21332
1999

DE COLOMBIA
16 ENE.

PLAN DE DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN LABRANZA Y CONSERVACION DE SUELOS

LABRANZA

Junta Directiva

Principales

Rodrigo Villalba Mosquera
Presidente
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Alvaro Abisambra Abisambra
Representante del ICA

Camilo Aldana Vargas (CEGA)
Representante de los Centros de Investigación Privados y Asociados

Jaime Giraldo Saavedra (FEDEGAN)
Francisco Dávila Ricciardi (CONALGODON)
Representantes de los Gremios Asociados

Germán Arteaga Meneses
Representante de las Universidades

Carlos Alberto Estefan Upegui
Representante de las Entidades Territoriales Asociadas

Rito Ariel Gómez Martínez
Representante de las Juntas Regionales o Centros de Investigación

Suplentes

Luis Arango Nieto
Viceministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Carlos A. Kleefeld Paternostro
ICA

Gabriel Cadena Gómez
Cenicafé

Rafael Posada Torres
CIAT

Fidel Antonio Huertas Bernal
Universidad Agraria de Colombia

Carlos Arturo López Angel
Gobernador Risaralda

Cesar Augusto Londoño Maya
SAG

Cuerpo Directivo

Alvaro Francisco Uribe Cálad
Director Ejecutivo

Tito E. Díaz M.
Subdirector Investigación Estratégica

Juan Jaramillo V.
Subdirector Sistemas de Producción

Jorge Trujillo N.
Subdirector Financiero
Secretario General (E)

Ricardo Trujillo P.
Oficina Asesora de Auditoría Interna

Darío Sánchez P.
Oficina Asesora de Relaciones Externas

Fernando I. Villegas C.
Oficina Asesora de Planeación

Directores Regionales

Carlos A. Herrera H.
Director Regional 1

Arturo Vega V.
Director Regional 2

Alvaro Toloza P.
Director Regional 3

Sergio Correa P.
Director Regional 4

German Aya S.
Director Regional 5

Alvaro Bocanumenth P.
Director Regional 6

Christian Mora P.
Director Regional 7

Jaime Triana R.
Director Regional 8

Claudia Walker H.
Directora Regional 9

Salvador Rojas G.
Director Regional 10

Plan de Desarrollo y Transferencia de Tecnología en Labranza y Conservación de Suelos

Coordinadores
Gilberto Alonso Murcia C.
Margarita Ramírez G.
C.I Tibaitatá

Líderes Areas Temáticas

Gilberto Alonso Murcia C.
Mecanización Agrícola
C.I. Tibaitatá

Margarita Ramírez G.
Manejo Integrado de Suelos y Aguas
C.I. Tibaitatá

Jaime Bernal
Prácticas de Manejo de Cultivo
C.I. La Selva
Gabriel Roveda
Prácticas de Manejo de Cultivo
C.I. Tibaitatá

Juan Manuel Arrieta
Manejo Integrado de Plagas
C.I. Tibaitatá

Irma Baquero H.
Evaluación Socioeconómica
C.I. Tibaitatá

Pedro Rodríguez Q.
Transferencia de Tecnología
C.I. Tibaitatá

Coordinadores Regionales

Luis Barrera (Regional 1)
Joaquín García (Regional 2)
Ruth bonilla (Regional 3)
Alvaro Tamayo (Regional 4)
Jorge Peña (Regional 5)
Pedro Pablo Herrera (Regional 6)
Hernando Méndez (Regional 7)
Samuel Caicedo (Regional 8)
Carlos Escobar (Regional 10)

LABRANZA

BIBLIOTECA

LABRANZA

CONTENIDO Pag.

1. INTRODUCCION 1

AREAS TEMATICAS

2. PRINCIPALES AVANCES Y RESULTADOS TECNOLOGICOS 4

3. GESTION INSTITUCIONAL 21

4. PUBLICACIONES TECNICAS Y CIENTIFICAS 22

5. EVENTOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA 25

1. INTRODUCCION

El uso intensivo del recurso suelo, el uso inadecuado, la contaminación de las aguas y el uso indiscriminado de fertilizantes y de agroquímicos, genera un desbalance en las propiedades químicas, físicas y biológicas de suelos y aguas.

Como consecuencia de este manejo insostenible de los recursos, se han acentuado los procesos de degradación que se reflejan en una pérdida de la productividad agropecuaria, con un aumento creciente en los costos de producción y con marcados incrementos en los riesgos de producción del sector.

Prácticamente todas las zonas agroecológicas del país presentan algún tipo de degradación química y/o biológica de sus suelos y aguas, que por ser imperceptible a simple vista (en la mayoría de los casos), no se ha considerado en toda su magnitud.

Algunos de los sistemas insostenibles están relacionados con la tala y quema de bosques, el uso inadecuado de maquinaria agrícola y algunas prácticas agropecuarias inapropiadas, entre otras. En la actualidad, el 49% de los suelos del país presentan algún grado de erosión y, en especial, en la Región Andina los procesos erosivos alcanzan un 89% aproximadamente.

Lo cual es preocupante si se tiene en cuenta que en esta región se encuentra ubicada el 78% de la población del país (IGAC, 1986). Igualmente, se encuentra a nivel nacional un área creciente con problemas de compactación y sellamiento superficial, áreas con problemas de salinidad y sodicidad y la mayoría de los suelos presentan reducción en los contenidos de materia orgánica, desbalance nutricional y problemas de acidez y presencia de elementos tóxicos como el aluminio.

La labranza de conservación ha ganado importancia a nivel mundial en los últimos años, como un medio para proteger los recursos naturales y recuperar aquellos que han sido degradados, principalmente el suelo y el agua.

Diversos estudios realizados en otros países, han demostrado que existen muchas interrelaciones entre el tipo de suelo, el clima, la pendiente, y que una labranza convencional puede traer consecuencias negativas en términos de conservación de suelos, en especial los problemas relacionados con encostramiento en la superficie, encharcamiento, compactación y erosión, limitando así el suministro de nutrientes y agua para las plantas.

Por esta razón, se empezó a experimentar con métodos de labranza profunda, mínima labranza y por último con siembra directa, con muy buenos resultados y amplia adopción. Muchos países se inclinaron por esta estrategia: Estados Unidos tiene en la actualidad más de 19.3 millones de hectáreas bajo labranza conservacionista, Brasil 11.2 millones, Argentina 7.3 millones y Canadá 4 millones, entre otros.

La naturaleza particular de los suelos colombianos ha respondido de manera

negativa a la labranza convencional, lo que se evidencia en amplias zonas con altos índices de erosión y de compactación. Según el IGAC, en 1982 cerca del 50% del país presentaba problemas de erosión y una gran área del país presentaba susceptibilidad a la erosión.

En Colombia, aunque se han realizado investigaciones en estos sistemas de labranza desde hace 12 años y a pesar de sus resultados alentadores, se presenta un bajo nivel de difusión debido a la poca integración entre las instituciones y los productores.

Por otra parte, en los estudios realizados en sistemas de labranza de conservación no se ha evaluado, en forma integral, el comportamiento biológico del suelo afectado por las actividades de mecanización, el cual incide directamente en el desarrollo del cultivo, en la fertilidad de los suelos, en la erosión y a largo plazo, en la formación de la capa aprovechable, además en sus características físicas, químicas y mecánicas.

Debido a la degradación actual de los suelos agrícolas en el país, se presentan bajos rendimientos en los cultivos, altos costos de producción causados por un uso excesivo, tanto de la maquinaria agrícola, como de la aplicación de agroquímicos, lo cual ha resultado en una baja rentabilidad en la producción. Mientras se mantuvieron las condiciones de protección a la producción nacional mediante restricciones a las importaciones, se redujo la competitividad a nivel internacional, debido a sus sistemas de cultivo y tecnología, siendo evidente a partir del proceso de la apertura económica iniciada en 1990.

Los problemas anteriores, han causado una disminución drástica en el área sembrada, mayor importación de productos básicos y pérdida de empleo rural. Según CEGA (1997), entre 1990 y 1996 en el país se han dejado de cultivar 780.000 ha (30,31%) del área total en cultivos transitorios, y se han dejado de generar cerca de 22,57 millones de jornales, equivalentes a 120.000 empleos directos, adicionales a los 108.000 perdidos por la crisis del café.

Si bien es cierto que los cultivos permanentes, diferentes al café, aumentaron su área cosechada y generaron 131.000 empleos permanentes, es claro que la compensación de empleos perdidos no siempre se da en la misma zona, lo que agrava el problema en aquellas regiones con mayores dificultades de sustituciones hacia otros cultivos. Los cultivos más afectados por este problema fueron el algodón y el maíz.

Entre 1990 y 1996, el área en algodón se redujo en más de 100.000 ha y en 1997 en los departamentos de Tolima y Valle, se dejaron de sembrar cerca de 30.000 ha con respecto a 1996. El maíz perdió entre 1991 y 1996, cerca de 200.000 ha y en 1997 presentó una recuperación de sólo 30.000 ha, favoreciendo los niveles de importación, los cuales pasaron de 7.708 toneladas en 1991 a más de 1,3 millones en 1996.

El grupo de investigadores de Corpoica, en las áreas de mecanización y conservación de suelos y aguas, han desarrollado estudios desde 1994 en diferentes regiones del país, en cultivos de ciclo corto, mediante la evaluación de sistemas de labranza apropiada y uso de biofertilizantes en fincas de productores. Otras instituciones como CIAT, Universidades, CECIL, Ministerio de Agricultura - IICA (Proyecto Cesar 95), CIAO, la KfW GTZ con el proyecto Checua y otros centros de investigación, adelantan igualmente estudios en esta área; sin embargo, los resultados que se tienen son muy preliminares, pues el proceso de recuperación de suelos es a largo plazo.

AREAS TEMATICAS

a. Mecanización Agrícola

Esta área temática tiene como objetivo principal la introducción progresiva de las máquinas e implementos agrícolas y el mejoramiento de las prácticas en las distintas etapas de la producción agrícola como labranza, cultivo y cosecha, de tal forma que se protejan los recursos productivos y sea óptimo el uso de insumos para una producción competitiva. La problemática concerniente a esta área se espera solucionar a través de las siguientes líneas de investigación:

- Diseño, Construcción y Evaluación de Máquinas e Implementos Agrícolas.
- Prácticas de Recuperación y Manejo de Suelos.
- Cosecha y Manejo de Residuos Orgánicos.

b. Manejo Integrado de Suelos y Aguas

Su objetivo fundamental es determinar el estado actual de los suelos, dando prioridad a la investigación de los procesos de degradación – recuperación de suelos y aguas y al diseño de prácticas de manejo alternativo, tendientes al mantenimiento de propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos en cada una de las zonas agrícolas del país y de acuerdo con sus características. Además de diseñar y evaluar alternativas de fertilización convencional y no convencional como las prácticas de biofertilización y el uso de abonos verdes. Para abordar la problemática específica, se han definido las siguientes líneas de investigación :

- Dinámica del Agua y de los Nutrientes en Sistemas de Producción.
- Zonificación Ecofisiológica y Agrocliática.
- **MANEJO, RECUPERACION Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS.**

c. Prácticas de Manejo de Cultivos

Esta área temática tiene como objetivo principal desarrollar e implementar tecnologías eficientes de manejo agronómico, tendientes a disminuir los costos de producción y conservar los recursos naturales en los diferentes sistemas de producción. Estas tecnologías deben ser adecuadas a las diferentes zonas agroecológicas, donde se ubican los diferentes sistemas de producción. A través de esta área se espera encontrar las poblaciones óptimas

por material y ambiente específico de producción, redundando en reducción de costos de producción; y mejorar tanto la fertilidad del suelo, como sus propiedades a través de alternativas conservacionistas, tales como manejo de los residuos de cosecha, rotación de cultivos y el uso de biofertilizantes.

d. Manejo integrado de plagas

Esta área tiene como objetivos fundamentales el desarrollo de investigación científica y la generación de tecnologías para el manejo racional y adecuado de los problemas fitosanitarios que afectan la agricultura en el país.

En este sistema, la reducción en el uso de plaguicidas de origen químico, es una prioridad y se logra a través de varias estrategias, entre ellas, el manejo agronómico tendiente a disminuir la presión de plagas, el monitoreo continuo del cultivo, revaluación de los niveles de daño permitidos, la protección de la fauna benéfica, el uso de agentes naturales de control como hongos e insectos predatores, el uso de agentes de control degradables y con menores riesgos de contaminación ambiental. La problemática concerniente a esta área se espera solucionar a través de la línea de Estudios Biológicos, Epidemiológicos y Taxonómicos.

e. Evaluación Socioeconómica

El Plan de Labranza y Conservación focaliza sus actividades en la solución los problemas causados por el uso inadecuado de maquinaria e implementos de labranza. Estos problemas se pueden catalogar en: pérdida de fertilidad, erosión, compactación y otros tipos de degradación. El análisis económico es útil tanto para evaluar las tecnologías de labranza recomendadas, como para proveer información sobre las áreas o problemas de mayor impacto económico de la investigación.

f. Transferencia de Tecnología

La transferencia de tecnología hace parte de cada una de las áreas temáticas ya descritas como parte de la estrategia para difundir los resultados de investigación, en especial, la relacionada con las actividades de recuperación y conservación de suelos, manejo integrado del cultivo y de las plagas, donde es prioritaria la capacitación a los técnicos y a los productores, así como también la estrategia para efectuar la difusión y asegurar la adopción de la tecnología.

2. PRINCIPALES AVANCES Y RESULTADOS TECNOLOGICOS

a. Mecanización Agrícola

La alta degradación de suelos a nivel nacional ha estado relacionada con problemas de alta susceptibilidad de los suelos a procesos como la erosión y la compactación, que han sido acentuadas o generadas en muchos casos por la intervención del hombre a través de los sistemas de labranza y de manejo del cultivo, que, en la mayoría de los casos, no se han realizado de acuerdo con las exigencias que un suelo frágil requiere para mantener su capacidad productiva. La diversidad del trópico exige manejo de los recursos naturales específicos para

cada zona, de acuerdo con su susceptibilidad a la erosión y la compactación, la intensidad y duración de las lluvias, contenidos de materia orgánica, topografía del terreno y sistemas de producción establecidos.

Esta línea de investigación busca diseñar y evaluar sistemas de labranza más sostenibles considerando las características biofísicas, socioeconómicas y tecnológicas de los diversos sistemas de producción, con el fin de recuperar y mantener la capacidad productiva de los sistemas de producción en el tiempo.

Tratando de resolver la problemática descrita, en suelos destinados al cultivo de arroz en Arauca se aprecia el efecto de la intervención de los suelos sobre sus características, lo cual indica que la intervención o mecanización excesiva, originan cambios negativos en éstos. Por lo anterior, se requiere el uso de sistemas de labranza profunda y la adición de materiales orgánicos.

La resistencia a la penetración en lotes intervenidos fue mayor en 1999 en comparación con 1998, entre 0-5 cm en 1998, fue de 0.62 Mpa y en 1999 fue de 1.17 Mpa; esta tendencia continúa hasta los 30 cm de profundidad. Efecto contrario ocurre en el lote no intervenido donde en los primeros 20 cm la resistencia a la penetración fue mayor en 1998.

Efectos similares se encuentran para densidad aparente y porosidad total, la cual es superior al 40% en los primeros 10 cm de suelo. Se observa una menor densidad aparente, resistencia a la penetración y mayor porosidad en los primeros 20 cm con los tratamientos de cinceles, en comparación con la labranza convencional, en tanto que no hay respuesta clara entre sistemas de labranza, uso de coberturas (G y L) y niveles de encalamiento.

Esta misma situación de respuesta positiva a la labranza se ha encontrado para el cultivo de maíz en suelos oxisoles e inceptisoles, el mejor sistema de labranza es el reducido (cincel vibratorio), con aumentos de M.O. (1.1-1.6%), P (34-22 ppm) y Ca (1.08-2.0 meq/100g); disminución de la resistencia del suelo en los primeros 6 cm de profundidad y de la densidad aparente (1.25-1.37 g/cc) y aumento de la porosidad total (52.3-50.1%).

En suelos del Piedemonte Llanero en el sistema de rotación arroz-soya, las mayores variaciones de densidad aparente (g/cc) están en los primeros 10 cm, encontrándose una disminución de ésta con la labranza convencional (1.21 g/cc), en comparación con la densidad aparente inicial (1.36).

Los demás sistemas de labranza reducida y directa presentan valores superiores a 1.41 g/cc. Por debajo de los 10 cm de profundidad los cambios en densidad aparente, son menores en todos los sistemas de labranza y en la mayoría de los casos se encuentran valores inferiores al estado inicial, efecto éste que es más evidente con los sistemas de siembra reducida y siembra directa con las dos rotaciones (gramínea-gramínea y gramínea-leguminosa). Los menores valores de resistencia a la penetración se encuentran con la labranza reducida,

principalmente entre 6 y 30 cm de profundidad (1.4-1-7 Mpa), seguida por la labranza convencional y los sistemas de siembra directa. En la mayor parte del perfil del suelo, los valores de resistencia a la penetración en el estado inicial, son superiores a los sistemas de labranza evaluados.

La evaluación de la cobertura en el suelo por el método de transecto, permitió ver que las mayores coberturas se encontraron con los sistemas de siembra directa en la rotación gramínea-gramínea (65.3%) y siembra directa con rotación gramínea-leguminosa (50.2%), valores éstos diferentes estadísticamente entre sí y altamente significativos con relación a los obtenidos con labranza convencional (5.3%) y labranza reducida (3.0%).

De otra parte, la mayor presencia de malezas se encontró en las labranzas con menor cobertura, (53%) en reducida y (43.0%) en convencional, mientras que en las labranzas con mayor cobertura se encontró un menor porcentaje de malezas, (39.6) en siembra directa (gramínea-gramínea) y (27.3%), en siembra directa (gramínea-leguminosa).

Se investigó para el cultivo de arroz secano (Oryzica Sabana 10), en condiciones de los Llanos Orientales el efecto de tres sistemas de labranza, en la erosión del suelo, en términos de láminas de escorrentía, pérdidas de suelo en erodados, pérdidas de nutrientes en erodados, rendimientos y la relación precipitación escorrentía.

Los tratamientos utilizados fueron: labranza convencional (2 pases de rastra), labranza reducida (1 pase cincel rígido + 1 pase de cincel vibratorio) y siembra directa (aplicación de herbicidas + máquina de siembra directa). Se encontró que los tres tratamientos de labranza, inicialmente presentaron pérdidas de suelo significativamente diferentes. En el tercer mes estas pérdidas fueron semejantes.

El tratamiento de labranza reducida (cinceles) presentó la mayor tasa de pérdida de suelo durante el ciclo (0.7 Kg/m2), seguido por labranza convencional (0.5 Kg/m2), y finalmente la siembra directa (0.35Kg/m2).

Las láminas de escorrentía presentaron la misma tendencia que las pérdidas de suelo, siendo mayor en la labranza reducida, y menor en la siembra directa (21% y 6% de la precipitación total). En los erodados se encontró que la mayor pérdida de materia orgánica correspondió a la labranza reducida (218Kg/ha), seguida por la convencional (156 Kg/ha) y por la siembra directa (126 Kg/Ha).

En ese mismo orden de sistemas de labranza, fueron las pérdidas de fósforo, calcio, magnesio y potasio. Como conclusión general de este trabajo, se encontró que los rendimientos (4Ton/Ha) no fueron significativamente diferentes, siendo el más alto para la labranza reducida y el menor para la labranza convencional.

Las pérdidas de suelo para la labranza reducida fueron el doble de las pérdidas de siembra directa y esta diferencia se debió al efecto de las lluvias en la etapa inicial de desarrollo del cultivo.

b. Manejo Integrado de Suelos y Aguas

El país está caracterizado por una alta variabilidad de suelos, con altas intensidades de lluvia en grandes regiones, o el efecto de vientos erosivos en otras. Estas circunstancias se reflejan en una gran biodiversidad de ecosistemas, la mayoría de ellos muy frágiles, pero que a su vez, presentan una de las más altas biodiversidades del planeta.

Esta fragilidad ambiental, sumada al manejo insostenible de los recursos naturales, ha acelerado el deterioro de los ecosistemas naturales y de los Agroecosistemas. A nivel nacional se encuentran problemas de degradación física (compactación, erosión, sellamiento superficial, entre otros), química (desbalance nutricional, presencia de elementos tóxicos, contaminación) y biológica (reducción de la actividad biológica, bajas poblaciones de meso y microorganismos).

Estos problemas obligan a los agricultores a aplicar grandes cantidades de insumos con el fin de obtener producciones aceptables, incrementando los costos de producción, acelarando los problemas de degradación de los recursos naturales y generando sistemas de producción insostenibles y poco competitivos.

Los problemas de erosión y compactación de suelos son los principales causantes de la degradación física de suelos a nivel nacional. Más de la mitad de los suelos de Colombia presentan problemas de degradación, que pueden acentuarse si no se establecen prácticas culturales que permitan conservar o recuperar los suelos afectados. En la actualidad, la degradación de suelos, afecta la sostenibilidad y competitividad de la mayoría de los sistemas de producción. Un gran reto a nivel nacional, es la recuperación de la capacidad productiva de los suelos.

La investigación busca conocer los procesos de degradación y recuperación de suelos del trópico, utilizar o desarrollar modelos de predicción y simulación de estos procesos, evaluar pérdidas económicas que generan la degradación de recursos y establecer prácticas sostenibles que permitan recuperar la capacidad productiva de los suelos del país.

El conocimiento generado por esta investigación beneficia a estudiantes, asistentes técnicos, profesionales, investigadores y comunidad científica. Las recomendaciones sobre uso de prácticas agronómicas sostenibles beneficiarán directamente a los productores del sector agropecuario e igualmente, pueden ser utilizadas por la comunidad científica y la población en general.

En relación con el recurso agua, la situación actual muestra que, aunque el país ha sido considerado por su riqueza hídrica como el cuarto en el mundo, con una alta disponibilidad de agua dulce (59 lt/seg/km2), sin embargo, debido a la intervención de páramos, bosques de niebla, ríos, humedales, entre otros, este recurso ha venido disminuyéndose en forma acelerada a través del tiempo. Si sumados a esta situación, se consideran los altos grados de contaminación de ríos y cuerpos de agua, principalmente por el arrojo de desperdicios de zonas urbanas

e industriales, se puede predecir que en poco tiempo, el país se verá enfrentado a una crisis por déficit de este recurso, ya sea por disminución en la disponibilidad y/o en la calidad.

La situación actual de cambios climáticos y la reducción en la disponibilidad de este recurso, hacen que la aplicación artificial de agua a los cultivos, se convierta en una práctica necesaria para la producción eficiente y competitiva en algunas zonas del país. Sin embargo, el país no cuenta con la infraestructura necesaria para llevar al agricultor este importante recurso.

De otra parte, el hecho de que el país contara con sistemas bimodales de precipitación claramente definidos (en la mayor parte del territorio nacional con uso agropecuario), que proporcionaban disponibilidad de agua para dos ciclos de cultivo, impidió o no justificó el desarrollo de distritos de riego a nivel de pequeña, mediana y gran irrigación.

El diagnóstico del Programa «Mejor Agua» presentado por el Ministerio del Medio Ambiente, considera que el 14% del territorio nacional presenta déficit de agua, 5 millones de hectáreas se encuentran bajo el efecto de inundaciones periódicas y el 23% de la población no cuenta con suministro de agua potable para consumo doméstico. Además, existe un desconocimiento sobre cantidad y calidad de agua subterránea en el territorio nacional.

El país posee 18.2 millones de hectáreas cultivables, de las cuales 7.8 millones pueden ser objeto de irrigación o de prácticas de drenaje o control de inundaciones.

En Colombia se hace un uso inadecuado e irracional del recurso hídrico y no se obtienen los mejores rendimientos de los cultivos, por lo tanto, cualquier esfuerzo tecnológico que se haga para aumentar la productividad, así como para mejorar la calidad de los productos bajo los parámetros de competitividad, sostenibilidad y equidad, generará riqueza, desarrollo y bienestar económico y social.

La investigación relacionada con manejo del recurso hídrico, se ha orientado a la determinación de requerimientos hídricos en diferentes especies y a la obtención de recomendaciones sobre uso de riego y drenaje en áreas agropecuarias.

Las recomendaciones que se obtengan de esta investigación beneficiarán en forma directa a los productores agropecuarios, y el conocimiento generado en cuanto a la dinámica del agua, requerimientos hídricos y técnicas adecuadas de riego y drenaje benefician a estudiantes, profesionales, investigadores, asistentes técnicos y a la comunidad científica en general.

De otra parte, para solucionar la problemática relacionada con toxicidad de aluminio y baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo en Oxisoles de los Llanos Orientales, se consideraron varias alternativas tecnológicas, a saber: 1. Evaluación del Recurso Genético, para lo cual se emplearon variedades de maíz con diferentes grados de Tolerancia a la Toxicidad de aluminio como son: Sikuani (Alta tolerancia); ICA V-109 (Susceptible) y Clavito (Variedad Regional intermedia); 2. Incorporación de Materiales Orgánicos al suelo, tales como:

Crotalaria, Caupí y Gallinaza; 3. Aplicaciones de Cal y Fósforo, para mejorar su eficiencia.

Los resultados experimentales muestran que la variedad Clavito, presenta una mayor producción de biomasa (hojas y raíces) en relación con las otras variedades (Sikuani e ICA). Sin embargo, las mayores producciones de grano se obtuvieron con la variedad Sikuani (tolerante a aluminio).

Las aplicaciones de materia orgánica, especialmente gallinaza, incrementaron la producción de maíz, aunque se presentó un efecto diferencial de acuerdo con la variedad empleada, encontrándose un mayor incremento en producción en la variedad Ica V-109, seguida por Clavito y Sikuani, en ambos semestres.

Los efectos más importante de la materia orgánica en el suelo (tanto a nivel de invernadero como de campo), fueron : la inhibición del aluminio tóxico, el incremento del pH y aumento en la disponibilidad de fósforo para la planta, lo cual se reflejó en un mayor desarrollo del sistema radicular.

La materia orgánica mejora las condiciones del suelo, aspecto que es de gran importancia para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles bajo condiciones de suelos ácidos, debido a que mantiene bajos niveles de aluminio en el suelo y eleva los niveles de P y otros nutrientes en el suelo. Los rendimientos de maíz fueron: 4.124 Kg./ha al aplicar gallinaza, 3.596 kg./ha al aplicar caupí y 3.099 kg/ha en el testigo sin aplicación de materia orgánica.

Las aplicaciones de cal (1.5 ton/ha) incrementaron la mayoría de los parámetros agronómicos (materia seca y área foliar y radical) y la producción de grano en cada una de las variedades evaluadas, siendo más importante este efecto en la variedad ICA V-109, seguida por Clavito y Sikuani, situación que refleja las diferencias en adaptación de estas variedades a suelos ácidos.

Las aplicaciones de cal incrementaron las disponibilidad de micronutrientes (Mn, Zn y Fe) en el suelo y sus concentraciones en la planta. La producción de grano se incrementó debido a las aplicaciones de fósforo, siendo mayor el efecto en la variedad Sikuani, seguida por ICA V-109 y Clavito, durante la estación lluviosa, indicando así los mayores requerimientos de P de la variedad Sikuani.

Otros de los logros obtenidos en el desarrollo de las investigaciones de esta línea fue el ajuste y validación de un Modelo de Simulación del crecimiento de raíces bajo condiciones de campo, para los Llanos Orientales "RACINE" desarrollado por el CIRAD. Los resultados obtenidos en 1999, confirman los obtenidos en 1998, donde el sistema de raíces del maíz bajo condiciones de suelos ácidos se encuentra fuertemente estresado, debido a la inhibición de los procesos de división y elongación celular, presentando una baja profundidad radicular y baja densidad en la longitud de raíces, lo cual reduce la rizosfera de la planta y, por tanto, su capacidad de absorción de nutrientes y toma de agua.

No se observaron diferencias en el crecimiento de la raíz entre variedades

sensibles y tolerantes al aluminio. Sin embargo, se observó un efecto positivo de las aplicaciones de materia orgánica, particularmente gallinaza, en el desarrollo y crecimiento de la raíz durante la antesis.

Estos resultados permiten una mejor comprensión de los mecanismos de nutrición de plantas, así como la correlación entre el desarrollo de la raíz y el crecimiento, desarrollo y producción de la planta. El modelamiento de raíces permite predecir el crecimiento radicular y el impacto de las prácticas agronómicas sobre el crecimiento de la raíz.

La evaluación de la población de microorganismos y la actividad biológica del suelo, son un reflejo de la dinámica de las propiedades físicas y químicas de los suelos y de la presencia y calidad de los sustratos orgánicos. Al respecto, en el Piedemonte Llanero, en el cultivo de maíz, tanto en el Oxisol como en el Inceptisol, se presentó una población alta de bacterias (log_{10} 5.1 a log_{10} 5.5. u.f.c/g suelo), de media a alta de actinomicetos (log_{10} 4.4- log_{10} 5.0 u.f.c/g suelo) y la de hongos que fue de baja a media (log_{10} 3.2 a log_{10} 4.1 u.f.c/g suelo).

En el oxisol no hubo diferencia entre sistemas de labranza y en el Inceptisol el mejor sistema fue labranza reducida. En el cultivo de arroz en el Inceptisol, la población de bacterias y actinomicetos fue de media a alta (log_{10} 4.3 a log log_{10} 5.5. u.f.c/g suelo) y la de hongos fue media (log_{10} 3.0- log_{10} 4.5 u.f.c./g suelo). En el Oxisol la actividad biológica en maíz se redujo con los sistemas de labranza reducida y cero. En el inceptisol se incrementó en el sistema gramínea-leguminosa con labranza cero (5.l9 mg C02/100 g suelo), con respecto a la inicial (3.6 mg C02/100g suelo).

Para detectar los cambios en las características biológicas, se realizó el conteo de la población de microorganismos de la rizosfera en los tres sistemas de labranza y rotación de cultivos en Arauca y Casanare. En Arauca, finca La Ponderosa, no se encontraron bacterias en la muestra inicial del suelo, ni en los sistemas de labranza, debido probablemente al bajo contenido de humedad.

La población de actinomicetos fue alta (log_{10} 5.5 u.f.c/g suelo), tanto al inicio como al introducir las labranzas y la población de hongos se duplicó con labranza reducida (log_{10} 4.0 u.f.c/g suelo). En la finca Betoyes, la población inicial de bacterias fue de (log_{10} 4.63 u.f.c/g suelo) y en los sistemas de labranza no hubo presencia, la población de hongos (log_{10} 4.9 u.f.c/g suelo) fue estable en labranza reducida y la de actinomicetos fue alta y constante (log_{10} 5.8 u.f.c/g suelo).

La actividad biológica fue mayor al inicio y se redujo con los sistemas de labranza. En Casanare se presentó una población alta de actinomicetos (log_{10} 4.9- log_{10} 5.5 u.f.c/g suelo), En los ecosistemas de Arauca y Casanare se presenta una alta diversidad de hongos heterotrofos con predominio de Pinicillium, Fusarium y Trichoderma ; la población de bacterias fue de baja (log_{10} 3.3 u.f.c/g suelo), a nula y los hongos presentaron una población intermedia (log_{10} 3.5- log_{10} 4.4 u.f.c/g suelo). La actividad biológica fue menor en Casanare (2.3 mg C02/100g suelo)

que en Tame (4.9 mg C02/100 g suelo).

Se determinó el efecto de la profundidad del nivel freático en la producción de los principales cultivos del Piedemonte Llanero empleando 16 tanques (lisímetros), en los que se observó el desarrollo del cultivo de la soya (var. Soyica P-34) bajo cuatro condiciones distintas de profundidad del nivel freático. Se tomó: Información fitométrica, tanto parámetros de crecimiento como fisiológicos; Información de suelos (Caracterización química, física y Parámetros hidrodinámicos); Información meteorológica: (Precipitación, evaporación, brillo solar y temperaturas); e Información de rendimientos.

La profundidad óptima de la capa freática estaría situada entre los 40 y 50 cm de profundidad, lo cual concuerda con ciertos autores (William y Kris), teniendo en cuenta la frontera química que además existe en los oxisoles. Para explicar los resultados de producción, se observó la profundidad de raíces alcanzada por las plantas en los diferentes tratamientos. Aunque en el tratamiento de 50 cm se obtiene una mayor profundidad de raíces, ésta no repercute en una mayor producción.

La altura de la planta se ve afectada por las condiciones del nivel freático alto, observándose variaciones en la altura de carga y no en el número de nudos, por lo que el crecimiento de la planta se puede atribuir a una mayor elongación de los entrenudos.

También se observó que el peso de grano es el responsable del aumento de la producción en los tratamientos de niveles freáticos superiores. Por otra parte, el porcentaje de vainas presentes con relación al total de floración de cada tratamiento, muestra que los niveles freáticos más superficiales muestran menor cantidad de vainas.

En cuanto al número de granos por vainas, se observaron vainas de 4 granos en todos los tratamientos. Sin embargo, las vainas con 2 granos son las responsables de los mayores rendimientos encontrados en los tratamientos de 40 y 50 cm de profundidad.

En cuanto al comportamiento del cultivo de soya a los excesos de agua superficial en condiciones de trópico húmedo, los resultados indican que los estados más susceptibles a la inundación son las primeras etapas de crecimiento del cultivo. Así mismo, la etapa de llenado de grano se ve afectada por condiciones de excesos de agua.

Dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten para esta fase, estos excesos pueden ser perjudiciales o benéficos para el productor. Se ha encontrado que encharcamientos superiores a 48 horas en los primeros estados de crecimiento del cultivo, pueden afectar severamente la producción. Encharcamientos hasta de 24 horas en cualquier estado de crecimiento del cultivo no afectan significativamente los rendimientos. Con esta investigación se espera lograr aumentar la productividad del cultivo de soya, en por lo menos un 10% debido a prácticas apropiadas de drenaje superficial.

Para la obtención de requerimientos

hídricos de pastos se ha recopilado información de campo durante cuatro ciclos de cultivo, en las dos Centros de Investigación (Tibaitatá y La Libertad), donde se encuentran ubicadas las parcelas experimentales (lisímetros sin fondo).

La información climática (precipitación; evaporación; humedad relativa; temperaturas media, máxima y mínima y velocidad y dirección del viento), se ha tomado a diario. Adicionalmente, se ha recopilado información sobre porcentaje de humedad volumétrica a tres profundidades (0-20; 20-40 y 40-60 cm en %), nivel freático y profundidad radical.

Se determinaron los requerimientos hídricos del pasto Brachiaria dictyoneura y la influencia de los parámetros climáticos en el desarrollo y producción del cultivo. La investigación se realizó en el C.I. La Libertad en un suelo Tropeptic Haplorthox.

La evapotranspiración potencial encontrada por el método del balance hídrico, con mediciones hechas en una parcela de lisímetros sin fondo en suelos sin disturbar, fue de 293. 1 mm para un período de 70 días. La evapotranspiración potencial calculada por medio de los modelos aeroenergéticos de Penman, Penman - Monteith, FAO y Tanque A, para el mismo período, dieron resultados similares. Se halló que los modelos de Tanque A y Penman - Monteith subestiman el valor real en 2,63 y 2,42%, respectivamente. Los modelos de Penman y FAO sobrestiman dicha cifra en 2,35 y 20,44 %, respectivamente.

De otra parte, se encontró la variación durante el ciclo del coeficiente K, el cual tuvo un valor promedio de 0,807 para los 70 días del ciclo, con valores máximos de 1.4 a los 60 días y mínimos de 0.45 al iniciar el ciclo. Los rendimientos medidos para las parcelas, en donde se mantuvo en condiciones óptimas de humedad, fueron de 12,15 ton/ha en comparación con 9,46 para condiciones de secano (peso fresco). El incremento de 2.69 ton/ha representa un aumento del 28 % para el ciclo de 70 días.

Bajo las condiciones del Piedemonte Llanero se ha encontrado en forma preliminar, para el cultivo de Soya variedad Ariari 1 en el C.I. La Libertad, sembrado a mediados del mes de Septiembre y con un ciclo de cultivo de 120 días, una necesidad hídrica de 406 mm para producciones de 2500Kg/ha, es decir, se requieren 1624 Kg de agua para producir un Kg de grano. Experimentalmente, se ha encontrado que el suministro adecuado de agua al suelo en el período de llenado de grano, aumenta los rendimientos.

Debido a las actuales fechas de siembra del cultivo, los productores no utilizan riego. Actualmente, se adelantan investigaciones que permitirán dilucidar si existen mejores condiciones ambientales para la producción sostenible y competitiva de este cultivo en la región del Piedemonte Llanero.

Las pérdidas de productividad inducidas por erosión en los suelos de los Llanos Orientales, se han estudiado en los cultivos de arroz, soya y maíz, a partir de 1997, en un suelo de terraza alta del C.I. La Libertad, clasificado como Tropeptic Haplorthox.

Los resultados han demostrado las altas tasas de pérdida de suelo que se presentan bajo condiciones de agricultura intensiva. Valores de 40 Ton/ha año bajo rotaciones de arroz - soya, muestran la necesidad de establecer prácticas de manejo de estos suelos, distintas a las utilizadas convencionalmente en el país.

En las evaluaciones de diferentes grados de cobertura del suelo (suelo desnudo, cubierto con 33% de sombrío, 45 % de sombrío, 33+45% de sombrío, pastura de Brachiaria dyctioneura y cultivos anuales), se encontraron pérdidas totales de suelo de 104, 12, 9, 4, 1 y 40 ton/ha/año respectivamente, para una precipitación anual total de 2437 mm. Así mismo, se evaluó la escorrentía, encontrándose que ésta varía con la cobertura y presenta valores de 402.11 y 336,11mm para los tratamientos de suelo desnudo y sombrío del 33% siendo los más altos, y el más bajo 33,58 mm para la pradera de pasto Brachiaria.

Los resultados de esta investigación están demostrando la imperiosa necesidad de desarrollar prácticas adecuadas de manejo de los suelos, acordes con las condiciones de la región, puesto que de continuar con las prácticas actuales se bajará la productividad de los suelos en muy corto tiempo debido a la erosión.

Se ha encontrado para los suelos clase IV (Serie La Libertad), los parámetros matemáticos iniciales que permiten observar el comportamiento de algunas propiedades hidrodinámicas de los suelos sometidos a diferentes esfuerzos de compactación.

c. Prácticas de Manejo de Cultivo

El balance nutricional depende de la cantidad de nutrientes en reserva, así como de aquellos disponibles y requiere de la restitución de los que han sido extraídos por la planta. En los ecosistemas silvestres y algunos agroecosistemas, existe una fuente de reservas adicional en la parte aérea de la planta, debido a que ésta, en su momento, va a ser incorporada y reciclada en el mismo ecosistema.

Las pérdidas son mínimas y el balance nutricional e hídrico se puede mantener prácticamente en forma indefinida. En los sistemas intervenidos, la situación es diferente puesto que diversos factores están alterando este balance nutricional e hídrico en el agroecosistema.

En primer lugar, la especie vegetal y la intensidad de explotación del predio hacen que la extracción de nutrientes sea intensiva, sin que la restitución sea suficiente. Generalmente, esta situación va acompañada del uso de sistemas de rotación no adecuados, no se cuenta con un tiempo de descanso del suelo, no existe incorporación de residuos de cosecha, ni el uso de abonos verdes ni orgánicos, las prácticas de conservación de suelos y aguas no se emplean, no se considera el establecimiento de cultivos múltiples u otro tipo de arreglo entre especies más conveniente como sistemas silvopastoriles o agroforestales, entre otros.

Todo esto, lleva a la degradación acelerada de suelos y aguas. En este

caso, es necesario recurrir a insumos externos al sistema, con el fin de tratar de restituir aunque sea en forma parcial, el nivel nutricional del suelo. El uso de agua de baja calidad y el abuso de plaguicidas lleva a generar problemas de salinización y contaminación. Finalmente, el análisis de la producción, importación y consumo de fertilizantes en el país, permite ver la evolución del problema.

El incremento en los costos de los agroquímicos y su efecto residual, han generado el interés por el desarrollo de abonos biológicos y orgánicos, que permitan obtener los elementos deseados para un manejo adecuado de rotaciones de cultivos.

Es claro que hay muchas oportunidades de manejo del cultivo con el uso de nuevas tecnologías como los abonos verdes, rotaciones acertadas, manejo del ciclo de nutrientes, biofertilizantes y los sistemas agroforestales que ofrecen un amplio campo de acción y prometedores resultados. La fijación de nitrógeno busca el aprovechamiento más eficiente de los ciclos biológicos de nutrientes.

En la práctica, es una estrategia que se fundamenta en la capacidad natural de la asociación entre algunas especies vegetales, bacterias y hongos con la capacidad para fijar nitrógeno en forma directa, lo cual reduce la necesidad de la fertilización artificial química. Los abonos verdes son rotaciones previas al cultivo principal, hechas a bajo costo, para proteger el suelo contra la erosión hídrica y eólica que luego son incorporadas al suelo para mejorar su composición química y física.

Al respecto, en los Llanos Orientales, para el año 1998B en el cultivo de soya (variedad Soyica P-34), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de grano con la labranza convencional, reducida y directa. Sin embargo, sí se presentaron diferencias significativas para las dosis de cal y la interacción sistema de labranza por dosis de cal. Los máximos rendimientos (2.043) Kg/ha, se obtuvieron con la dosis de 600 Kg/ha de cal dolomita y en el sistema de labranza convencional.

El sistema de labranza que mejor responde a la aplicación de cal, es el convencional, mientras el de menor respuesta es el de siembra directa, el cual, mantiene rendimientos similares (1.724 y 1.761 Kg/ha) con cal y sin cal, respectivamente.

Igualmente en los Llanos Orientales en el cultivo de arroz en 1999A, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de grano en los sistemas de labranza. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la interacción entre labranza y dosis de cal, y tampoco con dosis de cal. Lo anterior, demuestra y corrobora nuevamente la mayor exigencia de calcio por parte de las leguminosas.

En términos generales, los mayores rendimientos de grano en arroz (4.667 Kg/ha) se encontraron en siembra directa con la rotación gramínea (arroz) y leguminosa (soya), valores estos que no difieren estadísticamente de la labranza convencional y reducida. En el sistema de siembra directa con rotación gramínea (arroz)–gramínea (sorgo), se presentaron

los más bajos rendimientos debido a una mayor incidencia de plagas, principalmente por trozadores, con daños entre 25% a los 24 d.d.g y 31% a los 29 d.d.g.

Uno de los principales impactos sobre el ecosistema por la mecanización del suelo en arroz en los Llanos Orientales, han sido las alteraciones en su cobertura vegetal en cuanto a cambios en la composición botánica y porcentaje de cubrimiento del suelo. En términos generales, el suelo mecanizado presenta menor cubrimiento en la época de verano con relación a un suelo no intervenido.

Asimismo, este impacto es observado en la composición botánica donde existen fluctuaciones a nivel de gramíneas, ciperáceas y hoja ancha, siendo menor su presencia en suelo intervenido. Sin embargo, el establecimiento de coberturas del suelo como los abonos verdes, ha tenido dificultades debido a las características climáticas de esta zona. Las incorporaciones de caupí, han sido del orden de 2 t/ha y no han ejercido efectos sobre los rendimientos de grano.

Para el "Manejo de Suelos en Minifundios de Ladera de la Región Andina, Mediante la Rotación de Cultivos Establecidos en Franjas y curvas de Nivel", la Regional siete (7) cuenta con una tecnología a través de la cual es posible disminuir hasta en un 90% la erosión en los suelos de Santander, Antioquia, Nariño y Boyacá. Contiene estadísticas sobre producción de los cultivos (clima frío y cálido) empleados en el estudio; según el cual, con la siembra en franjas, la producción de los cultivos tiende a sostenerse a través del tiempo y el espacio.

De la misma forma, señala el efecto positivo de la rotación de los cultivos sobre el mejoramiento de la fertilidad natural del suelo, en especial, mediante el enriquecimiento de materia orgánica, de fósforo y disminución de la acidez del suelo. Las prácticas agronómicas propuestas en este modelo son sencillas y de bajo costo y que permiten manejar algunos suelos de ladera de clima frío y cálido; con el fin de sostener y mejorar su capacidad productiva.

Conscientes de que la meta de alcanzar sistemas agrícolas sostenibles depende de una concientización general sobre la importancia, conocimiento y uso eficiente de los microorganismos del suelo, se desarrollaron actividades de investigación sobre producción y evaluación de agrobiológicos tendientes a la entrega de opciones técnicas con énfasis en biofertilización.

Fue así, como en doce localidades del Nororiente Colombiano (Málaga, San José de Miranda, Enciso, Cerrito, Concepción, Lebrija, Piedecuesta, Rionegro (Santander), Chitagá-Pamplona (Norte de Santander), San Mateo, Soatá y Covarachía (Boyacá), incluidos los tres Centros de Investigación en Santander (El Arsenal en Enciso, Tinagá en Cerrito y La Suiza en Rionegro) y en fincas de productores, mediante un experimento comparativo, se evaluó el efecto de la fertilización convencional (química) y la aplicación de biofertilizantes de origen microbiano con hongos, bacterias y actinomicetos en caldos microbiales aerobios y anaerobios, lombricompuestos, cepas de bacterias rizobiales y hongos de micorrizas vesículo arbusculares (MVA),

en el mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos y en la productividad de las especies fríjol – maíz y pastos.

Se ha demostrado en fríjol en condiciones de clima medio, que la doble inoculación Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli cepa P14 a la semilla y una mezcla de hongos MVA (Glomus spp) al suelo, permite obtener rendimientos promedios (799.6 Kg./ha) similares estadísticamente a los alcanzados con fertilización química (784.7 Kg./ha).

En maíz, la doble inoculación al suelo con lombricompuesto, más caldos microbiales, ocasionó también rendimientos comparables con la fertilización química, 1.254 X 1.187 Kg/ha, respectivamente ; en tanto que en pastos pradera, la aplicación de caldos microbiales al 30%, superan los rendimientos de materia seca (6.153 Kg./ha) en cantidades no significativas a las alcanzadas con la fertilización química (5.428 Kg./ha). Resultados prometedores que continúan en evaluación y que poco a poco vienen interesando y motivando a los productores a adoptarlos.

En el Centro de Investigación El Arsenal se cuenta con un banco de micorrizas VA, con diez cepas, ocho de ellas, procedentes del Banco de Micorrizas del CIAT y dos cepas nativas, permitiendo seleccionar la más eficiente por sus estándares de calidad (N° de esporas viables y porcentaje de colonización en raíces, obteniéndose una producción de 400 Kg. de micorriza VA del género Glomus spp).

Se produjeron en forma conjunta con los agricultores vinculados directamente al proyecto, 2600 litros de caldos microbiales, 45 toneladas de lombricom-puesto y tres toneladas de materia orgánica prehumificada, mediante la acción de microorganismos inoculados a la materia orgánica, los cuales constituyeron la base para la evaluación a nivel de campo y permitieron mejorar el conocimiento sobre los microorganismos del suelo, como herramienta adecuada para mejorar la productividad del suelo y la nutrición de las plantas.

Adicionalmente, los resultados han permitido fortalecer el sector rural y la Red de Agricultura del Nororiente Colombiano con estrategias múltiples sobre biofertilización. Los resultados obtenidos permitieron reducir el empleo de fertilizantes químicos, disminuir costos de producción (15-35%) y mejorar la capacidad productiva de los suelos.

Se observan cambios significativos en las propiedades del suelo, las cuales se ven afectadas por las condiciones de humedad, temperatura, pH y contenidos nutricionales del suelo, principalmente. Los contenidos de materia orgánica y fósforo principalmente, fueron los que presentaron cambios en todas las localidades:

En clima frío los contenidos de M.O (%) pasaron de 5.2 a 6.48 y los de fósforo de 5 a 8 mg/Kg. En clima medio la M.O. pasó de 2.7 a 2.9%, y el fósforo de 25 a 58 mg/Kg. Como consecuencia relevante del proyecto, la Asociación Regional de Agricultores de los Andes Nororientales (AGRIANDES), adoptará algunas opciones tecnológicas dadas a conocer, para producir en el año 2.000, 100

toneladas de fríjol orgánico.

En cuanto a la acumulación de biomasa y nutrientes, en experimentos en el C.I. Macagual, los resultados del análisis del tejido foliar del lulo amazónico (Solanum sp,) cultivado en el experimento de la unidad agroecológica Kn, hacen referencia a 530 kg/ha/año de materia seca que aportan las hojas, aunque el total reciclado entre tallos más hojas es de 742 kg/ha/año.

Los elementos en mayor proporción son el potasio (15.9 kg/ha/año) y el nitrógeno (12.7 kg/ha/año), le siguen el calcio (7.4 kg/ha/año) y el magnesio (2.7 kg/ha/año) y por último el fósforo (2.1 kg/ha/año), mientras que los elementos menores se encuentran en cantidades muy pequeñas, siendo el hierro (30.6 gr/ha/año) el que presenta la mayor cantidad y el boro (5.1 gr/ha/año) la menor.

En el experimento de la unidad agroecológica Kc los valores de concentración de nutrientes en el seudotallo del plátano (Musa sp.), evidencian que el potasio (59.2 kg/ha/año) es el de mayor concentración, siguiendo con valores iguales (14.8 kgh/ha/año) el nitrógeno y el calcio, luego continúa el fósforo (11.8 kg/ha/año) y por último, el magnesio (5.9 kg/ha/año).

Los elementos menores tienen bajos valores pero sobresale el hierro (446 gr/ha/año) y el valor más bajo es el cobre (12.8 gr/ha/año). En el mismo experimento, los nutrientes del tejido foliar de uva caimarona *(Pouroma cecropiifolia)* registran el orden de concentración siguiente: Nitrógeno (36 kg/ha/año), Potasio (19 kg/ha/año), Calcio (17 kg/ha/año), Magnesio (10 kg/ha/año) y Fósforo (8 kg/ha/año).

Los elementos menores están en muy pequeñas cantidades, sobresaliendo las mayores cantidades de hierro (18 gr/ha/año) y boro (3 gr/ha/año), en tanto que el cobre es el que presenta las menores concentraciones. En resumen, los componentes analizados señalan que el tallo del plátano recicla alrededor de 107 kg/ha/año de nutrientes, le sigue la hoja de la uva caimarona con 90 kg/ha/año en la unidad agroecológica Kc y por último la hoja del lulo amazónico en la unidad agroecológica Kn con 41 kg/ha/año.

La materia seca de las leguminosas arbustivas (*Flemingia macrophylla, Inga edulis, Erythrina fusca e Inga desinflora*) en los experimentos de Puerto Asís, en la unidad agroecológica Kn, produjeron en el primer corte, en conjunto, valores de biomasa similares a 1.3 t/ha en los tratamientos 4 (yuca con árboles y leguminosas) y 5 (yuca con leguminosas), pero en el segundo corte la producción se incrementó en ambos, aunque en el tratamiento 5 fue de 9.2 t/ha.año y en el tratamiento 4 fue de 5.2 t/ha.año.

En la unidad agroecológica Kc se observó también que los resultados del primer corte fueron bajos (tratamiento 4 igual a 1.1 t/ha.año y tratamiento 5 igual a 1.5 t/ha/año), en tanto que para el segundo corte se obtuvo un incremento significativo en los tratamientos ; pero en este caso, el tratamiento 4 fue igual a 11.9 t/ha.año y en el tratamiento 5 igual a 10.2 t/ha.año, debido a la diferencia entre el número de plantas.

Efectuando un balance de los cortes en las dos unidades agroecológicas, la especie con mayor producción de biomasa (gr/planta) fue la *Inga edulis* seguida de la *Flemingia macrophylla*, que para el primer corte en la unidad agroecológica Kc produjo más biomasa, pero en los demás, ocupó el segundo lugar aunque tuvo un mayor número de plantas.

La concentración de cinco elementos mayores (N - P K - Ca - Mg) y cinco menores (Mn - Zn - Cu - Fe - B) en tres especies leguminosas (*Flemingia macrophylla, Erythrina fusca e Inga edulis*), indican que el elemento que presenta la mayor proporción es el Nitrógeno con valores entre 1 kg/ha y 17.8 kg/ha; le sigue el Potasio (K) que oscila entre 0.14 kg/ha y 3.9 kg/ha; luego está el Calcio (Ca) entre 0.05 Kg/ha y 3.23 kg/ha; después se tiene el Fósforo (P) entre 0.03 kg/ha y 0.89 kg/ha; y por último el Magnesio (Mg) entre 0.02 kg/ha y 0.84 kg/ha.

De los elementos menores los de mayor concentración son el Hierro (Fe) y el Manganeso (Mn); el Zinc (Zn) y el Cobre (Cu) presentan valores intermedios y el Boro (B) tiene los valores más bajos.

d. Manejo Integrado de Plagas

Una de las desventajas que se le atribuye a la labranza de conservación, es que produce la necesidad de utilizar un 50% más de pesticidas (Phillips et al., 1980), situación que puede tener un impacto en los costos de producción a corto plazo y un impacto ambiental a largo plazo. Todo ésto, enmarca los estudios de control de malezas como la parte neurálgica en la evaluación de los métodos de labranza en cualquier agroecosistema.

La disminución o suspensión por períodos prolongados de las labores tradicionales al terreno y la cobertura de la superficie del suelo con residuos, modifican el medio en el cual se desarrollan ciertas especies de insectos y otros artrópodos, que pasan una parte de su ciclo de vida en el suelo asociados a los cultivos.

Se ha señalado que la labranza de conservación favorece el incremento de la actividad de insectos perjudiciales al cultivo (Gray y Tollefson, 1988), pero también, favorece el incremento de las poblaciones de insectos benéficos (Kocker, 1990). Por lo que respecta a la dinámica de insectos plagas, en Colombia, los resultados hasta el momento no son muy precisos; las tendencias encontradas sobre el comportamiento de las plagas indican que éste es diferente dependiendo de cada región.

En algunos sitios, la reducción en la intensidad de la labranza produce incremento en las poblaciones de plagas rizofagas, en especial del "complejo chizas", mientras que en otros lugares, las reducciones en la intensidad de labranza producen incrementos en las poblaciones de plagas del follaje como los *Curculionidae*.

Al respecto, en la región de los Llano Orientales, en el cultivo de maíz no se ha presentado diferencia significativa para los sistemas de labranza cero, mínima y convencional respecto al daño de *Spodoptera frugiperda y Diatraea sp.*; sin embargo, hay una tendencia de menor

daño para la labranza mínima. Los controles biológicos realizados fueron con *Telenomus remus* y *Trichograma sp.* sobre posturas de los fitófagos antes mencionados, lo cual permitió disminuir las aplicaciones en un 50%.

En el cultivo de soya la presencia de fitófagos está marcada por 90% de *crisomélidos* y un 10% por los *Lepidópteros Omiodes sp* y *Anticarsia genmatalis*, por hemípteros como *Acrostemun sp.* principalmente y otros insectos ocasionales. Anticarsia genmatalis (defoliador) tiene control natural con *Neumoreae rileyi*, pero *Cerotoma facialis*, es la que realiza los daños más severos en la soya y rompe los programas de MIP en el cultivo.

e. Evaluación Socioeconómica

El Plan de Labranza y Conservación focaliza sus actividades en solucionar los problemas causados por el uso inadecuado de maquinaria e implementos de labranza. Estos problemas se pueden catalogar en pérdida de fertilidad, erosión, compactación y otros tipos de degradación. El análisis económico es útil tanto para evaluar las tecnologías de labranza recomendadas, como para proveer información sobre las áreas o problemas de mayor impacto económico de la investigación.

Estos problemas mencionados y los sistemas de labranza que se investigan en la actualidad, tienen dos tipos de beneficios: Los beneficios derivados de la disminución del costo directo de labranza y los beneficios derivados de la conservación o recuperación de la capacidad productiva del suelo. De esta manera, los análisis sobre labranza requieren: la cuantificación de los costos y beneficios productivos directos y la cuantificación de los beneficios de conservación.

Este último elemento implica que, en general, los análisis deben tener un plazo largo de análisis, de 20 a 25 años; obviamente, dependiendo de la temporalidad del beneficio de recuperación o conservación del suelo. Dado que se requieren períodos de evaluación largos, los análisis requieren del uso de medidas descontadas de rentabilidad, como por ejemplo la TIR, el VPN y la relación beneficio - costo.

A través del proyecto "Cuentas ambientales del suelo", se pretende entre otros objetivos, calcular el costo *in situ* de la erosión para Colombia y evaluar cuatro metodologías para medir el impacto de la erosión sobre la productividad del suelo.

A través de la metodología *Estimación Hedónica* se encontró para el departamento de Santander, que las fincas con área equivalente al 6% de su extensión total con signos de erosión ligera (pérdida de < 25% del horizonte A), el valor perdido fue de $178.593 por hectárea; esta cifra se debe considerar como una señal de alerta para la subcuenca del Río Salamaga, por cuanto ya se empiezan a observar signos de erosión moderada. Este indicador originado de las Estimaciones Hedónicas, muestra la pérdida de valor de las tierras por erosión.

Mediante la metodología *Profundidad Productividad* los resultados de producción

de yuca obtenidos en fincas con diferentes profundidades del horizonte **A** superficial, producto de la erosión, probados con modelos lineal, logarítmico, inverso y *cuadrático, muestran que a menor* profundidad del suelo, menor es la producción del cultivo.

A partir de esta relación se proyecta el efecto de la profundidad sobre productividad, el efecto de la productividad en los ingresos netos por hectárea y el costo de oportunidad de la erosión. Adicionalmente, la pérdida de suelo medida en parcelas de escorrentía, muestra la disminución de la erosión por efecto de la rotación de los cultivos, encontrándose que la erosión esta controlada en un 90%, lo cual se manifiesta en la estabilidad de los niveles de producción de los cultivos y en los de fertilidad del suelo.

Mediante la metodología de *pérdida de nutrientes*, se llevó a cabo un análisis con 160.000 datos de muestras de suelos realizados, tanto por Corpoica en los laboratorios de suelos de Tibaitatá y Palmira, como datos que tenía el ICA. A pesar del gran tamaño de la muestra y no corresponder a un tamaño muestral definido por el investigador, se aprecia, a nivel nacional una disminución drástica de materia orgánica en los suelos de clima cálido, una reducción menor para los climas medios, que es precisamente donde se cultivan la mayor parte de los cultivos perennes y semiperennes y una disminución muy variable para el clima frío.

Las proyecciones indican que de continuar las actuales tasas de disminución de la materia orgánica, la fertilidad del suelo solo alcanzará para 11 años en los terrenos muy pendientes, 19 años en los pendientes y 28 en los planos (clima cálido). Este hecho es tanto más preocupante que los resultados de los otros nutrientes, dado que es más difícil reemplazar artificialmente la materia orgánica.

Mediante la metodología de *simulación del modelo EPIC* se procesaron y simularon datos correspondientes a parcelas de escorrentía montadas en los centros de Investigación la Suiza (Santander), la Libertad (Meta) y Macagual (Caquetá), obteniendo resultados simulados que muestran alta concordancia con los resultados reales de las parcelas de escorrentía en cuanto a erosión y escorrentía.

Sin embargo, ha habido algunas dificultades en cuanto a la simulación de la productividad y fisiología de los cultivos, aunque en el momento se esta operando correctamente en fríjol y maíz; adicionalmente, en la actualidad es posible simular el efecto de las recomendaciones de la Regional siete (7) para el cultivo en ladera en Santander.

La metodología evaluada corresponde a cultivos en rotación en franjas separadas por barreras vivas. De todos modos, para esta metodología de simulación del modelo EPIC, se continúa la toma de datos para su calibración y ajuste.

3. GESTION INSTITUCIONAL

Como es conocido, los Planes Estratégicos corporativos constituyen un instrumento básico para la focalización y priorización de la agenda científica y tecnológica de Corpoica, lo cual ha permitido el uso eficiente de escasos recursos presupuestales, desarrollo integral entre los programas nacionales y mayor interacción entre las instancias nacionales, regionales y locales.

El proceso de formulación del Plan de Desarrollo y Transferencia de Tecnología en Labranza y Conservación de Suelos, ha contado con la participación activa del sector privado, particularmente de los gremios de la producción, permitiendo de esta manera incorporar el enfoque de demanda. Adicionalmente, la experiencia adquirida por Corpoica permite reconocer la importancia de vincular directamente al sector productivo en el diseño, la formulación y ejecución de proyectos de ajuste, validación y transferencia de tecnología y además, comprometerlos en la financiación.

Como acciones desarrolladas para la consecución de recursos, se han formulado y presentado propuestas a las diferentes organizaciones o instituciones que cofinancian proyectos de investigación, ajuste, validación y transferencia de tecnología. A nivel nacional se ha utilizado el espacio brindado por instituciones como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA, la Cooperativa de Agricultores de Ginebra COAGRO, fondo de oleaginosas de ciclo corto, la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales FENALCE, el Ministerio del Medio Ambiente, el Departamento Nacional de Planeación, el SENA, Colciencias, Cornare, Oleoductos de Colombia, Corporinoquia, Monsanto de Colombia, Mac Cain Andina.

A nivel internacional el Instituto del Fósforo y la Potasa INPOFOS, la Universidad de Hannover, entre otros y celebrando convenios con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colciencias, Pronatta, Fenalce, etc.

Adicionalmente se han establecido contactos con otras instituciones, de las cuales se puede resaltar la CAR – GTZ (Proyecto Checua), con quienes hay interés en realizar una Alianza Estratégica, para adelantar trabajos en conservación de suelos de ladera, con Universidades como la Universidad Tecnológica de los Llanos, la Universidad de Córdoba, la Universidad de Sucre, la Universidad Nacional y la Universidad de Hannover, etc.

Existen actualmente interacciones con algunos de los planes estratégicos corporativos tales como: el "Plan de Sostenibilidad y Competitividad en Algodón", en el cual se trabaja conjuntamente en la adaptación y evaluación de equipos para el desarrollo del cultivo del algodonero en labranza de conservación, para los agroecosistemas de Colombia; el Plan Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología en Papa, trabajando en el mejoramiento y transferencia de tecnologías de mecanización de las labores del cultivo, cosecha y postcosecha de papa; y el Plan de

Modernización de la Ganadería Bovina Colombiana, interactuando en actividades relacionadas con la recuperación de praderas degradadas.

Adicionalmente, con el fin de consolidar en forma eficiente, la masa crítica en las diferentes áreas temáticas estratégicas y el uso de los recursos físicos, además de agilizar la obtención de resultados científicos y la entrega de productos tecnológicos a los clientes corporativos, hay interacción con los Programas Nacionales de Maquinaria Agrícola y Poscosecha, Recursos Biofísicos, Manejo Integrado de Plagas, Socioeconomía, Biometría, Transferencia de Tecnología e Información Tecnológica.

Esta gestión permanente, ha permitido ofrecerle al país importantes avances y resultados de la investigación realizada, como respuesta a las necesidades prioritarias de los productores y de otros componentes de la cadena agroalimentaria, en sistemas de producción estratégicos para el desarrollo y crecimiento del sector agropecuario colombiano.

4. PUBLICACIONES TECNICAS Y CIENTIFICAS

4.1 IMPRESOS

4.1.1 Periódicas

Rodríguez C. René A, Santoyo C. Juan C. Castillo H. Bernardo, Lozano O. Fernando. "Posibilities of soil tillage in the sugar cane for panela in the Gualivá region". In Draugh Animal News, Dec, 1999.

Roveda, G.; Rojas, A.; Ramírez, M.; Alegría, E.; Corredor G., 1999. "Efecto de la asociación micorrizica con plantas de maíz bajo condiciones de suelos ácidos de los Llanos Orientales de Colombia". Revista Suelos Ecuatoriales. Vol. 29 No 2, Pg (En Impresión).

Rodríguez F. y Rojas A. 1999 Efecto de la aplicación de materia orgánica sobre la absorción de nutrientes en plantas de maíz cultivadas en un Oxisol de los Llanos Orientales de Colombia. Memorias XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Noviembre 1999, Pucón, Chile.

Hoyos, P.; Amézquita, E.; Thomas, R.; Vera, R.; Molina, D.y Almansa, E. 1999. Relaciones entre la infiltración de agua en el suelo y algunas propiedades físicas en las sabanas de la Altillanura Colombiana. Revista Suelos Ecuatoriales. Vol. 29 N° 1 pag 55-60.

Méndez, A. H.; Tamayo, V., A.; Gómez, E. A.; Barrera, B. L.; Muñoz, A. R. y García, R. 1999. Manejo de suelos en minifundio de ladera de la región andina mediante cultivos peremnes y transitorios en rotación establecidos en franjas de nivel. En: Memorias Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Chile. Nov. 8-12 de 1999. 5 p.

Valencia, R. A.; Salamanca, C.R.; Navas, G.E.; Baquero, J.E.; Rincón, A.; Delgado, H.H. 1999. Evaluación de sistemas agropastoriles en la Altillanura plana de la Orinoquia colombiana.: Sistemas agropastoriles en sabanas tropicales de América Latina. CIAT-EMBRAPA. Brasilia, D.F., Brasil.

Valencia, R.A..; Salamanca, C.R.; Navas, G.E.; Rincón, A.; Delgado, H.H. 1999. Sistemas agropastoriles para la Altillanura colombiana. En: Achagua Vol. 3, No. 5.

4.1.2. Ocasionales

Evaluación de sistemas agropastoriles para la Altillanura colombiana. En : Sistemas Agropastoriles en Sabanas Tropicales. ISBN 958-694-010-1 CIAT-EMBRAPA. Publicación CIAT 313.

Tamayo, V.; A. E Hincapié, M. 1999. Manejo de suelos en minifundio de ladera de la región andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas en curvas a nivel (fase II). En: Memorias Seminario Internacional Certificación y Comercialización de Producción Agroecológica. Red Colombiana de agricultura Biológica RECAB y Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. No. 12-14. Medellín p. 37-38.

Cuentas ambientales del suelo. En CD Foro Internacional de cuentas ambientales. DAMA, Santafé de Bogotá 17-19 noviembre de 1999.

- Avance de resultados de investigación en sistemas estratificados para la sostenibilidad de los agroecosistemas en la unidad agroecológica Kc en el Piedemonte del Caquetá.

- Metodología para la determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica pluvial eptancia de aguas lluvias por Ultisoles del Piedemonte Amazónico bajo dos manejos.

4.1.3 Informe Técnico

Almansa E. 1999. Desarrollo tecnológico en el cultivo de la soya para los sistemas de producción de la Orinoquía. Información Técnica (Corpoica- Ministerio de Agricultura) Añ0 3 N° 25. Mayo Julio

4.1.4 Boletín Técnico

- Dinámica del potasio en el cultivo de soya en oxisoles de la Orinoquia No.14.

- Caracterización de leguminosas como abono verde para los sistemas de producción del Piedemonte Llanero y la Altillanura plana colombiana No.16.

- Las micorrizas como estrategia de mejoramiento nutricional de pasturas y especies frutales en el departamento del Guaviare No.20.

- Tamayo, Á. e Hincapié, M. 1999. Manejo de suelos en minifundio de ladera de la Región Andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas con curvas a nivel (Fase II). En : Memorias "Encuentro Nacional de labranza y Conservación". Villavicencio, Meta. Colombia, pp. 261-274.

- Manejo de suelos en Minifundio de Ladera de la Región Andina Mediante Cultivos Permanentes y Transitorios en Rotación Establecidos en Franjas de Nivel. Regional 7. Junio 1999.

- Producción, manejo y uso de bioabono microbiano a partir de estiércol bovino.

- Desarrollo tecnológico en el cultivo de la

soya para los sistemas de producción en la Orinoquia. Año 3 No. 25, mayo, julio.

4.1.5 Boletín Informativo

-Labranza sostenible.
-Arado arandino.
-Jornada de *Socialización tecnológica.*

4.1.6 Boletín de Investigación

- Mecanización y labranza de conservación. Memorias curso - taller

4.1.7 Memorias Seminario, Taller, Encuentros

- Nueva variedad de soya para el Piedemonte. En:memorias del VI congreso de la Sociedad Colombiana de Fitomejotramiento y Producción de Cultivos.

- Método de selección rápida de genotipos tolerantes a aluminio. En: memorias del VI congreso de la Sociedad Colombiana de Fitomejotramiento y Producción de Cultivos.

- *Cubillos, Q. N.; Púlido, S.X.;* Delgado H.H.; Bueno, G. (Editores). 1999. Jornada de socialización tecnológica. Resultados de investigación. Memorias. Corpoica - PRONATTA. Orinoquia. Villavicencio.

- Curso de capacitación sobre BIOINSUMOS alternativas para el nuevo milenio.

- Materia orgánica sobre la absorción de absorción de nutrientes en plantas de maíz cultivadas en un Oxisol de los Llanos Orientales de Colombia. Memorias XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, noviembre 1999, Pucón, Chile. Poster.

4.1.8 Plegable Divulgativo

- Reducción de pérdidas en la recolección de maíz, arroz y soya en los Llanos Orientales. No. 12.

- La recolección a granel. Práctica eficiente y competitiva para los Llanos Orientales. No. 13.

- Soya Orinoquia 3. Nueva Variedad para el Piedemonte Llanero No.14.

- Algunos criterios para rehabilitar los suelos amazónicos degradados por el uso agropecuario. (Corpoica-COLCIENCIAS). 2000.

4.1.9 Otros

- Hoja divulgativa : Aspectos a tener en cuenta para la recolección óptima del cultivo del algodón.

4.2 AUDIOVISUALES

4.2.1 Videos

- Resultados de Investigación del proyecto: Evaluación de dos fuentes de bioabonos para la fertilización de dos fruatles amazónicos promisorios *(Eugenia stipitata y Solanum sp)* en áreas de los Municipios de Florencia y Montañita Caquetá (20 minutos). 1.

4.3. Otros (Tesis de gado)

- Caracterización de los sistemas de mecanización utilizados en la preparación de suelos de ladera para la producción de papa en Boyacá. Tesis de grado de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. 1999.

- Alternativas de preparación de suelos con tracción animal para producción de caña panelera en la Región de Gualivá. Tesis de grado de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. 1999

- Establecimiento de sistemas de cultivo en callejón para la rehabilitación de suelos y evaluación de las unidades agroecológicas Kc y Kn localizados en el C.I. Macagual (Caquetá). Universidad de la Amazonía.

- Comparación de la composición y calidad del suelo en tres sistemas de producción establecidos en el - Piedemonte del Caquetá. Universidad de la Amazonía.

- Efecto de la aplicación de materiales orgánicos sobre la dinámica del fósforo en un Oxisol. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Química.

- Efecto del tratamiento con *Acaulospora mellea* y algunas prácticas agronómicas en plantas de maíz (Zea mays L.) en un Oxisol de los Llanos Orientales. Universidad Javeriana.

5. EVENTOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

5.1 CAPACITACIÓN

5.1.1.Cursos

- Producción de maíz. Sena, Productores. 58 part.
- Actualización Tecnológica sobre agricultura orgánica y biológica. UMATAS, del Nororiente Colombiano, ICA, UIS, Técnicos y Agricultores de la Red de Agricultura sostenible del Nororiente Colombiano. 210 part.
- BIOINSUMOS: Alternativas para la agricultura del nuevo Milenio (Dos cursos). UMATAS, del Nororiente Colombiano, SENA, ICA, UIS, Técnicos y Agricultores de la Red de Agricultura sostenible del Nororiente Colombiano. 200 part.
- Producción de bioabonos y rehabilitación de suelos degradados (Agosto 29 de 1999). Productores de las veredas Carbona y Santo Angel del municipio de Florencia, Caquetá. 16 part.
- Prácticas de conservaión de suelos mediante técnicas agroforestales (Septiembre 27 y 28 de 1999). Productores de la vicaria del sur de los municipios de Albania y Morelia, Caquetá. 22 part.
- Capacitación en técnicas de Labranza de Conservación. Corpoica - SENA. 58 part.

5.1.2 Seminarios

- Manejo de suelos. Técnicos, Estudiantes y Productores. 250 part.
- Valoración económica de pérdidas de suelo por erosión. DAMA. 52 part.
- Cuentas ambientales del suelo. Contraloría general de la República. 15 part.
- Entorno económico del Plan de Labranza y Conservación de suelos. Corpoica. 30 part.

5.1.3 Foro

- Primer foro electrónico en línea (Chat) Programa Nacional de Recursos Biofísicos y Plan de labranza. Regionales: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

5.1.4 Taller

- Taller Internacional "SABANAS ÁCIDAS" (15 al 19 de marzo). Participación con presentación de dos ponencias orales. Universidad de Hannover, CIRAD, IRAT, Corpoica, EMBRAPA, Universidad Autónoma de Barcelona, CYMMIT, Investigadores de Bélgica, Alemania, Francia, Camerún, Mejico, España, Brasil y Colombia. 50 part.
- Sistemas de producción y retroalimentación extracción animal. Corpoica, UMATA, Nunchía, Sagyma, Fundación Mata de Monte. 51 part.
- Manejo de suelos de ladera (3 eventos). Tecnológico de Antioquia, Sena y Universidad de Caldas. 68 part.
- Manejo de la Estacion meteorológica, viveros y abonos orgánicos. Estudiantes del Colegio Industrial del municipio de Florencia, Caquetá. 37 part.

5.2 Días de campo

- Lanzamiento variedad de soya Orinoquia 3. Nueva variedad para el Piedemonte Llanero. Unillanos, Unimeta, Corpoica, Ica, Cereales del Llano, Semillano, Procampo, Sena, Inat, Fedearroz, Umata, CIAT. 202 part.
- *Recolección lote de siembra directa en* arroz y maíz. Monsanto, Agrisol, Fedearroz, Coseagro, Novartis, Casa Toro. 60 part.
- Sobre producción y evaluación de biofertilizantes (tres giras), UMATAS, SAT, SENA, UIS Agricultores líderes, estudiantes, Instituciones Agropecuarios, Técnicos y agricultores. Umata Guatavita (Cund.). 108 part.
- Aplicación de Rhizobium para leguminosas de clima frío. Abril 20. 25 part.

5.3 Demostraciones de método

- Cosecha a granel en soya (2 demost.). Corpoica, Agricultores, Fedearroz. 35 part.
- Evaluación del sistema de labranza sostenible de producción de maíz-frijol en siembra directa. Umata, Paz de Ariporo, Secretaría de Desarrollo, Colegio Juan C. Rendón, Corpoica. 15 part.

- Sobre producción de biofertilizantes. UMATAS, SAT, SENA, UIS Agricultores líderes, estudiantes, Instituciones Agropecuarios, Técnicos y agricultores. 108 part.

- Uso y Manejo de equipos livianos en zonas de ladera (cinco). Estudiantes, UIS, UMATAS y Agricultores. 141 part.

- Manejo agronómico del sistema de siembra directa de maíz. Corpoica, Umata, Productores. 10 part.

5.4 Demostraciones de resultados

- Usos de coberturas y cultivos en callejones de árboles leguminosas para sostener la fertilidad de los suelos en el sistema yuca//maíz. Asistentes Particulares, Umata, Productores y estudiantes. 87 part-

5.5. Otros

- Reunión técnica en Montpellier con el Dr. Jean Louis Chopart para evaluación del software de modelamiento de raíces. Marzo 1999. Corpica - CIRAD. 3 part.

- Visita del Dr. Jean Louis Chopart del CIRAD a los ensayos de campo de la Libertad. Evaluación de mediciones de raíces a nivel de campo. junio 1999. Corpoica - CIRAD. 5 part.

5.6. Conferencias

- Usos alternativos de la soya en la alimentación humana (12 conferencias). Colegios Unillanos, Amas de casa, Colegio INEM, Umata, ICA, Sinchi, CDR, Secretaría de Agricultura, Incora. 599 part.

- Manejo de recursos naturales renovables. Taller Internacional sobre sabanas tropicales. Brasil (septiembre). PROCITROPICOS, EMBRAPA, FONAIAP, Corpoica.

- *Manejo y conservación de suelos. Politécnico Jaime Isaza Cadavid. 15 part.

- Entrega de resultados de proyecto al SENA. Corpoica - SENA. 13 part.

- Aspectos básicos sobre manejo mecanizado de cultivos y mantenimiento de maquinaria agrícola. Corpoica - SENA. 15 part.

- Taller Plan de Labranza y Conservación de Suelos. (enero 20). Corpoica. 25 part.

- Plan de Ecosistemas Regionales (enero 29). Corpoica. 22 part.

- Estrategias para el Desarrollo sostenible de la zona árida del Alto Patía (19 de mayo). Corpoica INAT, Universidad Nacional 15 part.

- Taller Programa Recursos Biofísicos (26 al 28 de julio). Corpoica.

- Subdirecciones (9 a 12 de agosto). Corpoica.

5.7. DIVULGACIÓN

5.7.1 Giras

- Sistemas de labranza de conservación y adaptabilidad de genotipos de maíz en suelos ácidos de sabana. Fenalce, Agrisol, Monsanto, Coseagro, Umata, Corpoica, Agricultores. 29 part.

- Sistemas de labranza de conservación y rotación de cultivos. SENA, Monsanto, Fenalce, Corpoica, Cormacarena, Coseagro, Umata, Dupont, Agricultores. 74 part.

- Nueva variedad de soya para el Piedemonte Llanero. Cereales del Llano, Procampo, Unillanos, Caja Agraria, Agricultores. 19 part.

- Presentación y evaluación ensayos labranza de conservación. Fedearroz, Sagyma, Corporinoquia, Fundación Mata de Monte, Comité de Arroceros, Corpoica, Unillanos. 13 part.
- Manejo integrado del cultivo de soya en sistemas de labranza de conservación. Unillanos, Corpoica, Sena, Secretaría de Agricultura, Mata de Monte. 60 part.

- Sistemas de labranza de conservación en cultivos en rotación con soya. Sena, Monsanto, CUN, Hoesch, Corpoica, Ica, Umata, Cormacarena.68 part.
- Manejo de abonos orgánicos, viveros y propagación de especies. (Junio 16 de 1999). Alumnos de los grados octavo, noveno, décimo y once del colegio Sabio Caldas de Santuario, Caquetá. 20 part.

- Producción de bioabonos como suplemento a los sistemas agroforestales (Junio 17 de 1999). Estudiantes y profeosres del colegio Jorge Eliécer Gaitán de Florencia, Caquetá. 32 part.

- Análisis físicos de suelos , pruebas de retención de humedad y estabilidad de agregados (Julio 07 de 1999). Estudiantes cuarto semestre de Ingenieria Agroecológica de la Universidad de la Amazonia. 8 part.

- Alternativas de manejo de suelos arroceros degradados en la zona de San Carlos de Guaroa, Acacías, Corpoica, Fedearroz, CIAT, Semillano. 53 part.

- Estudios sobre el control biológico del hongo *polymixa graminis* vector del entorchamiento del arroz. Corpoica. 14 part.

- Presentación resultados Convenio Corpoica - SENA. 20 part.

- Desarrollo agropecuario de los suelos ácidos de sabana. Ica, Corpoica, Unillanos, Inat, Fedearroz, Pronatta, Cenipalma, CIAT, Secretaría de Agricultura, Unimeta, Plan Colombia. 49 part.

- Informe visita Brasil, Maquinaria y siembra directa. Corpoica. 11 part.

- Comercio exterior y Desarrollo Regional .Corpoica. 13 part.

- Avance de Resultados de Investigación en sistemas. Estratifi-cados para la Sostenibilidad de los Agroecosistemas en la Unidad agroecológica Kc en el Piedemonte del Caquetá, Colombia. VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. (Cali, 28 al 30 de octubre de 1999. Cipav, Colciencias, Icetex, Cámara de Comercio de Cali, Fao, Fundación Antonio Restrepo Barco, Fundación Hans Sorensen.

Consejo Editorial

Director
Alvaro Francisco Uribe Cálad

Cordinación General
Fernando Villegas C.
Pedro Rodriguez Q

Edición
Consuelo Perry R.

Revisión Técnica
Pedro A. Rodriguez Q.
Manuel Arévalo A.
Gustavo Ligarreto
Pedro Corzo
Jaime Cardozo C.
José Antonio Corredor O.

Diseño
Esperanza Lopez de Aguilar

Diagramación
Omaira Castañeda

Coordinación Editorial
Receptora Ltda
Tel. 6161036 Tel fax 6161046
E-mail. sisdico@col1.telecom.com.co

CORPOICA
Sede Principal
Tibaitatá Km. 14 vía a Mosquera
PBX: 3.44.3000
Fax: Extensión 1054 - 1067 - 1057

Oficina Bogotá
Av. Eldorado No. 42-42
PBX: 3443000 Ext.1746
Santafé de Bogotá, Colombia

Casilla eléctronica
E-mail: www.corpoica@org.co

Este documento es el producto de la información suministrada por los Planes Estratégicos, los Programas Nacionales y las Regionales de Corpoica.

Santafé de Bogotá, Colombia 2000

LABRANZA

BIBLIOTECA AGRICOLA