

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA  
CORPOICA**

**INFORME TÉCNICO FINAL**

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES:**

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION -CORPOICA  
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL- CIAT**

**FINANCIADO POR:**

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL- MADR**

**Título del Proyecto:**

**VALIDACIÓN Y AJUSTES DE SISTEMAS AGROPASTORILES COMO ESTRATEGIA DE MANEJO PRODUCTIVO DEL SUELO EN LA ALTIPLANURA COLOMBIANA**

**Coordinador de Red de Producto:** Otoniel Pérez

**Sede (s):**

C.I Corpoica La libertad  
 E.E. Corpoica Taluma.  
 E.E. Corpoica Carimagua.  
 CIAT- Palmira  
 E.E. Santa Rosa

**Fecha:** FEBRERO 2012

 <p><b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**Datos del proyecto.**

Entidad Financiadora:	<b>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL- MADR</b>
Entidad(es) ejecutora(s):	<b>CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION -CORPOICA</b> <b>CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL- CIAT</b>
Código de Agenda	<b>7819</b>
Número del convenio	<b>072</b>
Red de Producto	<b>Ganadería</b>
Coordinador de Red de Producto	<b>Otoniel Pérez</b>
Fecha de iniciación	<b>MARZO 2011</b>
Fecha de finalización	<b>FEBRERO 2012</b>

 <p><b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**Equipo ejecutor del proyecto:**

Nombre del Investigador	Sede	Red de conocimiento
José Eurípides Baquero P	CI La libertad	Manejo y Conservación de Suelos
Álvaro Rincón	CI La libertad	Alimentación y Nutrición Animal
Jaime Humberto Bernal	CI La libertad	Manejo y Conservación de Suelos
Julio Jairo Becerra	CI La libertad	Mejoramiento
Otoniel Pérez	CI La libertad	Alimentación y Nutrición Animal
Samuel Caicedo Guerrero	CI La libertad	Fitomejoramiento
Guillermo Onofre	CI La libertad	Recursos Genéticos
Guillermo Velásquez	CI La libertad	Recursos Genéticos-Reproducción Animal
Ricardo Botero	CI La libertad	Manejo y Conservación de Suelos
Nora Cubillos	CI La libertad	Transferencia de Tecnología
Cesar Jaramillo	CI La libertad	Transferencia de Tecnología
Steve Fonte	CIAT	CIAT
Idupulapati Rao	CIAT	CIAT
Michael Peters	CIAT	CIAT

 <p>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

Nombre del Investigador	Sede	Red de conocimiento
Jaime Gómez	CIAT	CIAT
Mariela Rivera	CIAT	CIAT
Aracely castro	CIAT	CIAT

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen.....	7
2.	Introducción.....	9
3.	Objetivos .....	9
3.1.	Objetivo General.....	9
3.2.	Objetivos Específicos (asociados a productos).....	9
4.	Producto 1. Elementos base para la construcción de una tecnología de manejo de un sistema agropastoril en la altillanura plana de la Orinoquía Colombiana (1er Año).....	11
4.1.	Introducción .....	11
4.2.	Materiales y Métodos (Ubicación, Población objetivo, Actividades y Análisis Estadístico).....	11
4.3.	Resultados y Discusión .....	16
4.4.	Conclusiones.....	52
4.5.	Recomendaciones.....	53
5.	Conclusiones Generales .....	54
6.	Recomendaciones Generales .....	56
7.	Consolidado de productos (1 a n) e impactos .....	57
8.	Bibliografía.....	60
9.	Anexos .....	61

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 1. Resumen

Con el propósito de validad las tecnologías de los sistemas agropastoriles en oxisoles de la altillanura plana fue elaborado el presente proyecto el cual presentaba como objetivo general incrementar la productividad y competitividad de los sistemas agropastoriles de la altillanura plana, mediante el uso de las rotaciones más adecuadas, determinar la variabilidad en las características físicas, químicas y biológicas del suelo y de componentes de producción bajo sistemas agropastoriles y Apropiar los desarrollos tecnológicos generados en sistemas agropastoriles y manejo de suelos: para esto se realizaron tres grandes actividades las cuales fueron el establecimiento de 1 experimento en Carimagua de aproximadamente 18 ha. El Monitoreo fisicoquímico y biológico de experimentos actualmente establecidos en Taluma (30ha) y Andremoni (sistemas agropastoriles entre dos y tres años) y el Monitoreo físico químico y biológico de fincas de productores (4) bajo diferentes manejos. Los resultados obtenidos mostraron producciones entre 3747 y 3953 kg.ha<sup>-1</sup> lo cual mostró un importante potencial de producción de este genotipo precoz (90 dde), generado para los oxisoles de la altillanura plana pero que requiere del uso de altas dosis de este nutriente para satisfacer las necesidades de los sistemas agropastoriles que establezcan en esta región. Se pudo concluir que si bien es cierto el establecimiento del cultivo del arroz, mediante los sistemas de labranza, uso de correctivos, enmiendas y fertilización, logran un mejoramiento de las condiciones químicas de los suelos, se presenta en el corto plazo un deterioro de las características físicas relacionada con disminución de la mesoporosidad e incremento de la microporosidad del suelo, originando menos espacios para el almacenamiento del agua. Así mismo, se observa en este Corto plazo una disminución de la diversidad y cantidad de macroinvertebrados lo que puede redundar en el equilibrio biológico del suelo. De otra parte la introducción de pasturas en fincas de productores en el sistema agropastoril, permite cambios en la porosidad del suelo, debido principalmente en el incremento de la porosidad total, debido al aumento en la macroporosidad y microporosidad. Se destaca a nivel de pasturas especies como el mombaza el cual mejora las distribuciones de poros entre los 20-30 cm de profundidad con relación a la sabana nativa. El factor de fertilidad de suelos es el de mayor importancia en el establecimiento de pasturas bajo el sistema agropastoril. Oxisoles que han sido manejados con mayores niveles de correctivos y fertilización, presentan mayores producciones de biomasas, mayor calidad nutricional y generan los mayores incrementos de peso animal, dando como resultados mayores rentabilidades en el sistema agropastoril. Un aspecto importante es la búsqueda de mejorar la disponibilidad del P para las plantas en estos oxisoles, es la búsqueda de microorganismos solubilizadores de P como las Pseudomonas que podrían mejorar la disponibilidad de este nutriente para los diferentes sistemas productivos. Finalmente es necesario revisar todos indicadores de

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

características químicas, físicas y biológicas, así como los componentes de producción agrícola y animal en el tiempo teniendo en cuenta que se establecerán especies forrajeras a mediano y largo plazo y la dinámica de estas variables puede cambiar en el tiempo. En forma general se mejoran las características químicas de suelos pasando de sabanas nativas adensadas con contenidos de P inferiores a 1 ppm, Ca, Mg y K inferiores a 0.4, 0.1 y 0.1 cmol.kg<sup>-1</sup> y contenidos de Al superiores a 1.8 cmol kg<sup>-1</sup> a praderas mejoradas con mas de 1.1 cmol kg<sup>-1</sup> de Ca, 0.40 de Mg, y 0.15 cmol kg<sup>-1</sup> de K, y contenidos de Al inferiores a 0.8 cmolKg<sup>-1</sup> en los primeros 20 cm de profundidad. Así mismo, se mejora la productividad animal en el sistema ceba pasando de Sabanas nativas con producción de 30 kg ha<sup>-1</sup> de carne al año para sistema agropastoril en fincas de productores permite producciones entre 550 y 730 g/an/día que con cargas animales entre 1.7 y 2.7 u.a/ha que generan entre 239 y 470 kg de carne /ha/época lluviosa entre con ingresos brutos superiores a 1.000 \$700.000 y 1.500.000 por ha.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 2. Introducción

Debido a la fragilidad del ecosistema de la altillanura plana en siembras en monocultivo, fue necesario incorporar pastos y leguminosas forrajeras como cultivo de cobertura para minimizar los efectos degradativos del suelo. Se aprovecho la oferta de varios materiales de gramíneas y leguminosas forrajeras liberados a nivel regional. Con esto, el objetivo de la investigación agro pastoril para las sabanas tropicales de Colombia se vuelven factibles para contribuir al desarrollo sostenible de esta región

Entre las especies forrajeras sobresalientes además de *Brachiaria decumbens*, de gran adaptación a suelos ácidos introducido en la década del 70 se encuentran, el *Brachiaria humidicola* cv. *Pasto dulce* y *Arachis pintoi* cv. *Maní* forrajero, liberados en la década del 90 se presentan el *Stylosanthes capitata* (*Capica*); *Brachiaria dictyoneura* (*Pasto Llanero*) y mas recientemente el *Brachiaria brizantha* cv *Toledo*; el *Desmodium ovalifolium* cv *Maquenque*; y la *Cratylia argentea* cv *Veranera*. *Panicum*, y *Mulatos*

Con la asociación de sistemas anuales y especies forrajeras se consolida el sistema agro pastoril cuya estrategia de uso puede ser: a) Establecimiento de pasturas mejoradas con cultivos b) Renovación de pasturas degradadas con cultivos; c) rotaciones de pasturas con leguminosas de grano y con cereales y d) uso de leguminosas forrajeras ó de grano como abono verde para atenuar o revertir el efecto deteriorante que el monocultivo continuo ejerce sobre el suelo.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

### 3. Objetivos

#### 3.1. Objetivo General

Incremento de la productividad y competitividad de los sistemas agropastoriles de la altillanura plana.

#### 3.1. Objetivos Específicos (asociados a productos)

Objetivo 1. Promover el uso de las rotaciones más adecuadas para los sistemas de producción agro pastoriles

Objetivo 2. Implementar y validar tecnologías de manejo y producción para los sistemas agropastoriles.

Objetivo 3. Determinar la variabilidad en las características físicas, químicas y biológicas del suelo y de componentes de producción bajo sistemas agropastoriles

Objetivo 4. Apropiar los desarrollos tecnológicos generados en sistemas agropastoriles y manejo de suelos

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

**4. Producto 1.** Elementos base para la construcción de una tecnología de manejo de un sistema agropastoril en la altillanura plana de la Orinoquía Colombiana (1er Año).

#### 4.1 Introducción

Teniendo en cuenta la fragilidad física del ecosistema de la altillanura plana cuando se realizan siembras en monocultivo con especies transitorias como maíz, arroz, soya, se requiere la incorporación de especies forrajeras de pastos y leguminosas como cultivo de cobertura. Con este procedimiento, se minimizan los efectos degradativos sobre suelo. De esta forma, a través de la integración de cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras con cultivos transitorios de maíz, arroz, soya y sorgos dulces, liberados para condiciones de suelos ácidos, se busca desarrollar modelos de producción agricultura-ganadería competitivos y sostenibles, con lo cual se contribuye al desarrollo integral de la Orinoquia Colombiana.

#### 4.5. Materiales y Métodos (Ubicación, Población objetivo, Actividades y Análisis Estadístico)

**Región natural:** Orinoquía Colombiana

**Subregión:** Orinoquía No inundable

**Eco-región:** Altillanura plana

**Población Objetivo:** Productores, inversionistas, academia, estudiantes, asistentes técnicos, Industriales

Para la obtención del producto señalado y teniendo en cuenta los cuatro objetivos propuestos, se desarrollaron las siguientes actividades

1. Establecimiento de 1 experimento en Carimagua de aproximadamente 30 ha,
2. Monitoreo fisicoquímico y biológico de experimentos actualmente establecidos en Taluma (30ha) y Andremoni (sistemas agropastoriles entre dos y tres años).

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

3. Monitoreo físico químico y biológico de fincas de productores (4) bajo diferentes manejos.

4. Apropiación de los desarrollos tecnológicos generados por parte de los diferentes actores productivos de la región (CORPOICA-CIAT).

**Actividad 1. Establecimiento de 1 experimento en Carimagua (18 ha).**

Se selecciono y demarco un lote experimental de 18 ha para la siembra de la línea 30 de arroz. Para tal fin fueron realizadas las labores de labranza que consistieron en 2 pases de rastra pesada, 1 pase de cincel rígido y 1 pase de rastrillo pulidor. Posterior al primer pase de rastra se incorporó 3 t.ha<sup>-1</sup> de cal dolomita (cal del Huila minerales del sur), cuyos contenidos de (CaO) y (MgO) fueron de 30 y 14%, respectivamente y con una humedad máxima de 1%. Así mismo, en esta etapa se adicionaron 500 kg.ha<sup>-1</sup> de Escorias básicas de alto horno (Acerías paz del Río) con contenidos de 10% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Al inicio de lluvias (Abril-Mayo 2011), fue realizado el muestreo inicial de suelos a cuatro profundidades (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) para determinar las características físicas y químicas iniciales en este experimento.

Para la siembra del cultivo de arroz (Línea 30), se utilizó semilla de costal proveniente de finca de productores regionales, con una densidad de siembra de 150 kg.ha<sup>-1</sup> en siembra en surcos a 17 cm de distancia. Al momento de la siembra se aplicaron los siguientes fertilizantes por hectárea aplicados en presiembra incorporado: 200 kg.ha<sup>-1</sup> de DAP (46% P2O5), 150 kg.ha<sup>-1</sup> de KCl (60% de K2O); 100 kg.ha<sup>-1</sup> de Kieserita magnésica (25% en Oxido de magnesio(MgO) soluble en agua y un 50% de Anhídridosulfúrico) y 20 kg.ha<sup>-1</sup> de Borozinco (N total 3%; N ureico 3%; Azufre total 6%; B 2.5%, Cu 0.5%; SiO2 17%, Zn 15%)

Este experimento presentó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones producto de los sistemas rotacionales a evaluar (soya, maíz y sorgo dulce) los cuales serán establecidos en forma simultánea con las pasturas (Pasto Toledo en asocio con una leguminosa) en el primer semestre del 2012, según acuerdo establecido con la interventoría del MADR en el mes de febrero del 2012. La unidad experimental establecida es de 2 ha cada una para un total de 18 ha.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

**Actividad 2. Monitoreo fisicoquímico y biológico de experimentos actualmente establecidos en Taluma (30ha) y Andremoni (sistemas agropastoriles entre dos y tres años).**

Par la realización de la presente actividad, se tomo como base los experimentos agropastoriles establecidos en la EE Corpoica Taluma y finca Andremoni, con más de tres años en pasturas .

Fueron realizados muestreos para las características químicas y físicas a cuatro profundidades (0-10; 10-20; 20-30; y 30-40 cm de profundidad) con tres repeticiones. Los análisis físicos fueron realizados en el laboratorio de suelos de Corpoica CI La libertad y los análisis químicos en el laboratorio de suelos del CIAT-Palmira. Para las evaluaciones biológicas (macroinvertebrados), se procedió de acuerdo a los protocolos de TSBF realizando muestreos de suelo a dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) con tres repeticiones para la evaluación de macroinvertebrados, siendo este análisis realizado en el laboratorio de biología del CIAT Palmira

Así mismo, fue realizado un muestreo de suelos para evaluar las diferentes fracciones de P en el suelo siguiendo las metodologías que se describen posteriormente

Adicionalmente fue evaluada la calidad de forraje de las pasturas establecidas (Híbridos de Brachiaria Toledo Mulato) y se procedió a evaluar la ganancia de peso en los animales allí establecidos.

Las variables y metodologías utilizadas para la evaluación física química y biológica son las siguientes:

**Variables químicas de suelo:**

- Materia Orgánica.** Carbono Orgánico por el Método Walkley Black.
- pH del suelo.** En agua relación 1:1.
- Acidez intercambiable (Al + H<sup>+</sup>).** Método de Yuan.
- Fósforo disponible.** Bray II
- C.I.C.** Método de acetato de amonio 1N (pH 7).
- Cationes Intercambiables** (Ca, Mg, K, Na). Método de acetato de amonio 1N (pH 7).
- Azufre.** Método fosfato monocálcico 0.008 M.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

### Variables físicas:

1. **Textura**.: Método del hidrómetro, Bouyoucos (% Arenas, % Limos, % Arcillas)
2. **Densidad aparente**. Método anillo volumen conocido.
3. **Densidad real**: Método picnómetro.
4. **Porosidad Total**.  $PT = [1-(Da/Dr)]*100$
5. **Distribución tamaño de poros**
  - a. Macroporos=  $P_{total} - \%Hv\ CC$ .
  - b. Mesoporos =  $\%Hv\ CC - \%Hv\ PMP$ .
  - c. Microporos =  $\%Hv\ PMP$ .
6. **Resistencia a la penetración**. Método penetrometro de cono.
7. **Humedad volumétrica**.
8. **Curvas de retención a dos puntos** [CC (0.3 bar) y PMP (15 bar)]. Método de olla de presión.
9. **Capacidad almacenamiento agua en el suelo**

### Fraccionamiento de Fósforo (P)

Extracción secuencial de las fracciones de P usado por el CIAT/TSBF Institute (Anderson e Ingram, 1993), modificado por Tiessen y Moir (1993) a partir del método de Hedley et al. (1982), para separar tres reservorios de P por su grado de disponibilidad (disponible, moderadamente disponible y no disponible) y forma (orgánica o inorgánica) para las plantas. Muestras de 0.5 g de suelo secadas al aire, molidas y tamizadas (2 mm), son sometidos la siguiente secuencia de reactivos (de menor a mayor poder extractante): resinas de intercambio aniónico (fracción de Pi intercambiable)  $\square$  persulfato de potasio -  $K_2S_2O_8$  (Po remanente en la fracción intercambiable)  $\square$  bicarbonato de sodio 0.5 M -  $NaHCO_3$ , pH 8.5 (Pi y Po disponibles pero adsorbidos en las superficies minerales, mas una pequeña cantidad de P microbial)  $\square$  hidróxido de sodio 0.1 M –  $NaOH$  (Pi más fuertemente ligado a compuestos de Fe y Al, y asociado a compuestos húmicos)  $\square$  ácido perclórico -  $HClO_4$  (P residual - mayormente inorgánico). En términos generales las fracciones analizadas fueron :

**Resin P** – Extracto de P con resina catiónico (altamente disponible)

**Bicarb P** – Extracto de P con sodio bicarbonato (muy disponible); Pi = P inorgánico y Po = P orgánico

**NaOH** – Extracto de P hidróxido de sodio (menos disponible, pero con la potencial de estar disponible en el futuro cercano); Pi = P inorgánico y Po = P orgánico

**Total – P** total de suelo; Pi = P inorgánico y Po = P orgánico

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

### **Variables Biológicas:**

Muestreo en la época lluviosa usando el método TSBF (Anderson e Ingram, 1993), donde monolitos de suelo (25cm x 25cm, 20cm profundidad) son extraídos para separar la macrofauna de la hojarasca y del suelo y clasificarla en 17 unidades taxonómicas (ej. Isopoda, Chilopoda, Oligochaeta,etc.). Las muestras obtenidas son preservadas en alcohol o formalina.

### **Actividad 3. Monitoreo físico químico y biológico de fincas de productores (4) bajo diferentes manejos.**

Fueron seleccionadas cuatro fincas de productores (Santa Cruz, mata mata, Andremoni y Santa Ana), pertenecientes a productores ganaderos y quienes establecieron sus pasturas bajo el sistema agropastoril con especies como Brachiaria Toledo, mulato, Mombaza.

Sobre estos predios, fueron realizados análisis químicos y físicos de suelos a cuatro profundidades (0-10; 10-20; 20-30; y 30-40 cm de profundidad) con tres repeticiones. Para las evaluaciones biológicas (macroinvertebrados), se procedió de acuerdo a los protocolos de TSBF realizando muestreos de suelo a dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) con tres repeticiones para la evaluación de macroinvertebrados.

Así mismo, fue realizado un muestreo de suelos para evaluar las diferentes fracciones de P en el suelo siguiendo las metodologías que se describen posteriormente

Adicionalmente fue evaluada la calidad de forraje de las pasturas establecidas y se procedió a evaluar la ganancia de peso en los animales allí establecidos.

Las metodologías utilizadas para la evaluación de las características químicas, físicas y biológicas, fueron las mismas utilizadas en a actividad 2.

### **Actividad 4. Apropiación de los desarrollos tecnológicos generados por parte de los diferentes actores productivos de la región (CORPOICA-CIAT).**

Fue realizada una gira con productores regionales para difundir los avances del proyecto

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

#### 4.3. Resultados y Discusión

##### ACTIVIDAD 1. ESTABLECIMIENTO DE 1 EXPERIMENTO EN CARIMAGUA (18 HA).

###### Componentes agronómicos

Los datos obtenidos en esta actividad, permiten evidenciar que en condiciones de sabana nativa (muestreos iniciales) los suelos presentan un carácter fuertemente acido con pH inferiores a 4.9, contenidos de P inferiores a  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ , valores de Ca, Mg y K inferiores a  $0.15$ ,  $0.05$  y  $0.06 \text{ cmol kg}^{-1}$  en forma respectiva y una CIC que fluctuó entre  $7.26$  y  $10 \text{ cmol kg}^{-1}$ : en todos los caso los mayores valores de Acides intercambiable (Al), P, bases intercambiables y CIC se encuentran en los primeros  $10 \text{ cm}$  de profundidad. Estos resultados coinciden con los valores obtenidos en otros estudios regionales y muestran el muy bajo aporte nutricional que estas sabanas ofrecen en estados nativos, lo que ameritan planes de corrección de la acidez e incorporación de todos los nutrientes esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. Es evidente que existe menos del 20% de saturación de bases con relación a la CIC efectiva (suma de bases). Así mismo, se puede observar en estos resultados los altos contenidos de acidez intercambiable generada principalmente por la presencia de Al monomérico tal como ha sido reportado en varios trabajos en este tipo de oxisoles.

**Tabla 1.** Resultados de los análisis de suelos de un Oxisol de sabana nativa de la EE Carimagua antes de ser establecido con sistemas agropastoriles (2011A)(\*).

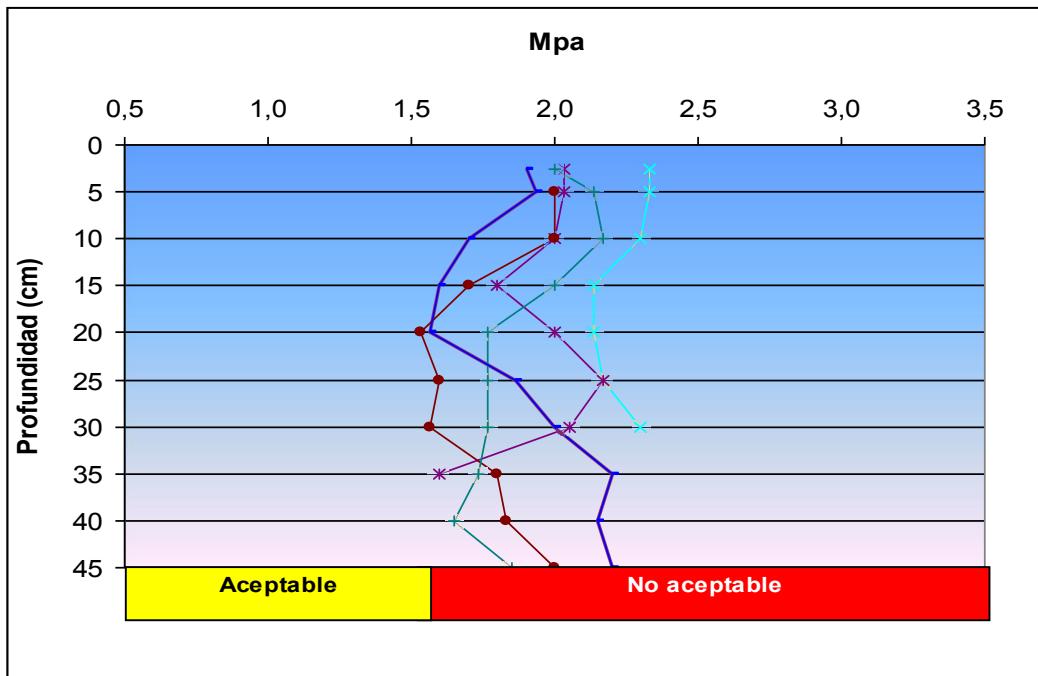
Profundidad	pH	Al cmol/kg	P-Bray II mg/kg	S mg/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg	K cmol/kg	CIC cmol/kg
<b>0-10</b>	4,50	2,95	0,61	13,73	0,15	0,05	0,06	10,06
<b>10 - 20</b>	4,57	2,76	0,36	16,26	0,09	0,04	0,03	8,65
<b>20-30</b>	4,68	2,54	0,31	16,86	0,09	0,03	0,03	8,21
<b>30-40</b>	4,84	2,10	0,24	13,26	0,07	0,03	0,02	7,26

(\*)Promedio de 5 repeticiones

De otra parte, los análisis de resistencia a la penetración de estos Oxisoles de sabanas tropicales nativas (Figura presentan una alta compactación, que oscila entre 1.5 a 2.35 Mpa rango considerado como no aceptable, mostrando el carácter de adensamiento natural de estos suelos, lo cual esta correlacionado con otras propiedades físicas como densidad aparente, porosidad, infiltración, entre otras.

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

Los resultados sobre componentes de rendimiento y producción del cultivo de arroz línea 30 (Tabla 2), permiten encontrar valores entre 76 y 78 macolla, así como 21-22 espigas por m lineal. El numero de granos por espiga oscilo entre 79 y 94 granos totales con vaneamiento entre 12 y 30%. Así mismo, el peso de 1000 semillas presento valores entre 15-26 g y los rendimientos de grano estuvieron entre un rango de 3747 y 3953 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabla 3.) Los anteriores resultados muestran un importante potencial de producción de este genotipo precoz (90 dde), generado para los oxisoles de la altillanura plana.



**Figura 1.** Resistencia a la penetración de Oxisoles de sabana nativa de Carimagua para el establecimiento de sistemas agropastoriles (2011A)

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**Tabla 2.** Macollas y espigas por m lineal del genotipo de arroz Línea 30 plantado en un Oxisol de sabana nativa para sistema agropastoril (EE Carimagua 2011)

<b>Lote</b>	<b>No Macollas (1 m lineal)</b>	<b>No. espigas (m lineal)</b>
1	79 a	22 a
2	76 a	21 a
3	78 a	22 a
4	80 a	21 a

**Tabla 3.** Componentes de rendimiento y producción del genotipo de arroz Línea 30 plantado en un Oxisol de sabana nativa para sistema agropastoril (EE Carimagua 2011)

<b>Lote</b>	<b>No de Granos/espiga</b>		<b>Granos totales/espiga</b>	<b>Vaneamiento %</b>	<b>peso 1000 granos (g)</b>	<b>Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
	<b>Llenos</b>	<b>Vanos</b>				
Lote 1	60	19	79	25	25	3953 a
Lote 2	58	25	84	30	26	3747 a
Lote 3	73	10	83	12	26	3910 a
Lote 4	77	17	94	19	25	3837 a
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Promedio de cuatro repeticiones

De acuerdo con el cronograma establecido al inicio del proyecto, se tenía propuesto establecer en el mes de septiembre las especies de maíz, soya y sorgo asociado con pasto Toledo y *Desmodium*, todos para ensilar. Sin embargo, por problemas que fueron mencionados en informes y solicitud de prorroga esta fueron programadas para el inicio del 2012, de acuerdo a lo concertado con la interventoría del MADR.

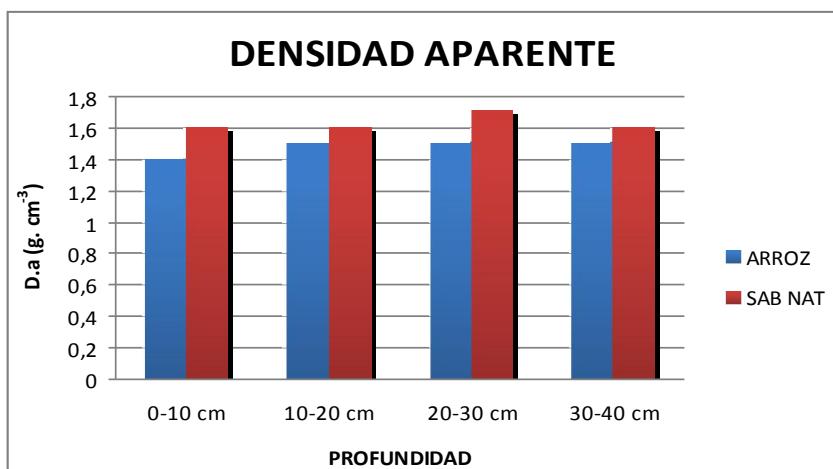
#### **Características físicas de los suelos**

Los resultados sobre física de suelo en el Oxisol de Carimagua muestran que la densidad aparente se reduce en todas las profundidades con el establecimiento del cultivo de arroz Línea 30, mientras en el lote con arroz la densidad oscila entre 1.4 y 1.5 g.cm<sup>-3</sup>, en la sabana nativa esta variable física oscila entre 1.6 y 1.7, mostrando el carácter de adensamiento de estos suelos bajo condiciones nativas, estos datos se correlacionan directamente con la resistencia a la penetración mostrada en la figura 1.

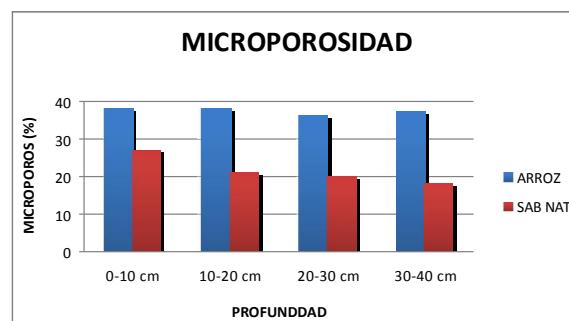
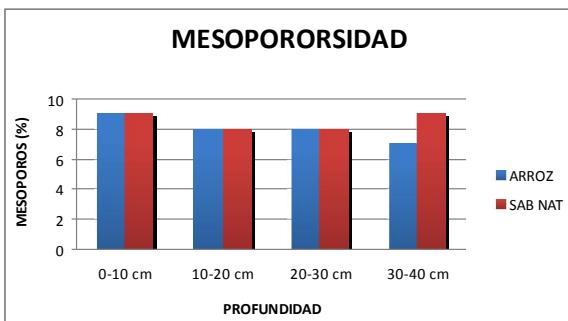
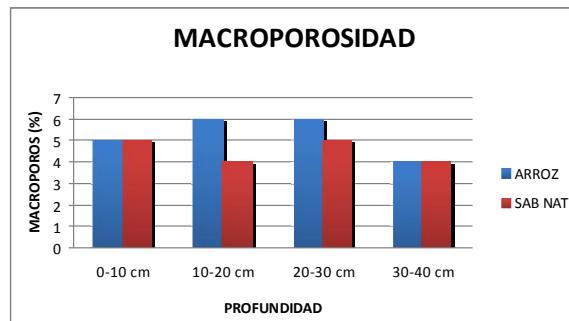
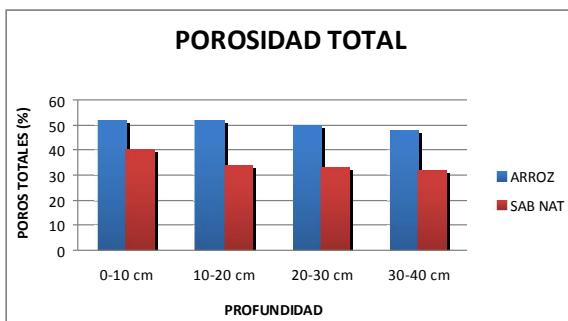
 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

De otra parte, al analizar la distribución de poros (Figura 3), se puede evidenciar incrementos de la porosidad total a valores cercanos a 50% con el establecimiento del cultivo del arroz, en comparación con valores entre 32 y 40% en sabana nativa. Este incremento de la porosidad total se deriva del incremento en la macroporosidad y microporosidad en todos los horizontes muestreados hasta los 40 cm de profundidad.

Cabe resaltar que la mesoporosidad no sobrepasa el 10%, considerada como valor critico, en ninguna de las dos condiciones evaluadas (suelo nativo y suelo intervenido). Por su parte la microporosidad presenta incrementos en todos los horizontes siendo superior en la condición de suelo intervenido con valores que oscilaron entre 36-38% comparadas con los de sabana nativa que estuvieron entre 18 y 27%.



**Figura 2.** Densidad aparente ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) de un Oxisol de la altillanura plana bajo dos sistemas de manejo (EE Carimagua 2011).



**Figura 3.** Distribución de poros (%) de un Oxisol de la altillanura plana bajo dos sistemas de manejo (EE Carimagua 2011).

### Características químicas y biológicas de suelos

Para entender mejor los efectos preliminares de la conversión de sabana nativa a sistemas agropastoriles se muestrearon las parcelas del ensayo recién establecido en Carimagua. Los resultados preliminares sugieren que la aplicación de fertilizantes y cal junto con la cultivación aumenta la cantidad de nutrientes críticos - como K, Ca y Mg en el cultivo de arroz comparado con estos nutrientes en sabana nativa (Tabla 4). Estos efectos son generalmente más evidente en la capa superficial del suelo (0-10cm).

Con relación al P, en la Tabla 5 se puede evidenciar que las mayores concentraciones de este nutriente se encuentra en el horizonte de 0-10 cm de profundidad, y disminuye drásticamente por debajo de los 20 cm de profundidad

Al analizar las diferentes fracciones de P, se nota que el P inorgánico (Pi) es mucho mayor que el P orgánico (Po) tanto en sabana nativa como en los suelos donde se estableció el cultivo del arroz. Así mismo, es evidente, que del P total que supera las 197

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

$\mu\text{g g}^{-1}$  en los primero 10 cm, solo es disponible menos del  $10 \mu\text{g g}^{-1}$ , mostrando la alta fijación de este nutriente en Oxisoles de la altillanura plana. Esta misma tendencia se observa en todas las profundidades donde se observan disminuciones de la cantidad de P disponible.

Lo anterior indica la necesidad de usar altas dosis de este nutriente para satisfacer las necesidades de los sistemas agropastoriles que establezcan en esta región (Tabla 5).

En contraste con los resultados de los nutrientes, la materia orgánica del suelo (MOS) de la capa superficial es más baja en las parcelas recién cultivadas que en la sabana nativa (Figura 2.), debido al efecto inicial de remoción de suelo y mineralización de esta por factores ambientales.

**Tabla 4.** Nutrientes en 4 profundidades de sabana nativa y parcelas recién cultivado para la siembra de arroz. Los números a la derecha de cada valor en itálicos representan los errores estándares. (EE Carimagua 2011)

<b>Tratamiento</b>	<b>Profundidad</b>	<b>K</b>		<b>Ca</b>		<b>Mg</b>
	(cm)	<b>cmol kg<sup>-1</sup></b>				
Arroz	0-10	<b>0.123</b>	<i>0.012</i>	<b>1.267</b>	<i>0.413</i>	<b>0.480</b>
	10-20	<b>0.048</b>	<i>0.003</i>	<b>0.317</b>	<i>0.060</i>	<b>0.122</b>
	20-30	<b>0.040</b>	<i>0.002</i>	<b>0.177</b>	<i>0.015</i>	<b>0.050</b>
	30-40	<b>0.038</b>	<i>0.005</i>	<b>0.158</b>	<i>0.005</i>	<b>0.036</b>
Sabana Nativa	0-10	<b>0.097</b>	<i>0.010</i>	<b>0.222</b>	<i>0.019</i>	<b>0.087</b>
	10-20	<b>0.044</b>	<i>0.001</i>	<b>0.153</b>	<i>0.019</i>	<b>0.035</b>
	20-30	<b>0.035</b>	<i>0.002</i>	<b>0.118</b>	<i>0.014</i>	<b>0.027</b>
	30-40	<b>0.029</b>	<i>0.002</i>	<b>0.122</b>	<i>0.003</i>	<b>0.025</b>

Con relación a la macrofauna de suelo (Figura. 3), se puede evidenciar que las poblaciones de macrofauna parecen muy bajas en la época del muestreo. Aunque la abundancia total es más alta en la sabana nativa que en las parcelas recién cultivadas, esta diferencia es basado en mayor número de termitas (isóptera), el grupo taxonómico dominante el ensayo. Se observa una disminución de la macrofauna después de efectuar la labranza y la aplicación de correctivos, lo que es lógico pues se ha realizado una

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

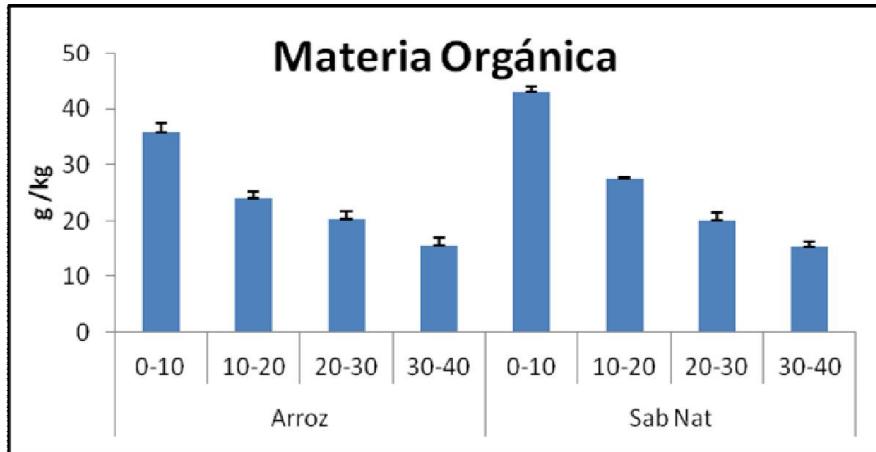
alteración física y química del suelo que obliga a los macroorganismos a adecuarse a las nuevas condiciones.

**Tabla 5.** Distribución de fracciones (vea abajo) P en 4 profundidades de sabana nativa y parcelas recién cultivado para la siembra de arroz. Los números a bajo de cada valor en itálicos representan los errores estándares (EE Carimagua 2011)

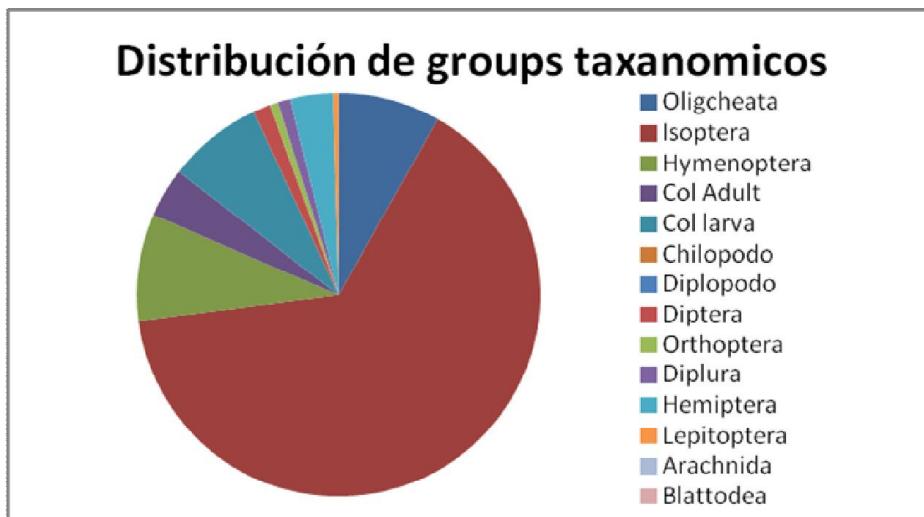
Tratamiento	Profundidad	Resin- Pi	Bicarb -Pi	Bicarb -Po	NaOH- Pi	NaOH- Po	Pi Total	Po Total	P Total
		(cm)	μg g <sup>-1</sup>						
Arroz	0-10	4.5	5.5	10.6	26.2	56.7	128.9	69.0	197.9
		0.9	0.5	0.3	1.7	2.4	0.9	2.3	2.3
	10-20	1.7	2.3	6.3	11.6	44.5	94.5	54.1	148.5
		0.7	0.2	0.7	1.2	2.5	4.5	3.4	7.7
	20-30	0.5	1.7	4.4	10.3	26.2	92.6	32.7	125.2
		0.2	0.2	0.4	1.0	4.8	5.1	5.1	10.0
	30-40	0.5	1.3	4.2	9.8	24.5	92.2	30.8	123.0
		0.3	0.2	0.2	0.6	5.4	4.2	5.1	9.0
	0-10	2.7	2.9	8.5	15.5	51.6	111.6	62.3	173.9
		0.5	0.2	0.7	1.3	2.8	6.2	3.7	7.0
Sabana Nativa	10-20	0.9	2.1	6.2	9.8	42.3	91.1	51.2	142.3
		0.0	0.1	0.7	0.3	3.0	2.3	2.8	0.6
	20-30	0.2	1.4	3.8	8.6	20.7	91.6	27.9	119.5
		0.1	0.2	0.5	1.0	1.9	1.6	1.6	1.1
	30-40	0.4	1.1	3.8	8.3	19.1	91.8	25.4	117.2
		0.1	0.1	0.4	0.2	1.0	2.0	0.9	2.9
Resin P – Extracto de P con resina cationico (altamente disponible) Bicarb P – Extracto de P con sodio bicarbonato (muy disponible); Pi = P inorgánico y Po = P orgánico NaOH – Extracto de P hidróxido de sodio (menos disponible, pero con la potencial de estar disponible en el futuro cercano); Pi = P inorgánico y Po = P orgánico Total – P total de suelo; Pi = P inorgánico y Po = P orgánico									

Se requieren muestreros posteriores para conocer el efecto de la labranza, correctivos, enmiendas y sobre todo de las especies usadas para forraje (soya, maíz, sorgo) asociada con el pasto Toledo y el *Desmodium ovalifolium*, sobre la macrofauna del suelo y su diversidad

 <b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>



**Figura 4.** Materia orgánica del suelo en 4 profundidades de sabana nativa y parcelas recién cultivado para la siembra de arroz. Las barras indican los errores estándares de cada valor (EE Carimagua 2011)



**Figura 5.** Distribución de macrofauna entre 15 grupos taxonómicos de el ensayo de Carimagua (EE Carimagua 2011)

Los anteriores resultados, permiten concluir que si bien es cierto el establecimiento del cultivo del arroz, mediante los sistemas de labranza, uso de correctivos, enmiendas y

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

fertilización, logran un mejoramiento de las condiciones químicas de los suelos, se presenta en el corto plazo un deterioro de las características físicas relacionada con disminución de la mesoporosidad e incremento de la microporosidad del suelo, originando menos espacios para el almacenamiento del agua. Así mismo, se observa en este Corto plazo una disminución de la diversidad y cantidad de macroinvertebrados lo que puede redundar en el equilibrio biológico del suelo.

No obstante es necesario revisar estos mismos indicadores en el tiempo teniendo en cuenta que se establecerán especies forrajeras a mediano y largo plazo y la dinámica de estas variables puede cambiar en el tiempo.

**ACTIVIDAD 2.** Monitoreo fisicoquímico y biológico de experimentos actualmente establecidos en Taluma (30ha) y Andremoni (sistemas agropastoriles entre dos y tres años).

Las evaluaciones iniciales (2007) de las fincas Ubicadas en la finca Andremoni, y EE experimenta Corpoica Taluma presentaron densidades aparentes superiores a  $1.5 \text{ g.cc}^{-1}$  con incremento en el horizonte de 10-20 cm llegando a 1.6 y  $1.7 \text{ g cc}^{-1}$  respectivamente (Tabla 6). Las mayores densidades aparente se correlacionan con las menores porosidades totales de estos dos Oxisoles, corroborando el adensamiento natural de este tipo de suelos en la región, lo cual conlleva al uso de implementos de labranza profundos para descompactar estos suelos y el mejoramiento de la materia orgánica mediante sistemas que puedan mejorar esta variable química como las pasturas y los cultivos transitorios

**Tabla 6.** Características físicas de los suelos a dos profundidades antes de la preparación de suelos en fincas de la Altillanura plana

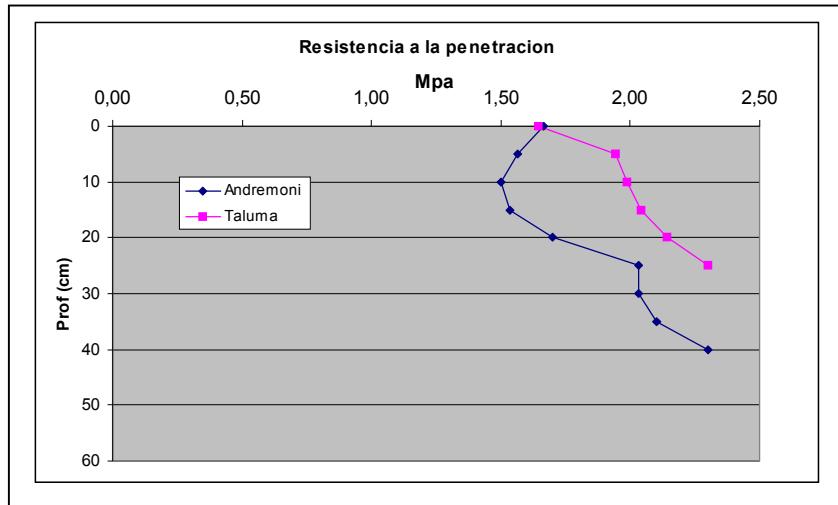
Finca	Densidad aparente ( $\text{g cc}^{-1}$ )	Densidad real ( $\text{g cc}^{-1}$ )	Porosidad (%)	Densidad aparente ( $\text{g cc}^{-1}$ )	Densidad real ( $\text{g cc}^{-1}$ )	Porosidad (%)
profundidad de 0 a 10 cm				profundidad de 10 a 20 cm		
Andremoni	1,5	2,6	42	1,6	2,7	41
Taluma	1,6	2,7	41	1,7	2,7	37

Tomado de proyecto “Desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles para la producción competitiva de carne bovina en la Altillanura plana Colombiana” (Rincón A. 2011).

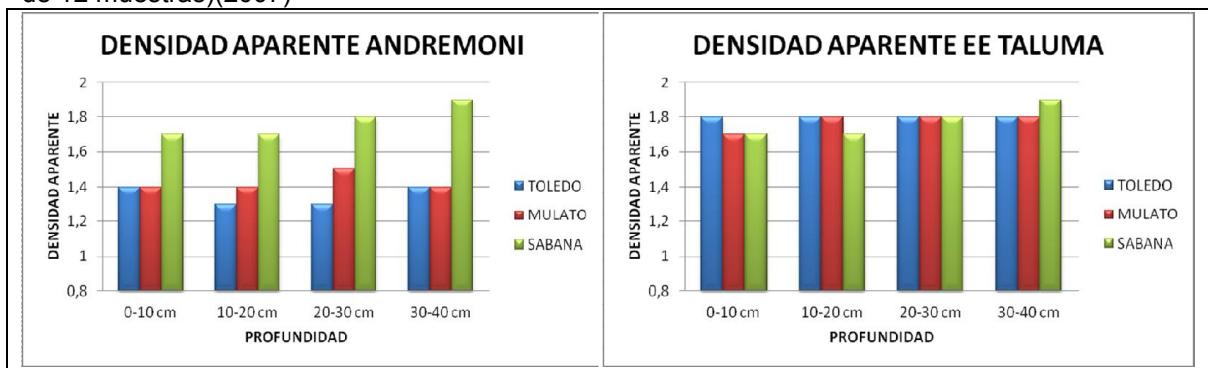
Los anteriores valores se correlacionan con la resistencia a la penetración (MPa) de los dos sitios en sus estados iniciales (Figura 6) donde puede observarse resistencias superiores a 1.5 Mpa, considerada limitante para el crecimiento de raíces en todo e perfil del

 <b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

suelo. Con relación a la distribución de poros por finca, es evidente la mayor porosidad en la finca Andremoni con respecto a Taluma dada principalmente por el incremento de macroporos y microporos con relación a la sabana nativa.

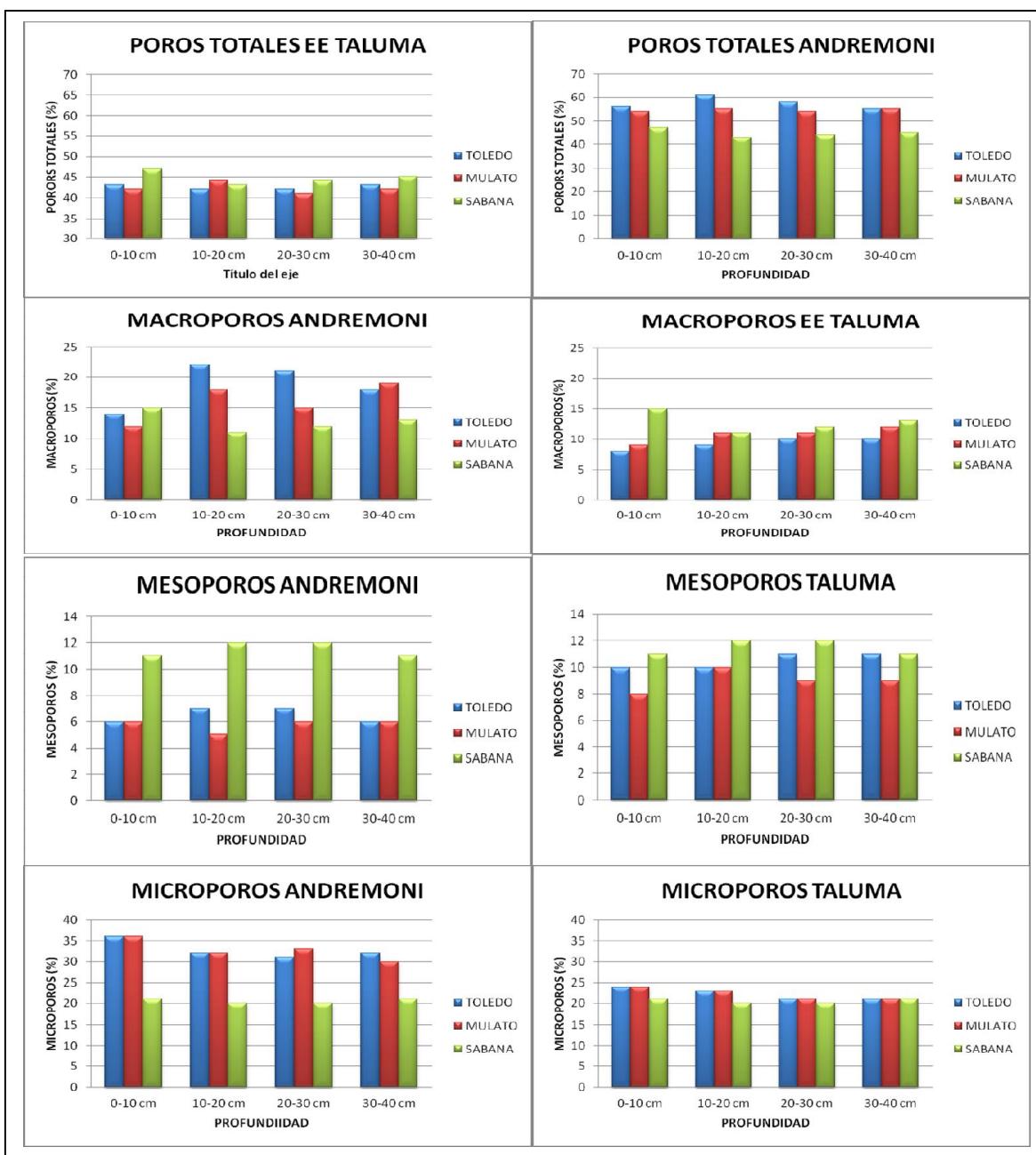


**Figura 6.** Resistencia a la penetración en lotes agropastoriles de Andremoni y Taluma (Promedio de 12 muestras)(2007)



**Figura 7.** Densidades aparentes de dos Oxisoles de la altillanura Plana cuatro años después de plantados con sistemas agropastoriles (2011).

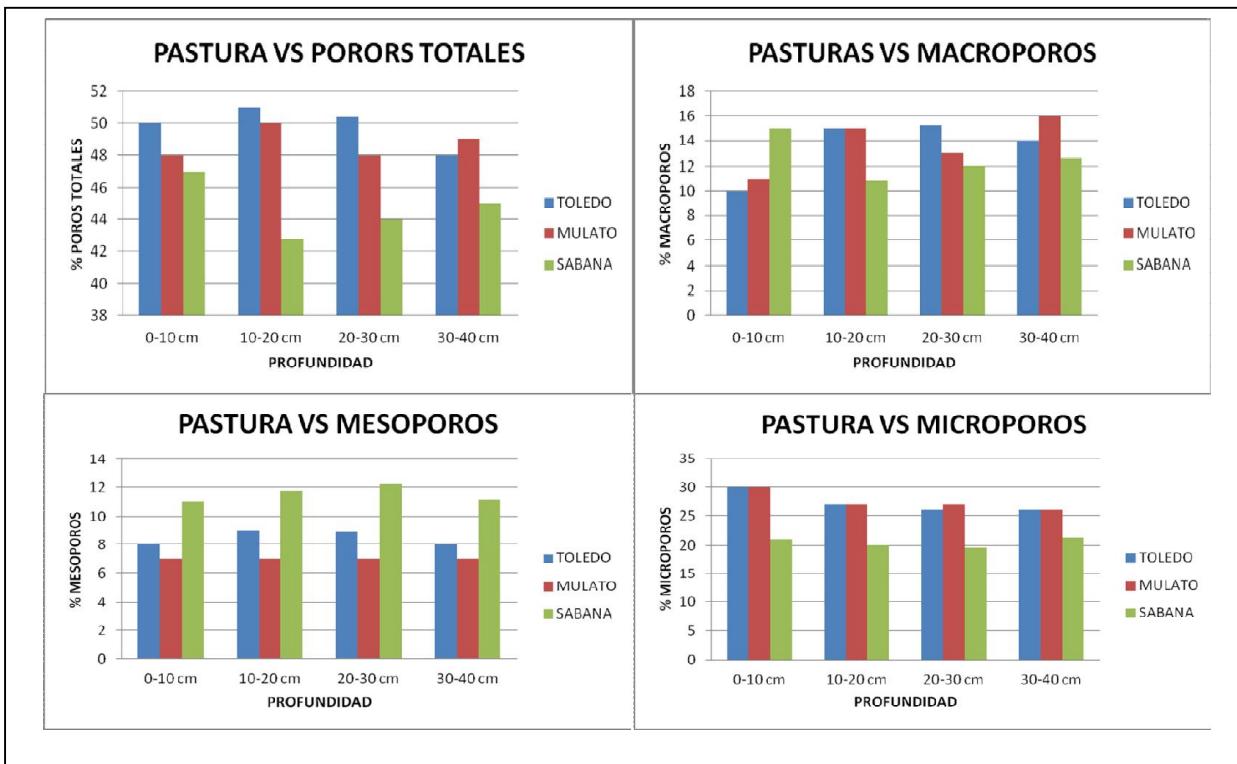
Cuatro años después, los muestreos físicos señalan que la densidad aparente continua siendo mayor en la estación Taluma la cual oscila entre  $1.7$  y  $1.9$   $\text{g.cm}^{-3}$ , mientras en la finca Andremoni esta estuvo entre  $1.3$  y  $1.9$   $\text{g.cm}^{-3}$ . Los anteriores resultados evidencian pocos cambios en esta variable con respecto a las condiciones iniciales, lo cual es producto de la resiliencia del suelo (capacidad de regresar a las condiciones nativas (Figura 7)



**Figura 8.** Distribución de poros (%) de dos Oxisoles de la altillanura Plana cuatro años después de plantados con sistemas agropastoriles (2011).

Al realizar un análisis por cada pastura sobre las características físicas evaluadas, en la Figura 9, se puede observar que el establecimiento de los pastos Toledo y mulato, genero un incremento de la porosidad total del suelo con respecto a la sabana nativa, debido al incremento de los macroporos y los microporos en todas las profundidades.

Al analizar independientemente la distribución del espacio poroso, se observa que a nivel de macroporos la sabana nativa presenta los mayores valores en los primeros 10 cm de profundidad y disminuye en los siguientes horizontes hasta los 40 cm con respecto a los pastos. Así mismo, es evidente que el pasto Toledo permite la presencia de mayor porcentaje de mesoporos que el pasto mulato debido posiblemente a su mayor volumen radicular y biomasa seca, como se evidencia mas adelante.



**Figura 9.** Distribución de poros (%) de dos Oxisoles de la altillanura Plana cuatro años después de plantados con dos pasturas bajo el esquema de sistemas agropastoriles (2011).

Las mayores porosidades y menores densidades aparentes en la Finca Andremoni, están correlacionadas con la mayor biomasa de planta y de raíces, reflejada en los mayores contenidos de MO del suelo derivadas de una mayor fertilidad de suelos con relación a la

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

Finca Taluma donde existen menores indicadores de estas variables. Esto corrobora que uno de los grandes éxitos para el establecimiento de los sistemas agropastoriles, pasa por la adecuación de los suelos mediante sistemas de labranza profundos, aplicación de correctivos y altas dosis de fertilizantes en el establecimiento de los cultivo colonizadores como maíz, arroz, etc. Para que las pasturas aprovechen los efectos residuales de estas prácticas.

### Características químicas de los suelos

En la Tabla 7 se presentan las características químicas iniciales de los suelos de Andremoni y Taluma encontradas por Rincón (2012). En forma general, se puede observar el bajo contenido de materia orgánica en Taluma con 1,1 %. El suelo más deficientes en elementos mayores fue el de Taluma, con concentraciones limitantes para el desarrollo de cultivos especialmente en bases intercambiables, el fósforo (P), Calcio (Ca), magnesio (Mg), Potasio (K). En la Finca Andremoni donde por mas de 10 años se había manejado bajo pastoreo de *B. decumbens*, se presentó la mayor presencia de materia orgánica y concentraciones intermediaos de minerales.

**Tabla 7** Características químicas iniciales de los suelos en las fincas de la altillanura plana (2007)

Característica	Andremoni	Taluma
pH	4,9	5
M.O (%)	3,1	1,1
P (ppm)	2,5	7,1
Al (me/100 g)	0,9	0,4
Ca (me/100 g)	0,81	0,42
Mg (me/100 g)	0,18	0,13
K (me/100 g)	0,075	0,03
CIC (me/100 g)	2,4	1,2
S (ppm)	1,0	0,6
Fe (ppm)	25,5	48
B (ppm)	0,14	0,16
Cu (ppm)	0,35	0,55
Mn (ppm)	1,05	1,45
Zn (ppm)	0,5	0,35

Tomado de Rincón 2012

Con relación a los microelementos en Taluma se encontraron las mayores concentraciones de Fe, Mn, Cu, B, mientra en Andremoni se presento la mayor concentración de Zn. sin embargo, todos los microelementos, con excepción del Fe, fueron deficientes en todas las fincas, si se considera que las concentraciones adecuadas

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

son de 0, 6 ppm de boro (B), 3 ppm de Cu y 2 ppm de zinc (Zn) (Potash and Phosphate Institute, 1997).

En la tabla 8 se encuentra los niveles de encalamiento realizados en las dos fincas teniendo en cuenta el análisis químico y la concentración de  $\text{Ca}^{++}$  en el suelo. Los niveles de cal fueron llevados para tener 2 cmol  $\text{kg}^{-1}$  de Ca en los primeros 20 cm de suelo

**Tabla 8.** Cal aplicada para mejorar la saturación de bases y para aumentar la disponibilidad de Ca en el suelo para la asociación maíz pastos.

<b>Finca</b>	<b>Saturación de bases (%)</b>	<b>Encalado (kg/ha)</b>	<b>Ca en suelo (cmol <math>\text{kg}^{-1}</math>)</b>	<b>Ca nutriente (cmol <math>\text{kg}^{-1}</math>)</b>	<b>Cal dolomítica (kg/ha)</b>
Andremoni	49	310	0,81	500	2000
Taluma	53	100	0,42	630	2100

Tomado de proyecto “Desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles para la producción competitiva de carne bovina en la Altillanura plana Colombiana” (Rincón A. 2011).

Como fertilización constante en los dos experimentos para el establecimiento del cultivo del maíz y los pastos *Brachiaria brizantha* cv Toledo e híbrido de *Brachiaria Mulato II*, fue realizado mediante las siguientes fuentes

**Tabla 9.** Fertilización aplicada para el establecimiento de los cultivos en fincas de la Altillanura colombiana

<b>Fertilizante</b>	<b>Andremoni</b>	<b>Taluma</b>
Roca fosfórica	500	500
yeso agrícola	250	400
cloruro de K	175	150
Fosfato diamónico (DAP)	200	100
Siliphoz		150
fosfacil zeo	50	50
Kieserita		100
Borozinco	20	
Urea	300	250

Los resultados de este ensayo sugieren que no hay diferencias grandes sobre la fertilidad química del suelo entre los pastos Mulato y Toledo en las diferentes profundidades evaluadas, pero si entre las fincas Andremoni y Taluma. Las mayores concentraciones en el suelo de Ca, Mg, K, y MO se encuentran en la finca Andremoni concentradas en los primeros 10 cm (Tabla 10). Cabe destacar las altas contenidos de materia orgánica en los suelos de Andremoni los derivado de la mayor biomasa acumulada por los dos pastos

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

durante los cuatro años, siguiendo la tendencia encontrada al inicio del experimento en el 2007 (Rincón 2011).

Con relación al fraccionamiento de P (Tabla 11), se puede evidenciar que los mayores contenidos de las diferentes fracciones de P, en todas las profundidades, se encuentran también en la finca Andremoni. No se encontraron diferencias de las fracciones de P entre los pastos Mulato y Toledo en las diferentes profundidades.

Al analizar mas detalladamente las diferentes fracciones de P en las dos fincas, se puede encontrar que mientras el P total en los primeros 10 cm de profundidad en la finca Andremoni es de  $356.7 \mu\text{g g}^{-1}$  en la finca Taluma es de  $102.47 \mu\text{g g}^{-1}$ , mostrando las bondades de altas aplicaciones de este nutriente en la etapas previas al establecimiento del sistema agropastoril, tal como puede ser corroborado en la tabla 5 del análisis químico al inicio del experimento.

Así mismo, se evidencia que del P total en las dos fincas, menos del 5% se encuentra en forma disponible para los cultivos. Así mismo, al relacionar las fracciones orgánicas e inorgánicas dep se puede evidenciar que el P inorgánico total (Pi) representa entre un 70 al 75% del P total del suelo, en las dos localidades, evidenciando el alto poder de fijación que tienen estos Oxisoles, siendo necesaria la aplicación de altas dosis de este nutriente.

Se recomiendan estudios a nivel de microorganismos solubilizadores de P que permitan aprovechar las formas fijadas de este nutriente por los óxidos e hidróxidos de Fe y Al así como de las arcillas caoliniticas predominantes en este tipo de suelos.

En términos generales, se evidencia que la mayor parte del P presente en los suelos se encuentra fijado en formas inorgánicas, siendo necesario estrategias como el uso de microorganismos solubilizadores de P que permitan la utilización de estas reservas de P en el suelo.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**Tabla 10:** Propiedades químicas del suelo en 4 profundidades de Oxisoles cuatro años después de plantados con sistemas agropastoriles con pastos Toledo y Mulato.

Procedencia	Tratamiento	Profundidad	pH	MO	K	Ca	Mg	Al
		(cm)		g kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>			
Taluma	Mulato	0-10	4.99	19.81	0.05	0.47	0.11	1.05
			0.11	1.53	0.00	0.10	0.03	0.19
		10-20	4.88	12.30	0.03	0.19	0.03	1.25
			0.08	1.02	0.00	0.05	0.01	0.28
		20-30	4.88	8.44	0.02	0.16	0.02	1.22
			0.12	0.78	0.00	0.03	0.01	0.25
		30-40	4.74	6.54	0.02	0.13	0.01	1.15
			0.15	0.87	0.00	0.00	0.00	0.20
	Toledo	0-10	5.08	20.43	0.05	0.94	0.28	0.48
			0.09	3.42	0.01	0.10	0.07	0.13
		10-20	4.68	10.99	0.04	0.25	0.07	1.10
			0.09	0.98	0.00	0.04	0.03	0.13
		20-30	4.59	7.62	0.03	0.17	0.03	1.03
			0.05	1.25	0.00	0.02	0.01	0.09
		30-40	4.74	5.40	0.02	0.12	0.01	1.00
			0.06	0.28	0.00	0.00	0.00	0.10
Andremoni	Mulato	0-10	5.19	41.05	0.09	2.27	0.46	1.08
			0.16	0.98	0.01	0.65	0.17	0.49
		10-20	4.96	27.14	0.05	0.72	0.10	2.17
			0.08	0.97	0.01	0.22	0.04	0.26
		20-30	4.95	22.22	0.04	0.33	0.04	2.18
			0.09	2.70	0.01	0.08	0.01	0.18
		30-40	4.88	18.08	0.04	0.25	0.03	2.02
			0.11	3.00	0.01	0.04	0.00	0.22
	Toledo	0-10	5.34	42.24	0.07	2.98	0.57	1.12
			0.25	1.73	0.01	0.78	0.15	0.89
		10-20	4.93	32.70	0.05	0.91	0.14	2.45
			0.08	1.66	0.01	0.44	0.05	0.65
		20-30	4.89	22.38	0.04	0.45	0.08	2.17
			0.15	2.40	0.01	0.15	0.03	0.35
		30-40	4.67	16.67	0.03	0.32	0.05	1.73
			0.16	2.31	0.00	0.08	0.01	0.21

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

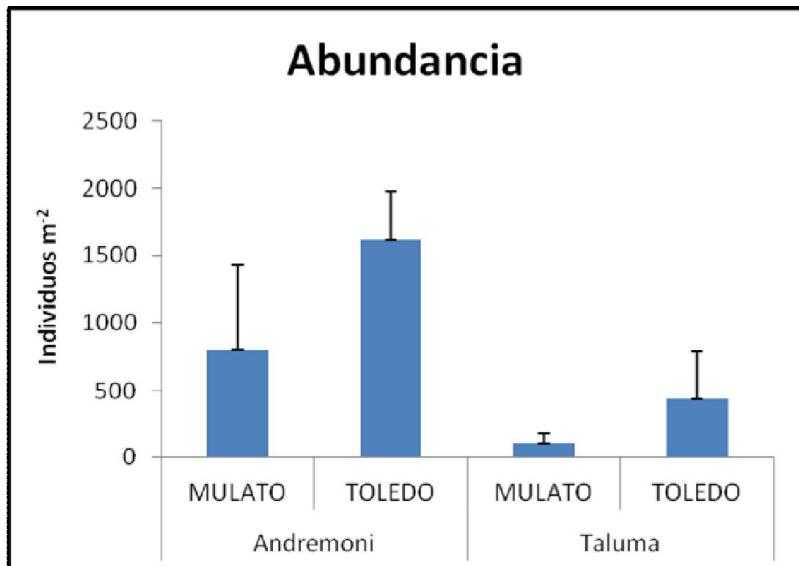
**Tabla 11:** Distribución de fracciones de P en 4 profundidades en Oxisoles cuatro años después de plantados con pastos Mulato y Toledo en sistemas agropastoriles.

Lote	Trat	Prof. (cm)	Resin- Pi	Bicarb- -Pi	Bicarb- -Po	NaOH- Pi	NaOH- Po	Pi Total	Po Total	P Total
			$\mu\text{g g}^{-1}$							
Taluma	Mulato	0-10	1.6	2.1	3.4	4.2	24.7	72.2	30.2	102.4
			0.2	0.4	0.2	0.7	6.4	6.4	6.6	12.9
		10-20	0.8	1.3	3.1	6.2	14.1	71.8	18.7	90.6
			0.3	0.3	0.4	1.6	4.3	6.4	4.6	10.7
		20-30	0.3	0.8	1.8	3.6	14.0	72.1	18.1	90.2
			0.1	0.1	0.4	0.3	2.4	4.9	2.4	7.3
		30-40	0.2	0.5	1.7	3.3	12.9	75.3	17.2	92.5
			0.1	0.1	0.7	0.2	2.3	6.1	1.6	7.7
	Toledo	0-10	2.4	2.9	4.5	8.7	22.4	98.2	29.6	127.8
			0.7	0.8	0.9	3.3	3.4	25.6	4.4	29.5
		10-20	1.0	1.4	3.6	6.4	15.4	67.3	22.1	89.5
			0.2	0.3	0.6	1.5	2.8	2.8	2.9	5.0
		20-30	0.4	0.8	2.8	4.0	14.1	65.6	19.8	85.4
			0.2	0.2	0.3	0.5	2.3	5.3	2.6	7.7
		30-40	0.2	1.4	1.5	3.5	14.3	66.7	19.0	85.7
			0.1	0.8	0.8	0.4	1.8	3.4	2.5	5.7
Andremoni	Mulato	0-10	3.5	4.6	11.1	28.6	76.0	264.1	92.6	356.7
			1.5	1.1	0.5	2.6	3.2	13.4	4.3	15.4
		10-20	1.2	2.2	7.4	13.7	55.8	176.7	68.9	245.6
			0.2	0.0	0.2	0.7	4.3	12.6	7.1	19.6
		20-30	0.6	2.1	3.9	10.3	41.8	175.2	49.1	224.2
			0.2	0.2	0.5	1.1	5.9	16.0	6.4	22.1
		30-40	0.3	1.7	3.9	9.2	46.8	165.7	56.0	221.6
			0.2	0.3	0.5	1.5	6.6	15.3	6.1	20.1
	Toledo	0-10	2.6	4.2	9.9	26.5	66.9	228.8	81.2	310.0
			0.4	0.3	1.3	4.5	8.3	20.3	9.4	29.7
		10-20	2.4	2.8	7.1	16.4	49.4	186.3	62.4	248.7
			0.9	0.3	0.7	4.0	3.8	13.2	4.9	16.6
		20-30	0.6	1.8	3.8	12.1	42.9	177.9	51.8	229.6
			0.3	0.2	0.3	1.7	6.1	7.6	6.5	13.6
		30-40	0.2	1.2	4.0	9.7	43.5	168.8	52.1	220.9
			0.1	0.1	0.5	0.7	7.0	4.8	7.2	9.2

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

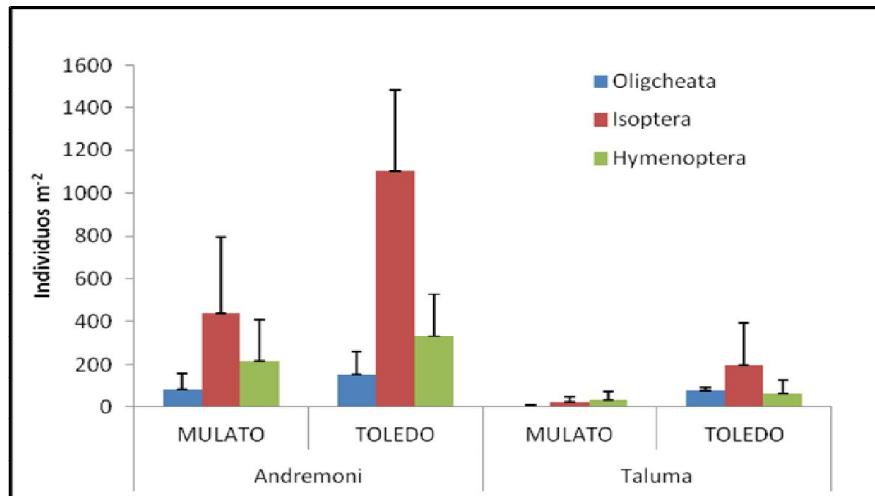
### Características Biológicas

El funcionamiento biológico del suelo fue afectado por el tipo de pasto en las dos localidades. Se encontró que la abundancia total de macrofauna fue generalmente más alta bajo Toledo que en Mulato y hubo densidades más altas de macrofauna en Andremoni que en Taluma (Figura 10). Adicionalmente, parece que estos patrones son presentes en varios grupos taxonómicos de macrofauna y no solo basado en diferencias de un solo grupo (Figura 11). Junto con la alta densidad de macrofauna con el pasto Toledo, la biodiversidad parece ser más alta también, con una riqueza de especies (y grupos taxonómicos) más alta bajo Toledo que bajo Mulato (Figura 12).

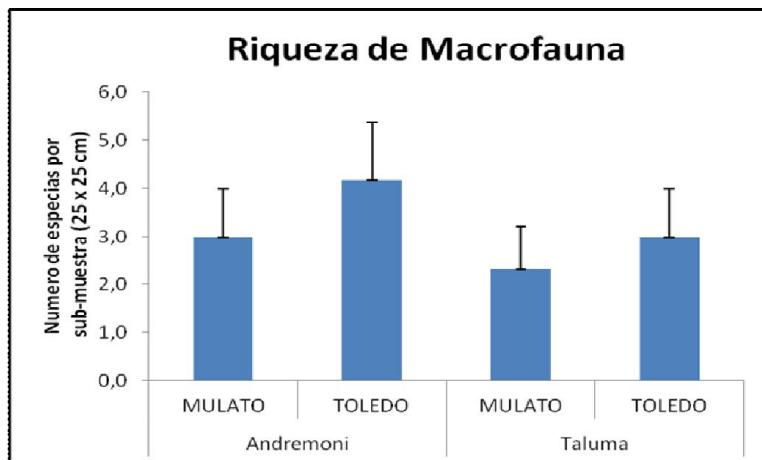


**Figura 10:** Abundancia total de macrofauna del suelo (0-10 cm) en ensayos replicados del campo comparando los pastos Mulato con Toledo en dos sitios distintos. Las barras representan los errores estándares.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012



**Figura 11.** Abundancia de los ‘ingenieros de ecosistemas’ del suelo (las lombrices, Oligocheata; las termitas, Isoptera; y las hormigas, Hymenoptera) en ensayos replicados del campo comparando los pastos Mulato con Toledo en dos sitios distintos. Las barras representan los errores estándares.

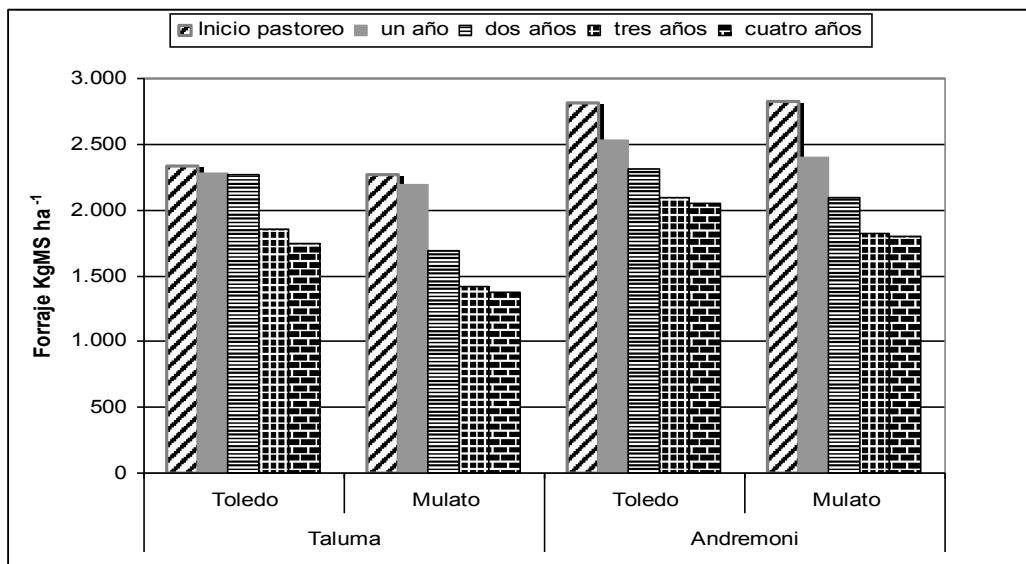


**Figura 12:** La riqueza de especies y grupos taxonómicos (un indicador de biodiversidad) de macrofauna del suelo en ensayos replicados del campo comparando los pastos Mulato con Toledo en dos sitios distintos. Las barras representan los errores estándares.

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## Producción de forraje

Para La producción de forraje en las fincas Taluma y Andremoni bajo los sistemas agropastoriles se toma en cuenta los datos iniciales reportados por Rincón 2012 en su informe final donde se puede evidenciar que La disponibilidad de forraje en la época lluviosa después del pastoreo de uniformización (inicio de pastoreo) (Figura 13), fue mayor en la finca Andremoni donde se obtuvo 2800 kgMS.ha<sup>-1</sup> para los pastos Mulato II y Toledo mientras en Taluma oscilo entre los 2270 y 2350 kgMS.ha<sup>-1</sup>. En los años posteriores se observa una disminución en la producción de forraje tanto en Toledo como en Mulato en las dos localidades evaluadas. Ya en el cuarto año de evaluación, las producciones de Biomasa de Toledo y Mulato en Taluma pasan de 2.340 y 2.270 kgMS.ha<sup>-1</sup> a 1.750 y 1.380 kgMS.ha<sup>-1</sup> respectivamente, mientras en Andremoni estas producciones pasan de 2.810 y 2.8929 kgMS.ha<sup>-1</sup> a 2.050 y 1.800 kgMS.ha<sup>-1</sup> respectivamente



**Figura 13.** Producción de forraje de los pastos Toledo y Mulato II establecidos en asociación con maíz, durante cuatro años de pastoreo en Andremoni y Taluma. Época lluviosa

En la Tabla 12. Se encuentran los promedios de 4 años donde puede evidenciarse las mayores producciones alturas de planta, y mayores producciones de biomasa por hectárea en la Finca Andremoni (2.158 kgMS.ha<sup>-1</sup>) en comparación con 1.862 kgMS.ha<sup>-1</sup> obtenida en Taluma. Así mismo, se evidencia las mayores producciones de Biomasa con el pasto Toledo (1.916 kgMS.ha<sup>-1</sup>) en comparación con la biomasa obtenida con e Pasto Mulato (1.802 kgMS.ha<sup>-1</sup>).

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

**Tabla 12.** Producción de forraje en praderas establecidas con maíz, después de cuatro años de pastoreo en fincas Taluma y Andremoni de la Altiplanura plana (2012)

Finca	Altura (cm)	Índice verdor (Spad)	Materia seca (%)	Biomasa (kg/ha)	Altura residual (cm)
Andremoni	93,2a	38,2 a	24,5 b	2158 a	38,3 a
Taluma	60 b	40,3 a	24,2,8 b	1862 b	34,7c
significancia	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Toledo	83,8 a	39,6 a	25,4 a	1916 a	35,4 a
Mulato II	58,3 b	35,4 b	24,0 b	1802 b	31,2 b
significancia	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
C.V (%)	14,6	11,9	4,3	13,6	10,2

Promedios en una misma columna con letras diferentes, presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

### Calidad nutritiva del forraje

En la tabla 13, se presenta la calidad del forraje de las dos fincas evaluado en la época lluviosa durante el 2012. En términos generales no se encontraron diferencias a nivel de proteína cruda (PC). Los valores obtenidos para las fincas Andremoni y Taluma fue de 9.8 y 9.0 %. A nivel de pastos el malato II presento un valor de 9.7% siendo estadísticamente superior al obtenido con el pasto Toledo (8.3). Por su parte la fibra en detergente neutro (FDN), presento su mayor valor (67.6 % en Taluma siendo estadísticamente superior al obtenido en Andremoni (65.6%). Similar a lo encontrado por Rincón (2012), el mayor contenido de FDN en la localidad de Taluma y en el pasto Toledo (67.3%), coincidió con la menor degradabilidad que fue de 60.2% en Taluma y de 60.0 en Esta pastura. La fibra en detergente ácido (FDA) fue similar en las dos localidades pero superior en el pasto Toledo.

Con base en los anteriores se puede indicar que a nivel de Lotes, la localidad de Andremoni presenta las mayores biomassas secas acompañadas de los mayores contenidos de proteína cruda . Por su parte a nivel de los pastos evaluados, el pasto Mulato II sobresalió por su mejor calidad derivado de su mayor contenido de proteína, menor FDN y FDA y mayor degradabilidad, con respecto al pasto Toledo (Tabla 11)

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

**Tabla 13.** Calidad nutritiva de los pastos Toledo y Mulato II en fincas de la Altillanura.

<b>Finca</b>	<b>PC</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>	<b>Degradabilidad</b>
Andremoni	9.8 a	65,6 b	31,6 a	64,9 a
Taluma	9.0 a	67,6 a	33,0 a	60,2 b
Significancia	NS	0,05	NS	NS
<b>Pasto</b>				
Mulato II	9,7 a	61,3 b	31,9 b	67,2 a
Toledo	8,3 b	67,3 a	37,1 a	60,0 b
Significancia	0,01	0,001	0,01	0,01
CV	14	4,3	6,2	5,4

Promedios en una misma columna con letras diferentes, presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Con relación a la concentración foliar de algunos minerales en las pasturas evaluadas (Tabla 14), los contenidos de P, K, Ca, Mg y S fueron superiores en la Finca Andremoni y en el pasto Toledo. Lo primero debido a una mayor fertilidad del suelo y lo segundo al componente genético de la pastura.

Excepto para el P y S los cuales presentan valores inferiores al valor medio requeridos para el ganado de ceba (McDowell *et al.*, 1994), los demás minerales se encuentran en concentraciones adecuadas.

**Tabla 14.** Concentración (%) de macroelementos en los pastos Toledo y Mulato II en fincas de la Altillanura.

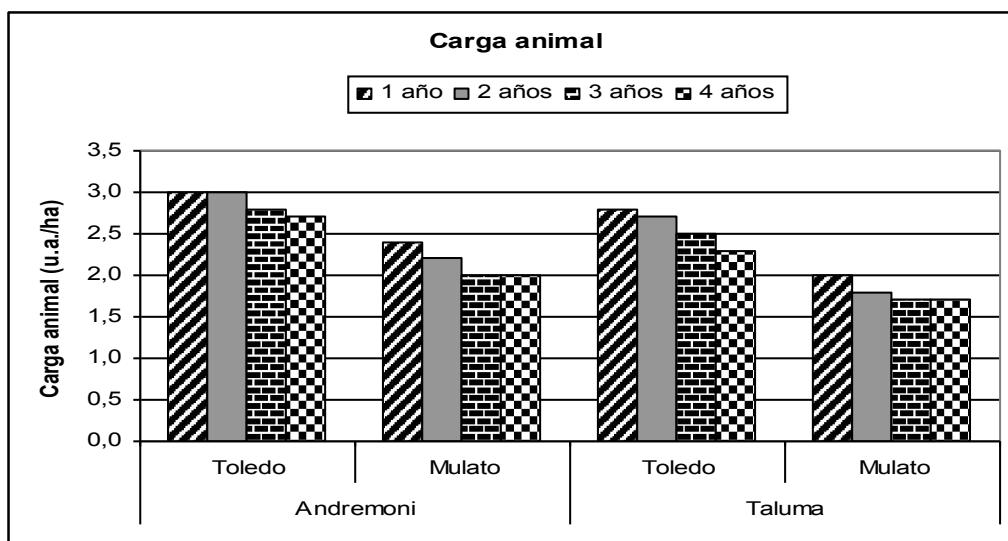
<b>Finca</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
Andremoni	0,19 a	1,33 b	0,32 a	0,34 a	0,072 a
Taluma	0,11 b	0,86 c	0,30 a	0,23 b	0,070 a
Significancia	0,05	0,01	NS	0,02	0,03
<b>Pasto</b>					
Mulato II	0,16 a	1,25 a	0,32 a	0,29 a	0,09 a
Toledo	0,15 a	1,22 a	0,31 a	0,27 a	0,08 a
Significancia	NS	NS	NS	NS	0,01
CV	20.2	23.2	22,6	31.2,6	26.3

Promedios en una misma columna con letras diferentes, presentan diferencias significativas al nivel de 0.05

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## Producción animal

La producción animal fue evaluada en el 2011 solo en la época lluviosa; la carga animal estuvo relacionada con la oferta de pastura en esta estación del año. En términos generales la carga animal fue mayor en la Finca Andremoni que en Taluma y en el pasto Toledo en comparación con el Mulato (Figura 15). De otra parte se evidencia que la carga animal disminuye cada año pasando de 2.7 en el primer año a 2.3 u.a/ha en la fina Andremoni y de 2.4 a 2.0 u.a./ha, en Taluma en el mismo periodo de evaluación (2011).

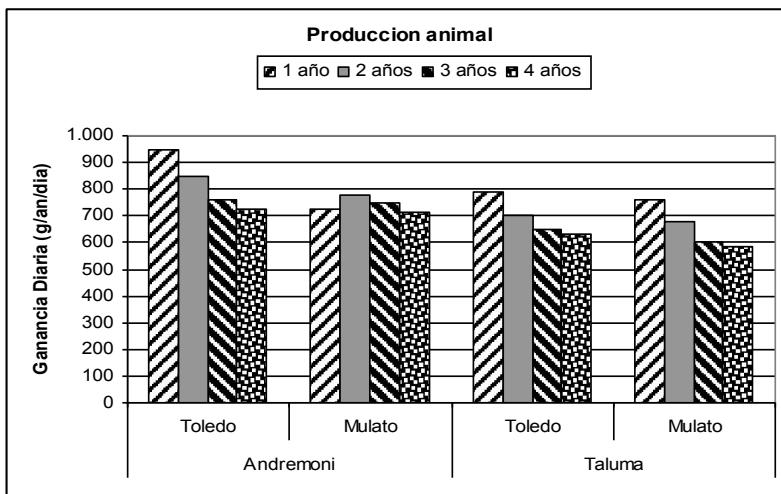


**Figura 15.** Cambios ocurridos en la carga animal en los pastos Toledo y Mulato II durante tres años de pastoreo en fincas de la Altillanura plana.

Con relación a la ganancia diaria de peso (Figura 16) se puede evidenciar que estas presentan una tendencia similar a la capacidad de carga animal, siendo superior en Andremoni y en el pasto Toledo y disminuyendo gradualmente hasta el último año de evaluación. En términos generales las ganancias de peso en el pasto Toledo oscilaron entre 723 y 947 g/an/día y 634 a 790 g/an/día en las fincas Andremoni y Taluma, respectivamente, mientras el pasto Mulato presento ganancias de peso entre 715 a 780 g/an/día y 586 a 760 g/an/día en las Fincas Andremoni y Taluma respectivamente.

Con base en los anteriores resultados los ingresos brutos para cada pasto y finca (Tabla 15), muestran que los mayores rentabilidades brutas en la época lluviosa (abril-nov de 2011), se encuentra con el pasto Toledo, (\$1.405.512 y 1.050.604) en las fincas Andremoni y Taluma respectivamente, mientras las menores rentabilidades brutas se encuentran con el pasto mulato (\$1.029. 943 y 717.981) en las fincas mencionadas en forma respectiva.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>



**Figura 16.** Ganancia de peso en fincas Taluma y Andremoni durante cuatro años de pastoreo en fincas de la Altillanura plana, (Época Lluviosa 2011)

**Tabla 15** Indicadores de ingresos Brutos en cuatro fincas establecidas con sistema agropastoril en la Altillanura plana (2001).

Finca	Pasto	g/an/día <sup>-1</sup>	u a. ha <sup>-1</sup>	kg /ha (Epoca lluviosa)	Kg carne en pie	Rentabilidad ha (\$)
Andremoni	Toledo	723	2,7	469	3000	1.405.512
	Mulato	715	2,0	343	3001	1.029.943
Taluma	Toledo	634	2,3	350	3002	1.050.604
	Mulato	586	1,7	239	3003	717.981

**ACTIVIDAD 3.** Monitoreo físico químico y biológico de fincas de productores (4) bajo diferentes manejos. (**Andremoni, Mata Mata, Santa Cruz, Santana y Sabana Nativa en Taluma**)

Los muestreos iniciales (Tabla 16) del componente físico en cuatro Oxisoles de la altillanura perteneciente a productores de la región y que establecieron pasturas mejoradas mediante los sistemas agropastoriles, permiten evidenciar que las mayores densidades aparentes y menores porosidades totales se encontraban en las fincas de Taluma, santa Cruz y Santa Ana. Las fincas de Andremoni y Mata mata, presentan menores valores de densidad aparente y mayores porosidades totales.

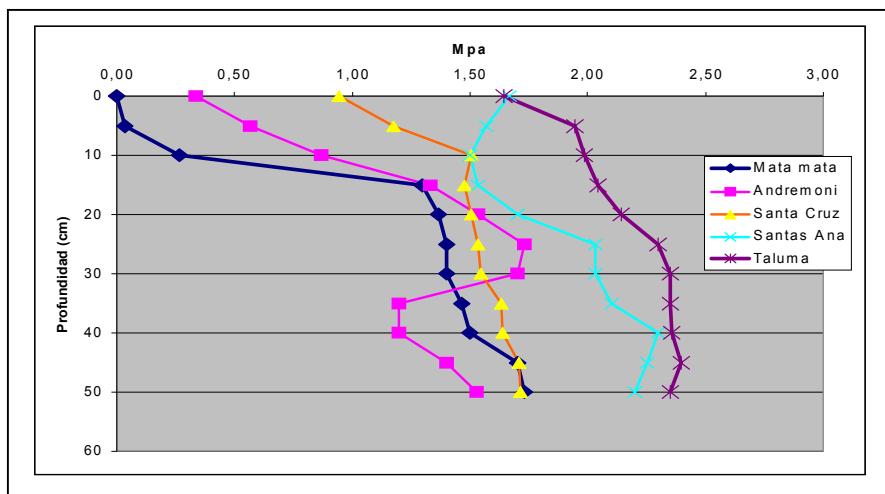
 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

Es evidente que las mayores porosidades de los Oxisoles de Andremoni y mata mata, se originan al anejo anterior de estos suelos los cuales al comenzar el experimento se encontraban ya establecidos con algunos cultivos, lo cual mejoró las características físicas iniciales en los primeros 20 cm de profundidad.

**Tabla 16.** Características físicas de cuatro Oxisoles de la altillanura antes de su establecimiento en sistemas agropastoriles (2008)

Finca	Densidad aparente (g cc <sup>-1</sup> )	Densidad real (g cc <sup>-1</sup> )	Porosidad (%)	Densidad aparente (g cc <sup>-1</sup> )	Densidad real (g cc <sup>-1</sup> )	Porosidad (%)
	profundidad de 0 a 10 cm			profundidad de 10 a 20 cm		
Andremoni	1,5	2,6	42	1,6	2,7	41
Mata Mata	1,5	2,7	46	1,7	2,7	39
Santa Cruz	1,6	2,6	39	1,7	2,6	38
Santa Ana	1,7	2,7	35	1,7	12,7	36
Taluma	1,6	2,7	41	1,7	2,7	37

Promedio de 5 repeticiones por finca



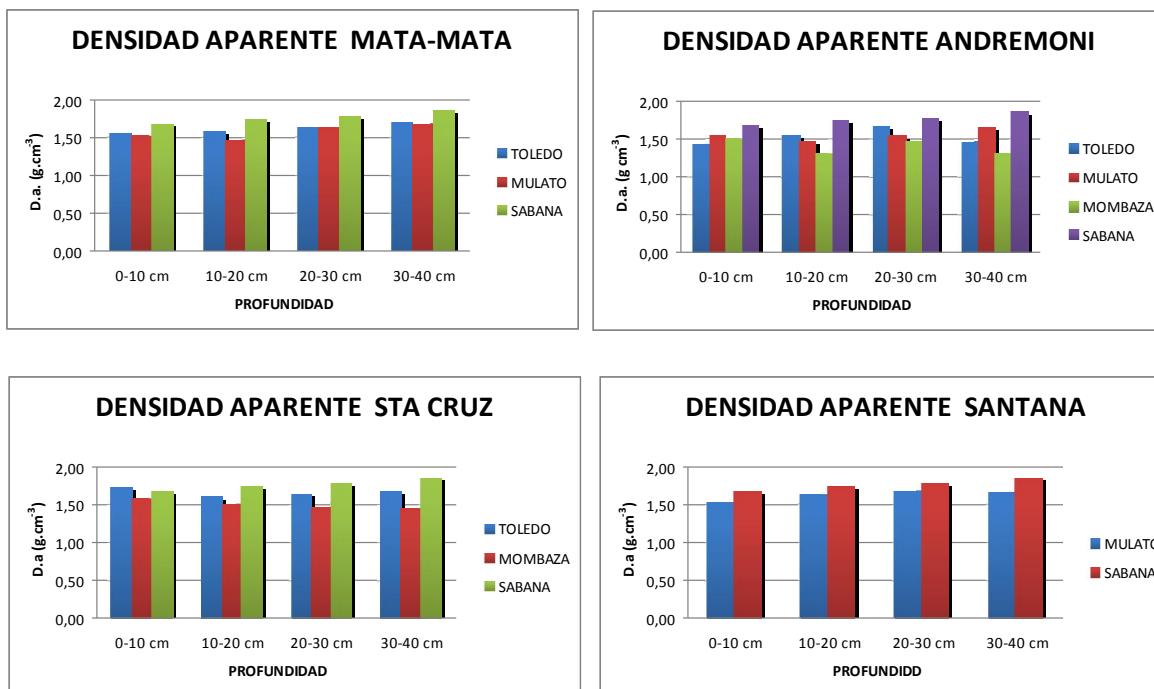
**Figura 17.** Resistencia a la penetración en cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011)

Los muestreos de suelos realizados cuatro años después en las mismas fincas (Figura 17), a capacidad de campo (23 % humedad), permiten evidencia que la resistencia a la penetración en los primeros 20 cm de profundidad es inferior a 1.4 Mpa solo en las fincas Andremoni, matamata y santa Cruz. Las fincas Santa Ana y Taluma presentan resistencias entre 1.5 y 2.4 Mpa en esta profundidad. Después de los 20 cm, todas las

 <b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
	<b>VERSIÓN 1</b>
<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

fincas presentan incrementos en la resistencia a la penetración, se destaca la finca Andremoni la cual entre 30-040 cm tiene disminución en la resistencia a la penetración de raíces.

De otra parte, al analizar la densidad aparente en cuatro profundidades en cada una de las fincas estudiadas (Figura 18), se puede evidenciar que en todas las fincas y en todas las profundidades la densidad aparente es mayor en la sabana nativa y se incrementa en profundidad. Así mismo, especies con mayor volumen radical como el pasto mombaza en las fincas de Andremoni y Santa Cruz, disminuye significativamente los valores de densidad aparente en mas de  $0.3 \text{ g cm}^{-3}$ , con respecto a los pastos Toledo, mulato y en mas de  $0.4 \text{ g cm}^{-3}$  con la sabana nativa.

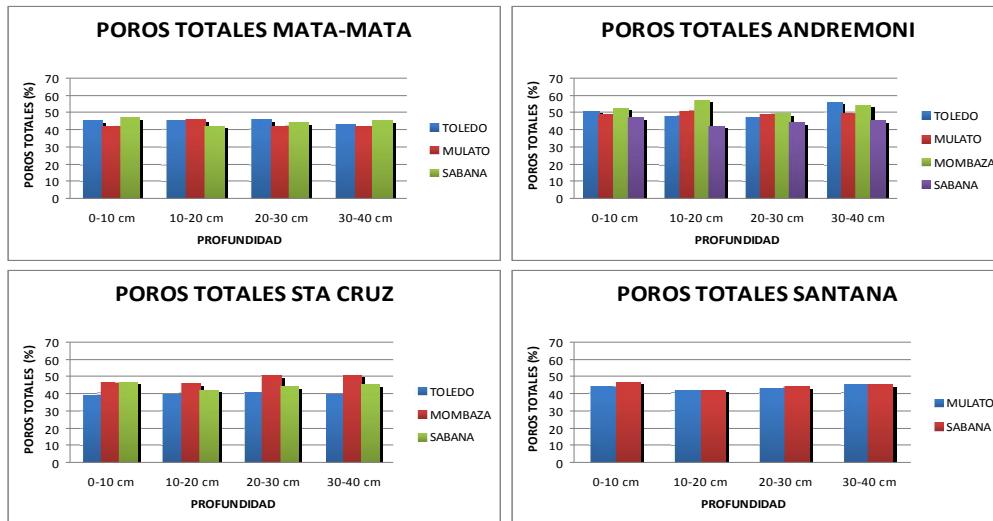


**Figura 18.** Densidad aparente de cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011).

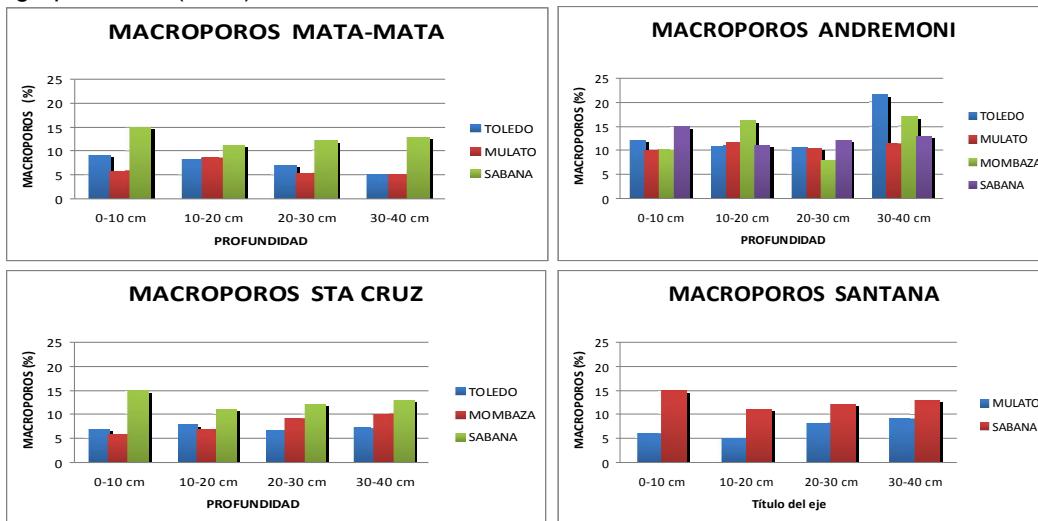
Con respecto a la distribución de poros (Figuras 19-20), se encontró la mayor porosidad total en la finca Andremoni (45-55%) y el menor porcentaje en la finca Santa ana (43-45%). Siendo estos valores superiores a los encontrados en los estados iniciales del experimento (Tabla 14). Tendencia similar presentan los macroporos y mesoporos los cuales presentan sus mayores valores en la finca Andremoni entre los 30-40 cm de

 <b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

profundidad. Vale destacar que el pasto mombaza mejora la macroporosidad en todas las profundidades y la mesoporosidad entre los 20-40 cm en la finca santa cruz lo cual evidencia efectos positivos de un mayor volumen y mayor biomasa de raíces en estas profundidades (Figura 19)

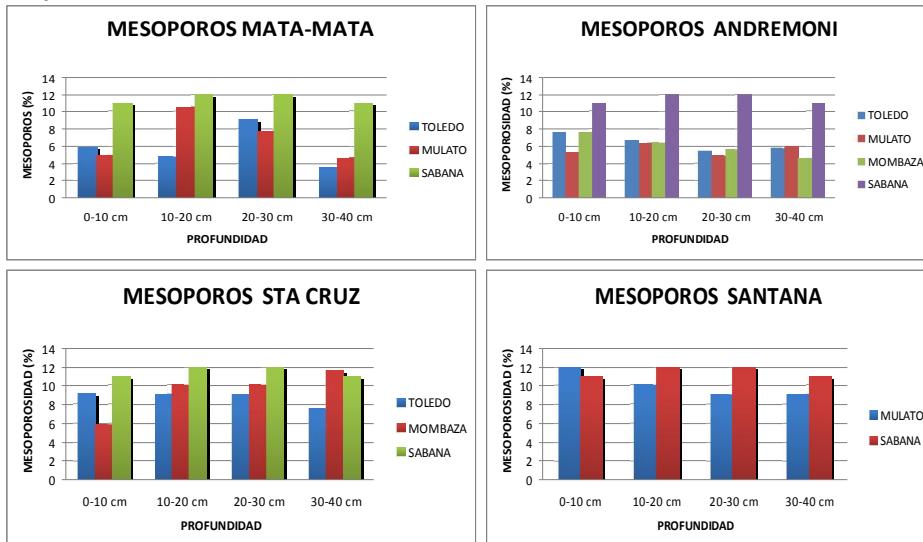


**Figura 19.** Porosidad Total de cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011).

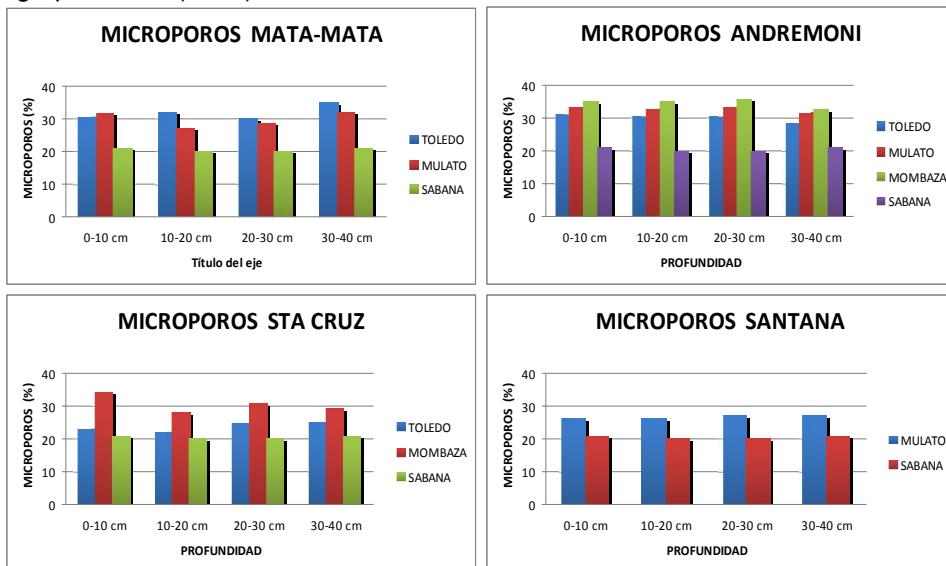


**Figura 20.** Macroporosidad de cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011).

Por su parte los microporos se incrementaron en todas las fincas y en todas las profundidades con el establecimiento de pastos en comparación con la sabana nativa. Los mayores valores de microporos se encuentran también en la finca Andremoni.



**Figura 21.** Macroporosidad de cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011).

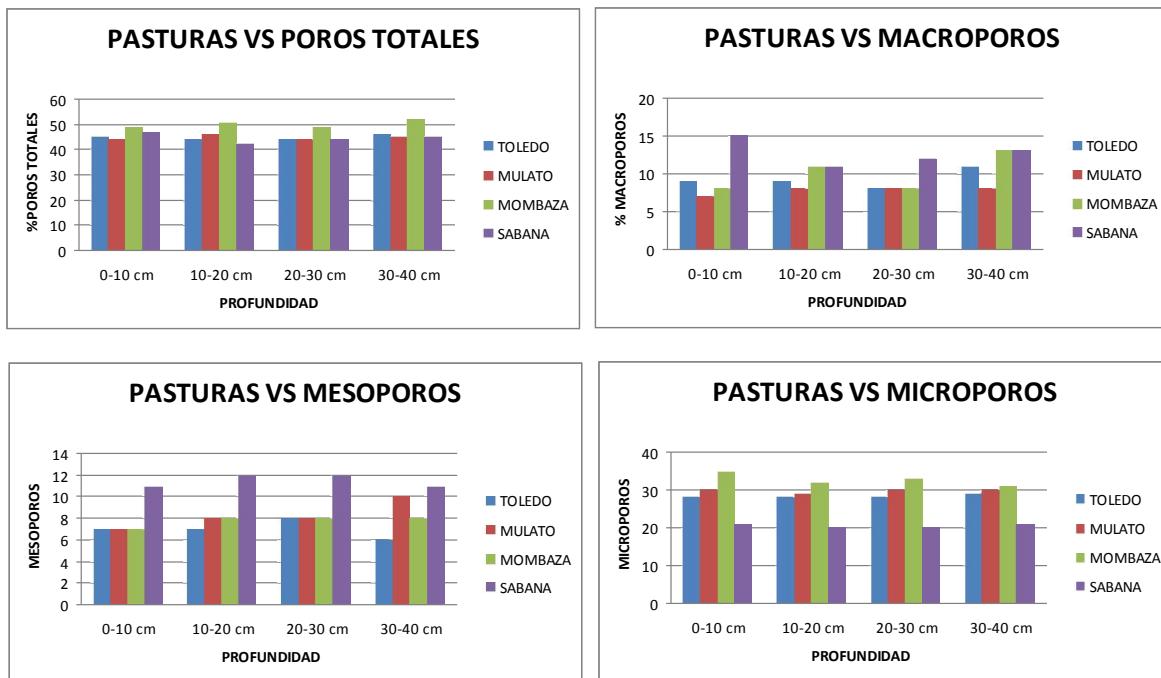


**Figura 22.** Macroporosidad de cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011).

 <b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

Al comparar el efecto medio de las pasturas sobre la distribución de poros, (Figura 23), se puede observar que el pasto Mombasa y mulato, en su orden mejoran las características del suelo a nivel de poros totales, macroporos y mesoporos especialmente en profundidades entre 20-40 cm, así mismo, todos los pastos incrementan el porcentaje de microporos con relación a la sabana nativa.

Los anteriores datos ponen de manifiesto que la introducción de pasturas mediante el sistema agropastoril, permite cambios en la porosidad del suelo, debido principalmente en el incremento de la porosidad total, debido al aumento en la macroporosidad y microporosidad. Se destaca a nivel de pasturas especies como el mombaza el cual mejora las distribuciones de poros entre los 20-30 cm de profundidad con relación a la sabana nativa.



**Figura 23.** Macroporosidad de cuatro Oxisoles de la altillanura plana plantado con sistemas agropastoriles (2011).

#### Características químicas.

Las características químicas iniciales (2008) después del cultivo colonizador maíz, de los cuatro Oxisoles evaluados, permiten observar que los mayores contenidos nutricionales

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

se encuentran en la Finca Andremoni y Mata Mata, mientras las fincas Santa cruz y Santana presentan características químicas muy cercanas a la sabana nativa (Tabla 17).

Resultados de las cuatro fincas y la sabana nativa en Taluma, tres años después del establecimiento de las pasturas mediante el sistema agropastoril, permiten observar que todas las parcelas con pasturas mejoradas tienen una fertilidad química mejorada en comparación con la sabana nativa, siendo este efecto mayor en las fincas Andremoni y Mata Mata (Tabla 18). Sin embargo, se evidencia un agotamiento químico del suelo al encontrarse valores de la mayoría de nutrientes inferiores a los encontrados inicialmente (2008) (después del cultivo colonizador maíz). No se observaron diferencias en los contenidos nutricionales del suelo entre los pastos en cada finca.

**Tabla 17** Características químicas iniciales de cuatro Oxisoles establecidos con pasturas en el sistema agropastoril (2011)

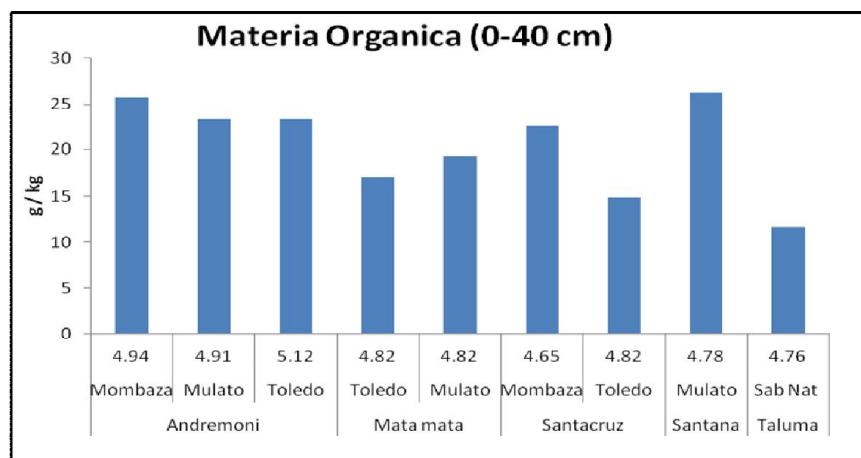
Localidad	Pasto	Prof. (cm)	Text	pH	M.O.	P	S	Al+H	Al	Ca	Mg	K	Na
					%	mg kg <sup>-1</sup>				cmol kg <sup>-1</sup>			
<b>Andremoni</b>	Toledo	0 a 10	FArA	4,9	4,3	10,9	7,2	0,76	0,33	2,56	0,71	0,17	0,1
<b>Andremoni</b>	Toledo	10 a 20	FArA	4,7	2,9	4	5,4	1,14	0,77	1,20	0,30	0,09	0,1
<b>Andremoni</b>	mulato	0 a 10	FArA	5	3,8	4	4,7	0,55	0,29	2,10	0,41	0,08	0,1
<b>Andremoni</b>	mulato	10 a 20	FArA	4,8	3,1	5,4	59	0,80	0,57	1,52	0,27	0,06	0,1
<b>Andremoni</b>	Mombasa	0 a 10	FArA	4,8	3,4	11,6	6,8	1,01	0,68	1,07	0,28	0,08	0,0
<b>Andremoni</b>	Mombasa	10 a 20	FArA	4,8	3	4,5	6,1	1,01	0,65	0,90	0,27	0,06	0,1
<b>Mata Mata</b>	Toledo	0 a 10	FArA	4,8	3,4	11,6	6,8	1,01	0,68	1,07	0,28	0,08	0,0
<b>Mata Mata</b>	Toledo	10 a 20	FArA	4,8	3,1	5,4	59	0,80	0,57	1,52	0,27	0,06	0,1
<b>Mata Mata</b>	Mulato	0 a 10	FArA	4,8	3,6	4	6,5	1,03	0,77	2,07	0,46	0,10	0,1
<b>Mata Mata</b>	Mulato	10 a 20	FArA	5	3,7	3,1	6	1,20	0,80	1,28	0,25	0,05	0,0
<b>Santa Cruz</b>	Mombasa	0 a 10	A	4,8	3,1	3,6	2	1,20	0,90	0,46	0,14	0,05	0,1
<b>Santa Cruz</b>	Mombasa	10 a 20	A	4,7	2,6	3,7	5	1,20	1,00	0,36	0,11	0,04	0,1
<b>Santa Cruz</b>	Toledo	0 a 10	A	4,9	3,7	2,8	6	1,00	0,60	0,77	0,23	0,07	0,1
<b>Santa Cruz</b>	Toledo	10 a 20	A	4,8	3,3	3,3	4	1,10	0,70	0,42	0,13	0,04	0,1
<b>Santa Ana</b>	Mulato	0 a 10	FA	5,0	2,7	2,7	2,4	1,03	0,76	0,43	0,12	0,05	0,1
<b>Santa Ana</b>	Mulato	10 a 20	FA	5,1	2,6	3,8	2,7	0,86	0,65	0,47	0,11	0,04	0,1
<b>Taluma</b>	S nativa	0 a 10	FArA	4,7	3,7	2,7	5	1,10	0,80	0,45	0,16	0,12	0,1
<b>Taluma</b>	S nativa	10 a 20	FArA	4,7	2,6	0,8	5	1,10	0,90	0,39	0,13	0,26	0,1

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

**Tabla 18:** Propiedades químicas del suelo en 8 parcelas de pastura mejorada y sabana nativa. Los valores representan un valor promedio del suelo 0 – 40 cm.

Finca	Tratamiento	pH	K	Ca	Mg	Al
			cmol kg <sup>-1</sup>			
Andremoni	Mombaza	4.94	0.11	1.10	0.35	1.83
	Mulato	4.91	0.07	0.51	0.15	1.40
	Toledo	5.12	0.05	0.96	0.16	1.21
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mata Mata	Toledo	4.82	0.10	1.05	0.32	2.56
	Mulato	4.82	0.08	0.90	0.14	2.49
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
	Santacruz	4.65	0.15	0.38	0.16	2.23
		4.82	0.06	0.38	0.15	1.34
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Santana	Mulato	4.78	0.07	0.46	0.15	2.59
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Taluma	Sab Nat	4.76	0.03	0.11	0.02	1.14

La cantidad de materia orgánica del suelo es un buen indicador general de la fertilidad de suelo, y todas la parcelas de pastura mejorada tiene un promedio (0-40) entre 27 y 125% más alto que la parcela de sabana nativa (Figura 24).



**Figura 24:** Materia orgánica del suelo (0-40 cm) en siete parcelas de pastura mejorada y una de sabana nativa.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

La misma tendencia de la mayoría de nutrientes químicos es encontrada en el caso del P. En la Tabla 19, se puede evidenciar que los mayores contenidos de P en todas las fracciones se encuentran en las fincas Andremoni y matamata. De otra parte es claro que la mayor proporción del P total se encuentra como P inorgánico (Pi) en porcentajes que van del 60 al 78% del P total. Lo anterior confirma la alta fijación de P por los óxidos e hidróxidos de Fe y Al, así como de la arcilla caolinita dominante en estos Oxisoles.

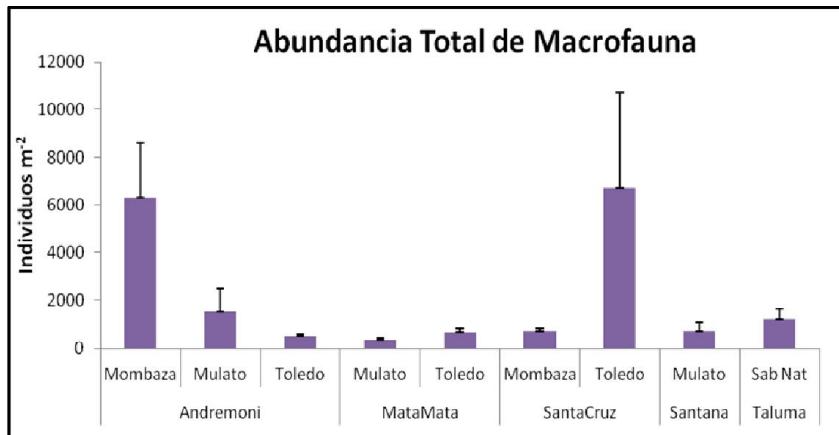
Dadas las altas cantidades de P total encontrado, del cual el mayor porcentaje corresponde a P inorgánicos, se requieren de estudios que permitan la utilización de aquel P fijado. Un aspecto importante es la búsqueda de microorganismos solubilizadores de P como las Pseudomonas que podrían mejorar la disponibilidad de este nutriente para los diferentes sistemas productivos.

**Tabla 19:** Fraccionamiento de P (vea abajo) en 8 parcelas de pastura mejorada y sabana nativa. Los valores representan un valor promedio del suelo 0 – 40 cm.

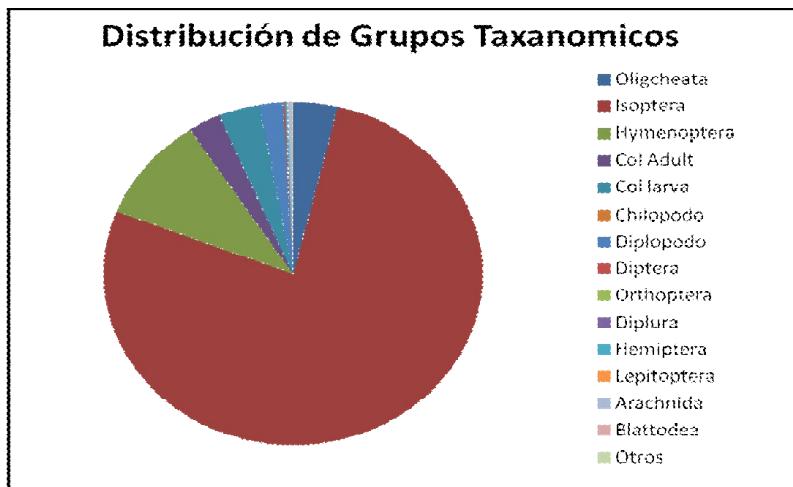
Finca	Tratamiento	Resin- Pi	Bicarb- Pi	Bicarb- Po	NaOH- Pi	NaOH- Po	Pi Total	Po Total	P Total
		$\mu\text{g g}^{-1}$							
Andremoni	Mombaza	4.3	4.5	8.1	31.6	52.3	224.5	64.4	288.9
	Mulato	1.9	3.7	4.2	14.1	39.1	162.1	46.8	208.9
	Toledo	1.9	2.4	5.4	14.5	40.5	158.8	50.5	209.3
Mata Mata	Toledo	2.3	2.7	9.4	17.0	30.7	156.9	43.3	200.2
	Mulato	1.7	2.2	6.2	11.6	23.7	125.9	32.3	158.2
Santacruz	Mombaza	2.9	4.4	7.3	26.1	54.9	180.7	67.2	247.8
	Toledo	1.3	2.2	4.6	9.5	28.8	135.2	38.5	173.7
Santana	Mulato	2.2	5.0	6.8	25.5	50.7	172.3	59.8	232.1
Taluma	Sab Nat	1.1	0.9	2.7	4.0	17.4	57.5	21.8	79.3
Resin P – Extracto de P con resina cationico (altamente disponible) Bicarb P – Extracto de P con sodio bicarbonato (muy disponible); Pi = P inorgánico y Po = P orgánico NaOH – Extracto de P hidróxido de sodio (menos disponible, pero con la potencial de estar disponible en el futuro cercano); Pi = P inorgánico y Po = P orgánico Total – P total de suelo; Pi = P inorgánico y Po = P orgánico									

Mientras que hubo diferencias claras en la fertilidad química, la parte biológica del suelo no mostró efectos tan claros (Figura. 25) y parece que otros factores (más que el manejo del presente) determinan las poblaciones de macrofauna en estas parcelas. Se nota que la macrofauna en esta época es dominada por termitas (Fig. 26), pero los otros grupos demostraron tendencias parecidas a las termitas (isóptera) entre parcelas.

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012



**Figura 25:** Abundancia total de macrofauna del suelo (0-20 cm) en parcelas de pastura mejorada y sabana nativa. Las barras indican un error estándar de cada parcela (3 repeticiones).



**Figura 26:** Distribución de macrofauna del suelo (0-20 cm) entre 15 grupos taxonómicos en 8 parcelas de pastura mejorada y sabana nativa.

### Producción De Forraje

En la Tabla 20, se encuentran los valores de producción de forraje de los pastos establecidos en las cuatro fincas de productores de la altillanura plana, en la época lluviosa (abril-noviembre). Puede observarse que las mayores producciones de materia seca y biomasa de cada uno de los pastos son mayores en las fincas Andremoni y Mata Mata con valores de biomasas de  $2185$  y  $2135$   $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. A nivel de las

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

pasturas la producción media en las cuatro fincas muestra que el pasto Mombasa con 2357 kg .ha<sup>-1</sup> de biomasa seca es el que presenta mayor producción de forraje.

**Tabla 20.** Producción de forraje en praderas establecidas con maíz, después de cuatro años de pastoreo en fincas Taluma y Andremoni de la Altillanura plana (2012)

Finca	Altura (cm)	Índice verdor (Spad)	Materia seca (%)	Biomasa (kg/ha)	Altura residual (cm)
Andremoni	87,5a	38,2 a	24,5 a	2158 a	38,3 a
Mata Mata	83,2 a	40,3 a	24,2,8 a	2135 a	37,6 a
Santa Cruz	62,5 c	38,3 a	22,36 a	1827 b	31,7 b
Santa Ana	75,4 b	37,3 a	23,50 a	1809 b	30,2 b
significancia	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Toledo	80,2 b	37,5 b	23,4 a	1898 b	35,4 b
Mulato II	63,6 c	32,3 c	22,1 ab	1757 c	32,8 c
Mombasa	95,3 a	40,8 a	24,8 a	2357 a	43,5 a
C.V (%)	14,6	11,9	4,3	13,6	10,2

Promedios en una misma columna con letras diferentes, presentan diferencias significativas (P< 0,05)

### Calidad nutritiva del forraje

Los mayores contenidos de proteína cruda así como la mayor degradabilidad de los pastos son obtenidos en la finca Andremoni y matamata (Tabla 21), mientras en las fincas Santa Cruz y Santa ana, los valores de estas variables fueron significativamente menores. A nivel de pastos, los mayores de proteína cruda (10,1%) es obtenido con el pasto Mombasa, seguido por el pasto mulato (9.6%) y por ultimo el pasto Toledo. La degradabilidad encontrada fue superior en el pasto Mulato y la menor en el pasto Toledo

Estos resultados muestran las diferentes opciones de pastos mejorados con valores de proteína superiores a los encontrados en los pastos tradicionales y con índices de calidad mayores a estos.

La absorción de nutriente por cada uno de los pastos en las cuatro fincas evaluadas (Tabla 22), permiten mostrar una alta correlación con la fertilidad del suelo. Los mayores contenidos foliares de todos los nutrientes es superior en las fincas donde se encontraba la mayor fertilidad de suelos (Andremoni y Mata Mata) y menores contenidos en las fincas con menor fertilidad de suelo (Santa Ana y Santa cruz).

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

Los contenidos foliares de P y azufre fueron inferiores a los requerimientos de ganado de ceba que son de 0,22% y 0.15% respectivamente, (McDowell *et al.*, 1994), indicando la necesidad de mejorar los niveles de estos nutrientes en el forraje. Los demás nutrientes presentaron contenidos foliares superiores a los requeridos por el ganado de ceba según las tablas elaboradas por McDowell *et al.* (1994).

**Tabla 21:** Calidad nutritiva de los pastos Toledo y Mulato II en fincas de la Altillanura.

<b>Finca</b>	<b>PC</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>	<b>Degradabilidad</b>
Andremoni	9,6 a	64,3 b	31,3 a	65,2 a
Mata Mata	9,4 a	63,7 b	31,1 a	64,5 a
Santa Cruz	9,2 ab	66,4 a	32,3 a	61,4 b
Santa Ana	8,9 b	66,3 a	32,7 a	60,2 b
Significancia	NS	0,05	NS	NS
<b>Pasto</b>				
Mulato II	9,6 a	60,4 b	30,6 b	65,3 a
Toledo	8,4 b	65,3 a	36,5 a	61,2 b
Mombaza	10,1 a	66,3 a	34,5 a	64,4 a
Significancia	0,01	0,001	0,01	0,01
CV	14	4,3	6,2	5,4

Promedios en una misma columna con letras diferentes, presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

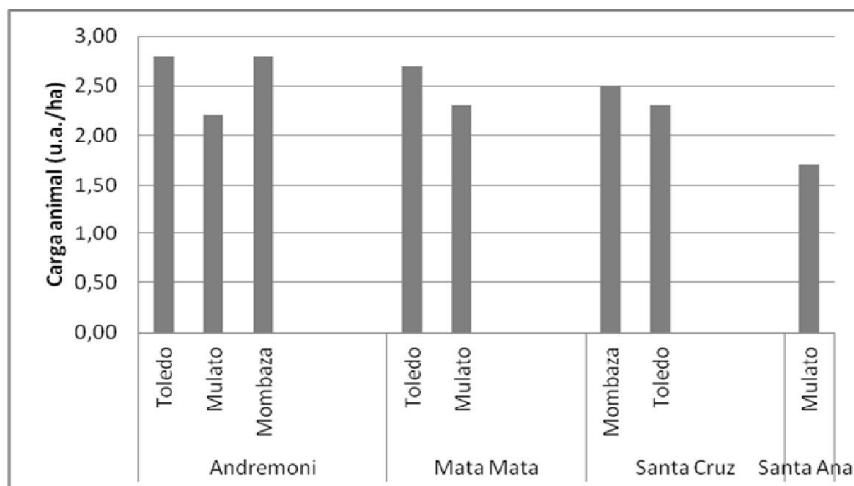
**Tabla 22.** Concentración (%) de macroelementos en los pastos Toledo, Mulato II y Mombaza en cuatro fincas establecidas con sistema agropastoril en la Altillanura plana (2001).

<b>Finca</b>	<b>Pasto</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
Andremoni	Toledo	0.18 ab	1.24 a	0.31 a	0.33 a	0.068 a
Andremoni	Mulato	0.19 ab	1.25 a	0.30 a	0.32 a	0.067 a
Andremoni	Mombaza	0.21 a	1.27 a	0.33a	0.35 a	0.072 a
Mata Mata	Toledo	0.15 b	1.23 b	0.31 a	0.27 b	0.08 2 a
Mata Mata	Mulato	0.16 b	1.24 b	0.31 a	0.29 b	0,090 a
Santa Cruz	Mombaza	0.13 c	0.90 c	0.27 a	0.25 b	0.073 a
Santa Cruz	Toledo	0.11 c	0.84 c	0.26 a	0.23 b	0.070 a
Santa Ana	Mulato	0.12 c	0.93 c	0.27 a	0.24	0.070
CV		21.3	19.3	21.5	22.6	37.7

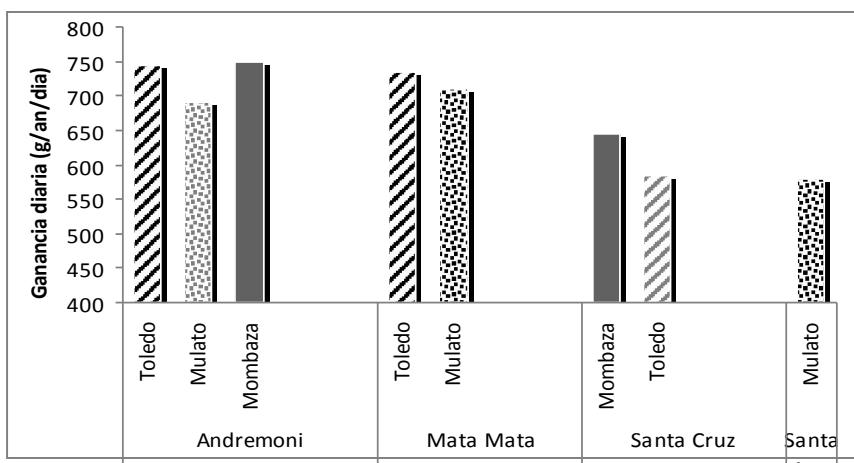
 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## Producción animal

La producción animal representada en la capacidad de carga animal por hectárea y en la ganancia de peso animal por día, en las cuatro fincas evaluadas (Figura 27 y 28), muestran una estrecha correlación con la producción de biomasa seca y calidad nutritiva de los pastos. De esta forma, en la finca Andremoni y Mata Mata las cargas animales oscilaron entre 2.3 y 2.8 u.a.ha<sup>-1</sup>, mientras en Santa cruz fueron de 2.3 a 2.5 y en Santa Ana de 1.7 u.a.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 27.** Carga animal en cuatro fincas de productores en sistemas agropastoriles de la Altillanura plana, (Época Lluviosa 2011)



**Figura 28.** Ganancia de peso en fincas Taluma y Andremoni durante cuatro años de pastoreo en fincas de la Altillanura plana, (Época Lluviosa 2011)

 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> 06-03-2012

De esta forma la ganancia de peso, sequió un patrón similar obteniéndose las mayores ganancias de peso entre 690 y 750 g/an/día en las fincas Andremoni y Mata Mata, mientras en la finca Santa Cruz fue de 584 a 644 g/an/día y la finca santa Ana la producción fue de 580 g/an/día. Cabe destacar que el pasto Mombasa presenta los mayores indicadores de producción animal en las dos fincas donde se evalúo, seguido por el pasto Toledo.

Con base en lo anterior, se realizo un análisis económico de las entradas brutas por concepto de carne, teniendo como indicador de venta el precio de 3.000 pesos kg en pie. De esta forma se puede observar en la Tabla 23 que en la finca Andremoni se obtienen ingresos brutos en los 8 meses de época lluviosa rentabilidades de \$1.092.960 1.501.920 y 1.512.00 para los pastos Mulato, Toledo y Mombasa respectivamente, mientras en las finca Mata Mata estas rentabilidades fueron de 1.175.760 y 1.426.896 para los pastos mulato y Toledo respectivamente. El pasto Mombasa en la finca santa cruz presento rentabilidad bruta de 1.159.200 mientras el pasto Toledo de 967.104. Las menores rentabilidades brutas para la época lluviosa fueron obtenidas en la finca santa Ana con el pasto mulato el cual presento un valor de \$709.920

**Tabla 23** Indicadores de ingresos Brutos en cuatro fincas establecidas con sistema agropastoril en la Altillanura plana (2001).

Finca	Pasto	g.an.ha <sup>-1</sup>	u a. ha <sup>-1</sup>	kg /ha (Época lluviosa)	Kg carne en pie	Rentabilidad ha (\$)
Andremoni	Toledo	745	2,80	501	3000	1.501.920
	Mulato	690	2,20	364	3000	1.092.960
	Mombaza	750	2,80	504	3000	1.512.000
Mata Mata	Toledo	734	2,70	476	3000	1.426.896
	Mulato	710	2,30	392	3000	1.175.760
Santa Cruz	Mombaza	644	2,50	386	3000	1.159.200
	Toledo	584	2,30	322	3000	967.104
Santa Ana	Mulato	580	1,70	237	3000	709.920

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

Lo anterior señala además de los componentes de labranza, el factor de fertilidad de suelos es de la mas alta importancia en el establecimiento de pasturas bajo el sistema agropastoril. Oxisoles que han sido manejados con mayores niveles de correctivos y fertilización, presentan mayores producciones de biomasas, mayor calidad nutricional y generan los mayores incrementos de peso animal, dando como resultados mayores rentabilidades en el sistema agropastoril.

**ACTIVIDAD 4. Apropiación de los desarrollos tecnológicos generados por parte de los diferentes actores productivos de la región (CORPOICA-CIAT).**

El día 29 de julio se realizó una gira técnica donde se mostraran los avances de este proyecto en la estación experimental Taluma con la participación de profesionales del CIAT, CORPOICA. Este evento fue dirigido a productores, gremios, academia y asistentes técnicos de la región.

#### 4.5. Conclusiones

Los resultados de producción obtenidos con la especie colonizadora de arroz Línea 30, mostró un importante potencial de producción de este genotipo precoz (90 dde), generado para los oxisoles de la altillanura plana pero que requiere del uso de altas dosis de este nutriente para satisfacer las necesidades de los sistemas agropastoriles que establezcan en esta región.

Si bien es cierto el establecimiento del cultivo del arroz, mediante los sistemas de labranza, uso de correctivos, enmiendas y fertilización, logran un mejoramiento de las condiciones químicas de los suelos, se presenta en el corto plazo un deterioro de las características físicas relacionada con disminución de la mesoporosidad e incremento de la microporosidad del suelo. Así mismo, se observa en el corto plazo una disminución de la diversidad y cantidad de macroinvertebrados lo que puede redundar en el equilibrio biológico del suelo.

La introducción de pasturas mediante el sistema agropastoril en fincas de productores, permite cambios en la porosidad del suelo, debido al aumento en la macroporosidad y microporosidad. Se destaca a nivel de pasturas especies como el mombaza el cual mejora las distribuciones de poros principalmente mesoporos entre los 20-30 cm de profundidad con relación a la sabana nativa.

Después de tres años de establecimiento de los sistemas agropastoriles se denota una perdida de la fertilidad de suelos evidenciada en la disminución de bases intercambiable y en la disminución del P disponible en el suelo.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

El mayor porcentaje del P total del suelo corresponde a P inorgánicos, indicando la necesidad de estudios que permitan la utilización de aquel P fijado.

El factor de fertilidad de suelos es de mayor importancia en el establecimiento de pasturas bajo el sistema agropastoril. Oxisoles que han sido manejados con mayores niveles de correctivos y fertilización, presentan mayores producciones de biomasa, mayor calidad nutricional y generan los mayores incrementos de peso animal, dando como resultados mayores rentabilidades en el sistema agropastoril.

El establecimiento de pasturas mediante el sistema agropastoril en fincas de productores permite producciones entre 550 y 730 g/an/día que con cargas animales entre 1.7 y 2.7 u.a/ha que generan entre 239 y 470 kg de carne /ha/época lluviosa, contra 30 kg/ha/año de carne en sabanas nativas.

El mejoramiento de la fertilidad del suelo permite el establecimiento de pasturas mejoradas como el pasto Mombasa y Toledo que generan producciones de carne entre 400 y 500 kg/ha/época lluviosa.

#### **4.5. Recomendaciones**

Un aspecto importante es la búsqueda de mejorar la disponibilidad del P para las plantas en estos oxisoles, es la búsqueda de microorganismos solubilizadores de P como las Pseudomonas que podrían mejorar la disponibilidad de este nutriente para los diferentes sistemas productivos.

No obstante es necesario revisar todos indicadores de características químicas, físicas y biológicas, así como los componentes de producción agrícola y animal en el tiempo teniendo en cuenta que se establecerán especies forrajeras a mediano y largo plazo y la dinámica de estas variables puede cambiar en el tiempo.

Ver Anexo: Ficha técnica producto 2

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 7. Conclusiones Generales

Los resultados de producción obtenidos con la especie colonizadora de arroz Línea 30, mostró un importante potencial de producción de este genotipo precoz (90 dde), generado para los oxisoles de la altillanura plana pero que requiere del uso de altas dosis de este nutriente para satisfacer las necesidades de los sistemas agropastoriles que establezcan en esta región.

Si bien es cierto el establecimiento del cultivo del arroz, mediante los sistemas de labranza, uso de correctivos, enmiendas y fertilización, logran un mejoramiento de las condiciones químicas de los suelos, se presenta en el corto plazo un deterioro de las características físicas relacionada con disminución de la mesoporosidad e incremento de la microporosidad del suelo. Así mismo, se observa en el corto plazo una disminución de la diversidad y cantidad de macroinvertebrados lo que puede redundar en el equilibrio biológico del suelo.

La introducción de pasturas mediante el sistema agropastoril en fincas de productores, permite cambios en la porosidad del suelo, debido al aumento en la macroporosidad y microporosidad. Se destaca a nivel de pasturas especies como el mombaza el cual mejora las distribuciones de poros principalmente mesoporos entre los 20-30 cm de profundidad con relación a la sabana nativa.

Después de tres años de establecimiento de los sistemas agropastoriles se denota una perdida de la fertilidad de suelos evidenciada en la disminución de bases intercambiable y en la disminución del P disponible en el suelo.

El mayor porcentaje del P total del suelo corresponde a P inorgánicos, indicando la necesidad de estudios que permitan la utilización de aquel P fijado.

El factor de fertilidad de suelos es de mayor importancia en el establecimiento de pasturas bajo el sistema agropastoril. Oxisoles que han sido manejados con mayores niveles de correctivos y fertilización, presentan mayores producciones de biomasa, mayor calidad nutricional y generan los mayores incrementos de peso animal, dando como resultados mayores rentabilidades en el sistema agropastoril.

El establecimiento de pasturas mediante el sistema agropastoril en fincas de productores permite producciones entre 550 y 730 g/an/día que con cargas animales entre 1.7 y 2.7 u.a/ha que generan entre 239 y 470 kg de carne /ha/época lluviosa, contra 30 kg/ha/año de carne en sabanas nativas.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

El mejoramiento de la fertilidad del suelo permite el establecimiento de pasturas mejoradas como el pasto Mombasa y Toledo que generan producciones de carne entre 400 y 500 kg/ha/época lluviosa.

 <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 8. Recomendaciones Generales

Un aspecto importante es la búsqueda de mejorar la disponibilidad del P para las plantas en estos oxisoles, es la búsqueda de microorganismos solubilizadores de P como las *Pseudomonas* que podrían mejorar la disponibilidad de este nutriente para los diferentes sistemas productivos.

Es necesario revisar todos indicadores de características químicas, físicas y biológicas, así como los componentes de producción agrícola y animal en el tiempo teniendo en cuenta que se establecerán especies forrajeras a mediano y largo plazo y la dinámica de estas variables puede cambiar en el tiempo.

Elaborada por el Coordinador de la Red

 <p><b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>  <b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
		<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 9. Consolidado de productos (1 a n) e impactos

<b>Tipo de Producto</b>	<b>Nombre del producto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Descripción del producto*</b>	<b>Línea base</b>	<b>Resultado obtenido</b>	<b>Impacto **</b>
Recomendaciones técnicas y prácticas de manejo	2.1 Elementos base para la construcción de una tecnología de manejo de un sistema agropastoril en la altillanura plana de la Orinoquía Colombiana (1er Año).	<b>Técnico científicos</b>	Mejoramiento de las características químicas de los suelos sometidos a sistemas agropastoriles. Incremento	Sabana nativas con contenidos de P inferiores a 1 ppm, Ca, Mg y K inferiores a 0.4, 0.1 y 0.1 cmol.kg <sup>-1</sup> y contenidos de Al superiores a 1.8 cmol kg <sup>-1</sup>	Suelos mejorados con mas de 1.1 cmol kg <sup>-1</sup> de Ca, 0.40 de Mg, y 0.15 cmol kg <sup>-1</sup> de K, y contenidos de Al inferiores a 0.8 cmolKg <sup>-1</sup> en los primeros 20 cm de profundidad	Incremento de la productividad del suelo en mas de 1.000%
		<b>Socioeconómicos</b>	Incrementos en la producción de carne y la rentabilidad del sistema pecuario	Sabanas nativas con producción de 30 kg ha <sup>-1</sup> de carne al año.	El establecimiento de pasturas mediante el sistema agropastoril en fincas de productores permite producciones entre 550 y 730 g/an/día que con cargas animales entre	Incremento en la producción de carne en 1500% y en la rentabilidad del sistema de ceba.

 <p><b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

<b>Tipo de Producto</b>	<b>Nombre del producto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Descripción del producto*</b>	<b>Línea base</b>	<b>Resultado obtenido</b>	<b>Impacto **</b>
					1.7 y 2.7 u.a/ha que generan entre 239 y 470 kg de carne /ha/época lluviosa con ingresos brutos superiores a 1.000 entre \$700.000 y 1.500.000 por ha	
		<b>Ambientales</b>	NA	NA	NA	NA
	<b>Producto 2</b>	<b>Técnico científicos</b>				
		<b>Socioeconómicos</b>				
		<b>Ambientales</b>				
	<b>Producto n</b>	<b>Técnico científicos</b>				
		<b>Socioeconómicos</b>				
		<b>Ambientales</b>				

 <p><b>Corpoica</b> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**Nota: Para la identificación de Productos se debe tener en cuenta la clasificación correspondiente**

**\*En caso que un indicadores no este asociado coloque N/A**

**\*\*Diferencia entre el resultado obtenido y la línea base, expresado en porcentaje**

### **Clasificación de los Productos y/o Procesos Generados**

- Bioproductos (biofertilizantes, bioplaguicidas y bioreactivos)
- Estudios y Caracterizaciones
- Construcciones, equipos, herramientas, instrumentos de medición u otros implementos
- Metodologías o Procesos (procesos agroindustriales; métodos de investigación y de transferencia; protocolos de laboratorio)
- Modelos biofísicos, económicos, bioeconómicos, etc.
- Recomendaciones técnicas y prácticas de manejo
- Nuevos materiales genéticos (variedades, clones, razas, híbridos, demás)
- Sistemas de información, cartografía, bases de datos, etc.
- Vacunas
- Colecciones biológicas
- Apoyo en gestión empresarial a organizaciones de productores
- Tecnologías escaladas (biofábricas, semillas)
- Productos agroindustriales transformados
- Sistemas de expertos para la producción (software)

	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 10. Bibliografía

**CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).** 1983. Oxisoles y ultisoles de América Tropical. Distribución, importancia y propiedades físicas; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Salinas J. G. Valencia, C. A. Cali, Colombia. 56p.

**CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), 2002.** Informe anual de actividades, investigación pecuaria del año 2002 C.I. La Libertad, Villavicencio Meta.

**CORPOICA 2004.** Informe Anual de Actividades. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria. Reg. Ocho. C.I. La Libertad.

**CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), 2001.** Informe anual de actividades, investigación pecuaria del año 2001 C.I. La Libertad, Villavicencio Meta.

**CORPOICA, 1999.** Informe semestral de actividades, 1999B. Investigación regional pecuaria. C.I. La Libertad.

**McDowell, L. R.; Conrad, J.H.; Ellis, G.L. y Loosli J.K. 1994.** Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Departamento de ciencia animal Centro de Agricultura

**Tropical Universidad de Florida**, Gainesville y Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional. 92p.

**Potash and Phosphate Institute, 1997.** Manual internacional de fertilidad de suelos. Norcross, G.A. U.S.A. 146p.

**Rincón, A. 2007.** Asociación maíz pastos para establecimiento y renovación de praderas en los llanos orientales. Boletín de investigación No. 09. CORPOICA, COLCIENCIAS. Villavicencio. 71p.

**Rincón, A. 2006.** Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los llanos orientales de Colombia. Boletín técnico No. 49. CORPOICA, Gobernación del Meta Villavicencio. 78p.

	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

**Rincón, A. 1999.** Degradación y recuperación de praderas en los Llanos orientales de Colombia. Boletín técnico No. 19. CORPOICA-PRONATTA, Villavicencio, Meta. 48p.

**Rincón, A. 2011.** Desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles para la producción competitiva de carne bovina en la Altillanura plana Colombiana".Informe Final CORPOICA-MADR. 2011. 93 p.

	<b>GESTIÓN DE PRODUCTOS I+D+i</b>	<b>CÓDIGO: GP-F-04</b>
		<b>VERSIÓN 1</b>
	<b>INFORME TÉCNICO FINAL</b>	<b>Fecha de Aprobación:</b> <b>06-03-2012</b>

## 11. Anexos

Nota: se deben incluir las fichas técnicas de los productos generados

Anexo: Ficha técnica producto 1

Anexo: Ficha técnica producto 2

Anexo: Ficha técnica producto n