un efecto ambiental positivo sobre el cambio en uso de recursos naturales para atmósfera y energía. No hubo impacto sobre la tasa de uso de agua y suelo.

De esta manera, para la atmósfera con uso de labranza cero por parte de los productores se observó una disminución alta y a nivel de finca de:

- a. La cantidad de partículas de humo por la disminución en las quemas,
- b. La cantidad de partículas de suelo por disminución de la labranza,
- c. Los olores producidos por uso de combustibles fósiles (Diesel) y
- d. El ruido ocasionado por maquinaria.

También se observó un efecto positivo de magnitud media en el secuestro de CO₂ aunque, dicho efecto tiene una persistencia temporal. Cuando se presenta un uso continuo de labranza cero, el aumento de secuestro de CO₂ se mantiene en el largo plazo.

También hay que destacar que aunque el impacto percibido de la labranza cero sobre la atmósfera resulta tener a nivel general un efecto positivo grande, también se observó un impacto negativo de magnitud alta sobre la generación de olores por el mayor uso de herbicidas, que tiene una persistencia temporal pero cuya recuperación se vislumbra sólo en el largo plazo. No obstante, el efecto de la permanencia de los olores producidos por herbicidas es fugaz (figura 1).


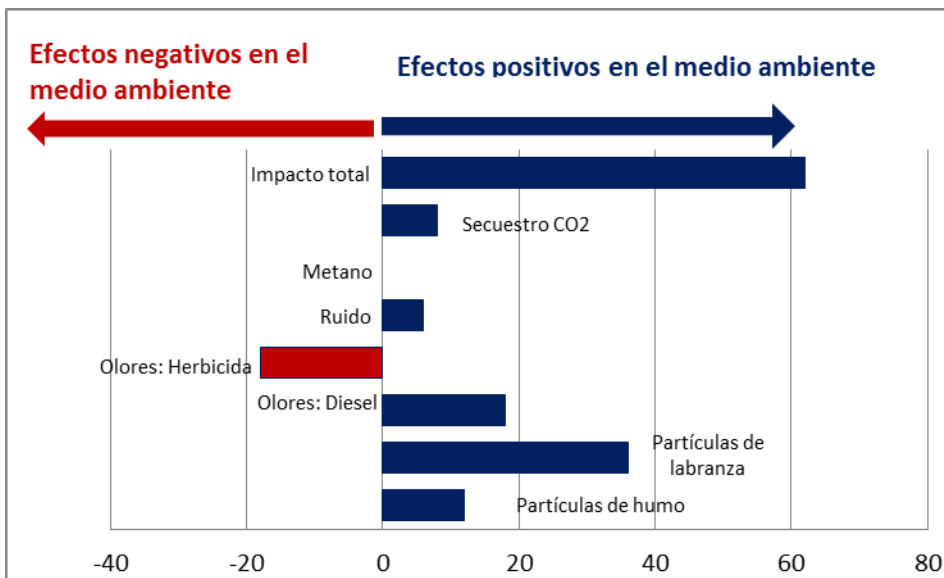
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 121 de 179

Figura 1. Impacto ambiental sobre la atmósfera con uso continuo de labranza cero



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CIN de Corpoica.

Por otro lado, la labranza cero modificó el uso de energía mediante un impacto positivo que se presenta en una reducción alta en el uso de uno de los combustibles fósiles (Diesel); aunque dicha reducción tiene una persistencia temporal y es reversible en el corto plazo.

b. Cambios en calidad y cantidad de recursos naturales

De acuerdo con el consenso, el uso de labranza cero tuvo un impacto positivo total sobre la calidad de los recursos naturales, reflejados en una mayor capacidad productiva del suelo (figura 2) y aumentos en la calidad y cantidad de agua (figura 3). No obstante, los efectos sobre la biodiversidad son negativos (figura 4).


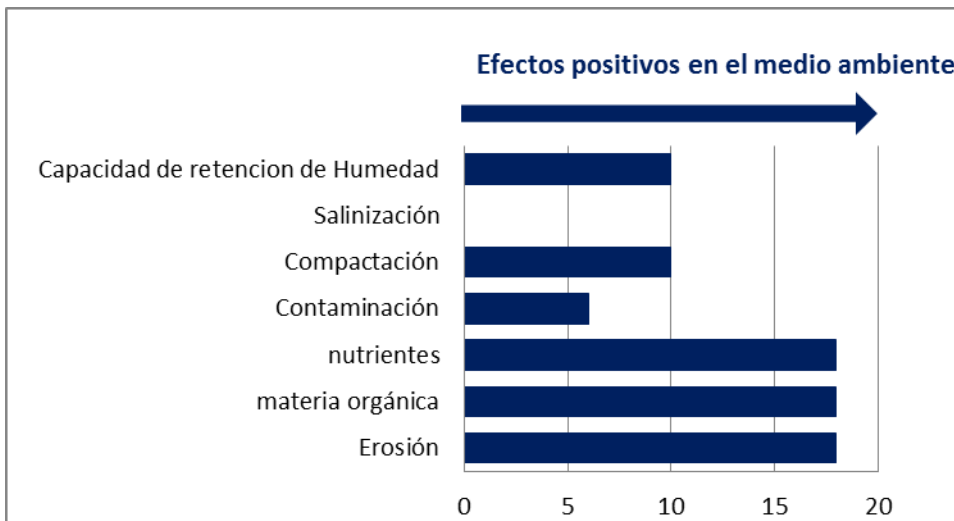
 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 122 de 179

Figura 2. Impacto ambiental sobre la capacidad productiva del suelo resultado del uso continuo de labranza cero



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.


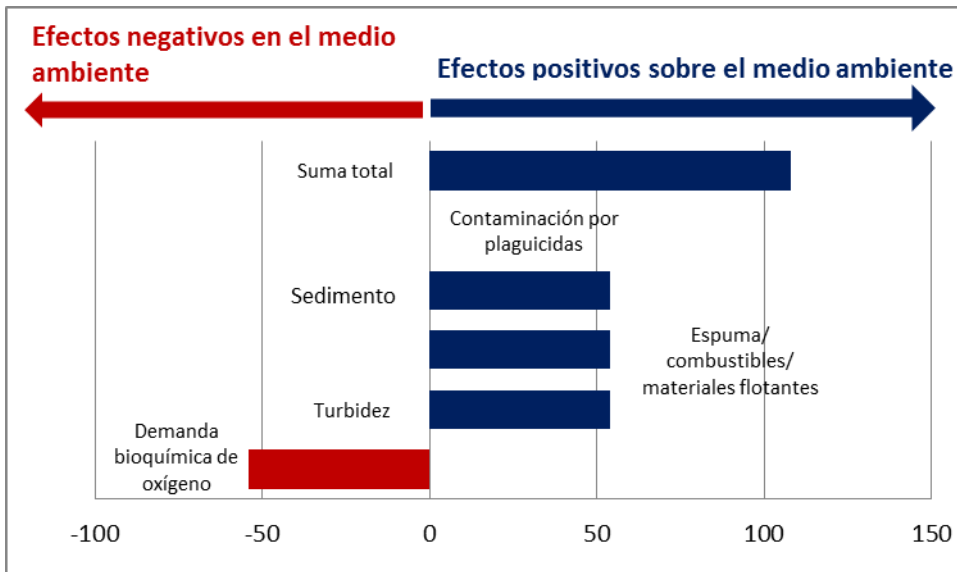
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 123 de 179

Figura 3. Impacto ambiental sobre el agua resultado del uso continuo de labranza cero



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CIN de Corpoica.


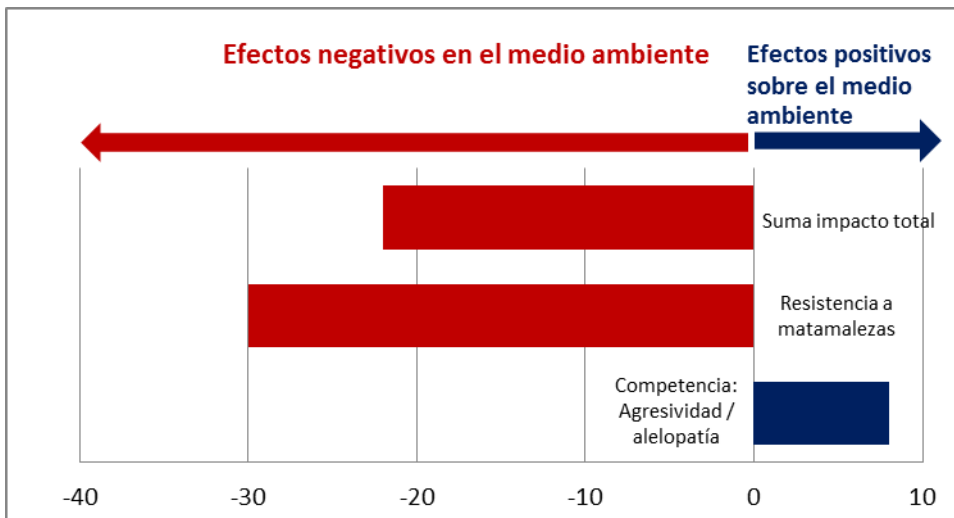
 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 124 de 179


Figura 4. Impacto ambiental sobre biodiversidad con uso continuo de labranza cero



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

La capacidad productiva del suelo se beneficia con el uso de la labranza cero como era de esperarse con esta tecnología: se observó una disminución alta de la erosión, de la pérdida de materia orgánica y de la pérdida de nutrientes. También una disminución del nivel de contaminación, pero ésta es baja. Así mismo, aunque la persistencia de los efectos positivos mencionados es temporal y a nivel de lote, hay que destacar que con un uso continuo de labranza cero estos efectos son sólo reversibles en largo plazo.

También se observó un efecto positivo aunque de magnitud media alta, reflejado en una reducción en el nivel de compactación y en el aumento de la capacidad de retención de agua del suelo. Los indicadores de estos efectos positivos son más pequeños debido a su persistencia temporal y a su reversibilidad en el mediano plazo.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 125 de 179

Se observó que la labranza cero tiene altos efectos positivos sobre la calidad y cantidad de agua (figura 3), los cuales se reflejan en la disminución de la turbidez, la espuma/combustibles y materiales flotantes y sedimento del agua. También hay que destacar que aunque dichos efectos positivos son persistentes temporalmente. Cuando se presenta un uso continuo de labranza cero, estos efectos positivos sólo se revierten en el largo plazo y a nivel de región.

El grupo de trabajo no identificó efectos de la labranza cero sobre la contaminación del agua por plaguicidas.


Así mismo identificó que la labranza cero tiene un alto efecto negativo aunque de persistencia temporal sobre la calidad y cantidad de agua al generar un aumento de la demanda bioquímica de oxígeno. Este efecto es percibido como grande debido a que sólo es reversible en el largo plazo y su influencia es a nivel de región.

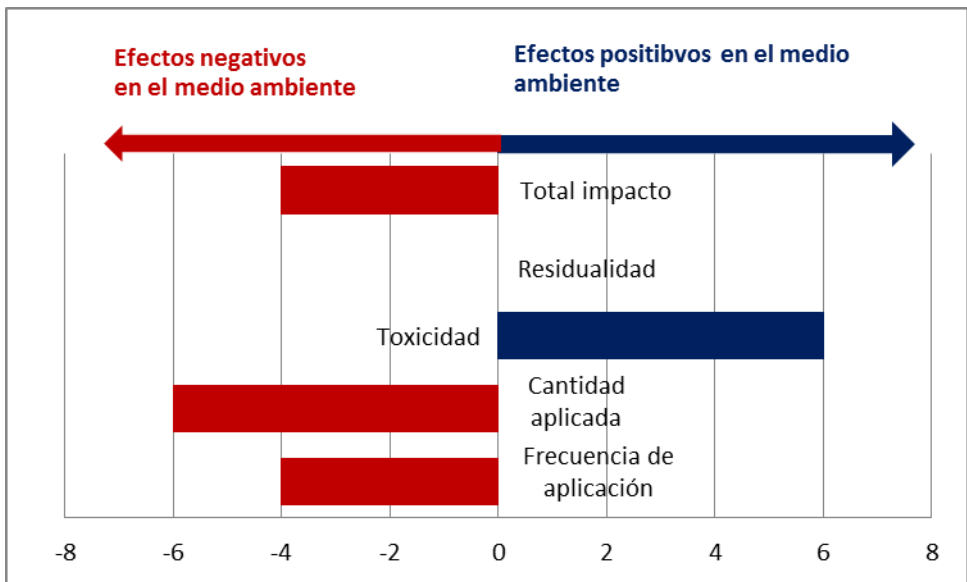
Los efectos de la labranza cero sobre la biodiversidad son negativos a nivel general (figura 4). Esto se explica por un aumento medio alto de la resistencia a los matamalezas, efecto que es permanente e irreversible sobre el medio ambiente. De esta manera, aunque hubo un efecto positivo de nivel medio reflejado en la disminución de la competencia/agresividad/alelopatía, al ser éste temporal y reversible en el mediano plazo, resultó tener un efecto positivo pequeño que no compensó el efecto negativo.

c. Cambio en el uso de insumos

El cambio en el uso de insumos se encontró como resultado un impacto negativo total que se genera a partir del uso de herbicidas, ya que se observó un aumento de la frecuencia y la cantidad aplicada de este insumo, aunque bajo (figura 5). No obstante, se percibió un impacto positivo aunque también bajo, en la disminución de la toxicidad vía herbicidas, el cual es reversible en el largo plazo.

Figura 5. Impacto ambiental sobre el cambio en el uso de insumos: herbicidas con labranza cero y uso continuo.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 126 de 179




Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

d. Recuperación ambiental

Con un uso continuo de labranza cero, se presenta un efecto positivo al ser efectiva para disminuir los suelos degradados. No obstante, el índice resulta ser pequeño por la baja magnitud y persistencia de este efecto benéfico.

- **Resultado general del impacto ambiental de la tecnología labranza cero con continuo uso**

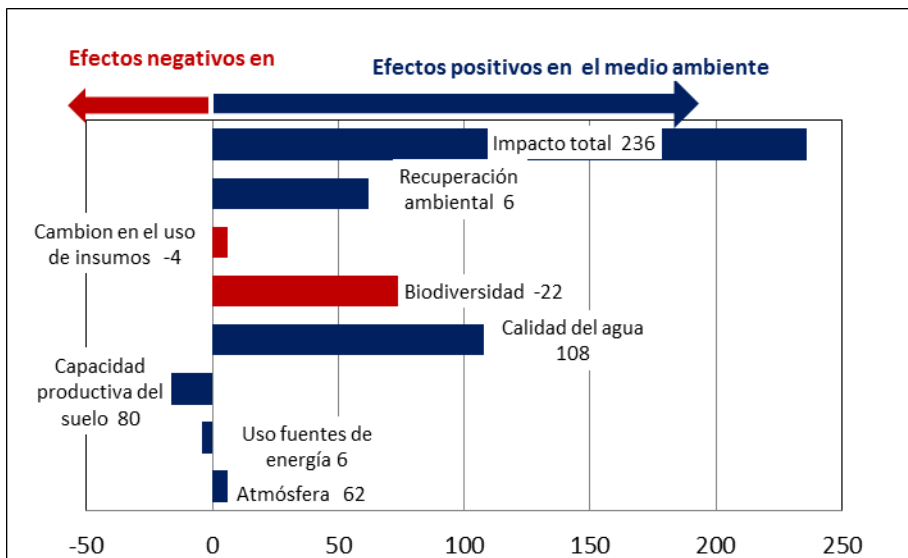
De acuerdo con el resultado ambiental de cada componente, se observó que a nivel global hay un muy importante impacto positivo sobre el medio ambiente con uso continuo de la labranza cero que alcanza a los 236 puntos (figura 6). Este efecto positivo se explica en escala de importancia por la mejora percibida en la calidad y cantidad de recursos naturales vía aumento de la calidad del agua (108 puntos) y de la capacidad productiva del suelo (80 puntos), como era de esperarse con este sistema de labranza. El efecto positivo también se explicó por un importante efecto en el mejor uso de los recursos naturales, principalmente

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 127 de 179

reflejado en la atmósfera (62 puntos) y un mejor uso de las fuentes de energía (62 puntos) y en menor medida por la recuperación de ecosistemas degradados (6 puntos).


Así mismo, los efectos negativos de la tecnología sobre el medio ambiente se explican principalmente por el deterioro de la cantidad y calidad de los recursos naturales vía deterioro de la biodiversidad (-22 puntos), relacionado con el aumento en el uso de insumos, específicamente herbicidas, que afectan la calidad del medio ambiente (-4).

Figura 6. Impacto ambiental con labranza cero uso continuo



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

- **Resultado general del impacto ambiental de la tecnología labranza cero con uso esporádico**

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 128 de 179

Tal como se explicó al inicio del documento, la tenencia del suelo y su influencia sobre el incentivo y capacidad de un arrendatario de utilizar métodos de conservación de suelos tiene un influencia sobre el criterio reversibilidad, de tal manera que afecta directamente los índices de sostenibilidad de la tecnología al disminuirlos. Al ser más probable que otro arrendatario modifique el sistema de labranza, se pueden revertir con facilidad los efectos ambientales positivos.

En este caso, el impacto ambiental de la labranza cero es positivo, con 88 puntos. Este es explicado por su impacto en la atmósfera (38 puntos), capacidad productiva del suelo (30 puntos) , calidad del agua (36 puntos) y en menor grado, energía (6 puntos) y recuperación natural (2 puntos). Este último es bajo pues un suelo recuperado se puede deteriorar rápidamente con una mala labranza(figura 7).

Los efectos ambientales negativos se derivan del mayor uso de herbicidas (- 2 puntos), que afectan la biodiversidad (-22 puntos)


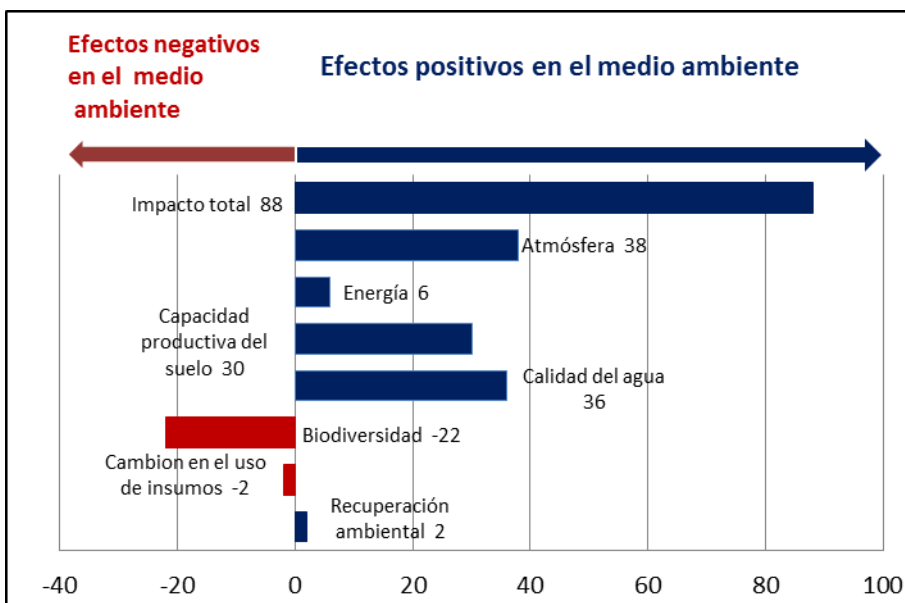
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 129 de 179

Figura 7. Impacto ambiental con labranza cero uso esporádico




Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

- **Labranza Profunda en cultivos de algodón y sus sistemas de rotación en secano: Labranza de profundidad en continuo uso**

a. Cambio en el uso de recursos naturales

De acuerdo con lo observado por los productores, el impacto sobre el medio ambiente con labranza de profundidad fue positivo aunque bajo sobre la atmósfera. Este se explica por la disminución de partículas de suelo generadas por los sistemas de labranza y secuestro de CO₂ en orden de importancia (figura 8). Estos efectos son pequeños debido a que son reversibles en el corto plazo y a

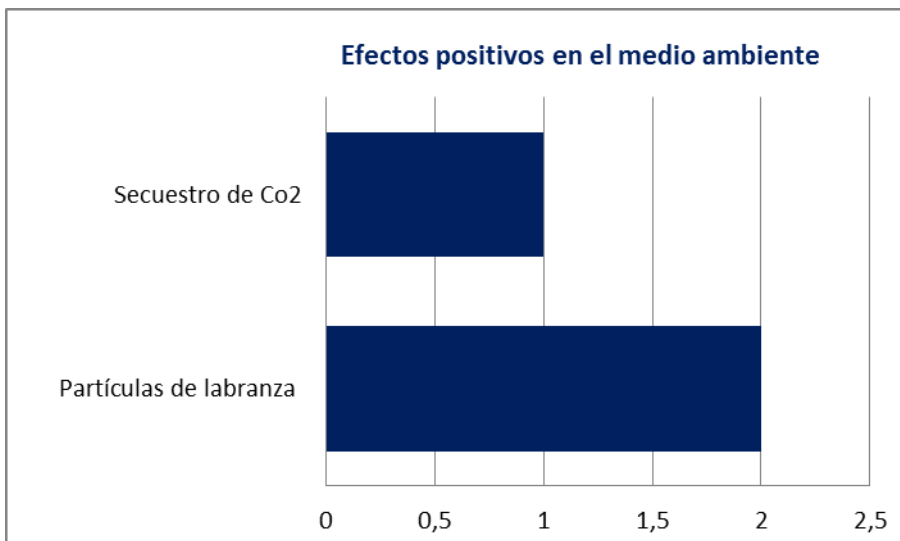
 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 130 de 179

que su persistencia es temporal para el caso de la disminución de partículas de labranza y fugaz para el caso de secuestro de CO₂.


La labranza de profundidad afecta el uso de energía través de la disminución alta del uso de uno de los combustibles fósiles (diesel). Sin embargo, dicha disminución es de persistencia temporal y de reversibilidad en el corto plazo.

No hubo impactos de labranza de profundidad sobre la tasa de uso de agua y suelo.

Figura 8. Impacto ambiental sobre el uso de recursos naturales-Atmósfera resultado del uso continuo de labranza profunda



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 131 de 179

b. Cambios en calidad y cantidad de recursos naturales

Según lo percibido del consenso la labranza profunda tuvo un impacto ambiental positivo en relación en la capacidad productiva del suelo, un impacto negativo sobre la biodiversidad y no tuvo ningún efecto sobre el cambio en calidad y cantidad de agua.

El impacto positivo total de la labranza profunda sobre la capacidad productiva del suelo (figura 9), se explica en mayor medida por la alta reducción de la compactación del suelo y el alto aumento de la capacidad de retención de humedad del suelo. Los efectos aunque son calificados como temporales, si se persiste en el uso adecuado del sistema de labranza, serían reversibles sólo en el largo plazo.

El impacto positivo de la labranza profunda también se explica (aunque en una magnitud baja), por la disminución de la erosión y de la pérdida de materia orgánica y nutrientes del suelo. Aunque estos efectos son pequeños y temporales con un uso continuo de labranza profunda son reversibles en el largo plazo.


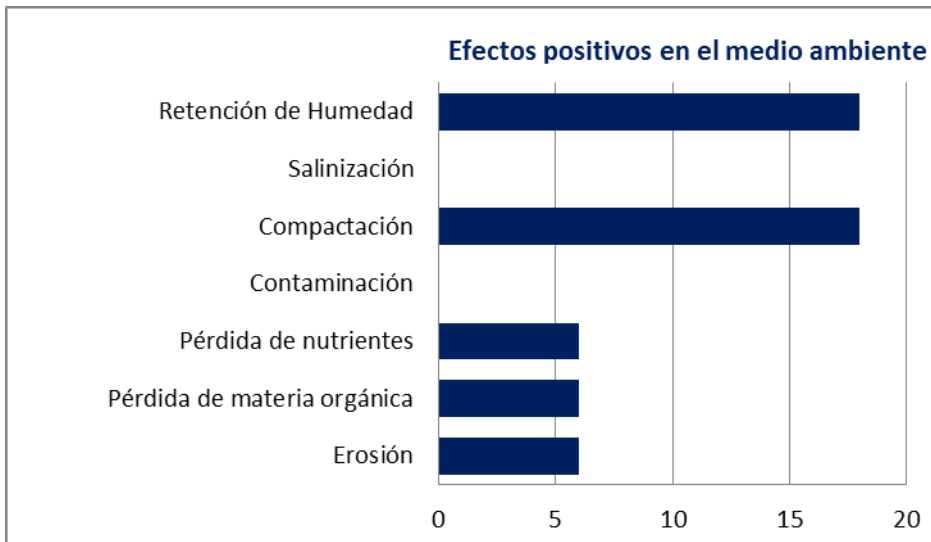
 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 132 de 179

Figura 9. Impacto ambiental sobre la capacidad productiva del suelo con uso continuo de labranza cero




Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

De acuerdo con el consenso no hay ningún efecto sobre la biodiversidad con un uso continuo de labranza de profundidad.

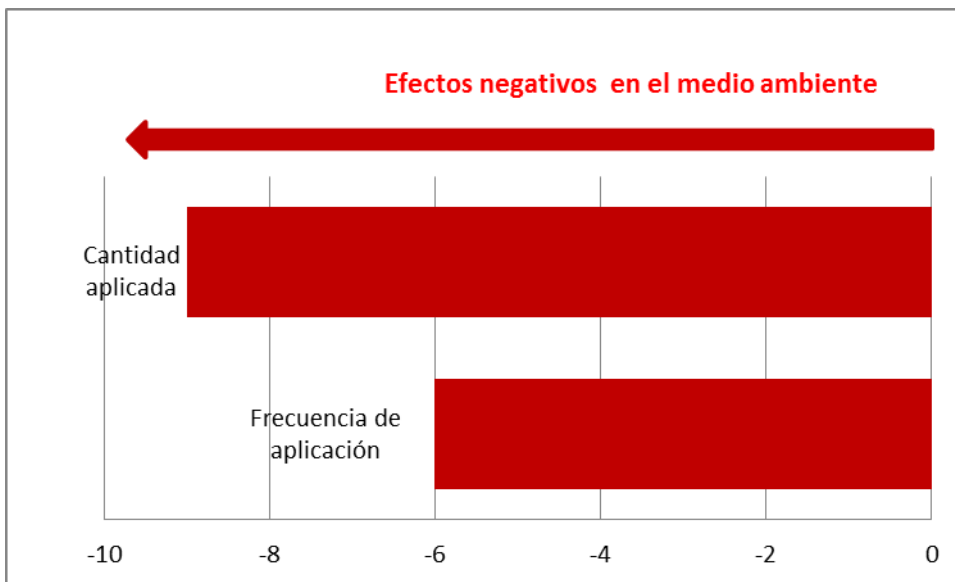
c. Cambio en el uso de insumos

De acuerdo con el consenso, la labranza profunda tuvo un impacto negativo total sobre el uso de insumos (figura 10).

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 133 de 179

Este impacto negativo se explica por un aumento bajo de la frecuencia de aplicación de herbicidas y un aumento medio de la cantidad aplicada de herbicida. No obstante, aunque dichos aumentos son bajos y de permanencia temporal, hay que tener en cuenta que su reversibilidad se presenta en el largo plazo.


Figura 10. Impacto ambiental sobre el uso de insumos: herbicidas, con uso continuo de labranza profunda



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima

d. Recuperación ambiental

Con un uso continuo de labranza profunda, se percibe una disminución de magnitud media de los suelos degradados, aunque este efecto positivo tiene una persistencia temporal y es reversible en el largo plazo.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 134 de 179

- **Resultado general del impacto ambiental con uso continuo de la labranza profunda**

De acuerdo con los resultados a nivel global (figura 11) se percibió un importante efecto positivo de 60 puntos sobre el medio ambiente con una adopción continua de la tecnología de suelos labranza profunda. Este efecto positivo se explica mayormente por la mejora en la calidad y cantidad de recursos naturales vía aumento de la capacidad productiva del suelo (54 puntos). También hay un impacto positivo por hacer factible la recuperación de áreas degradadas (12 puntos), un mejor uso de las fuentes de energía (6 puntos) y una mejora sobre la atmósfera (3 puntos).

La tecnología presenta un efecto negativo de -15 puntos debido un aumento en el uso de insumos.


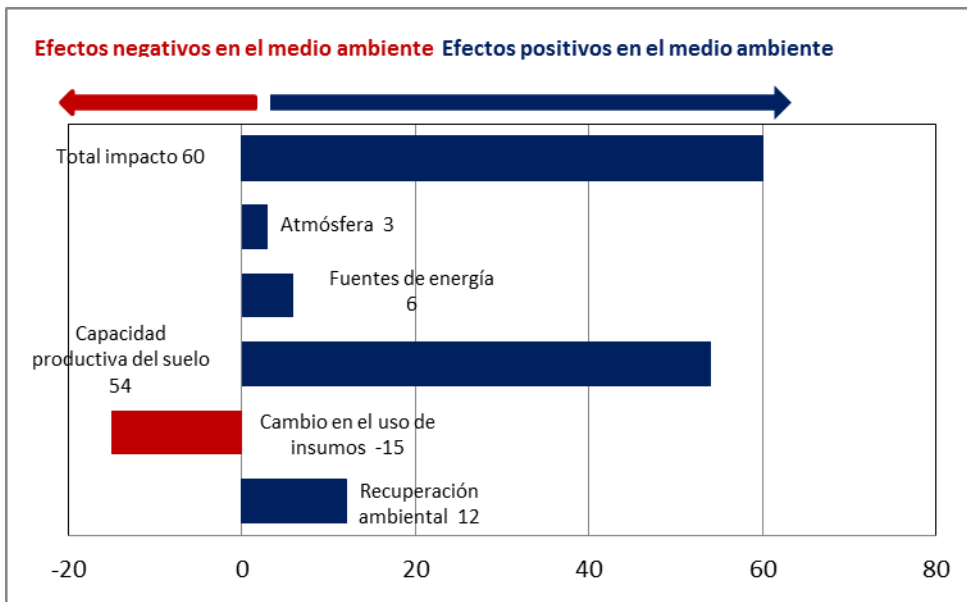
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 135 de 179

Figura 11. Impacto ambiental global de la tecnología de suelos con continuo uso de labranza de profundidad



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

- **Resultado general del impacto ambiental con labranza de profundidad en uso esporádico**

El efecto ambiental de la labranza profunda en el caso en que su uso sea esporádico (no siguiendo la periodicidad de las recomendaciones técnicas) es también positivo con 48 puntos. Los efectos positivos se derivan de su impacto en la capacidad productiva del suelo (36 puntos), de la recuperación de ambientes degradados (8 puntos), disminución en el uso de energía (6 puntos) y la atmósfera (3 puntos). Los efectos negativos se derivan del mayor uso de insumos (-5 puntos) (vease figura 12). En conclusión, aunque se use sólo de manera esporádica, el impacto ambiental de la labranza profunda es positivo.


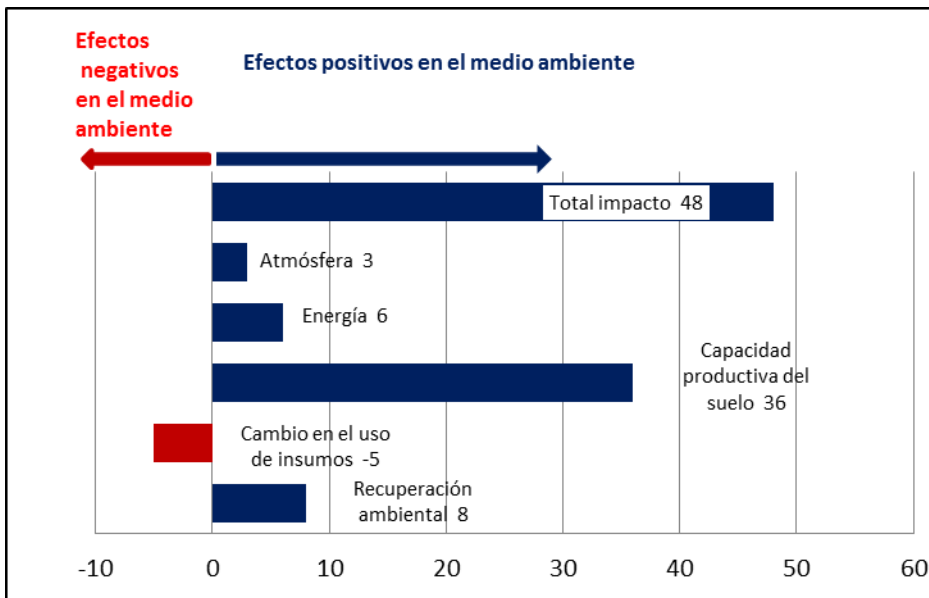
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 136 de 179

Figura 12. Impacto ambiental global de la tecnología de suelos con uso esporádico de labranza de profundidad




Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

5. 6.4 Algodón transgénico

Se procedió a evaluar la percepción de los participantes del taller con relación al impacto ambiental del algodón transgénico frente al algodón convencional.

A continuación se presentan los resultados del consenso frente a cada uno de los cuatro componentes fundamentales del medio ambiente, que en este caso se obtuvieron teniendo en cuenta un uso continuo de algodón transgénico.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 137 de 179

Se trata de los transgénicos actualmente utilizados en la zona, que son apilados y que por lo tanto tienen resistencia a insectos y a herbicidas. Las principales variedades OGM sembradas en 2010 fueron NUOPAL RR; FM9162B2F, FM9063B2F y DP455 BG/RR

a. Cambio en el uso de recursos naturales

El impacto ambiental del algodón transgénico sobre el uso de recursos naturales tuvo un alto efecto positivo sobre la disminución de olores que perjudican la atmósfera, aunque éste se percibió como un efecto temporal, con un uso continuo de algodón transgénico este es reversible en el largo plazo. Con la siembra de algodón transgénico no hubo ningún cambio en el uso de recursos naturales como son el agua, el suelo y la energía.

b. Cambios en calidad y cantidad de recursos naturales

Con la siembra de algodón transgénico hubo un impacto total negativo sobre la capacidad productiva del suelo (figura 12). Este efecto se explica por un aumento medio de la contaminación con herbicidas a nivel de finca. Aunque hubo un efecto positivo reflejado en la disminución de la contaminación por uso de insecticidas (como era de esperarse con la siembra de algodón transgénico), este efecto es más pequeño debido a que la extensión del mismo se presenta a nivel de lote y no de finca.

Tanto los impactos positivos como negativos sobre la capacidad productiva del suelo son importantes puesto que si la siembra con algodón transgénico es continua, estos efectos son reversibles sólo en el largo plazo.


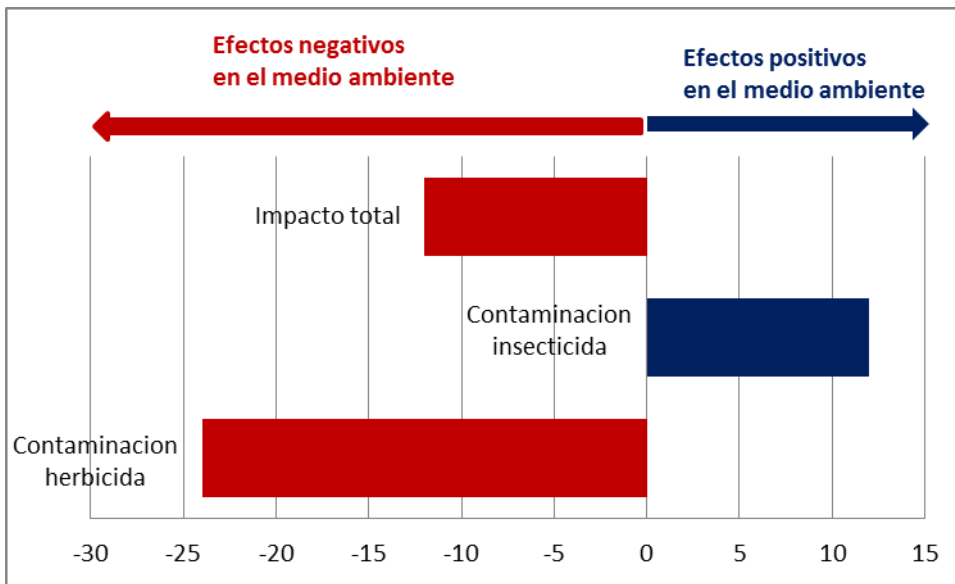
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 138 de 179

Figura 12. Impacto ambiental sobre la capacidad productiva del suelo con uso de algodón transgénico



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

El uso de algodón transgénico tuvo un impacto total positivo sobre la calidad y cantidad de agua (figura 13), explicado por una reducción en la demanda bioquímica de oxígeno de magnitud entre baja y media y una disminución de la contaminación ocasionada por el uso de insecticidas de magnitud entre baja y media. No obstante, el impacto negativo observado por el aumento de la contaminación del agua ocasionada por el uso de herbicidas, fue de magnitud medio alta.

Estos efectos tanto positivos como negativos son importantes, ya que su extensión es a nivel región y reversibles en el largo plazo.


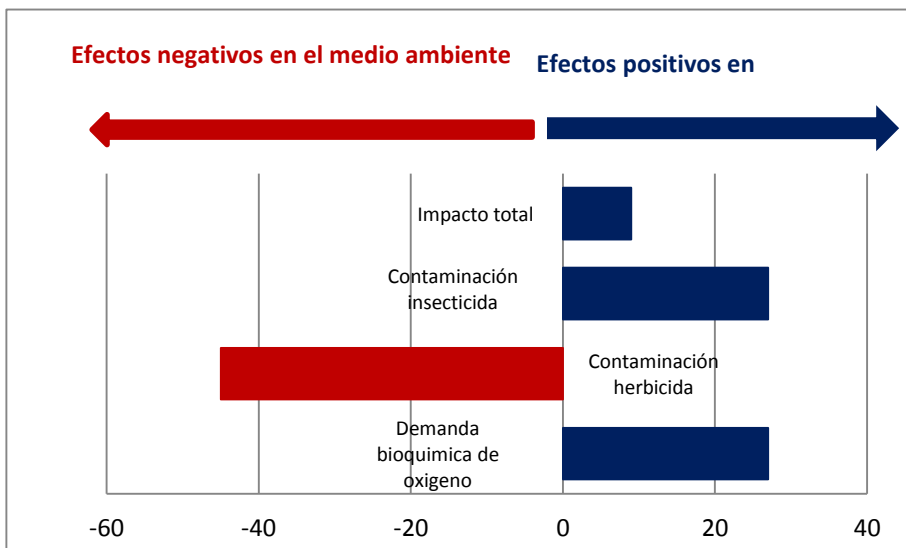
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 139 de 179


Figura 13. Impacto ambiental sobre la calidad y cantidad del agua con uso continuo de algodón transgénico



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

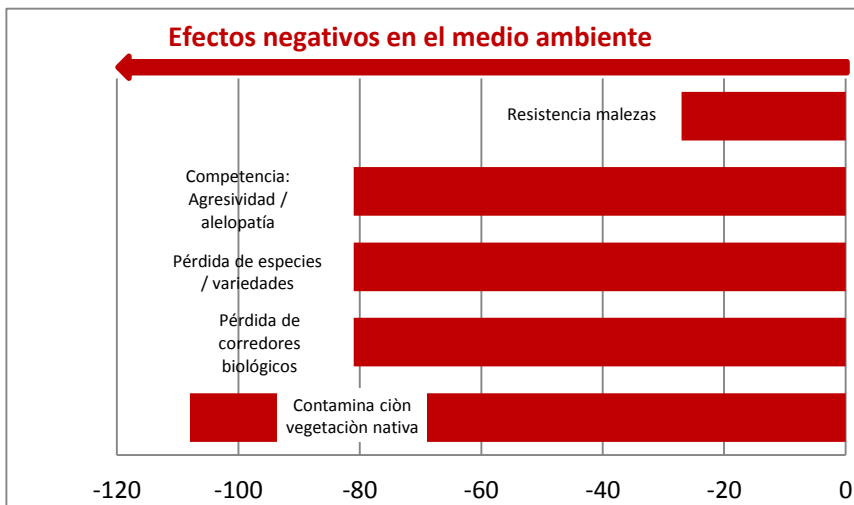
Con un uso continuo de algodón transgénico, se percibió un impacto negativo total sobre la biodiversidad del medio ambiente, el cual se presentó en todos sus componentes (figura 14). Hubo por tanto un impacto negativo alto en pérdida de corredores biológicos, de especies o variedades, en el aumento de la competencia : agresividad /alelopatía y en la contaminación de vegetación nativa. Así mismo se percibió un impacto negativo sobre la resistencia de malezas aunque este fue de magnitud baja.

En el caso de la biodiversidad estos efectos negativos son de una mayor importancia debido a que su nivel de extensión se presenta a nivel de finca, con una persistencia permanente y un nivel de reversibilidad a largo plazo, a

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 140 de 179

excepción del efecto negativo ocasionado por un aumento en la contaminación de vegetación nativa, efecto de mayor repercusión que todos los mencionados, debido a que su efecto es irreversible en el medio ambiente. En este punto jugó un papel fundamental el hecho de que no se respete la legislación sobre refugios y distancias mínimas entre cultivo.

Figura 14. Impacto ambiental sobre la biodiversidad con uso continuo de algodón transgénico




Fuente: Taller

aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

c. Cambio en el uso de insumos

Durante la realización del consenso llevado a cabo durante el taller, se realizó una descripción del cambio en el uso de los insumos (herbicidas, insecticidas y fungicidas) comparando la tecnología de algodón transgénico con la de algodón convencional. Esta descripción es la base sobre la cual se realiza la evaluación de

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 141 de 179

impacto ambiental para el cambio en el uso de insumos los cuales se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3


Descripción de las tecnologías de producción de algodón semilla OGM y semilla convencional

Percepción de los productores sobre uso de insumos para control de malezas, plagas y enfermedades			
Algodón	Herbicida	Insectidas	Fungicidas
Transgénico	Glifosato	Regent	
Total	10 lt	1,5 lt (24 aplicaciones)	3-4 Aplicaciones
Convencional	Glifosato Sello *Karmer *Dual *Trifor	Regent	
Total	8 lt	1,5 lt(3 aplicaciones)	Nunca se aplicó

Fuente: Taller de evaluación de impacto ambiental realizado por consenso en el Centro de Investigaciones de Nataima de Corpoica con miembros participantes involucrados en el cultivo de algodón.

De acuerdo con el consenso, la cantidad de herbicidas aplicado aumenta para el algodón transgénico como se muestra en el cuadro 3, que es en total de 10 lt, frente al algodón convencional donde la cantidad aplicada es de 8 lt.

También como era de esperarse, con algodón transgénico se reduce notablemente el número de aplicaciones con insecticida. Como se puede observar a partir del cuadro 3, el consenso comunicó que habían pasado de 24 aplicaciones realizadas con algodón convencional a 3 aplicaciones con transgénico; así mismo, informaron que la plaga del gusano rosado había desaparecido.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 142 de 179

Por otro lado, del consenso se percibió que con algodón transgénico se está aplicando una mayor cantidad de fungicidas debido al aumento y aparición de enfermedades fungosas (cuadro 3). Según los productores, esto no sucedía con algodón convencional, ya que con este nunca se tuvo la necesidad de aplicar fungicidas.

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del consenso, con un uso continuo de algodón transgénico se percibió un efecto negativo total sobre el cambio en el uso de insumos; esto, debido al aumento del uso de fungicidas, herbicidas y fertilizantes. Dicho aumento se presenta en una magnitud alta para los dos primeros y una magnitud media para el último. En todos los casos, el efecto negativo es reversible en el largo plazo, con la salvedad de tener una permanencia temporal (figura 15).


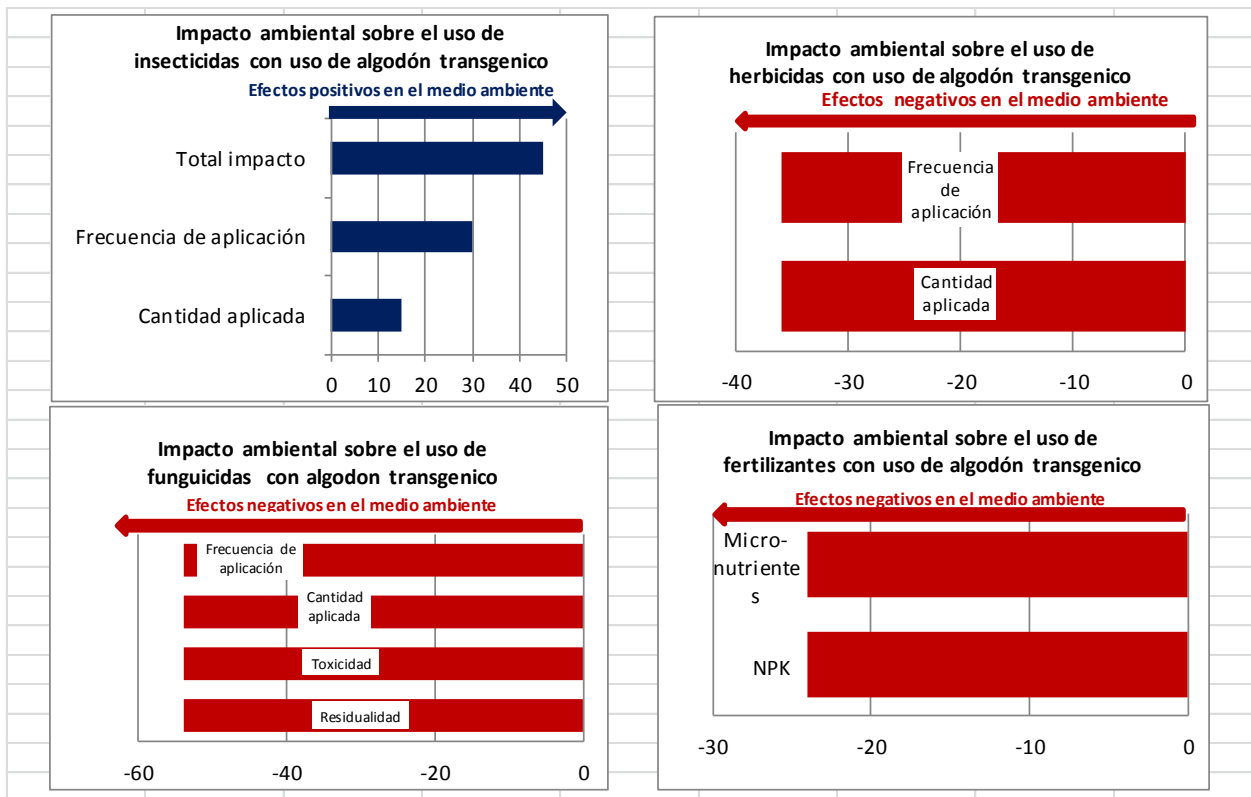

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 143 de 179

Figura 15. Cambio en el uso de insumos con el uso de algodón transgénico



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

El efecto negativo fue mayor para el uso de funguicidas, debido a que se percibió su aumento a nivel de región y en todos sus componentes, es decir, la frecuencia y la cantidad aplicada, la toxicidad y la residualidad (figura 15). El índice es menor para el aumento del uso de herbicidas debido a que el efecto se presentó a nivel de finca y en los componentes cantidad y la frecuencia de aplicación. Así mismo,

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 144 de 179

para el aumento del uso de fertilizantes se percibió que aumento a nivel finca y en una magnitud media el uso de NPK y micronutrientes en el suelo.


Resumiendo, se detectó un impacto positivo de la tecnología en el uso de insecticidas que fue de 45 puntos sumando las características de frecuencia de aplicación y cantidad aplicada. No se modificaron las características de toxicidad ni residualidad, pues se continúan utilizando insecticidas para el combate de otros insectos.

Por su parte, se identificó incremento en el uso de fungicidas, en los aspectos de frecuencia de aplicación, cantidad aplicada, toxicidad y residualidad, evaluados con magnitudes y extensión máxima para un total de índice por cada característica de -54, que sumados las cuatro características de un valor de -216, muy superior al índice positivo de insecticidas. Igualmente, hubo un impacto negativo por el incremento en el uso de herbicidas, de alta magnitud, pero a nivel de finca, que afectó las características de frecuencia y cantidad de aplicación., el índice de herbicidas asciende a – 72 puntos. Finalmente, se percibió un aumento en el uso de NPK y micronutrientes con menor impacto ambiental, pero con un índice sumado de -48 puntos.

Como resultado, y a pesar de la importante reducción en el uso de insecticidas con el uso del algodón transgénico, hubo un incremento en el uso de fungicidas, herbicidas y fertilizantes que cancelan el efecto de insecticidas y dan como resultado un grave índice en el uso de insumos, de -291.

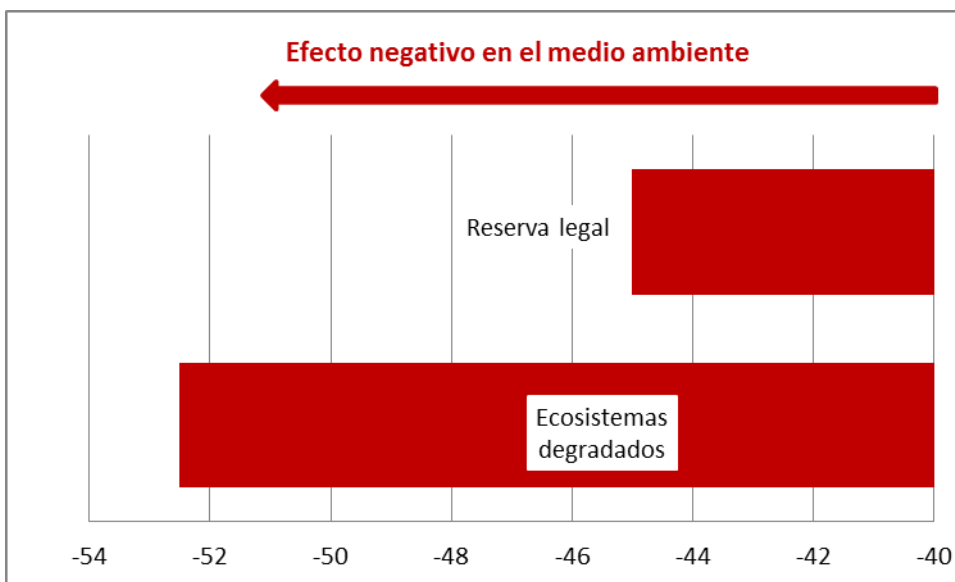
d. Recuperación ambiental

Con el uso continuo de algodón transgénico se percibió que hubo un impacto negativo total sobre la recuperación del medio ambiente explicado por un aumento de magnitud media de los ecosistemas degradados y una disminución de magnitud alta de la reserva legal. Este efecto está nuevamente relacionado con la contaminación de las variedades convencionales con los genes transgénicos. El

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 145 de 179


efecto negativo fue mayor para los ecosistemas degradados porque su extensión se presenta a nivel de región y en el caso de la reserva legal se presenta a nivel de lote. No obstante, en ambos casos el efecto negativo es de gran importancia debido a que para el caso de ecosistemas degradados, este tiende a ser irreversible y de persistencia casi permanente; y para el caso de la reserva legal, este es irreversible y de persistencia permanente (figura 16).

Figura 16. Impacto ambiental sobre la recuperación ambiental con uso de Algodón transgénico.



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

5.6.5 Resultado global del impacto ambiental de la adopción de algodón transgénico con continuo uso De acuerdo con los resultados de la evaluación de impacto ambiental, el resultado agregado del algodón OGM es fuertemente negativo de -751.5 puntos. En este resultado juega un papel principal la

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 146 de 179

contaminación que se ha dado por el incumplimiento de los productores en la normativa de zonas de refugio y distancias mínimas de siembra, que han afectado la biodiversidad y la conservación de áreas de reserva, en particular por la siembra de algodón OGM en zonas de reserva indígena. Esto afecta el componente calidad y cantidad de recursos naturales vía deterioro de la biodiversidad (-378 puntos), y el componente de recuperación ambiental (-97.5 puntos).

De manera sorprendente, el uso de insumos tiene un índice fuertemente negativo de -291 puntos, pues aunque hay una disminución muy importante en el uso de insecticidas, los que se continúan usando para otras plagas no modificaron ni la residualidad ni la toxicidad. En contraposición hay incremento en el uso de fungicidas (cantidad, frecuencia, toxicidad y residualidad) y herbicidas (cantidad y frecuencia). Igualmente, aumenta el uso de fertilizantes con un resultado final fuertemente negativo

Por último, aunque con un efecto negativo mucho más bajo, se afectó el componente calidad y cantidad de recursos naturales vía disminución de la capacidad productiva del suelo.

Los efectos positivos son pequeños y hacen parte del componente calidad y cantidad de recursos naturales vía aumento de la calidad del agua y del componente uso de recursos naturales vía mejora sobre la atmósfera por disminución de aspersiones por avión (figura 17).


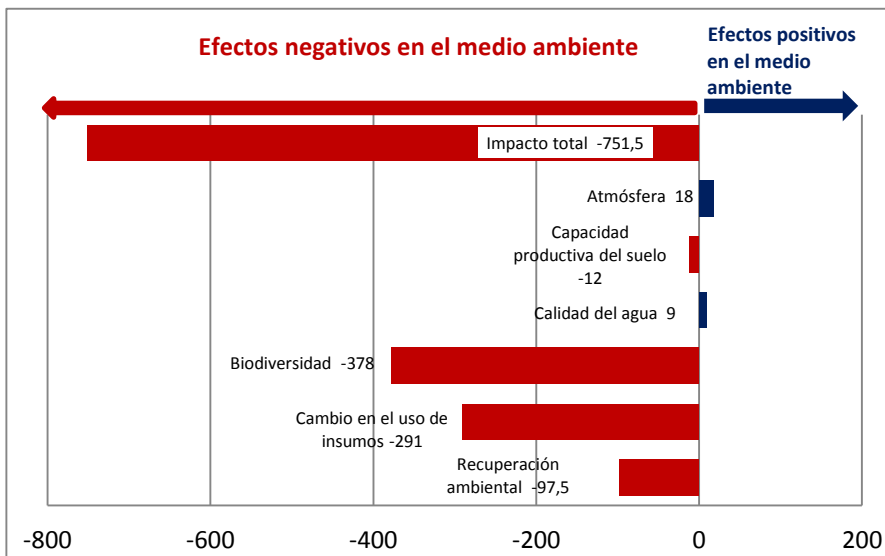
	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 147 de 179


Figura 17. Impacto ambiental global de la adopción de algodón transgénico



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

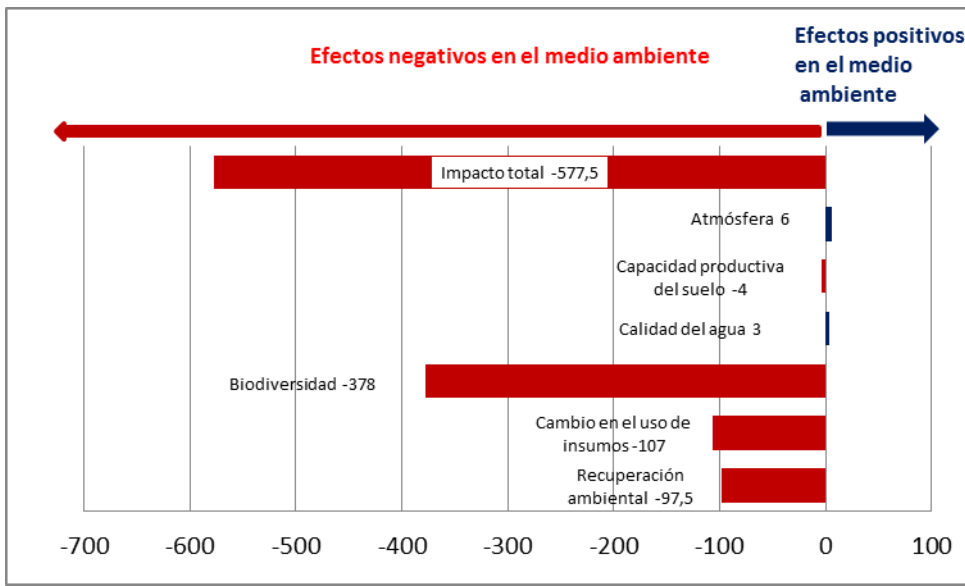
- **Resultado global del impacto ambiental de la adopción cultivos genéticamente modificados con uso esporádico**

Se preguntó cuál sería el efecto de los cultivos transgénicos de algodón cuando posteriormente se usara una semilla convencional. En este caso se consideró que el uso del OGM había acabado con la plaga del gusano rosado y que los efectos positivos sobre el uso de insecticidas permanecerían. Esta consideración afecta la posibilidad de reversar los efectos positivos o negativos de la tecnología.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 148 de 179

El cultivo de algodón transgénico si se reversara su utilización en el futuro sería negativa con -577,5 puntos (figura 18). El principal cambio se deriva del cambio de uso de insumos ya que los cultivos convencionales no requieren aspersiones contra fungicidas. Factores como la afectación de la biodiversidad y la afectación de áreas de reserva indígena no son reversibles y continúan igual.


Figura 18. Impacto ambiental global de la adopción de algodón transgénico con uso esporádico



Fuente: Taller aplicación metodología de impacto ambiental con miembros del consenso en CI Nataima.

5.6.6 CONCLUSIONES

La evaluación de impacto ambiental se realizó con base a la metodología propuesta por la Oficina de Planeación de Corpoica, Esta metodología se basó en la evaluación y calificación por consenso de las tecnologías a evaluar: labranza


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 149 de 179

cero, labranza profunda y algodón transgénico, través de un taller desarrollado en el Centro de Investigaciones Nataima, de Corpoica, localizado en Espinal, Tolima.

De acuerdo con el consenso, el factor propiedad de la tierra es fundamental en la decisión de continuar utilizando una tecnología. De esta manera, cuando la tierra es propia hay menores incentivos para invertir en una tecnología que conserve la tierra y permita la obtención de un mejor rendimiento a futuro del suelo. Sucede lo contrario si la tierra es arrendada, ya que en este caso habrá menos incentivos para invertir en dicha tecnología por lo que la adopción de la tecnología no será continua. Esta condición social influye de manera muy importante en el resultado final de impacto ambiental ya que los impactos positivos de la tecnología continúan en el largo plazo cuando el propietario tiene la capacidad de captar los beneficios de la conservación de suelos. En contraposición, cuando se trata de tierra en arriendo, los arrendatarios no tienen incentivos para invertir en conservación y estos resultados positivos posiblemente se reversarán en el corto o mediano plazo.

La labranza cero tienen un importante efecto positivo en el ambiente: sus aportes a la calidad del suelo, a la recuperación de áreas degradadas, a la calidad del agua y atmósfera son muy superiores a los deterioros ambientales ocasionados por el incremento en el uso de herbicidas que afecta los indicadores de uso de insumos y biodiversidad. Como era de esperarse, el impacto es mucho mayor para el caso en que la labranza se usa de manera continua (236 puntos) a cuando se utiliza de manera ocasional (88 puntos). Cuando se deja de utilizar labranza cero fácilmente se revierten los efectos positivos sobre la calidad del agua, la capacidad productiva del suelo y la atmósfera

La labranza vertical, recomendada en los casos en que exista compactación de suelos, muestra asimismo un balance positivo en su impacto ambiental (60 en el caso de uso continuo y 48 en uso no continuo. Al igual que en el caso anterior, los efectos positivos en el medio ambiente se derivan de su capacidad de mejorar las condiciones de calidad del suelo, de las aguas y su posibilidad de recuperar áreas degradadas. Las diferencias en reversión de efectos ambientales se presentó de manera significativa en cambios en calidad del suelo.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 150 de 179

El uso de material OGM en las siembras de algodón tiene un efecto ambiental negativo muy grande, de -751,5 con uso continuo y – 577,5 con cesación del uso. En estos resultados fue determinante el efecto sobre biodiversidad. Hubo impacto negativo alto en pérdida de corredores biológicos, de especies o variedades, en el aumento de la competencia : agresividad /alelopatia y en la contaminación de vegetación nativa. Este índice no se puede revertir con la suspensión del uso de transgénico.


El uso de insumos muestra un índice de impacto ambiental negativo también muy alto. A pesar de la alta disminución en el uso de insecticidas, se incrementa el uso de herbicidas y fungicidas con un resultado final negativo. Este aspecto se puede revertir si se suspende el uso de material OGM; el índice de -291 con transgénico baja a -107.

CONCLUSIONES GENERALES

En resumen, se logró identificar las tecnologías de manejo de suelos de mayor adopción en la región del Valle Cálido del Alto Magdalena, siendo la que la labranza mínima la de mayor adopción, este manejo de suelo se caracteriza por realizarse con un menor número de pases de maquinaria, tratando de no destruir las condiciones mínimas aceptables, con un nivel de adopción del 13% en el 2011. Adicionalmente se observó que hubo un auge en la adopción a partir del año 2000.

Los productores se ven reacios a adoptar cuando ya disponen de maquinaria o las herramientas necesarias para labrar la tierra de manera convencional, pero los agricultores están dispuestos a adoptar debido a que observan menos incidencia de malezas al implementar la labranza cero y mínima. Aunque es de mayor impacto el primer factor mencionado.

Se observó que la gran mayoría, más de un 95% conocen la labranza convencional, y es la que más implementan en la zona, seguido de la labranza mínima y cero. Se puede concluir que los productores de algodón conocen las tecnologías, pero no la adoptan (78,2%), por las razones ya mencionadas.

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 151 de 179

Por otro lado, los agricultores aplican la forma de preparación de suelo que han conocido al interior del núcleo familiar (54,3%), seguido por los asistentes técnicos y las agremiaciones. Los agricultores revelaron que han aprendido por medio de demostraciones, se puede intuir que han aprendido viendo a familiares o asistentes técnicos cuando preparan el suelo.

Del análisis económico se logró inferir que la labranza mínima y cero como era de esperar, posee costos más bajos, un 4,4% en promedio menos que la labranza convencional, haciéndola más rentable la labranza vertical por otro lado es más costosa, en promedio \$ 244.909,63 más por hectárea, pero resulta más productiva en términos de tonelada de fibra por hectárea, dando un 34%, resultando rentable.


En cuanto al impacto social las tecnologías de preparación del suelo recomendadas contribuyen a mantener la salud de los trabajadores; en tanto que la preparación del suelo en forma convencional ha mostrado efectos indeseables para la salud y por consiguiente el bienestar de los agricultores.

En conclusión, la adopción de tecnologías es rentable financieramente para los productores de algodón del Valle Cálido del Alto Magdalena. En términos sociales, se encontraron resultados favorables debido a que la adopción genera más tiempo libre que es dedicado a la familia, pero existe un problema de exclusión social de género. En resumen, la adopción trae grandes ventajas a la sociedad, tanto a corto como largo plazo, al generar más tiempo para la familia.

RECOMENDACIONES


Dada la relevancia del tema objeto de esta investigación, es recomendable que se incentive la adopción de las labranzas de conservación y nuevas tecnologías en manejo de suelos debido a las bajas tasas de adopción, se puede lograr el objetivo mediante divulgación de información sobre las ventajas que han revelado los productores que han adoptado, como por ejemplo el que hay menor incidencia de malezas al implementar labranzas mínima o cero, o que hay mayor producción con labranza vertical. A esto hay que añadir que la adopción es rentable financieramente para los productores.

Otra recomendación es incentivar la creación de grupos de productores al momento de renovar equipo y maquinaria necesaria en las labranzas de

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 152 de 179


conservación, esto permitiría hacer compras a escala que reducirían el costo unitario, además podría pensarse en modelos como bancos de maquinaria o asociaciones de productores para la adquisición de estos servicios.

En consecuencia de los resultados del estudio con respecto a la toma dediciones tecnológicas que quedó demostrado que el asistente técnico juega un rol importante, se recomiendo involucrar activamente a Estos y utilizar en lo posible demostración de métodos para los eventos de capacitación con el fin aumentar las tasas de adopción de las tecnologías.


 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 153 de 179

RESULTADOS ESPERADOS, RESULTADOS OBTENIDOS E INDICADORES

Resultado esperado	Resultado obtenido	Indicador verificable
Un documento con la información sobre el estado de adopción de tecnologías de manejo de suelos.	Un documento con la información sobre el estado de adopción de tecnologías de manejo de suelos.	Un informe final de los resultados, y un documento sobre la experiencia de realizar estudios de adopción e impacto.
Estado del arte sobre estudios de adopción de tecnologías agrícolas.	Un documento con revisión bibliográfica comentada sobre los estudios de adopción e impacto.	Un informe final de los resultados, y un documento sobre la experiencia de realizar estudios de adopción e impacto.
Metodologías aplicadas al estudio de adopción e impacto.	Una función de producción estimada. Un análisis de costos de las diferentes tecnologías evaluadas. Análisis comparativo de retornos económicos para las diferentes tecnologías evaluadas. Un modelo para estimar las probabilidades de adopción. Un modelo de evaluación ambiental aplicado.	Un informe final de los resultados, y un documento sobre la experiencia de realizar estudios de adopción e impacto.
Impactos técnicos, sociales, económicos	Una función de producción estimada.	Un informe final de los resultados, y un


 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 154 de 179

<p>y ambientales de las tecnologías de algodón y sus cultivos de rotación.</p>	<p>Niveles de adopción estimados de las tecnologías. Cuantificación de los cambios en el suelo en los retornos a la inversión y las condiciones de la familia y apropiación del conocimiento</p>	<p>documento sobre la experiencia de realizar estudios de adopción e impacto.</p>
--	--	---


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 155 de 179

PRODUCTOS Y/O PROCESOS GENERADOS E IMPACTOS


Tipo de Producto y/o Proceso	Nombre del Producto y/o Proceso	Descripción	Impacto Esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto	Indicador verificable
Estudios y Caracterizaciones	Medición de la adopción e impacto de tecnologías y factores determinantes de las mismas.	La tasa de adopción del 20 por ciento, la principal razón para adoptar es disponibilidad de maquinaria, y baja incidencia de malezas.	Diseño de modelos de investigación que aumenten las tasas de adopción. Aumento en los ingresos de los agricultores, disminución de la degradación del suelo, y mayor tiempo para la familia.	5 años después de haber sido generada la tecnología.	Numero de agricultores que adoptan la tecnología. Mejor vehículo de transferencia de tecnología. Disminución en la compactación, mayor productividad (rendimientos físicos), y mejor aprendizaje.
Modelo econométrico	Medición de probabilidades de adopción de tecnologías a través de: Disponibilidad de maquinaria, incidencia de malezas, tipo	Un modelo Logit con la capacidad de predicción probabilística de la adopción por medio de las variables, las cuales son, disponibilidad	Una mayor probabilidad de adopción si el productor trabaja su propia tierra, si se la tecnología que	5 años después de haber sido generada la tecnología.	La variable que mayor contribución hace es la disponibilidad de maquinaria con 51 por ciento de probabilidad de adopción, seguido por la incidencia de malezas con 18

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 156 de 179

	propiedad, capacidad de retención de agua en el suelo y genero del productor.	de maquinaria, incidencia de malezas, tipo propiedad, capacidad de retención de agua en el suelo y genero del productor.	implementa brinda una mayor capacidad de retención de agua en el suelo, y observa una menor incidencia de malezas, y una menor probabilidad si ya dispones de maquinaria para la preparación del suelo.		por ciento, subsiguientemente por la variable genero con un aporte del 18 por ciento, subsecuentemente por la tenencia de la propiedad explicando tan solo un 7 por ciento.
Recomendaciones técnicas y prácticas de manejo (Desarrollo de tecnologías)	Manual sobre metodologías para estudios de adopción e impacto, ilustrados en el caso del Valle Cálido del Alto Magdalena.	Un documento que recopila toda la información teórica respecto a los temas de adopción, evaluación de impacto económica, ambiental y social. Adicionalmente con los resultados obtenidos en el Valle Cálido del Alto Magdalena.	Un documento, con las experiencias, que sirva como guía para futuros proyectos de evaluación de impacto económica, ambiental y social.	1 mes después de haber finalizado el proyecto.	Un documento con características de un manual.

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 157 de 179

Base de datos	Una base de datos con formato en SPSS sobre el trabajo de campo.	Una base de datos con 55 variables distribuidas en cuatro componentes, datos generales, producción y uso de tecnologías, aspectos económicos, aspectos sociales, y por ultimo un componente ambiental.	Una base de datos, y un formato de encuesta para la realización de futuros trabajos de campo.	Una vez finalizado el proyecto.	Una base de datos.
---------------	--	--	---	---------------------------------	--------------------

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 158 de 179

BIBLIOGRAFÍA

Alston, Norton & Pardey (1988). Science under scarcity. International Service for National Agriculture Research ISNAR 585 pp.

Baquero Haeberlin, Irma, Juan José Rivera, Hernando Méndez, Carlos Escobar Edgar Almanza y Julio Ricardo Galindo. 1998. Cuentas Ambientales Del Suelo. Ponencia presentada al Foro Internacional de Cuentas Ambientales. Departamento Administrativo de Medio Ambiente de Bogotá, DAMA. Bogotá, noviembre 17-19 de 1998


Baquero Haeberlin, Irma B, Ramírez Gómez, Margarita.2005. Indicadores de impacto ambiental. Plan de investigación de soya En: Impacto de la tecnología, CI.Tibaitatá. Memorias Seminario taller impacto de la tecnología, 2005.

Baquero, Irma. 1993. Una metodología para estimar el costo de la erosión. Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural No 31 (2)

Baquero I. (2002)Informe final del proyecto Transferencia de tecnología para mejorar la competitividad del sistema de producción del algodón en Colombia. Estudios de Adopción de Tecnología

Baquero Haeberlin, Irma, Ramírez Gómez, Margarita (2005). Indicadores de impacto ambiental. Plan de investigación de soya In: Impacto de la tecnología, CI Tibaitatá. Memorias Seminario taller impacto de la tecnología.

Cadena T. J (1999). Memorias Curso Manejo del Algodonero. Plan Nacional de Algodón. C. I. Turipaná. Agosto 25-28, p 23-28.

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 159 de 179

Cardona, Iván, Luz Amparo Fonseca, Eduardo Magalhães, Lorena Ruiz , Patricia Zambrano, 2008. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL ALGODÓN Bt EN COLOMBIA. INFORME FINAL. Conalgodón International Food Policy Research Institute. Bogotá D.C. Agosto de 2008

Christensen, I. A.; McElyea, D. E. 1988. Toward a general method of estimating productivity - soil depth response relationships. Journal of soil and water conservation. 43(2):199-202.

Feder, G., and D. Umali (1993) "The Adoption of Agricultural Innovations: A Review." Technological Forecasting and Social Change vol. 43: 215-239.


Feder, G., R. E. Just, and D. Zilberman (1985) "Adoption of Agrucultural Innovations in Developing Countries: A Survey." Economic Development and Cultural Change vol. 33: 255-298.

Falck- Zepeda, José, Baquero Haeberlin, Irma B, Barreto Triana, Nancy, Espitia Malagón, Eduardo, López, Nancy, Fierro, Luis Humberto. 2006. An Exploration of the Potential Benefits of Integrated Pest Management Systems and the Use of Insect Resistant Potatoes to Control the Guatemalan Tuber Moth (*Tecia solanivora* Povolny) in Ventaquemada In: An Exploration of the Potential Benefits of Integrated Pest Management Systems ed. Washington : International Food Policy Research Institute, 2006

Gujarati, D. (2006). Econometría. 4 ed., México, MacGraw Hill.

Lal, R. 1987. Effects of soil erosion on crop productivity. CRC Critical Review in Plant Sciences. 5(4):303-367.

Lal, Rattan 1994. Métodos y normas para evaluar el uso sostenible de los recursos agua y suelo en el trópico MADR, Corpoica Nataima, Conalgodón y Fondo de Fomento Algodonero. 96 pp National Soil Erosion- Soil Productivity Planning Comitee. 1981. Soil

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 160 de 179

erosion effects on soil productivity: A research perspective. Journal of Soil and Water Conservation 36(2):82-90.

Kouamé Euphrasie Ben (2011) Adoption and levels of demand of fertilizer in cocoa farming in côte d'ivoire: does risk aversion matters.

Madala, G. (1996). Introducción a la econometría. 2. ed.; México, Prentice-Hall.

McFadden, D. (1973). "Conditional logit Analysis of Qualitative Choice Behavior". En P. Zarembka, Frontiers in Econometrics. Nueva York, Academic Press.


Nájjar Rodríguez, Paola (2004). Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Investigación. CORPOICA. Programa Nacional de Estudios Socioeconómicos. Mosquera, Cundinamarca. Documento de trabajo.

Perrin, R., and D. Winkelmann (1976) "Impediments to technological Progress on Small Versus Large Farms" American Journal of Agricultural Economics vol. 58: 888-894.

Pindyck, R. y D. Rubinfeld (2001). Econometría: Modelos y pronósticos, 4 ed., México, McGraw Hill. Polése.

Ramírez Gómez, Manuel; Martínez Covalada Héctor, Ortiz Lila Ximena, Gonzalez Fredy A. Barrios Camilo. Respuestas de la oferta y la demanda agrícola en el Marco de un TLC con Estados Unidos. Observatorio Agrocadenas Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Documento de Trabajo no. 49.


Ramírez Gómez, Margarita, Irma Baquero Haeblerlin, Paola Nájjar Rodríguez, Fernando Cardozo Puentes y Jairo Ramírez (2004). Evaluación De Impacto Ambiental Del Plan De Investigación De Soya En El Valle Del Cauca. Informe final Corpoica.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 161 de 179

Stachetti Rodrigues, Gerardo, Campanhola, Clayton & Choji Kitamura, Paulo (2002). Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D, Cuadernos de Ciencia y tecnología, Brasília.

The Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT)
<http://www.icasa.net/dssat/> consultado junio2011

Van Kooten, G. C.; Weisensel, W. P.; De Jong, E. 1989. Estimating the costs of soil erosion in Saskatchewan. Canadian Journal of Agricultural Economics. 37:63-75.

	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 162 de 179

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta para conocer el grado de adopción y los impactos económicos, sociales y ambientales del manejo de los suelos en el sistema de producción de algodón, y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.



Encuesta para conocer el grado de adopción y los impactos económicos, sociales y ambientales del manejo de los suelos en el sistema de producción de algodón, y sus cultivos de rotación en el Valle Cálido del Alto Magdalena.

Fecha: ___/___/___ N°.


INFORMACIÓN GENERAL

Departamento: _____ Municipio: _____ Vereda: _____ Finca: _____ ha
 Sexo: _____ Nombre del productor: _____ Edad: _____
 Nivel máximo de estudio: _____ Tiempo como agricultor: _____
 Cultivo _____ ha _____
 Rotación: _____ ha _____ Tenencia de la tierra: Propia _____ Arrendada _____
 Relieve _____
 Topología de productor: _____

I.- ADOPCION DE TECNOLOGIA

1.1.- ¿Cuáles formas de preparación de suelos conoce usted?

Labranza Convencional _____ Labranza Mínima _____ Labranza Vertical _____ Labranza Cero _____ De precisión _____

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 163 de 179

1.2. Cual es la forma de preparación de suelo más usada por usted?

Labranza Convencional____Labranza Mínima____Labranza Vertical____Labranza Cero____De precisión____

1.3. De quién conoció la forma de preparación del suelo que aprendió?

ICA____ CORPOICA____ UMATA____ A.T.____ Agremiación____ TV____
 Cartilla____ Vecino____
 Compadre____ Papá____

1.4. Cómo conoció la forma de preparación de suelo que más usa?


CADET____ SEA____ Día de Campo____ Gira____ Demostración____

1.5 ¿Qué razones tiene usted para usar esta forma de preparación del suelo?

Fácil manejo____ Bajos costos____ Disponibilidad de maquinaria____ Buena cosecha____
 Mejora el suelo____ Menos plaga____ Menos maleza____ Otros____

1.6. ¿Que ventajas tiene la forma de preparación que usted usa?

Menor mano de obra____ Menor costo____ Menor cantidad de insumos____ Menos tiempo____
 Más rápido____ No daña el suelo____

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 164 de 179

1.7 ¿Qué desventajas cree usted que tiene la forma de preparación de suelo que usted usa?

Altos costos _____ Más Mano de obra _____ No hay maquinaria _____ Poco conocido _____ Más Plagas _____

Mayor cantidad de malezas _____ Más químicos _____

1.8 ¿ Quién tomó la decisión de usar esta forma de preparación del suelo?

Agricultor _____ AT _____ El Tractorista _____ Socio _____ UMATA _____ CORPOICA _____

1.9. ¿Desde cuando usted usa esta forma de preparación del suelo?

II.- IMPACTO ECONOMICO

2.1. ¿Cómo financia su producción?

Recursos propios []] Banca privada []] Banca oficial []] Prestamista particular [].
 Banco _____ Prestamista _____ Propio _____ Agremiación _____ Casa Comercial _____
 Otro: _____

2.2. De quien ha recibido apoyo para la compra de maquinaria y equipos de preparación de suelos?


Agremiación _____ Banco Agrario _____ Prestamista particular _____ De ninguno _____ Socio _____
 Recursos propios _____ Compañía _____

2.3 A que otras actividades económicas se dedica a parte del algodón?

Jornal _____ Venta de Ganado _____ Venta de Leche _____ Empleado _____ Jubilado _____

P24. ¿Ha recibido apoyos para la compra de maquinaria y equipos de manejo de suelos?

No [] si [] por parte de quien? Estado? [] Asociación de agricultores [] otro? [] Tipo de apoyo : _____ : _____ : _____ : _____

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 165 de 179

P25.- ¿Cree que el uso de la tecnología de manejo de suelos ha contribuido a incrementar sus ingresos? No.

[] Si, [] ¿de qué manera? _____

P26.- ¿Cómo considera que es su actitud frente al riesgo? (Valórela con una escala del 1 al 5, 1mínimo, 5 máximo)

[] Muy averso al riesgo. [] Averso. [] Indiferente. [] Gusto por el riesgo [] Total preferencia por el riesgo.

P27.- ¿Sus ingresos en que porcentaje dependen del cultivo del algodón? Menos del 50% [] Igual al 50% [] Mas del 50% []

III.- IMPACTO SOCIAL

3.1. ¿Qué ventajas para el núcleo familiar le ha traído aplicar esta forma de preparación del suelo?

Mayor ganancia _____ Mayor tiempo para la familia _____ Menor dificultad de labores _____

3.2. ¿Qué personas de la familia se ocupan con esta forma de preparación de suelo que usted usa?

Papá _____ Mamá _____ Abuelo _____ Abuela _____ Tía _____ Tío _____ Hermano _____
Hermana _____


Esposa _____ Hija _____ Hijo _____

P33.- ¿Considera que la tecnología de manejo de suelos ha contribuido a mejorar la salud del trabajador y la del agricultor? No. [] Si, [] ¿de qué manera?

3.4. Que enfermedades en las personas cree usted están asociadas a la forma de preparación del suelo que usted usa?

Gripa _____ Artritis _____ Pulmonar _____ Resfriado _____ Dolor de Espalda _____ Ninguna _____

Dolor de cabeza _____ Dolor de ojos _____ Otro: _____

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 166 de 179

3.5. Ha percibido si el aumento en el uso de matamalezas causa daño a la salud?

No _____ Si: _____ Cuales? _____

P36.- ¿Quien toma las decisiones de usar determinada tecnología?

El agricultor [] El asistente Técnico [] Técnico de la UMATA [] Investigador de Corpoica Otro Cual

P37.- ¿ Además del cultivo del algodón tiene otra fuente de ingresos?

Venta de Ganado []]Venta de leche [] Salario por empleo [Pensión de jubilación [] Otro Cual

P38 ¿Qué beneficio para el núcleo familiar le ha traído aplicar esta tecnología de manejo de suelos?

Aumento de Ingresos [] mayor tiempo para la familia [] menor dificultad en las labores [] otro cual

IV.- IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Con la forma de preparación del suelo que usted usa como observa la salud del suelo?


Fértil____ Infértil _____ Enfermo _____ Sano _____ Pobre _____ Estéril _____ Cansado _____
 Agotado_____

Rico _____ Bueno _____ Malo _____

4.2 ¿Cual de las siguientes formas de preparación del suelo considera usted produce mayor deterioro del suelo?

Labranza Convencional____Labranza Mínima____Labranza Vertical____Labranza Cero____De
 precisión_____


4.3. Cuales problemas del suelo se reducen con la práctica de preparación del suelo que usted usa?

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 167 de 179


Compactación _____ Pérdida de nutrientes _____ Pérdida de capa arable _____ Erosión _____




P32 .- ¿Qué cambios ha observado que ha tenido con la aplicación de la nueva tecnología?

Estructura del suelo aumento de materia orgánica disminución de la compactación mayor anclaje de las plantas en el suelo aumento de la fauna benéfica Efecto sobre el aire otro.

 Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	INVESTIGACIÓN		CÓDIGO: IN-F-06
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL		VERSION 0
			Página 168 de 179

Anexo 2. Participantes

 Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria		TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA		TT-F-012	
FORMATO DE REGISTRO DE PARTICIPANTES A EVENTOS DE CAPACITACIÓN		Versión 1		Página 1 de	
Nombre del Evento Taller de Evaluación de Impacto Ambiental		Tipo de Evento (Marque X) <input checked="" type="checkbox"/> Taller		Días de Campo Notaima	
Fecha 25 11 2011		Seminario Centro de Investigación/Estación Experimental		Demostración de Método Otro cual?	
Nombre del sponsor del evento Antonio Maria Martinez		Giro Técnica Fianza		Código Único Interno (CUI)	
Departamento Tolima		Municipio Espinal		Vereda/Finca	

Nombre/Apellidos	No.Cédula	Organización/ Empresa	Ocupación/ Cargo	Dirección	Teléfono/Celular	E-mail	Firma
Alexandra Rivera	110403470	Notaima	Combatista	Balcones Bosque Apto.402 + 6.			
Enica González	11047102	Notaima	Combatista	Arzobispo MZA CSA	3167405416		
Sara Bernal	108378829	Escuela Colombiana de Ingeniería	Asistente de Investigación	Calle 194A No. 94-59.	6827546 3192432522	scriba07@gmail.com	
Fernando Carbo	19127196	Corpoica	Coordinador	K1A Via Mesopotamia	A 227300		

Una vez concluido el evento, los directores de Centros de Investigación y Estaciones Experimentales deben enviar una copia impresa y en medio magnético del formato diligenciado de forma impresa a la Coordinación del Programa de Transferencia de Tecnología.

El Programa de Transferencia conforma una base de datos en donde está sistematizada la información por Centro de Investigación y Estación Experimental.

El Programa de Transferencia de Tecnología debe elaborar un informe mensual, el cual será soporte del reporte de mesa Comunitaria por Centro de Investigación en el área de Transferencia de Tecnología y Capacitación. Otro informe debe ser enviado baso.

Si por situaciones de orden público no es posible recoger la información de algunos sistemas al evento, el responsable de organizar el evento, debe dejar constancia de esta situación en el formato, indicando el número de asistentes.

TRANFERENCIA DE TECNOLOGÍA		TT-F-012					
FORMATO DE REGISTRO DE PARTICIPANTES A EVENTOS DE CAPACITACION		Versión 1					
		Página de					
Nombre/APELLIDOS	No Cédula	Organización/ Empresa	Ocupación/ Cargo	Dirección	Teléfono/Celular	E-mail	Firma
Jairo Palma	14242207	Empresaria	Coordinador	Km 112-3-28-31	3117323	jpalma@elotomac.com	[Firma]
Rubén D Perdomo	14220589	ICA	Lider Proyecto Asesoría	Espejal	313200137	ruben.perdomo@ica.gov.co	[Firma]
Gustavo Roa L Ruiz	93.115.735	ICA	Z.A Ssmillas	Espejal	31176617	gustavo.roa@ica.gov.co	[Firma]
Jorge Fernando	17023.900	Empresario	Gerente	Subsanar	2269026	[Firma]	[Firma]
Andrés Cortés Camargo	93117615	Aguinaldo	Investigador	Zona Industrial Av. 2 de Mayo	311847417	andres@comunicacion.com	[Firma]
Carlos Andrés Aguirre C	14.397.190	CONVALLACIÓN	Coordinador REGIONAL	Cm 2 N. 94-23 Apt. 203	314-574090	carlos@convallacion.com	[Firma]
Andrés Rosta García	5744888	REMEDIOSA	Asesor Técnico	UDA JAGUA	315308960	andres@remediosa.com	[Firma]
Jorge Alberto Valencia	10.289.002	CORPOICA	Investigador	C.I. Miraflores	300704934	jvalencia@corpoica.org.co	[Firma]
Edgar Henry Amín Durán	93306774	CORPOICA	Investigador	Cm 9 V.L.	3117626621	eduardo@corpoica.org.co	[Firma]

Una vez concluido el evento los directores de Centros de Investigación y Estaciones Experimentales deben enviar una copia impresa y en medio magnético del formato diligenciado de forma íntegra a la Coordinación del Programa de Transferencia de Tecnología, en tres ejemplares, para ser archivados en los registros de la Oficina.
El Programa de Transferencia de Tecnología debe estar en condiciones de ser diligenciado por el Centro de Investigación y Estación Experimental.
El Programa de Transferencia de Tecnología debe estar en idioma español. El cual será soporte del evento de transferencia de tecnología y capacitación. Debe ser diligenciado en el formato (S) preliminar de esta mesa de trabajo. El formato de esta mesa de trabajo debe ser diligenciado en el idioma español.
Si por circunstancias de orden no es posible diligenciar el formato en el idioma español, se debe diligenciar en el idioma inglés, indicando el número de ejemplares.


CORPOICA		TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA		TT-F-012			
		FORMATO DE REGISTRO DE PARTICIPANTES A EVENTOS DE CAPACITACION		Versión 1			
				Página de			
Nombre/Apellidos	No Cédula	Organización/ Empresa	Categoría/ Cargo	Dirección	Teléfono/Celular	E-mail	Firma
Edoardo Borrignon D.	3207.533	CORPOICA	Investigador	C. Notaina	300520848	eborrignon@corpoica.gov.co	[Firma]
Antonio Merchán L.	74284579	Corpoica	Ingeniero	Dir. Ince	311416014	antonio.merchan@corpoica.gov.co	[Firma]
Faiver Guzman	9312712	Independiente	Agrovisor	Vereda San Juan	311457988		[Firma]
Juan Jose Mayolo	93371000	corpoica	Director (e)	CS Notaina	316222174	mayolo@corpoica.gov.co	[Firma]
Hilfen Corderos P.	93127153	Independiente	Agricultor	Vueda Magdalena	3113223303		[Firma]
Ofonso Luis Costa	14203011	"	Ingeniero	Milpa del Calvario	38423588		[Firma]
Lina Baquerot	21068715	Escuela Caldey	Profesora	ALL 45-11205-58 Bogotá	300565910	lina.baquerot@unibogota.edu.co	[Firma]

Una vez concluido el evento, las direcciones de Centros de Investigación y Estaciones Experimentales deben enviar una copia impresa y en medio magnético del formato digitalizado de forma atendida a la Corporación de Programa de Transferencia de Tecnología, con sede en Toluca, quien se encargará de llevar copia de los registros por Centro.

El Programa de Transferencia confirma una base de datos en donde está disponible la información por Centros de Investigación y Estación Experimental.

El Programa de Transferencia de Tecnología debe elaborar un informe mensual, el cual será soporte del reporte de estas Corporaciones por Centro de Investigación en el área de Transferencia de Tecnología y Capacitación. Dicho informe debe ser enviado al correo (E) dentro de los días de cada mes a Oficina Asesora de Planeación.

Si por situaciones de fuerza mayor no es posible recibir la información de algunos registros al evento, es necesario de organizar de nuevo, desde dejar constancia de esta situación en el formato, indicando el número de asistentes.


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 171 de 179

Anexo 3. Metodología

Cambio en el uso recursos naturales

CAMBIO EN EL USO DE RECURSOS NATURALES				
AGUA Y SUELO		Agua para irrigación	Agua para procesamiento	Suelo
	Escalas			
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1			
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3			
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3			
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3			
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4			


CAMBIO EN EL USO DE RECURSOS NATURALES								
ATMÓSFERA		Partículas / Humo (Quema)	Partículas por labranza	Olores		Ruido	Gases de efecto invernadero	
				Diesel	Herbicida		Metano	Secuestro CO2
	Escalas							
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1							
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3							
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3							
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3							
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5							

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
	VERSION 0	
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 172 de 179

CAMBIO EN EL USO DE RECURSOS NATURALES-FUENTES DE ENERGÍA										
FUENTES DE ENERGÍA		Combustibles fósiles				Biomasa				Ectricidad
		Petróleo	Gasolina	Diesel	Carbón mineral	Alcohol	Leña	Bagazo de caña	Restos vegetales	
	Escalas									
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1									
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3									
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3									
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3									
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5									


Cambios en calidad y cantidad de recursos naturales

CAMBIOS EN CALIDAD Y CANTIDAD DE RECURSOS NATURALES							
CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO		Erosión	Pérdida de materia orgánica	Pérdida de nutrientes	Contaminación	Compactación	Salinización
	Escalas						
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1						
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3						
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3						
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3						
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5						

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 173 de 179

CAMBIOS EN CALIDAD Y CANTIDAD DE RECURSOS NATURALES						
AGUA		Demanda bioquímica de oxígeno	Turbidez	Espuma/ combustible s/ materiales flotantes	Sedimento	Contaminación por plaguicidas
	Escalas					
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1					
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3					
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3					
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3					
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5					


CAMBIOS EN CALIDAD Y CANTIDAD DE RECURSOS NATURALES						
BIODIVERSIDAD		Pérdida de vegetación nativa	Pérdida de corredores biológicos	Pérdida de especies / variedades	Competencia: Agresividad / alelopatía	Resistencia
	Escalas					
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1					
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3					
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3					
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3					
Reversibilidad	Corto plazo=1 Medio plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5					

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 174 de 179

Cambio en el uso de insumos


CAMBIO EN EL USO DE INSUMOS									
INSUMOS		Fungicidas				Insecticidas			
		Frecuencia de aplicación	Cantidad aplicada	Toxicidad	Residualidad	Frecuencia de aplicación	Cantidad aplicada	Toxicidad	Residualidad
	Escalas								
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1								
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3								
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3								
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3								
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5								

INSUMOS		Herbicidas				Fertilizantes				
		Frecuencia de aplicación	Cantidad aplicada	Toxicidad	Residualidad	NPK	Enmiendas	Micro-nutrientes	Toxicidad	Residualidad
	Escalas									
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1									
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3									
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3									
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3									
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5									

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 175 de 179

Recuperación ambiental

RECUPERACION AMBIENTAL					
RECUPERACIÓN AMBIENTAL		Suelos degradados	Ecosistemas degradados	Áreas de conservación permanente	Reserva legal
	Escalas				
Dirección impacto	Aumenta = 1 Igual = 0 Disminuye=-1				
Magnitud	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3				
Extensión (área de influencia)	Lote = 1 Finca = 2 Región = 3				
Persistencia (permanencia del impacto)	Fugaz = 1 Temporal = 2 Permanente=3				
Reversibilidad	Corto plazo=1 Mediano plazo=2 Largo plazo=3 Irreversible=4 Irrecuperable=5				


 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 176 de 179

Anexo 4
Estimación Modexc

Descripción Escenario (Elasticidad 1.34 y 1.9)


PARAMETROS MODEXC	CASO DE REFERENCIA							
	$\epsilon_{s,p} = 1.34 + \text{economía abierta}$				$\epsilon_{s,p} = 1.9 + \text{economía abierta}$			
	Labranza mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Todas las Tecnologías	Labranza mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Todas las Tecnologías
A- Valores iniciales								
Numero de mercados	1	1	1	1	1	1	1	1
Nombre del Producto	Fibra de algodón	Fibra de algodón	Fibra de algodón	Fibra de algodón	Fibra de algodón	Fibra de algodón	Fibra de algodón	Fibra de algodón
Nombre del País o Región	Colombia	Colombia	Colombia	Colombia	Colombia	Colombia	Colombia	Colombia
Elasticidad precio de la oferta (e)	1.34	1.34	1.34	1.34	1.9	1.9	1.9	1.9
Elasticidad precio de la demanda (h)	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91
Precio mínimo de oferta. (M_0)	546,075	522,863	548,342	539,093	546,075	522,863	548,342	539,093
Cantidad inicial de equilibrio antes del cambio tecnológico (Q_0)	100,669	100,669	100,669	100,669	100,669	100,669	100,669	100,669
Precio de equilibrio antes del cambio tecnológico (P_0)	1,549,158	1,549,158	1,549,158	1,549,158	1,549,158	1,549,158	1,549,158	1,549,158
Tasa neta de crecimiento de la demanda (Ω , %)	1.75%	1.75%	1.75%	1.75%	1.75%	1.75%	1.75%	1.75%
Tasa neta de crecimiento de la oferta (θ , %)	-2.50%	-2.50%	-2.50%	-2.50%	-2.50%	-2.50%	-2.50%	-2.50%
B- Fracción	100	100	100	100	100	100	100	100
C- Cambios durante el tiempo de evaluación								
Crecimiento autónomo de la oferta (θ , %)	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%	1990-2003= -10.50%
Fuente: Observatorio Agrocadenas	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%	2004-2010= 5.50%
Crecimiento autónomo de la demanda (Ω , %)	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%	1990-2003= -2.20%
Fuente: Observatorio Agrocadenas	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%	2004-2010= 5.70%

Anexo 1(b). Descripción Escenario (Elasticidad 1.34 y 1.9)

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 177 de 179

CASO DE REFERENCIA


PARAMETROS MODEXC	$(\epsilon_{s,p} = 1.34 + \text{economía abierta})$				$\epsilon_{s,p} = 1.9 + \text{economía abierta}$			
	Labranza mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Todas las Tecnologías	Labranza mínima	Labranza Vertical	Labranza Cero	Todas las Tecnologías
D- Logística								
Número de Tecnologías	1	1	1	3	1	1	1	3
Tipo de adopción pos tiempo_2	1	1	1	1	1	1	1	1
Probabilidad de éxito de la tecnología ($0 < pr \leq 1$)	1	1	1	1	1	1	1	1
Porcentaje de adopción en el Punto-1	0.30%	0.45%	0.01%		0.30%	0.45%	0.01%	
Tiempo en el Punto-1	1	1	1	1	1	1	1	1
Porcentaje de adopción en el Punto-2	5.51%	0.76%	0.58%		5.51%	0.76%	0.58%	
Tiempo en el Punto-2	21	21	21	21	21	21	21	21
Valor de la asíntota de la función K	1.3316	2.1023	1.0029		1.3316	2.1023	1.0029	
Período de obsolescencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de obsolescencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Tasa neta de crecimiento de la demanda debida a la tecnología	0	0	0	0	0	0	0	0
E- Longitud del período total de evaluación	21	21	21	21	21	21	21	21
F- Tipo de desplazamiento de la función de oferta: K1, K2, K3	2	2	2	2	2	2	2	2
G- Tipo de economía	1	1	1	1	1	1	1	1
Valor del precio internacional	1,549,158	1,549,158	1,549,158		1,549,158	1,549,158	1,549,158	
Tasa de crecimiento esperada del precio internacional (%)	1.39%	1.39%	1.39%		1.39%	1.39%	1.39%	
Porcentaje límite del precio interno, % del precio internacional	100%	100%	100%		100%	100%	100%	
H- Tasa anual de descuento	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
I- Valor semilla	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 178 de 179

CASO DE REFERENCIA

PARAMETROS MODEXC	$(\epsilon_{s,p} = 1.34 + \text{economía abierta})$			$\epsilon_{s,p} = 1.9 + \text{economía abierta}$		
	Años		Todas las Tecnologías	Años		Todas las Tecnologías
J- Valores de inversión (Corpoica y Ministerio de Agricultura)	Por tecnología			Por tecnología		
	1985	35,933,091	107,799,272	1985	35,933,091	107,799,272
	1986	42,584,831	127,754,493	1986	42,584,831	127,754,493
	1987	50,404,488	151,213,463	1987	50,404,488	151,213,463
	1988	76,523,541	229,570,622	1988	76,523,541	229,570,622
	1989	108,833,503	326,500,508	1989	108,833,503	326,500,508
	1990	152,732,367	458,197,101	1990	152,732,367	458,197,101
	1991	15,708,268	47,124,803	1991	15,708,268	47,124,803
	1992	10,312,105	30,936,315	1992	10,312,105	30,936,315
	1993	4,915,943	14,747,828	1993	4,915,943	14,747,828
	1994	7,152,487	21,457,460	1994	7,152,487	21,457,460
	1995	6,890,084	20,670,251	1995	6,890,084	20,670,251
	1996	12,033,504	36,100,512	1996	12,033,504	36,100,512
	1997	8,314,429	24,943,286	1997	8,314,429	24,943,286
	1998	5,991,999	17,975,997	1998	5,991,999	17,975,997
	1999	3,612,076	10,836,228	1999	3,612,076	10,836,228
	2000	3,664,171	10,992,512	2000	3,664,171	10,992,512
	2001	8,012,436	24,037,308	2001	8,012,436	24,037,308
	2002	7,526,605	22,579,814	2002	7,526,605	22,579,814
	2003	1,896,357	5,689,070	2003	1,896,357	5,689,070
	2004	1,896,357	5,689,070	2004	1,896,357	5,689,070
	2005	47,266,667	141,800,000	2005	47,266,667	141,800,000
2006	110,283,333	330,850,000	2006	110,283,333	330,850,000	
2007	156,234,567	468,703,700	2007	156,234,567	468,703,700	
2008	149,705,621	449,116,863	2008	149,705,621	449,116,863	
2009	48,333,333	145,000,000	2009	48,333,333	145,000,000	
2010	55,539,733	166,619,200	2010	55,539,733	166,619,200	
2011	0	0	2011	0	0	

Anexo 3. Resultados MODEXC con tasas de adopción regional

 Corpoica <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: IN-F-06
		VERSION 0
	FORMATO INFORME TÉCNICO FINAL	Página 179 de 179

Escenarios de análisis	Excedente del Consumidor			Excedente del Productor			Excedente Total			Excedente tecnológico esperado (n=1)	Inversión	Excedente tecnológico neto (n=1)
	Total	Tecnológico	Otros	Total	Tecnológico	Otros	Total	Tecnológico	Otros			
Labranza mínima	-343,199	-62,650	-280,550	266,746	47,082	219,664	-76,453	-15,568	-60,886	-16,223	655	-16,224
Labranza vertical	-343,976	-64,201	-279,776	261,425	43,561	217,864	-82,551	-20,639	-61,912	-21,294	655	-21,295
Labranza cero	-346,621	-65,993	-280,627	261,939	42,095	219,843	-84,682	-23,898	-60,784	-24,553	655	-24,554
Todas las tecnologías	-341,183	-60,869	-280,313	267,654	48,538	219,117	-73,528	-12,332	-61,197	-14,299	1,968	-14,303

Anexo 4. Gráfico de inversión en investigación

