

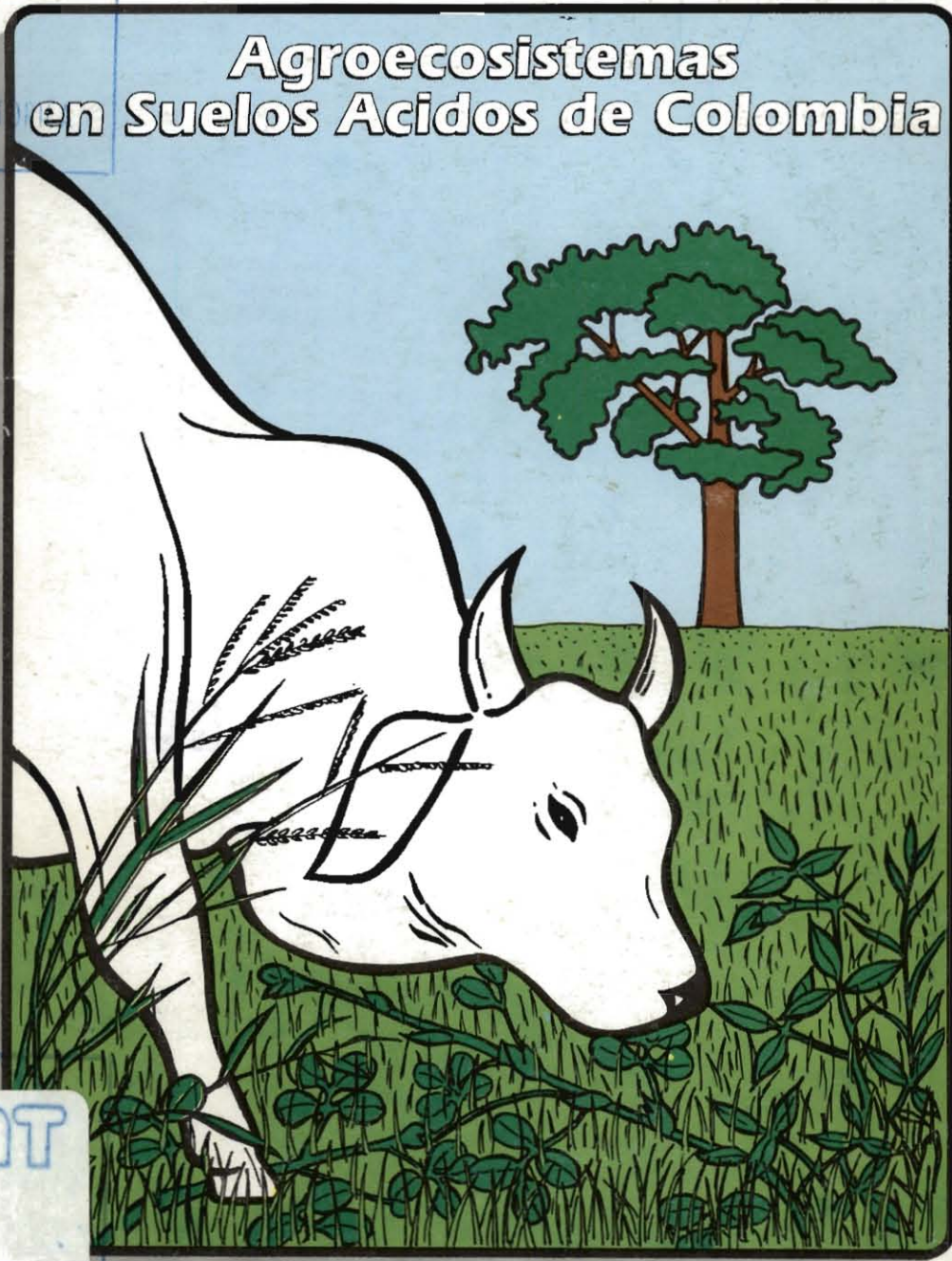
Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos

CIAT

COLECCION HISTORICA

Agroecosistemas en Suelos Acidos de Colombia

1



CIAT

COLECCION HISTORICA

SB
197
.E8
v.1

 **CIAT**
Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

Escobar
Carlos Escobar
Javier I. Lotero *Contreras*
Luis Alejandro Soto *Soto*

Escobar, Carlos; Lotero José I.; Soto, Luis A. Agroecosistemas en Suelos Acidos de Colombia. /coordinación general, Vicente Zapata S., Carlos Vicente Durán C.; producción, Lucy García S.; diagramación, Lucy García S. -- Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1995. 96p. Es --(Fascículo 1 de la Serie "Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos").

ISBN:

SB
197
.EB
v1

Fascículo 1

Agroecosistemas en Suelos Acidos de Colombia



Autores:

Carlos Escobar, Agról. M.Sc.
Javier I. Lotero, Zoot.
Luis Alejandro Soto, Ing. Agr.

Asesoría científica:

Miguel Ayarza, Ph.D.
Raúl R. Vera, Ph.D.
Raúl Botero, M.Sc.

Coordinación general:

Vicente Zapata S., Ed.D.
Carlos Vicente Durán C., M. Sc.

Producción:

Lucy García S., Ing. Agr.

Diagramación:

Lucy García S., Ing. Agr.

028790

12 MAR 1997

Contenido

Página

Presentación de los Fascículos	2
Agradecimientos	2
Flujograma para el Estudio de este Fascículo	3
Introducción al Fascículo	4
Secuencia 1. Agroecología	5 ✓ T
• Flujograma para la Secuencia 1	6
• Altillanura Plana	6
• Piedemonte Llanero	13
• Piedemonte del Caquetá	16
Resumen de la Secuencia	21
Secuencia 2. Sistemas de Producción	23 ✓ T
• Flujograma para la Secuencia 2	24
• Características Generales de las Explotaciones en la Altillanura Plana	24
• Características Generales de las Explotaciones en el Piedemonte Llanero	27
• Características Generales de las Explotaciones en el Piedemonte del Caquetá	30
Resumen de la Secuencia	34
Secuencia 3. Implicaciones de los Factores Edafoclimáticos en el Establecimiento, Manejo y Utilización de Pasturas	37 ✓ T
• Flujograma para la Secuencia 3	38
• Factores Edáficos	38
Resumen de la Secuencia	50
Anexos	53
Anexo 1 Guía para Descripción de Suelos	54
Anexo 2 Bibliografía	62
Anexo 3 Copia de las Transparencias del Instructor	67

Presentación de los Fascículos

La serie de cuatro Fascículos para la Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos, es parte del conjunto de materiales publicados por el CIAT.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, en colaboración con los programas nacionales de investigación agrícola, ha venido desarrollando tecnologías sobre producción de pasturas tropicales. Al mismo tiempo, el CIAT ha contribuido al fortalecimiento de la investigación en los programas nacionales mediante la capacitación de sus investigadores. Como resultado, existe en América tropical un acervo de tecnologías disponibles para ganaderos y profesionales expertos en pasturas tropicales.

Los Fascículos han sido diseñados con dos propósitos: (a) servir de apoyo al aprendizaje de todos aquellos que acudan a cursos, talleres y seminarios sobre tecnologías de producción de pastos, y (b) constituirse en material de difusión de conceptos y métodos para ser aplicados por aquellos que laboren en transferencia de tecnología agropecuaria.

Los Fascículos son para los participantes en la capacitación lo que las Unidades de Aprendizaje son para los instructores. Esto quiere decir que las dos publicaciones se complementan, cada una cumpliendo las funciones para las cuales fue diseñada: las unidades con todo el material de apoyo - ejercicios, transparencias y anexos- para facilitar la labor del instructor; los Fascículos, más breves, con el compendio del material de lectura que requiere el participante para apropiarse del contenido de tecnología de producción de pastos.

Estos Fascículos deberán estar disponibles para ser distribuidos entre los participantes en los eventos de capacitación de manera que puedan seguir a los instructores en sus presentaciones, y estudiar los conceptos y procedimientos presentados durante la capacitación.

Agradecimientos

Los autores de este material agradecen al personal científico del CIAT y a la Sección de Materiales de Capacitación por el apoyo técnico que les brindó durante todas las etapas de su formación como capacitadores y en la elaboración de las Unidades de Aprendizaje y de los Fascículos, así como las múltiples contribuciones que ellos hicieron para garantizar la producción de esta serie de materiales dignos de reconocimiento de todos aquellos que se benefician de la capacitación que se imparte mediante el empleo de estos materiales.

En el desarrollo metodológico de las Unidades y en su producción colaboraron muchas personas e instituciones. A todas ellas nuestro reconocimiento y, especialmente a los nuevos capacitadores.

Nuestro agradecimiento especial a la señora Flora Stella C. de Lozada quien nos ayudó en las transcripciones del material.

Finalmente, nuestro agradecimiento a la Nestlé de Colombia y al Banco Ganadero - División de Fomento, entidades que colaboraron en la etapa inicial del Proyecto de Formación de Capacitadores.

Los Autores

Flujograma para el Estudio de este Fascículo

Objetivo Terminal

- ✓ Diferenciar los ecosistemas agropecuarios de una región, y formular estrategias enmarcadas dentro de la eficiencia y sostenibilidad del establecimiento y manejo de pasturas

Agroecología

Objetivos

- ✓ Identificar las principales características agroecológicas de las regiones estudiadas
- ✓ Identificar los factores edafoclimáticos susceptibles de ser manejados por el hombre en el establecimiento y utilización de pasturas tropicales

Sistemas de producción

Objetivos

- ✓ Describir las tecnologías aplicadas a los sistemas de producción existentes
- ✓ Analizar las limitaciones y las ventajas de cada uno de los sistemas de producción en los agroecosistemas estudiados

Implicaciones de los factores edafoclimáticos en el establecimiento, manejo y utilización de pasturas

Objetivos

- ✓ Conocer y evaluar la importancia de las ventajas y desventajas de cada ecosistema para el establecimiento y manejo sostenible de pasturas
- ✓ Proponer alternativas para incrementar la eficiencia productiva de los sistemas, sin afectar la estabilidad de los mismos

Introducción al Fascículo

Existen varias definiciones de agroecosistema, entre ellas la que considera que éste es un sistema transformado por la acción del hombre sobre el ecosistema natural con el fin de utilizar el medio físico en forma sostenida para obtener plantas o animales de consumo.

El concepto de ecosistema agrícola y pecuario --agroecosistema-- surgió a partir de los estudios agronómicos, que intentaron integrar los múltiples factores que afectan los sistemas de cultivo. El concepto central de ecosistema posee patrones definidos de reciclado de nutrimentos, regulación de poblaciones, equilibrio dinámico y flujos de energía. Sin embargo, en el manejo de los ecosistemas para la producción agrícola y pecuaria se han introducido diferencias básicas en relación con los ecosistemas naturales. La magnitud de las diferencias entre los ecosistemas naturales, agrícolas y pecuarios dependen, en gran parte, de la intensidad del manejo y de los niveles de modificación. En consecuencia, una vez que un ecosistema natural se modifica con el propósito de convertirlo en un agroecosistema, el equilibrio y la elasticidad originales se alteran y son reemplazados por una combinación de factores agroecológicos y socioeconómicos.

Un agroecosistema, a diferencia de un ecosistema natural, responde y refleja las presiones socioeconómicas, además de los factores agroecológicos. La agricultura y la ganadería son un reflejo de la evolución conjunta entre cultura y medio ambiente. Por lo tanto, el concepto de agroecosistema debe incluir la relación dinámica de la cultura del hombre y sus entornos físicos, biológicos y sociales. La comprensión de este tipo de relación, permite alcanzar el balance entre los aportes y las salidas de recursos, de acuerdo con las condiciones socioeconómicas y biofísicas prevalentes.

El conocimiento del medio físico es una herramienta importante para la planificación del uso de los recursos de la tierra en las diferentes actividades agropecuarias y silviculturales. Las estrategias para el manejo óptimo de los recursos en los diferentes agroecosistemas se deben basar en conceptos ecológicos, de manera que el resultado sea un medio ambiente balanceado, mediante un control natural de plagas y enfermedades, el óptimo reciclado de nutrimentos y de la materia orgánica, que conlleven a la obtención de rendimientos sostenidos.

Este Fascículo de capacitación tiene como propósito presentar los conceptos básicos y los elementos prácticos que intervienen en el manejo de las pasturas en los agroecosistemas: Altillanura plana, Piedemonte llanero y Piedemonte del Caquetá, en Colombia. También, presentar una síntesis de las tecnologías disponibles para ganaderos, profesionales y expertos en pasturas tropicales de estas zonas.

Para los propósitos didácticos, se consideran tres secuencias instruccionales definidas alrededor del objeto de trabajo: (1) Agroecología; (2) Sistemas de producción; e (3) Implicaciones de los factores edafoclimáticos en el establecimiento, manejo y utilización de pasturas.

La primera, comprende los parámetros que caracterizan cada una de las regiones mencionadas como son: clima, fisiografía, suelos y vegetación natural, que inciden en el establecimiento, manejo y utilización de la pastura. En la segunda, se describen las principales características de los sistemas de producción ganadera de las mismas subregiones. En la tercera, se señalan las implicaciones de algunos factores edafoclimáticos para el establecimiento, manejo y utilización de las pasturas en cada una de las subregiones.

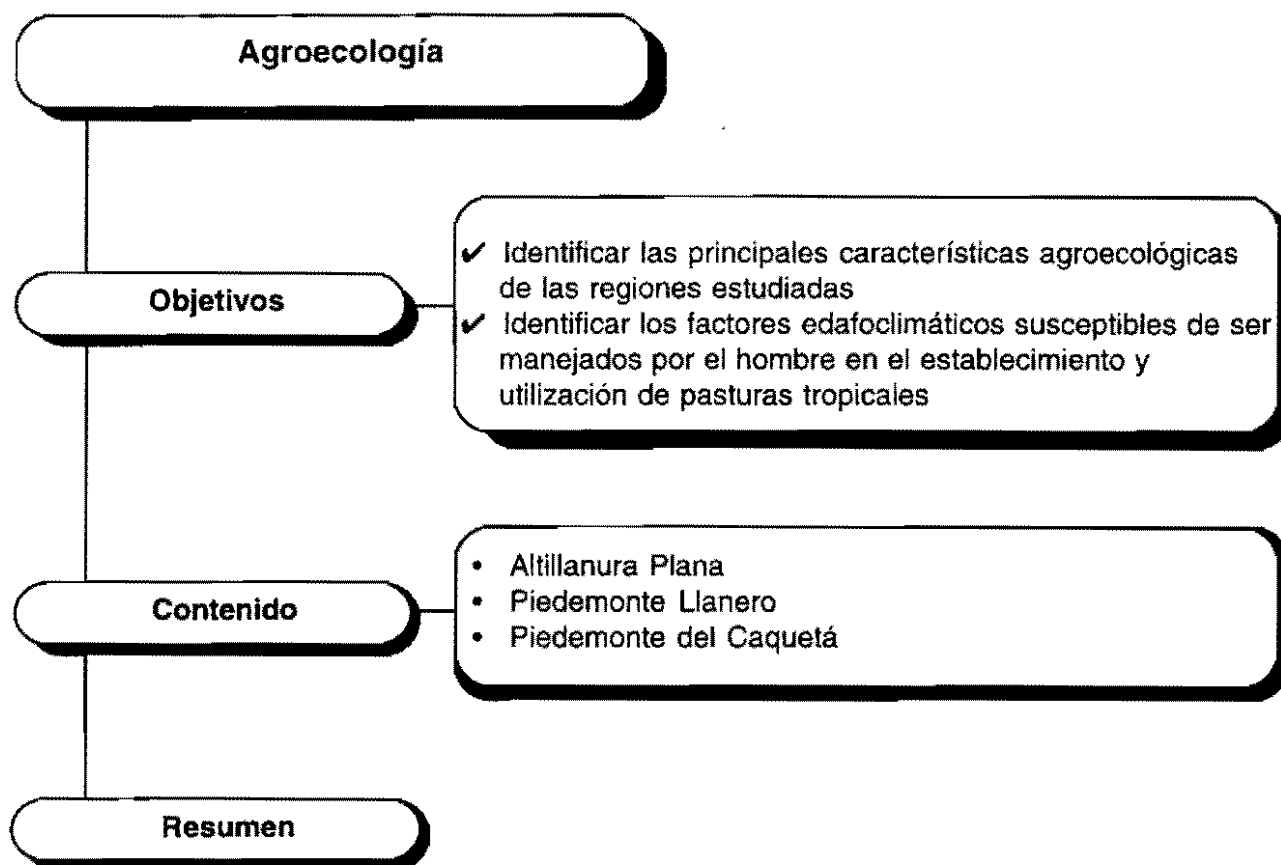
Secuencia 1. Agroecología

	Página
Flujograma para la Secuencia 1	6
Información	6
Atillanura Plana	6
• Localización y extensión	6
• Fisiografía	6
• Suelos	8
• Clima	10
• Vegetación	13
Piedemonte Llanero	13
• Localización y extensión	13
• Fisiografía	13
• Suelos	13
• Clima	15
• Vegetación	16
Piedemonte del Caquetá	16
• Localización y extensión	16
• Fisiografía	18
• Suelos	18
• Clima	20
• Vegetación	21
Resumen de la Secuencia	21

028791

17 MAR 1997

Flujograma para la Secuencia 1



Información

A continuación se incluyen las características principales de los ecosistemas que comprende el presente Fascículo.

Altillanura plana

Localización y extensión

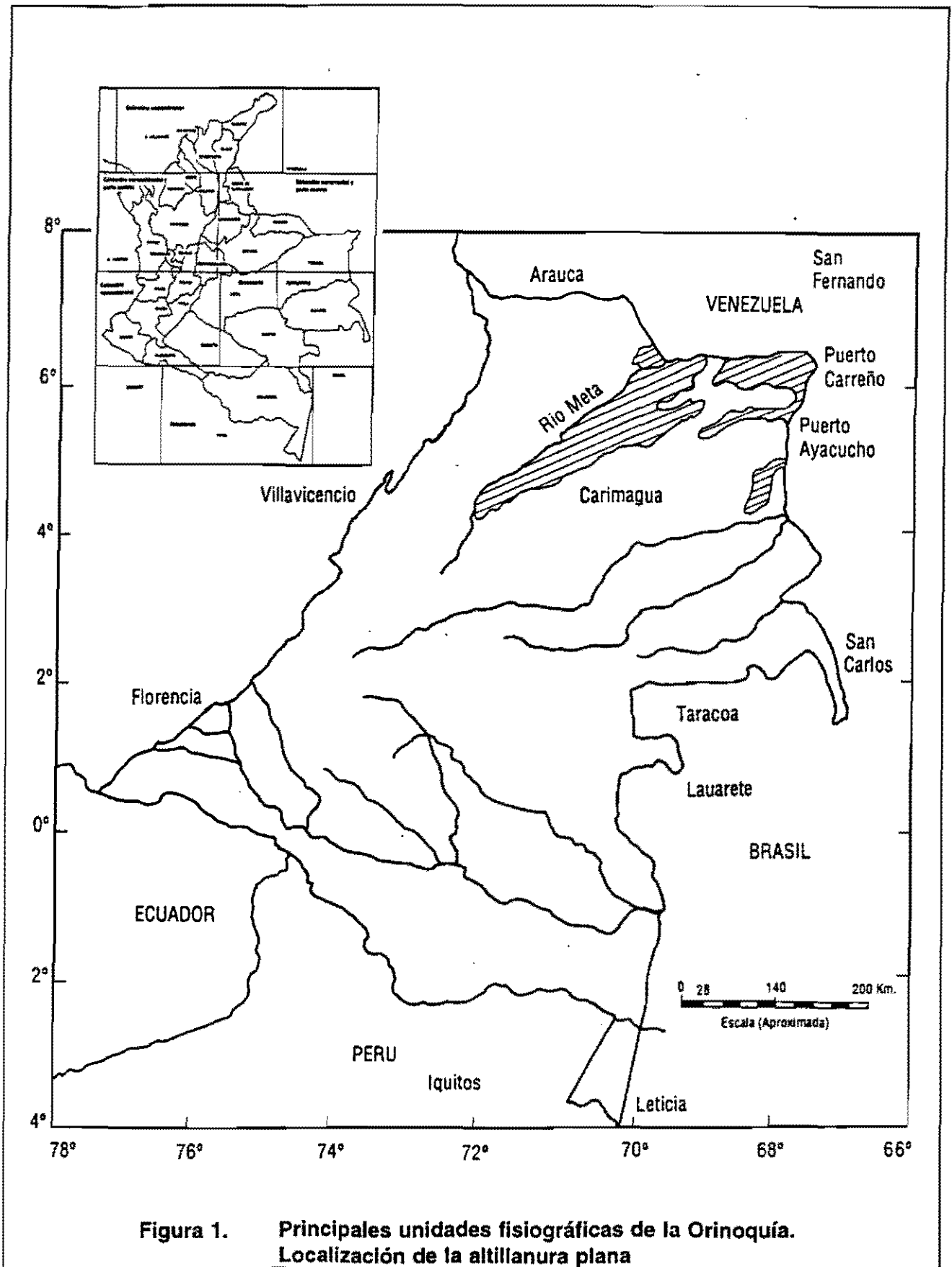
La Orinoquía está localizada al oriente de Colombia y comprende el territorio situado entre las estribaciones de la cordillera Oriental y la República de Venezuela. En el norte limita con los ríos Arauca y Meta y en el oriente con el río Orinoco. Por el sur llega hasta el Departamento del Guaviare. Está

localizada a 2°20' de latitud norte y entre 67°20' y 73°50' de longitud oeste. Comprende el Departamento del Meta y parte de los departamentos de Cundinamarca, Arauca, Casanare y Vichada. La extensión total aproximada es de 25.3 millones de hectáreas.

En esta región se encuentra la Altillanura plana que tiene 3.5 millones de hectáreas, en promedio, y se extiende desde Puerto López hasta el límite con Venezuela (Figura 1).

Fisiografía

La Altillanura está formada por extensas áreas altas y planas, que alternan con zonas de drenaje denominadas «bajos». Las áreas altas



con pendientes inferiores al 1% ocupan una superficie estimada en 93% del total del paisaje. La vegetación nativa es de sabana, generalmente sin árboles ni arbustos. Tienen un período seco de 4 meses y, generalmente, poseen buen drenaje, aunque en las partes planas pueden presentar pequeñas ondulaciones ligeramente cóncavas y de mal drenaje que también desarrollan vegetación de sabana. La frecuencia de estos sectores mal drenados aumenta de occidente a oriente, estimándose una proporción de 40% a 50% en el área límite con Venezuela.

Las zonas bajas son pequeños valles, constituidos por vertientes amplias, suavemente inclinadas que tienen un fondo plano, en donde suele existir un cauce conocido en la región con el nombre de caño. En los bajos más profundos, los caños arrastran una corriente de agua permanente que son muy apreciados por los ganaderos, pues sirven de abrevaderos para el ganado durante todo el año. En los bajos menos profundos los caños tienen agua solamente durante la época de lluvias. Por último, los bajos más pequeños, localizados generalmente en las cabeceras, no tienen corriente de agua sino en forma intermitente, esto es, inmediatamente después de las lluvias.

La vegetación típica de un bajo de tamaño medio con corriente de agua estacional o intermitente es la palma moriche (*Mauritia minor*), razón por la cual se les conoce también como «morichales». Si el bajo es grande y el caño lleva agua de modo permanente, se forma en ambos márgenes de la corriente un bosque de galería en donde, además de la palma moriche, existen otros árboles. En los bajos más pequeños, los morichales son menos densos.

Los bosques de galería frecuentemente tienen un ancho variable no mayor a 1 kilómetro; en algunos sitios la Altillanura pasa de

ligeramente ondulada a fuertemente ondulada, presentando disectación y formando un paisaje de colinas, conocido como «serranía».

Suelos

Origen

Los suelos de la Altillanura plana de Colombia se originaron a partir de los sedimentos transportados por los ríos que bajan de la Cordillera Oriental. La sedimentación aluvial de los períodos Terciario y Pleistoceno inferior se extendió desde la cordillera hasta el río Orinoco. A mediados del Pleistoceno, esta sedimentación llegó a su fin en el lado oriental del río Meta, debido a que esta área por efecto de movimientos tectónicos fue soleventada, no obstante, la sedimentación eólica del Pleistoceno superior y Holoceno inferior alcanzó a afectar esta parte. Los sedimentos del oriente y del sur del río Meta fueron posteriormente afectados por la erosión, la cual ocurrió en varias fases, presumiblemente relacionados con movimientos tectónicos. Los suelos de la Altillanura son los más antiguos de la Orinoquía.

Propiedades físicas, mineralógicas y químicas

El levantamiento de los suelos de la Altillanura plana ha sido detallado por varios investigadores, principalmente en los sectores de Carimagua y Gaviotas, representativos de dicha fisiografía.

Un muestreo realizado en 18 calicatas profundas, separadas unos 15 kilómetros una de otra, revela que las características de los suelos son marcadamente similares a lo largo de todo el paisaje. Las categorías de los suelos bien drenados, de acuerdo a su clasificación textural, a una profundidad de 10 cm, aparecen en el Cuadro 1.

Por otra parte, en suelos imperfectos y pobremente drenados de Carimagua,

Cuadro 1. Contenidos de arena y arcilla y clasificación de los suelos de la Altillanura plana de Colombia, según su clasificación textural

Categoría	Arena (%)	Arcilla (%)	RACAR*	Clasificación textural	No. muestras
1	20.2	48.9	2.52	Arcilloso	16
2	31.8	32.6	1.07	Franco arcilloso	25
3	38.5	24.7	0.67	Franco	10
4	54.7	23.8	0.44	Franco arcilloarenoso	16
5	70.0	1.90	0.25	Franco arenoso	35

* RACAR = Relación Arcilla/arena.
FUENTE: Hoyos et al., 1992.

pobremente drenados de Carimagua, localizados en los bordes de los "esteros" y la parte baja de la Altillanura, las texturas varían desde franco-arcilloso hasta el franco-arcilloso-limoso en profundidades hasta de 112 cm.

En general, los suelos de la Altillanura plana colombiana son bien estructurados, porosos, muy permeables y no se inundan con las lluvias fuertes. No son pedregosos en la superficie, ni en la profundidad; en las áreas mal drenadas, mencionadas anteriormente, presentan abundantes moteados y algunas concreciones blandas.

De acuerdo con los criterios y la clave taxonómica, la mayoría de los suelos de la Altillanura se clasifican como Oxisoles. Se ha encontrado que la mayoría de los suelos de la Altillanura plana, con drenaje bueno a moderado, son Haplustox Tropéuticos o Típicos, y que la fracción arcilla está constituida por caolinita y cantidades variables de minerales integrados, cuarzo, gibsita, feldespatos, mica y pirofilita. Las fracciones arena y limo, en casi la totalidad de los suelos, están constituidas por 97%, o más, de cuarzo y trazas de minerales resistentes a la mineralización. También aparece en algunos horizontes una estratificación de vermiculita-

mica. Sin embargo, la vermiculita es un componente esporádico de la fracción arcilla y no aparecen clorita ni gibsita.

Las características mineralógicas y químicas de los suelos de la Altillanura Plana se deben a la condición policíclica de los materiales a partir de los cuales se han desarrollado. En el Cuadro 2 se observan las propiedades químicas de las muestras antes descritas. En general se observa una marcada acidez, ocasionada por la presencia de aluminio, el cual se asocia inversamente con el contenido de arena. Los niveles de fósforo disponible son variables y alcanzan hasta 3 ppm. Los suelos pesados muestran mayores contenidos de materia orgánica, Al, Mg y K, que los livianos.

Los altos niveles de saturación de Al limitan la disponibilidad de P, Ca, Mg y K, ocasionando una baja fertilidad del suelo. Además, los períodos secos y lluviosos, que ocurren en forma alterna, han provocado un intenso lavado de los suelos y la consecuente pobreza de minerales ricos en nutrientes.

Varios investigadores estiman que el porcentaje de arena en el suelo de Altillanura Plana bien drenada determina las principales variables químicas del suelo no fertilizado ni

Cuadro 2. Propiedades químicas de los suelos de la Altillanura plana de Colombia según la categoría textural que aparece en el Cuadro 1

Variable	Categoría textural del suelo				
	1	2	3	4	5
MO	3.56	2.37	2.04	1.91	1.25
pH	3.97	4.08	4.09	4.26	4.34
P	1.65	2.19	2.38	2.76	3.40
Al	3.26	1.94	1.77	1.26	0.91
Ca	0.19	0.22	0.15	0.18	0.19
Mg	0.067	0.062	0.041	0.037	0.036
K	0.067	0.054	0.042	0.038	0.036
Ca/Mg	2.91	3.73	3.67	4.88	5.32
Mg/K	1.06	1.16	1.00	0.98	1.04
S/Al	92.02	87.19	89.91	85.25	79.21
S/Ca	5.90	9.96	7.93	12.23	17.59
S/Mg	2.08	2.84	2.15	2.52	3.28
C.I.C.	3.52	2.22	1.96	1.48	1.14

FUENTE: Hoyos *et al.*, 1992.

perturbado; por lo tanto, si se conoce este porcentaje es posible hacer los ajustes de fertilización para pasturas. Los suelos en los bajos generalmente tienen más materia orgánica y una mayor capacidad de intercambio catiónico, aunque son deficientes, en la mayoría de los casos, de los nutrientes esenciales.

Clima

El clima de la Altillanura Plana colombiana es Isohipertérmico, con un período seco definido.

Brillo solar

Durante los últimos 18 años, el brillo solar en el C. I. Carimagua ha sido de 5.65 horas/sol por día. Los meses de mayor brillo coinciden con los períodos de mayor temperatura y menor precipitación (Cuadro 3). En general, esta zona se caracteriza por un núcleo cuya «isohelia» es mayor de 2000 horas de sol/año, por lo cual se puede catalogar como una zona de alta radiación solar.

Temperatura

La temperatura, promedio anual, es de 28°C, con mayores variaciones entre el máximo y mínimo diario que entre los promedios mensuales de temperatura. El período más seco, y a la vez más caliente, va desde noviembre hasta marzo. La temperatura máxima media en el Centro de Investigaciones (C.I.) Carimagua varía entre 31.1 y 33.4°C, mientras que las mínimas varían entre 21.5 y 22.7°C (Cuadro 3).

Precipitación

Es el factor más crítico en la región. La precipitación total (más de 2000 mm), se distribuye durante 6 a 8 meses, lo cual resulta en promedios mensuales mayores de 300 mm, especialmente entre mayo y julio. Durante la estación seca, que dura de 4 a 6 meses, se produce una severa deficiencia de agua debido a la baja capacidad de almacenamiento de los suelos, especialmente en las áreas bien drenadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales características del clima en la Altillanura plana, Piedemonte llanero y Piedemonte amazónico

Sitio	No. de años	Meses												Total
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Altillanura plana														
Precipitación (mm)	18	13	28	77	236	323	389	311	272	292	230	120	53	2362
Temperatura (°C)	18	26.8	27.7	28.0	27.2	26.2	25.4	25.2	25.8	26.2	26.6	26.8	26.5	26.5
Humedad relativa (%)	18	67	64	65	76	82	84	82	82	80	79	77	73	69.1
Brillo solar (h/día)	18	8.6	7.6	6.2	4.6	4.3	3.7	3.9	4.4	4.9	5.4	6.5	7.7	5.7
Piedemonte Llanero														
Precipitación (mm)	24	61	113	159	461	605	498	524	360	335	443	381	156	4120
Temperatura (°C)	12	26.6	26.9	27.1	25.8	25.6	25.4	25.2	25.5	26.0	26.3	26.2	26.0	26.1
Humedad relativa (%)	12	75	71	72	81	82	83	80	79	80	81	80	78	78.5
Brillo solar (h/día)	12	6.36	6.00	4.32	4.08	4.80	3.60	4.44	4.80	5.28	5.64	6.00	6.36	5.1
Piedemonte Amazónico														
Precipitación (mm)	6	140	261	359	396	372	405	392	300	272	233	233	189	3552
Temperatura (°C)	6	25.7	25.7	25.1	24.8	24.6	24.4	23.8	24.4	24.8	25.3	25.7	25.8	25
Brillo(h/mes)	1	188	139	121	117	125	109	123	150	152	155	155	177	1711

En general, la precipitación es menor a medida que aumenta la distancia entre la Altillanura y la cordillera. En consecuencia, la duración de la estación seca aumenta de igual forma, siendo en promedio de 4 meses.

Humedad relativa

Oscila entre 76% y 84% durante los meses húmedos; durante el período seco disminuye a 64.1 (Cuadro 3).

Evapotranspiración potencial

La capacidad de evaporación local es directamente proporcional al brillo solar. Durante 7 años (1977-1984), la evaporación potencial anual en el Centro Experimental Gaviotas, Llanos Orientales, fue de 1910 mm y el promedio anual de precipitación de 2614 mm; esto indica que la capacidad de evaporación del lugar es de 73%.

En el mismo sitio, el brillo solar y la evaporación potencial entre 1961 y 1980 fueron, respectivamente, de 62% y 60% entre octubre y mayo, y de 38% y 40% entre abril y septiembre; en el primer período, la

producción de vapor de agua fue de 60% y coincide con la época de sol sobre el hemisferio sur e inicio de los vientos alisios del NE; en el segundo período, la producción de vapor de agua fue de 40%, el sol incide en el hemisferio norte, y se inician los vientos alisios del SE y los frentes fríos. Lo anterior explica la evaporación potencial en marzo de 215 mm contra 118 mm en junio.

Balance hídrico

El balance hídrico en la zona, de acuerdo con el cociente P/B (precipitación en milímetros/brillo solar en horas), es de 1 mm/hora de sol, el cual corresponde a un clima húmedo. De acuerdo con los parámetros presentados anteriormente el déficit de agua se presenta entre noviembre y marzo, mientras que el exceso ocurre de mayo a julio (Figura 2).

Clasificación climática

Según la clasificación de Köppen el clima en la zona se puede clasificar como Am-tropical lluvioso con un periodo marcadamente seco.

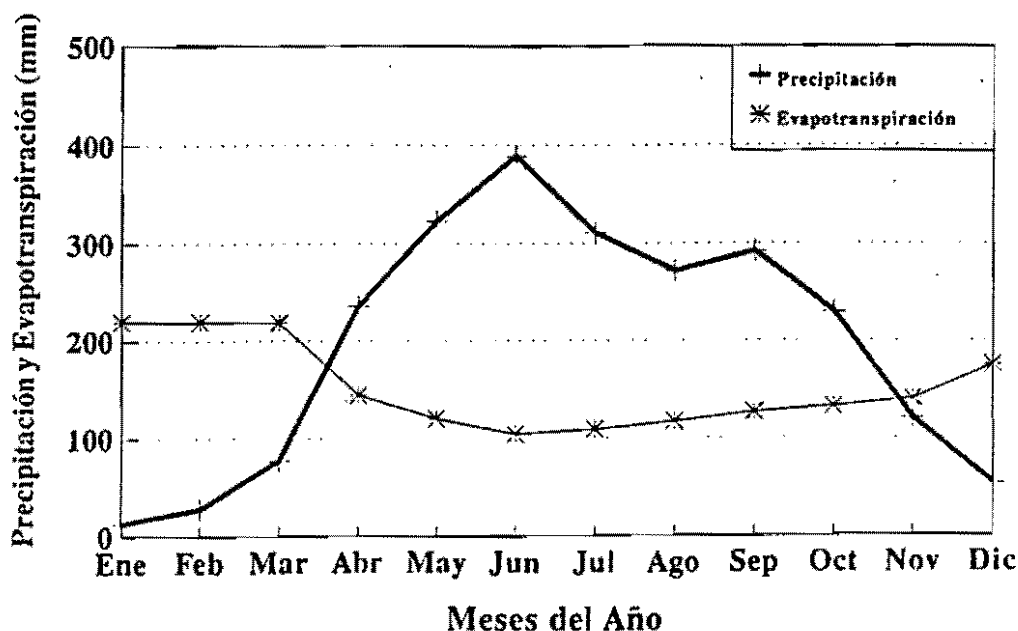


Figura 2. Balance hídrico en el C.I. Carimagua, Altillanura plana de Colombia. Promedios entre 1974 y 1992

Fuente: Unidad de Estudios Agroecológicos y Base de Datos del CIAT.

Vegetación

La Altillanura bien drenada de Colombia está localizada en la transición del bosque húmedo tropical al bosque seco tropical.

En la vegetación de la región se han identificado unas 60 especies de gramíneas que constituyen más del 90% del total de las especies nativas y 20 especies de leguminosas; existe además una gran cantidad de arbustos y árboles que conforman los morichales y los bosques de galería.

Predominan las gramíneas de los géneros *Trachipogon*, *Andropogon*, *Axonopus*, *Paspalum* y *Leptocoryphium*, especialmente *Trachipogon vestitus* (Paja peluda), *Axonopus purpusii* (Guaratara) y *Paspalum pectinatum* (grama trenza). Entre las leguminosas nativas sobresalen los géneros *Eriosema*, *Desmodium*, *Zornia*, *Galactia*, *Centrosema*, *Indigofera*, *Aeschynomene* y algunas especies de *Stylosanthes*.

Piedemonte Llanero

Localización y extensión

Dentro de la Orinoquía colombiana se encuentra bien diferenciado el Piedemonte llanero, como una zona de transición entre la vertiente de la Cordillera Oriental y la llanura. Está formado por una franja paralela a la cordillera que se extiende desde la Sierra de la Macarena, al sur del departamento del Meta, hasta Arauca, en los límites con Venezuela. Tiene una extensión total aproximada de 2.010.000 hectáreas, con un ancho de 90 a 100 km en el departamento del Meta, donde su extensión es de 120.000 ha y representa el 12% de la superficie total del departamento (Figura 3).

Fisiografía

El Piedemonte está formado por abanicos aluviales coalescentes que se originan en los contrafuertes de la Cordillera Oriental. La topografía comprende mesetas, colinas y barrancos. Los suelos presentan, con frecuencia, pedregosidad y texturas gruesas

en las zonas próximas a la cordillera; alejándose de ésta, la pedregosidad disminuye, la textura se vuelve más arcillosa y aparecen zonas con drenaje deficiente. Muchos de estos abanicos forman, hoy en día, mesas y terrazas o colinas resultantes de la erosión. La pendiente original fue, probablemente, de 3 a 5% que aún se encuentra en muchas mesas y terrazas. En los sitios donde ocurrió basculamientos aquélla se aumentó a 12%.

Terrazas es una denominación que se usa para zonas amplias de forma plana u ondulada. Dentro de éstas existen diferentes niveles (alta, media y baja), que presentan suelos de fertilidad diferente. Las características de las terrazas cambian gradualmente de occidente a oriente; las terrazas altas y medias poseen un relieve plano o suavemente ondulado y están atravesadas por canales superficiales de drenaje, que corren en forma paralela denominados «esteros». Las terrazas bajas se caracterizan por un drenaje pobre; en este nivel ocurren encharcamientos en los bajos que originan los «zurales». Completan el paisaje la serie de aluviones recientes formada por vegas y vegones de buen y mal drenaje superficial, donde se desarrolla la agricultura intensiva actual y potencial del Piedemonte llanero.

Suelos

Origen

Los suelos del Piedemonte llanero son recientes; por esta razón, son relativamente fértiles, poco lixiviados y, además, reciben nutrimentos de las zonas altas de la cordillera.

Se considera que los Llanos Orientales fueron gradualmente rellenados con sedimentos provenientes de la Cordillera Oriental. La sedimentación es del tipo aluvial y comprende una vasta región que va desde la cordillera hasta el río Orinoco por el oriente, y hasta los ríos Guaviare y Vaupés por el sur. Posiblemente, durante y después de su formación estos sedimentos fueron afectados por movimientos tectónicos; la zona cercana a

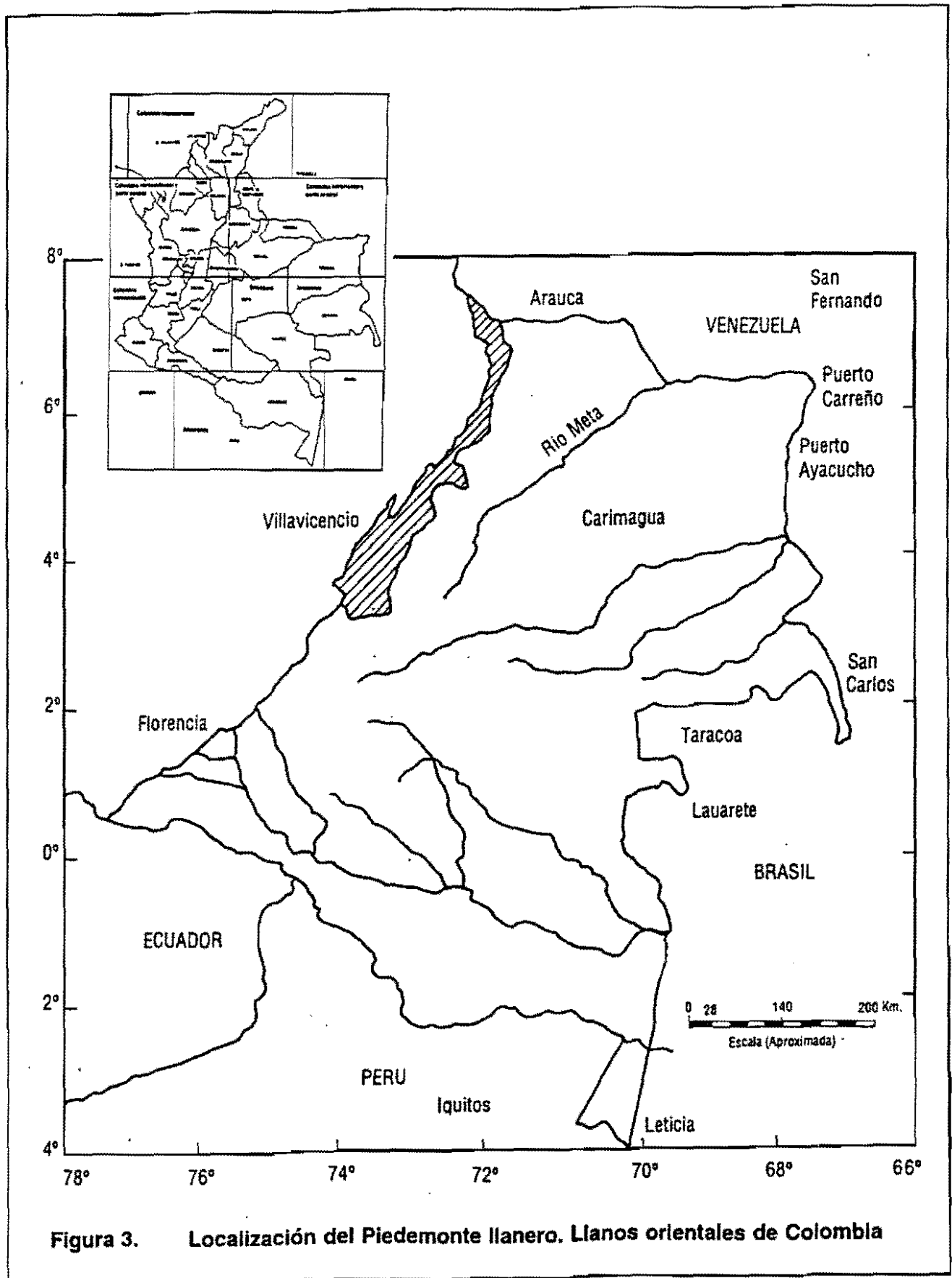


Figura 3. Localización del Piedemonte llanero. Llanos orientales de Colombia

la cordillera se levantó y plegó por la actividad de numerosas fallas paralelas a ésta. La mayor tasa de erosión en la cordillera y de sedimentación en los Llanos Orientales ocurrió en el inicio del Pleistoceno.

Propiedades físicas, químicas y mineralógicas

Los suelos de las terrazas del Piedemonte son, en general, altos en el contenido de arcillas. La densidad aparente varía entre 1.2 y 1.7 g/cm³; los valores más bajos se presentan en el horizonte A y los valores más altos en el horizonte B; generalmente están asociadas con condiciones de drenaje imperfecto. El pH es ácido o ligeramente ácido, el contenido de bases intercambiales es medio a bajo, la saturación de aluminio de media a alta, la capacidad de intercambio catiónico es media, el fósforo aprovechable es bajo.

En relación con su mineralogía, las vegas del Piedemonte contienen illita, caolinita y pequeñas cantidades de clorita y pirofilita. Las terrazas contienen caolinita y pequeñas cantidades de vermiculita. Por su taxonomía, los suelos dominantes en las vegas son Entisoles, y en las terrazas, abanicos y conos son Inceptisoles.

Clima

Los datos que aparecen en el Cuadro 3 corresponden a las estaciones meteorológicas de Villavicencio (422 m.s.n.m), del Centro Investigaciones (C.I.) La Libertad (400 m.s.n.m.) y la estación Santa Rosa (400 m.s.n.m.).

Brillo solar

El promedio diario de brillo solar en Villavicencio es de 5.1 horas. Los meses con mayor brillo solar son diciembre, enero, febrero y marzo, con un promedio de 168.8 horas/mes. El brillo aumenta desde la cordillera hacia los Llanos. El promedio más bajo (128.4 horas/mes) coincide con la época de mayor precipitación.

Temperatura

La temperatura promedio anual, en los tres sitios, es de 26°C, con un rango entre 19.9 y 33.3°C. La temperatura más alta se presenta en la época seca y la mínima se registra al final de las lluvias, cuando la evaporación es alta debido a la alta humedad el inicio de inicia la época de vientos.

Precipitación

El promedio anual de precipitación en la zona es de 4096 mm en Villavicencio y de 2889 mm en el C.I.-ICA La Libertad. La mayor cantidad de lluvias se registra entre abril y julio. El periodo de sequía generalmente va de diciembre a marzo.

Humedad relativa

Los promedios de humedad relativa más bajos se registran entre diciembre y marzo (63 a 78%) y los más altos entre mayo y julio (80 a 88%).

Vientos

Los vientos Alisios del sureste que tienen dirección norte-oriente, y los locales formados por corrientes de aire ascendentes en las épocas de sequía son los más comunes de la región.

Balance hídrico

La relación precipitación/brillo solar (P/B) en la estación experimental ICA-CRI La Libertad es de 1.5, que corresponde a un clima húmedo. En general, la precipitación es mayor que la evaporación potencial durante 9 meses del año, o sea, que los meses con déficit hídrico son diciembre, enero y febrero (Figura 4).

Clasificación del clima

De acuerdo con los datos meteorológicos de la región, el clima, según la clasificación de Köppen, es Af-tropical lluvioso sin estación seca definida. La limitación climática es el exceso de lluvia y la baja radiación solar durante ciertas épocas del año.

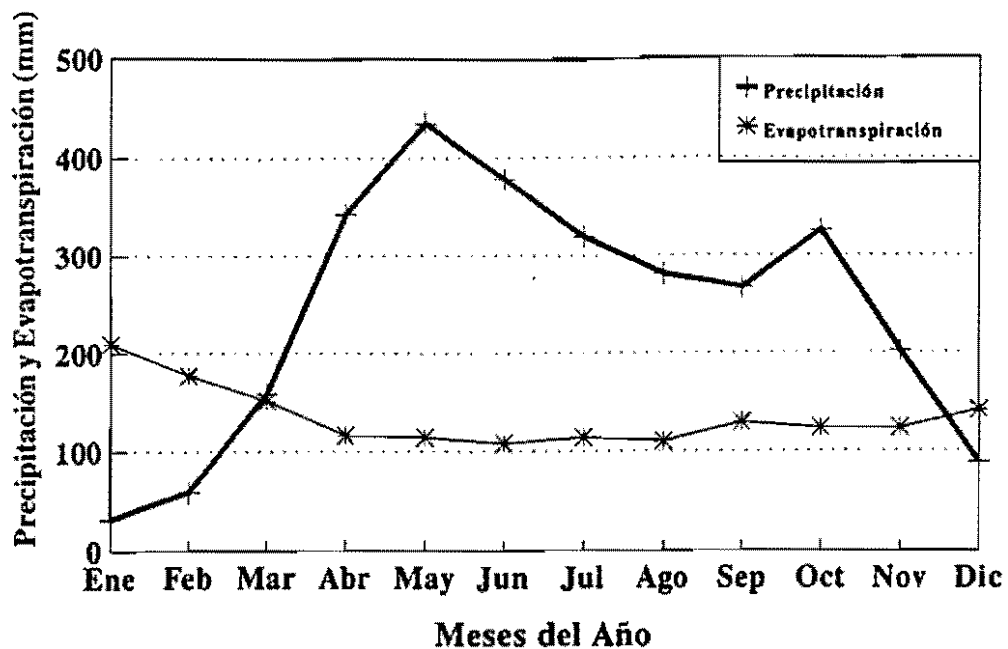


Figura 4. Balance hídrico en el Piedemonte Llanero, C.I. ICA "La Libertad". Promedio entre 1977 y 1992

Fuente: Unidad de Estudios Agroecológicos y Base de Datos del CIAT.

Vegetación

En la región, el bosque original fue talado para dar paso a la actividad pecuaria, principalmente; pero aún se encuentran algunas especies como: guaimaro (*Olmedioperebea* sp.), punta de lanza (*Visnia vaccifera*), cucharo (*Clusia* sp.), anime (*Crepidospermum* sp.), palo de la cruz (*Brownea ariza*) y cometo (*Iriartea cometo*). El bosque secundario está formado por palmas, sobresaliendo la palma de cumare (*Astrocaryum chambira*) y por árboles como el guamo (*Inga* sp.), amarillo (*Nectandra* sp.).

En esta zona se encuentra la mayor actividad agrícola. En las márgenes y a lo largo de los caños hay vegetación de galería y bosques hidrofílicos, esencialmente protectores. En las terrazas, la vegetación está compuesta principalmente por gramíneas y algunas ciperáceas; entre las primeras predominan braquiaria (*Brachiaria* spp.) y la leguminosa kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*), que sostienen explotaciones extensivas o semi-intensivas.

Piedemonte del Caquetá

Localización y extensión

El departamento del Caquetá, Colombia, se encuentra localizada la región amazónica entre 0° y 2° de latitud norte y entre 71° y 76° longitud oeste, con una extensión aproximada de 9 millones de hectáreas. En la parte norte del departamento se han talado y quemado 3 millones de hectáreas de bosque natural, para el establecimiento de pastos y pequeñas áreas de cultivos.

Dentro de esta área deforestada se encuentra el Piedemonte amazónico (Figura 5) que es una transición entre la vertiente este de la Cordillera Oriental y la llanura amazónica. Los suelos están conformados por conos, abanicos, glasis y vegas de los ríos andinos. Aun no hay una cuantificación exacta del área del Piedemonte, pero ésta se aproxima a 700.000 hectáreas.

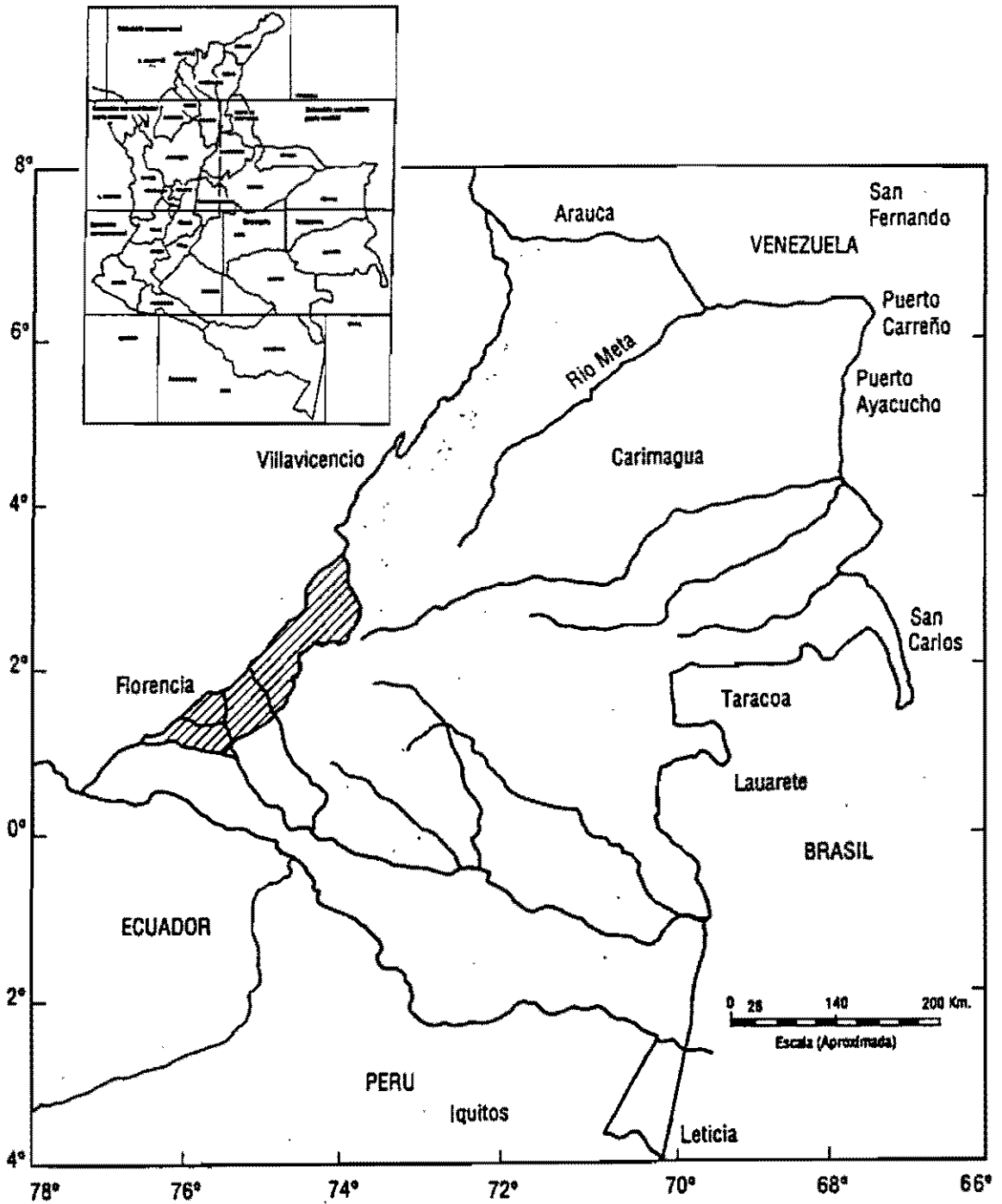


Figura 5. Principales unidades fisiográficas de la Orinoquía y la Amazonía. Localización de la Altillanura plana colombiana

Fisiografía

En el Piedemonte del Caquetá se encuentran las unidades fisiográficas siguientes:

- Cordillera que comprende 947.000 hectáreas.
- Superficies de denudación (mesones): son las más extensas (3.177.210 hectáreas), formados por Ultisoles con capacidad de uso limitada, susceptibilidad a la erosión y a la compactación.
- Superficies aluviales. Entisoles e Inceptisoles formados por terrazas o vega alta con 3.895.165 hectáreas, que incluyen los llanos o sabanas del Yarí (1.240.699

hectáreas) y vegas (vegas bajas) 877.725 hectáreas. Tienen un mayor uso debido a su relativo mayor nivel de fertilidad, pero tienen limitaciones de drenaje.

Suelos

Los suelos son, en su mayoría, Ultisoles que se originan por la deposición de materiales sobre superficies que sufrieron entalles por acción de las corrientes de agua (Cuadro 4). Esto dio como resultado la formación de mesones en la parte alta y colinas con pendiente que varía entre 1% y 40%. Este paisaje representa aproximadamente 36% del área del Caquetá.

Cuadro 4. Distribución porcentual de los grupos texturales en la capa superficial (0-20 cm) de algunos suelos del Caquetá, Colombia

Grupo textura	Vegas	Terrazas (%)	Superf. Onduladas
Moderadamente gruesas	40	69	37
Medianas	13	3	6
Moderadamente finas a finas	47	28	57

FUENTE: Escobar, 1986.

Los suelos en las superficies onduladas se caracterizan por un incremento en el contenido de arcilla, a medida que aumenta la profundidad y por una estructura moderada. El movimiento interno de agua decrece de las partes altas hacia las bajas, lo cual se manifiesta en un cambio de color del suelo. Muestran procesos de expansión cuando están húmedos y de agrietamiento en la época de menor precipitación. El horizonte superficial es, por lo general, menor de 10 cm de profundidad.

Otro tipo de suelo presente en el paisaje es el de vega, el cual se presenta en las márgenes de los ríos, tienden a ser muy arenosos en las proximidades de éstos, debido a que el agua deposita las partículas gruesas en lugares próximos a las corrientes principales (Cuadro 4). La fertilidad de estos suelos es mejor que la de las partes altas; sin embargo, se observan procesos de reducción (Cuadro 5).

Propiedades físicas, químicas y mineralógicas

En los suelos de vega del Piedemonte caqueteño predominan las texturas moderadamente gruesas y en los suelos de mesón las texturas finas o moderadamente finas (Cuadro 5).

Las propiedades químicas de algunos suelos de la zona muestran un mayor nivel de fertilidad natural en las vegas (Entisoles e Inceptisoles) en relación con las superficies onduladas (Ultisoles). Las mayores diferencias se observan en el contenido de calcio, magnesio, potasio y fósforo aprovechables. En general, los suelos en las superficies onduladas son ácidos ($\text{pH} < 5$) y con alta saturación de aluminio ($> 60\%$); el contenido de materia orgánica es bajo; en suelos inundados, el hierro y el manganeso, que pueden llegar a ser tóxicos, se presentan en

Cuadro 5. Distribución porcentual de algunos tipos de suelos del Caquetá, según sus propiedades químicas en la capa superficial (0-20 cm)

Parámetros y rangos	Superficie total (%)		
	Vegas	Terrazas	S. ondulados
• Acidez pH (H ₂ O)			
< 5	30	91	90
5 - 6			
> 6	0	0	0
• Calcio (meq/100 g)			
< 1	4	79	66
1 - 4	30		
> 4	33	0	4
• Potasio (meq/100 g)			
> 0.15	58	82	59
0.15 - 0.30	34	17	33
> 0.30	8	1	6
• Magnesio (meq/100 g)			
< 0.2	4	69	40
0.2 - 0.8	54	27	53
> 0.8	42	14	7
• CICE (meq/100 g)			
< 4.0	12	71	43
4.0 - 8.0	85	24	46
> 8.0	3	5	11
• Materia orgánica			
< 1.5	5	13	18
1.5 - 3.0	63	62	50
> 3.0	32	25	32
• Saturación de Aluminio (%)			
< 10	46	0	7
10 - 60	51	22	23
> 10	3	78	70
• Fósforo (ppm)			
< 5	7	69	84
5 - 10	17	19	14
> 10	76	12	2
• Zinc (ppm)			
< 1.5	92	86	92
1.5 - 3.0	82	14	8
> 3.0	0	0	0
• Manganeso (ppm)			
< 5	36	35	
5 - 10	33	26	30
> 10	54	38	35
• Cobre (ppm)			
< 1.0	14	47	30
1.0 - 3.0	80	48	70
> 3.0	6	5	0
• Hierro (ppm)			
< 240	0	3	
25 - 50	0	0	0
> 50	100	100	97
• Boro(ppm)			
< 0.25	15	16	30
0.25 - 0.50	51	59	38
> 0.50	34	25	42

FUENTE: Escobar, 1986.

concentraciones altas. Las concentraciones de cobre y zinc son de medias a bajas y las de boro son de medias a altas (Cuadro 5).

La mineralogía de los Ultisoles en la fracción arcilla, está conformada por una mezcla de minerales de alta y baja actividad (esmectitas, micas, caolinitas y amorfos).

Clima

El clima del Piedemonte amazónico es cálido y lluvioso. Algunas de sus características principales se incluyen a continuación.

Brillo solar

El promedio diario de radiación solar es de 5.7 horas. En general, la radiación solar varía entre 1533 y 1836 horas/año, la cual se considera de media a baja. Esta radiación es el resultado de la alta nubosidad durante la mayor parte del año. Los períodos con mayor radiación son enero (188 horas) y diciembre (177 horas), los cuales coinciden con las épocas de menor precipitación. En esas épocas, el promedio diario de radiación es mayor de 7 horas e, inclusive, puede llegar a 11 horas. Los menores valores (3 h/día) se relacionan con las épocas de mayor precipitación.

Temperatura

La temperatura mínima está entre 19 y 22°C, la temperatura media entre 23 y 28°C y la máxima entre 27 y 35°C. Las diferencias entre los promedios mensuales no sobrepasan 5°C y la temperatura media anual es mayor de 23.5°C, por lo cual se define como un régimen de temperatura isohipertérmico.

Precipitación

La precipitación anual en los últimos 15 años ha variado entre 36162 y 4249 mm. El promedio de máxima precipitación (300 mm/mes) ocurre de abril a julio y el de menor precipitación (200 mm/mes) de diciembre a febrero.

Humedad relativa

La humedad relativa en la región oscila desde 64% en enero hasta 93% en mayo. Este valor aumenta hacia el sur y hacia el occidente del Piedemonte amazónico.

Balance hídrico

En la región hay exceso de agua desde marzo hasta noviembre y déficit hídrico entre diciembre y febrero (Figura 6). Este balance está influenciado por la posición topográfica de cada sitio.

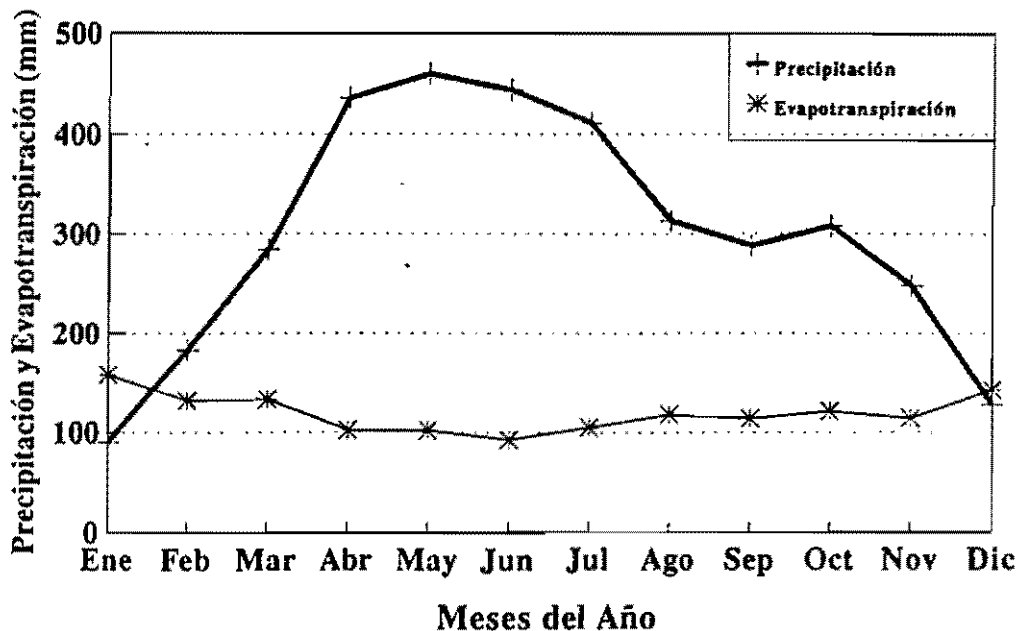


Figura 6. Balance hídrico Piedemonte Amazónico del Caquetá

Fuente: Escobar y Segura, 1992.

Clasificación climática

De acuerdo con los parámetros de clima antes mencionados, el Piedemonte amazónico en la región del Caquetá se clasifica dentro de clima Af-tropical lluvioso sin estación seca definida.

Vegetación

El área intervenida del Piedemonte amazónico se encuentra dentro del ecosistema bosque húmedo tropical. El bosque nativo ha desaparecido por acción de los colonos en el 34% de la región. Después de la tala del bosque y la extracción de madera se establecen cultivos de "pancoger" y cuando éstos no son productivos se establecen pasturas. Incluyendo los Llanos del Yarí, el área devastada total es 4.100.000 hectáreas (46%) (Cuadro 6).

Las gramíneas mejoradas predominantes son: *Axonopus scoparius* (imperial), *Hyparrhenia rufa* (puntero), *Axonopus micay* (micay), *Brachiaria decumbens* (pasto peludo), *Brachiaria dictyoneura* (cv. Llanero) y *Brachiaria humidicola* (cv. Pasto humidicola). Las gramíneas nativas frecuentes son: *Homolepis aturensis* (guaduilla), *Axonopus compressus* (grama dulce), *Paspalum notatum* (grama trenza) y *Paspalum plicatulum* (pasto negro).

Las leguminosas mejoradas más comunes son: *Pueraria phaseoloides* (kudzú), *Centrosema macrocarpum* (bejuco de chivo), *Desmodium* spp. (pegapega) y *Arachis pintoi* (cv. Maní Forrajero); y entre las nativas,

Cuadro 6. Distribución aproximada de la vegetación en el Piedemonte del Caquetá, Colombia

Vegetación	Hectáreas	Porcentaje
Total	8,897.600	100
Bosque-rastrojo secundario	4,797.600	53.9
Pastura nativa (Llanos del Yarí)	1,124.699	12.7
Pasturas	2,817.376	31.6
Agrícolas-rastrojo primario	157.925	1.8

FUENTE: URPA-UNIAMAZONIA, 1992.

Calopogonium mucunoides (frijolillo),
Desmodium ascendens (pegapega),
Stylosanthes spp. (cargadita).

Las malezas más comunes son: *Clidemia rubra* (azulejo), *Senna tora* (chilinchil), *Ipomoea* (batatilla), *Cyperus ferax* (cortadera), *Cyperus rotundus* (coquito), *Pteridium* (helecho), *Panicum laxum* (paja de barro), *Panicum virgatum* (maciega), *Paspalum turritiforme* (maciega morada), *Imperata cylindrica* (guayacana) y *Andropogon bicornis* (rabo de zorro).

Resumen de la Secuencia

La Orinoquía es una extensa región localizada al oriente de Colombia, entre las estribaciones de la Cordillera Oriental y la República de Venezuela. Comprende las subregiones: Altillanura plana y Piedemonte de los Llanos Orientales y del Caquetá.

La Altillanura plana. Es una franja de 60 km de ancho y un área de 3.5 millones de hectáreas, que se extiende desde Puerto López hasta los límites con Venezuela. El

y planas que alternan con «bajos» estrechos y prolongados y que constituyen el sistema de drenaje. La topografía es convexa y con pendientes inferiores a 1%. Los suelos se originaron a partir de sedimentos de los ríos provenientes de los Andes y de la sedimentación eólica. Los suelos dominantes son Oxisoles, profundos, porosos y muy permeables. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, la Altillanura plana tiene un clima Am-tropical lluvioso con un período marcadamente seco.

Piedemonte llanero. Es una zona de transición entre la vertiente este de la cordillera Oriental y la llanura del Orinoco. Aparece como una franja paralela a la cordillera que se extiende desde la Sierra de la Macarena al sur del departamento del Meta, hasta el departamento de Arauca al norte. Las unidades fisiográficas que lo conforman son abanicos, conos, terrazas y vegas. Los suelos se originaron por la sedimentación de los ríos; frecuentemente son pedregosos y de textura gruesa en la zona más cercana a la cordillera, pero a medida que se alejan de ésta la textura se vuelve más arcillosa y aparecen zonas con drenaje imperfecto. En general, tienen pH ácido, el contenido de bases intercambiables

es de medio a bajo, la saturación de aluminio es de media a alta, la capacidad de intercambio catiónico es de media a baja, el fósforo aprovechable es bajo y su fertilidad, en general, es de media a baja. Los suelos de las vegas se clasifican como Entisoles y los de las terrazas, conos y abanicos son Inceptisoles. El clima se clasifica como Af-tropical lluvioso sin estación seca definida.

Piedemonte del Caquetá. El departamento del Caquetá, localizado al sur-oriente de Colombia, hace parte de la región amazónica. Tiene una extensión aproximada de 9 millones de hectáreas, de la cual más de la tercera parte se ha desforestado para el establecimiento de pasturas. El área intervenida está conformada por parte de la vertiente este de la cordillera Oriental, el Piedemonte y parte de la llanura amazónica. En el Piedemonte predominan Inceptisoles, en las superficies onduladas de la llanura amazónica los Ultisoles y en las vegas los Entisoles. En general, son ácidos, de fertilidad media a baja y susceptibles a la erosión. En las vegas, los suelos se inundan periódicamente en las épocas de mayor precipitación. El clima es Af-tropical lluvioso sin estación seca definida.

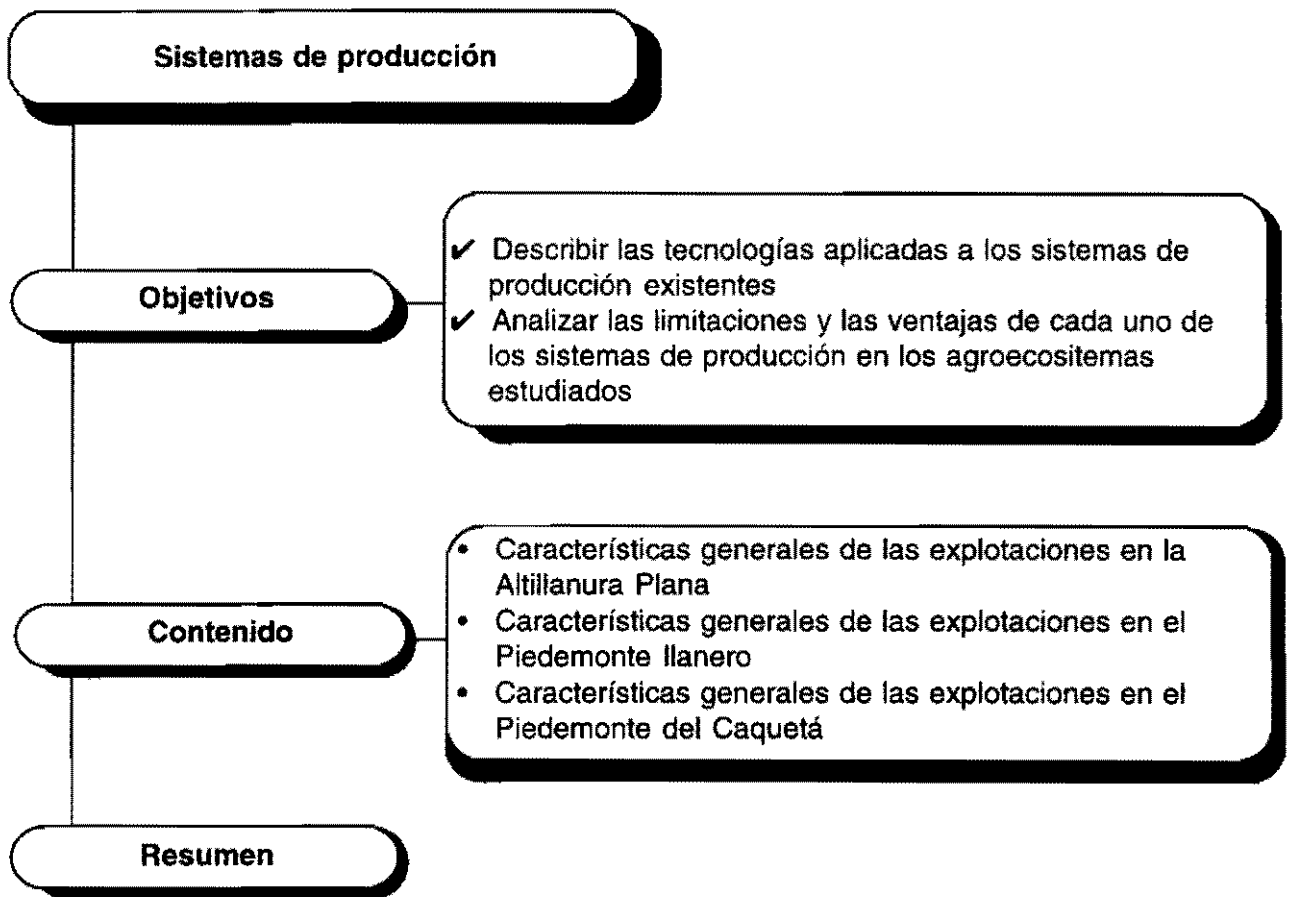
Secuencia 2. Sistemas de Producción

	Página
Flujograma para la Secuencia 2	24
Características Generales de las Explotaciones en la Altillanura Plana	24
• Formas de tenencia de la tierra	24
• Formas de uso de la tierra	24
• Sistemas de producción bovina prevalentes	25
Características Generales de las Explotaciones en el Piedemonte Llanero	27
• Formas de tenencia de la tierra	27
• Formas de uso de la tierra	27
• Sistemas de producción bovina prevalentes	28
Características Generales de las Explotaciones en el Piedemonte del Caquetá	30
• Formas de tenencia de la tierra	30
• Formas de uso de la tierra	31
• Sistemas de producción bovina prevalentes	31
Resumen de la Secuencia	34

028792

17 MAR 1991

Flujograma para la Secuencia 2



Características Generales de las Explotaciones en la Altillanura Plana

Formas de tenencia de la tierra

La unidad de posesión territorial predominante es la de grandes extensiones, entre 1000 y 25.000 hectáreas, una forma de tenencia sin clasificación legal. Las fincas menores de 1000 hectáreas son escasas, aunque su número e importancia aumenta con la cercanía a los principales centros de mercadeo. En el Cuadro 7 se observa el promedio del área de un total de 86 fincas de la Altillanura oriental de Colombia.

El desarrollo de las vías de comunicación y la integración gradual de la región al mercado nacional, beneficiaron principalmente a Puerto López y Puerto Gaitán, en el

departamento del Meta, aumentando considerablemente la presión social sobre las tierras y el impulso de la legalización de la propiedad. Los resultados se observan en la estructura de la propiedad y del régimen de tenencia: parcelación de hatos por colonización y por venta de derechos de posesión, resultando fincas de menor extensión y un aumento del precio de la tierra.

Formas de uso de la tierra

Los suelos de la Orinoquía colombiana bien drenada se incluyen en las clases IV a VIII de aptitud de uso. Los suelos de clase IV corresponden a la Altillanura plana y sostienen cultivos como yuca, topocho, frutales y cultivos comerciales en menor escala de tabaco rubio y palma africana, que no sobrepasan en total de 5200 hectáreas. En el área restante se estima

Cuadro 7. Distribución de las fincas ganaderas en la Altillanura oriental de Colombia, según su tamaño en hectáreas, entre los años 1979 y 1989

Zona	Número de fincas y promedios del área (ha)				Proporción de fincas(%)	
	1979		1989		1979	1989
	No.	ha	No.	ha		
Puerto López						
1 - 999	7	699	41	(311)	17.50	74.55
1000 - 2999	20	1704	9	(1772)	50.00	16.36
3000 - 6999	8	4262	5	(3760)	20.00	9.09
> 7000	5	9800	---	---	12.50	---
Subtotal	40	3051	55	(817)	100.00	100.00
Puerto Gaitán						
1 - 999	5	760	12	434	7.04	38.71
1000 - 2999	21	1793	12	1761	29.58	38.71
3000 - 6999	26	4082	5	4929	36.62	16.13
> 7000	19	15972	2	11500	26.76	6.45
Subtotal	71	6352	31	2240	100.00	100.00
Total muestra	111	5162	86	1360		

FUENTE: Cadavid *et al.*, 1991.

que existen más de 112,000 hectáreas en pasturas introducidas, principalmente en Puerto López, Puerto Gaitán, Carimagua y Gaviotas. El resto de la gran extensión de la Altillanura plana se encuentra en pasturas nativas y bosques de galería.

Sistemas de producción bovina prevalentes

Para caracterizar los sistemas de producción bovina utilizadas en la Altillanura, se pueden usar métodos explorativos que consideran que la organización y funcionamiento de las fincas ganaderas están determinados, simultáneamente, por las características individuales de la unidad de producción y las de su entorno.

Así, se pueden clasificar los sistemas de producción mediante el agrupamiento de fincas que comparten ambientes ecológicos

similares y elementos tales como los productos básicos para la alimentación del ganado, el manejo de los pastos y de los animales, y los recursos disponibles para la producción de carne y leche. Con base en lo anterior, se tienen los sistemas de producción siguientes:

Sistema extensivo tradicional de cría y levante

Este sistema extractivo consiste en la cría y el levante de bovinos en pasturas nativas. Los machos se desarrollan hasta alcanzar un peso adecuado para su traslado al Piedemonte, o a las áreas con pasturas mejoradas de la Altillanura, en donde se continúa con la ceba. Los animales de descarte (vacas viejas, toros y algunas novillas) se venden para sacrificio. Esta actividad es una de las menos desarrolladas en toda la estructura ganadera colombiana y, en gran medida, es responsable

de la baja productividad del hato ganadero nacional.

- **Localización.** El sistema de producción extensivo se concentra en las áreas alejadas de los mercados, caracterizadas por sus difíciles condiciones de topografía y fertilidad de los suelos.

Las fincas están localizadas fundamentalmente en la Serranía y en la Altillanura, regiones en las cuales los medios de comunicación son deficientes o no existen.

- **Recursos disponibles.** En la región predominan los Oxisoles y Ultisoles ácidos de baja fertilidad y escasa retención de humedad. El manejo de las sabanas naturales consiste en la quema en forma escalonada y periódica. El suministro de suplementación mineral y sal común es esporádica y de manera restringida. Las prácticas sanitarias se reducen a la desparasitación de los animales jóvenes, y al control de ectoparásitos en las dos oportunidades anuales en que los animales se recogen. La vacunación de los animales es esporádica. La monta es libre y natural. El destete de los terneros se realiza, con frecuencia, a los 18 meses de edad. Los propietarios de las fincas ubicadas en terrenos baldíos no tienen títulos de propiedad; esta condición, aunada a su mentalidad tradicionalista, favorece el desarrollo de los animales en sabanas de baja productividad y una capacidad de carga de 10 hectáreas por animal. El acceso a recursos productivos como el crédito institucional especializado no existe o es muy difícil de conseguir, ya que la propiedad sin título no es garantía hipotecaria. Como resultado, puede decirse que la producción animal potencial está limitada por las condiciones y que la baja productividad se debe más a la escasez de los recursos naturales que a su manejo.

Sistema extensivo tradicional de ciclo completo

El sistema tradicional de producción completo incluye la producción de terneros y terneras de destete que pasan a la etapa de levante hasta que las hembras están listas para ser servidas y los machos se ceban para el mercado. Estas etapas se cumplen dentro de la misma finca, pero el mercadeo se hace en Villavicencio o en Santafé de Bogotá.

- **Localización.** Las fincas que tienen este sistema están localizadas cerca a una infraestructura vial desarrollada, que se puede utilizar durante todo el año, principalmente entre Puerto López y Puerto Gaitán.

- **Uso de los recursos productivos.** A diferencia de los sistemas extensivos tradicionales, en este sistema la mayoría de los productores poseen títulos de propiedad de sus fincas. Las prácticas de manejo y sostenimiento de las sabanas nativas consisten en la quema estacional para su renovación, y en el manejo estratégico de bancos de sabana y de los «bajos» en la época seca.

El manejo tradicional de los terneros de levante consiste en asignarlos a las áreas de menor calidad de la finca, donde sobreviven en condiciones de escasa disponibilidad de alimento. Para iniciar y finalizar la ceba de dichos animales, se usan pasturas introducidas dentro de la misma finca.

La inversión, diferente a los animales y a los potreros, es muy baja y normalmente se limita a la construcción de cercas que subdividen los potreros en las pasturas mejoradas, y a la construcción de un corral para el manejo de los animales. La permanencia en la región de ese sistema de producción se explica por la escasez de los recursos para transformar

estas áreas y para la compra de los animales necesarios en sistemas de producción más extractivos.

Sistema extensivo tradicional de cría con ordeño de la vaca

En este sistema un alto porcentaje de las vacas se ordeña para vender la leche o producir queso, dependiendo del grado de integración al mercado. El crecimiento de la demanda de leche en los últimos años ha contribuido a consolidar el sistema en la Altillanura plana el cual, además, provee terneros para ceba y suministra buena parte de la leche ofrecida en el mercado local.

- **Localización.** Las fincas que tienen este sistema están localizadas cerca a una de infraestructura vial desarrollada, y que se puede utilizar durante todo el año, principalmente entre Puerto López y Puerto Gaitán.
- **Recursos disponibles.** El sistema extensivo que incluye el ordeño de la vaca, se practica en fincas que ya han sido tituladas; es decir, los productores ya poseen títulos de propiedad sobre ellas.

Al igual que en el sistema extensivo de ciclo completo, las prácticas de manejo y sostenimiento de las pasturas se reducen a la quema en forma estacional para la renovación de las especies nativas y al manejo estratégico de bancos de sabana y «bajos». La inversión, diferente del ganado y de la tierra, es muy baja y se limita a la construcción de cercas para la subdivisión de potreros en los pastos mejorados y a la construcción de un corral para el ordeño de las vacas. La infraestructura vial permite la comercialización de los productos. Con la introducción e intensificación de las pasturas mejoradas y el suministro de sales se tienen animales más eficientes. En estas regiones ya existen algunas entidades de desarrollo agropecuario.

Características Generales de las Explotaciones en el Piedemonte Llanero

Formas de tenencia de la tierra

En el Piedemonte llanero, la tendencia de la propiedad indica en los últimos años un crecimiento, tanto en el número de predios como de fincas menores de 1000 hectáreas, encontrándose un crecimiento significativo en el número de predios y una disminución en el área de las grandes explotaciones. Este hecho se explica porque el Piedemonte, a diferencia de la Altillanura plana, tiene suelos más fértiles y mejor infraestructura, lo que favorece el establecimiento de cultivos semestrales como arroz y sorgo, y sistemas de producción pecuaria, que utilizan más capital y mano de obra, como el doble propósito y la producción de leche.

Las formas de tenencia de la tierra son principalmente la propiedad con título y el arrendamiento. Estas formas han sido favorecidas con la legalización o la titulación de predios por el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA). El resultado es beneficioso para el productor que le permite establecer explotaciones rentables superiores a 50 hectáreas.

El desarrollo de vías y la integración gradual del Piedemonte llanero al mercado nacional ha ocasionado un aumento considerable en la presión social sobre estas tierras. Los cambios se observan a nivel de la estructura de la propiedad y el régimen de tenencia y en los avances tecnológicos, especialmente en el sector agrícola.

Formas de uso de la tierra

El Piedemonte llanero es la región más desarrollada de la Orinoquía y con más infraestructura, principalmente en el Meta y, en menor grado, en Casanare y Arauca. La agricultura con alta inversión e insumos

tecnológicos es el elemento más dinámico de los índices de crecimiento económico en el Piedemonte llanero. Entre los cultivos se destacan la palma africana, el arroz, el cacao, el plátano, el algodón y, más recientemente, el sorgo y la soya. La siembra y el sostenimiento de pasturas mejoradas es la base para la ceba de los animales provenientes de la Altillanura y de las sabanas mal drenadas al norte del río Meta.

Las perspectivas de desarrollo del sector agropecuario se basan en el incremento de los índices de productividad y rentabilidad de los factores de producción, a partir de la adopción de alternativas tecnológicas. La mayor variedad de cultivos en el Piedemonte llanero se concentra en los suelos de clase I, mientras que las pasturas mejoradas están en suelos de clases II y IV.

Sistemas de producción bovina prevalentes

Sistema extensivo tradicional de cría y levante

En este sistema, las explotaciones tienen un hato compuesto básicamente por hembras reproductoras, cuyas crías se ofrecen en el mercado a la edad del destete, que fluctúa entre 9 y 14 meses. Se desarrolla en las áreas más alejadas de los mercados, caracterizadas por sus difíciles condiciones de topografía y baja fertilidad de los suelos. El producto principal son machos que se venden en una fase temprana de destete, debido a la carencia de recursos para continuar el proceso de levante y ceba o a la escasez de tierra para sostener animales en proceso de crecimiento; por lo tanto, el ingreso es bajo en comparación con otros tipos de actividades, y muy sensible a los ciclos de precios del mercado. En algunos casos es posible mantener los terneros hasta el final de la época de levante. En algunas explotaciones se hace la cría con levante, actividad restringida también a áreas geográficamente apartadas y manejadas en sistemas de pastoreo extensivo tradicional. La mayoría de las explotaciones se encuentran en predios en proceso de titulación.

- **Localización.** Este tipo de explotaciones predomina en las márgenes de la Altillanura plana y ondulada. Los suelos donde se encuentra este sistema son de baja calidad, ácidos y con un alto contenido de aluminio.
- **Recursos disponibles.** En algunas zonas del Piedemonte, la infraestructura vial está desarrollada y existen vías que se pueden utilizar durante todo el año.

Los sistemas de pastoreo extensivo tradicional se basan en pasturas nativas de baja productividad. La inversión diferente de ganado y tierra es muy baja, y normalmente se limita a la construcción de cercas y corales en donde se manejan los animales. Existe un nivel relativamente alto de agricultura de subsistencia entre los parceleros-arrendatarios, por lo que muchos alimentos se producen localmente. Después de una o dos cosechas de maíz, ñame o yuca, se siembran pasturas.

En el sistema de pastoreo extensivo tradicional, la alimentación de los animales se basa exclusivamente en pastoreo libre en gramas nativas o pasturas introducidas cuya productividad depende únicamente de la fertilidad del suelo. Las prácticas de manejo y sostenimiento de pasturas se reducen a la renovación mediante la quema estacional.

El manejo tradicional de los animales de levante consiste en enviar los terneros destetos a los sitios más degradados de la finca, donde sobreviven en condiciones de escasa disponibilidad de alimento; de esta forma, el peso necesario para iniciar la ceba se alcanza dos años más tarde, contribuyendo así a aumentar el promedio nacional de edad al sacrificio.

La permanencia de estos sistemas de producción en las áreas con sistemas de comunicación aceptables, se explica por la escasez de recursos para transformar estas áreas, relativamente grandes, que requieren una alta disponibilidad de capital para adecuación de tierras y compra de ganado de mejor calidad.

Sistema extensivo mejorado de cría

Consiste en la producción de machos y hembras para las fincas productoras de carne, e incluso para uso en sistemas de doble propósito. A medida que se intensifica la actividad de ceba en la región, la demanda por animales jóvenes ha aumentado. En este sistema, el período de levante se elimina y los terneros destetos de 160 kg o más, pasan directamente a ceba.

- **Localización.** Este sistema se desarrolla en zonas con suelos de fertilidad media, donde las pasturas compiten por la ocupación de la tierra con cultivos comerciales. En estas regiones existen vías de comunicación en buen estado. Sin embargo, la cría de reproductores puros está localizada en las áreas de mejores suelos cercanas a los centros urbanos.
- **Recursos disponibles.** A medida que aumenta el retorno a la inversión en la región, es posible implementar otras formas de producción y capital que compiten por el uso de los recursos tierra y capital.

En esta región, los cambios más sobresalientes son: la incorporación de animales más eficientes, la introducción e intensificación de pasturas, la subdivisión de potreros, suplementación con minerales, control de la reproducción y separación de animales por grupos reproductivos.

Sistema extensivo mejorado de doble propósito

A diferencia del sistema de cría con doble utilización de la vaca, esta actividad se orienta a la producción de leche y terneros de destete. Las vacas se cruzan con reproductores de razas lecheras. Existe una mejor alimentación con base en pasturas bien manejadas.

La producción de carne cubre los costos del sistema, mientras que la leche genera algunos excedentes económicos, los cuales generalmente se usan para pagar los costos de administración. El crecimiento de la demanda de leche en los últimos años ha

contribuido a consolidar esta actividad, convirtiéndola en la mayor fuente de terneros para los sistemas de ceba y de buena parte de la leche que se ofrece en el mercado.

- **Localización.** Esta actividad está localizada en áreas con características similares a aquéllas donde se desarrolla el sistema extensivo mejorado de cría.
- **Recursos disponibles.** Las fincas donde se desarrolla este sistema poseen tierras con una alta posibilidad de uso agrícola. Debido a que la economía del sistema es atractiva, en la región existen pasturas mejoradas con gramíneas de alta productividad y que fueron establecidas en épocas recientes, o son pasturas antiguas, pero mejoradas.

El mercado, tanto de insumos como de productos finales, es bastante amplio y la presencia de los grandes centros urbanos determina la estructura de sus precios. Los productores involucrados en este sistema poseen características de empresarios, que buscan aumentos en la productividad de las pasturas y de los animales a través del mejoramiento genético y de la nutrición.

Los animales se mantienen en pasturas mejoradas de gramíneas, generalmente asociadas con leguminosas nativas y, en algunas ocasiones, con variedades introducidas. Las vacas reciben suplementación de acuerdo con su producción.

El control de malezas se hace cada año, al igual que la fertilización de las mejores áreas de la finca.

Sistema extensivo mejorado de ceba

Esta actividad es característica en fincas de productores que poseen grandes recursos de capital, ya que requiere la compra de animales aptos para ceba.

- **Localización.** Ocupa las vegas de los ríos y quebradas que se consideran las mejores áreas del Piedemonte. Las pasturas son de

buena calidad y de alto rendimiento. La actividad de ceba ocupa tierras con alto potencial agrícola que compiten en productividad con la agricultura.

- **Recursos disponibles.** La ceba de bovinos es la actividad con mayor rotación del capital debido a que, dependiendo del tipo de animal, el proceso dura entre 4 y 12 meses, período bastante inferior al de la actividad de cría, que requiere hasta 4 años.

La mayoría de los empresarios que tienen este sistema tecnifican sus explotaciones, comenzando por el mejoramiento de las pasturas y su manejo, construyendo instalaciones e incorporando controles en aspectos genéticos y reproductivos, y de administración.

La integración de las actividades de cría y ceba en una sola explotación requiere de grandes extensiones de tierra, con características edafológicas variables con áreas planas y bajas propias para la ceba, pero para la integración de estas actividades es necesario disponer de

grandes recursos de capital; por lo tanto, la ceba y el ciclo completo mejorado es una actividad exclusiva de grandes propietarios.

Características Generales de las Explotaciones en el Piedemonte amazónico

Formas de tenencia de la tierra

En el Piedemonte amazónico, departamento del Caquetá, el promedio de las fincas varía entre 85 y 200 ha (Cuadros 8 y 9). El 97% de las fincas explotadas como ganaderías de doble propósito y ceba extensiva mejorada, son manejadas por sus propietarios como productores independientes.

El régimen de tenencia de la propiedad prevalente y el manejo y la administración directa de las fincas, facilitan la incorporación de nuevas tecnologías y el ajuste de los recursos a los cambios en los costos y precios de los insumos y productos.

El Cuadro 9 muestra la estratificación de fincas típicas de la región, de acuerdo con la utilización de pasturas. Las fincas 2 y 3, como

Cuadro 8. Algunas características de los productores del Piedemonte amazónico, según el tipo de la explotación, su tamaño y los años de residencia del propietario en la región

Característica	Carne		Leche grande*		Leche pequeña*		Total	
	Caquetá	Otros	Caquetá	Otros	Caquetá	Otros	Caquetá	Otros
Edad (años)	45.4	47.3	41.8	47.9	43.5	47.1	44.2	48.5
Permanencia región (años)	---	24.2	---	20.0	---	24.2	---	22.6
Poseción finca (años)	18.7	17.85	11.0	15.3	9.1	16.2	12.1	14.3
Propietario-productor No.								
* con título	8	12	9	20	12	52	29	84
* sin título	0	0	1	1	0	2	1	2
Arrendatario (Número)	0	0	0	0	2	0	2	0

* Se considera como finca pequeña toda explotación menor de 80 ha y grande cuando tiene más de 200 ha.
Fuente: Ramírez, Seré, 1990

Cuadro 9. Características de las explotaciones del Piedemonte amazónico, distribuidas en conglomerados.

Características	Carne		Leche grande*		Leche pequeña*	
	No.	Media	No.	Media	No.	Media
• Vacas pastorean <i>B. decumbens</i> (Si/No)	20	0.00	30	1.00	68	0.79
• Area total en pasturas (ha)	20	144.50	30	135.20	68	64.20
• Fosforo en el suelo (ppm)	20	6.20	30	6.60	68	5.10
• Otros ingresos (Si/No)	20	0.25	30	0.90	68	0.04
• Producción de leche en <i>B. decumbens</i> (l/ha)	20	0.00	30	1984.80	68	1291.30

* Se considera como finca pequeña toda extensión menor de 8 ha, y grande cuando tiene más de 200 ha.

Fuente: Ramirez y Seré, 1990

la mayoría de las fincas en la región, asignan a las vacas en ordeño las pasturas de *B. decumbens*, lo que las caracteriza como fincas lecheras, mientras que las fincas en el grupo 1 destinan esta misma gramínea para la producción de carne con novillos de levante y ceba.

El fósforo en el suelo sugiere que las fincas pequeñas de lechería están localizadas en los suelos más pobres. Por su parte, la generación de otros ingresos diferentes al sistema agrícola tradicional o al pecuario, son más frecuentes en las grandes fincas de lechería, las cuales aparecen como las más evolucionadas en términos de productividad por hectárea.

Formas de uso de la tierra

Además de la baja fertilidad natural de los suelos y la topografía ondulada de la región, la alta precipitación dificulta su manejo agronómico y favorece la presencia de malezas, plagas y enfermedades, y aceleran la descomposición de la materia orgánica.

Según un estudio general de suelos de la región, realizados por el Instituto Geográfico

Agustín Codazzi en 1.29 millones de hectáreas, el 8.6% de los suelos son potencialmente aptos para el establecimiento de cultivos agrícolas y pasturas (Clase II y III), el 21.2% aptos especialmente para pasturas y ganadería (Clase IV y VI) y el 70.2% restante como áreas forestales permanentes (Clase VII y VIII).

Aunque este estudio incluye áreas importantes de la Serranía y la cordillera, evidencia la importancia de las pasturas como alternativas de uso de los suelos, especialmente en sistemas de producción silvopastoriles (Cuadros 10 y 11).

Sistemas de producción bovina prevalentes

Sistema extensivo tradicional de cría con doble utilización de la vaca

Es la actividad ganadera más antigua del Caquetá. El desarrollo vial ha permitido la venta de queso dependiendo del grado de integración al mercado y el ordeño de las vacas; la demanda de leche por varias pasteurizadoras ha contribuido a consolidar esta actividad. El sistema estimula la producción de queso y de terneros para los sistemas de ceba.

Cuadro 10. Uso de la tierra en el Piedemonte amazónico del Caquetá (ha)

Uso	Porcentaje (%)	Area (ha)
Area en bosque	54.0	4.797.600
Area intervenida total	46.0	4.100.000
Area total	100.0	8.897.600
<i>Uso de la tierra desforestada</i>		
Llanos Yari	27.4	1.124.699
Pasturas	68.7	2.817.376
Agrícolas-rastrojos	3.9	157.925
Area total desforestada	46.0	4.100.000
<i>Uso de la tierra en pasturas</i>		
Pasturas nativas	28.5	1.124.699
Pasturas naturalizadas	36.4	1.437.376
Pastura de <i>Brachiaria</i>	28.6	1.130.000
Pasturas introducidas	6.5	250.000
Area total en pasturas	100.0	3.942.075

Fuente: URPA-UNIAMAZONIA, 1992.

Cuadro 11. Uso agrícola de los suelos del Caquetá en 1990

Cultivo	Area cultivada (ha)
Arroz de secano mecanizado	1.400
Arroz	2.450
Maíz	70.000
Sorgo mecanizado	450
Frijol	400
Cacao	1.650
Café	3.850
Chontaduro	140
Caña	2.170
Caucho	3.100
Plátano	18.200
Palma de aceite	250
Frutales	10
Yuca	18.500
Rastrojos-coca	35.000
Total (ha)	157.570

Fuente: URPA, 1990.

- **Localización.** Aunque el sistema se desarrolla en toda la región, es más común en zonas alejadas de las vías, donde existen caminos secundarios en los márgenes de ríos y la demanda de leche de los centros de consumo no existe, o los compradores de leche no prestan el servicio de acopio. Para la recolección de leche en estas zonas, apartadas de los centros de consumo, se cuenta con la ayuda de la empresa privada.
- **Recursos disponibles.** Como se mencionó anteriormente, los suelos donde se desarrolla este sistema son de fertilidad baja a media y limitan la producción sostenible de pasturas.

El uso de tecnologías mejoradas es mínimo y el empleo de sal mineralizada y de prácticas sanitarias es escaso. No se hace control de producción y reproducción; la capacidad de carga es baja y la inversión de capital es mínima. Las explotaciones tienen características de economía de subsistencia.

Sistema extensivo mejorado de ceba

Este sistema está localizado en suelos de mejor fertilidad que aquéllos donde se realiza el sistema extractivo. En las explotaciones existen pasturas mejoradas, generalmente de gramíneas mejoradas y leguminosas nativas. La mayoría de los animales para ceba provienen de hatos con sistema de doble utilización de la vaca de la zona o de los hatos de cría del departamento del Huila. Las tecnologías empleadas incluyen el suministro de sales, vacunas, controles sanitarios y de peso de los animales.

- **Localización.** Las explotaciones de ceba extensiva se encuentran en sitios cercanos a las vías de comunicación que les permite el transporte de ganado, tanto de los terneros para ceba como de animales para la venta en los mercados de Cali y Santafé de Bogotá.
- **Recursos disponibles.** Este tipo de explotación es característico entre medianos y grandes propietarios debido a

la demanda de mayores recursos de capital. Algunas veces existe la asociación con los fondos ganaderos, quienes proporcionan los animales de levante aptos para el engorde. La alta rotación del capital permite a los productores mejorar la eficiencia de sus explotaciones en el sistema mediante el mejoramiento de las pasturas, construcción de instalaciones e incorporación de registros y conceptos modernos de administración.

Sistema extensivo mejorado de doble propósito

En 1975, la compañía Nestlé de Colombia promovió en el Caquetá el mercado de leche fresca, lo que generó cambios en los hatos de cría que incluyen un sistema flexible del mercado de leche y mejoramiento en las pasturas, en los animales, en la sanidad y en la administración.

- **Localización.** Las explotaciones que tienen el sistema mejorado de doble propósito están localizadas cerca a la red vial, lo cual facilita la recolección diaria de leche.
- **Recursos disponibles.** Los suelos y el clima del Caquetá limitan la producción ganadera; sin embargo, en los últimos años ha ocurrido un avance notorio en el cultivo de pasturas mejoradas, con base en *B. decumbens* y leguminosas, y en el mejoramiento genético de los hatos. Es frecuente la construcción de instalaciones, la realización de prácticas sanitarias y la administración eficiente. El capital que se reinvierte es proporcional al tamaño del hato. Los buenos precios de los terneros al destete permiten flexibilizar, igualmente con el de la leche, las necesidades de producción.

Las condiciones de suelo y clima en el Caquetá son factores limitantes de la producción pero se ha evolucionado en el uso de la tierra en pasturas cultivadas con gramíneas y leguminosas mejoradas con base, casi exclusiva, de *B. decumbens*, una gran parte de los productores que se han

integrado al sistema inician simultáneamente el mejoramiento de las praderas con el mejoramiento genético de sus hatos, construyen instalaciones, realizan prácticas sanitarias y de administración eficientes de sus ganados, incluyendo el aumento de la capacidad de carga. El capital reinvertido es proporcional al tamaño del hato. Los buenos precios del ternero desteto y de la leche permitan flexibilizar la dedicación del esfuerzo productivo.

La dedicación permanente del mismo productor a la administración facilita la transferencia de tecnología y hace que los resultados obtenidos repercutan en el mejoramiento de su ingreso.

Resumen de la Secuencia

Los sistemas de producción ganadera se desarrollan principalmente en zonas de frontera agrícola, entre ellas la Orinoquía y la Amazonía. Para la clasificación de los sistemas de producción, las fincas se agrupan en ambientes similares y de acuerdo con el manejo de las pasturas y de los animales y, en general, según los recursos disponibles para la producción de carne y leche.

En la Altillanura plana se pueden encontrar los sistemas siguientes: (1) tradicional de cría y levante, (2) tradicional de ciclo completo, y (3) extensivo tradicional de cría con doble utilización de la vaca. El primer sistema es común en zonas baldías (sin título de propiedad), alejadas de los mercados, con baja infraestructura, suelos pobres y en pasturas nativas. La cría y el levante de los machos se hace hasta cuando éstos alcanzan el peso necesario para iniciar la ceba en pasturas mejoradas en zonas con mejor infraestructura.

El segundo sistema se desarrolla en zonas que están en trámite de titulación, y tienen alguna infraestructura; incluyen el ciclo completo de cría y el levante de hembras para servicio y de machos para sacrificio en pasturas nativas y en áreas pequeñas con pasturas introducidas.

El sistema extensivo tradicional de cría con doble utilización de la vaca, se desarrolla en fincas entre Puerto López y Puerto Gaitán, con buena infraestructura vial. Es el sistema más desarrollado de toda la Altillanura; aunque aún persisten pasturas nativas, son frecuentes las pasturas mejoradas. En este sistema, un alto porcentaje de las vacas se ordeña y la leche se comercializa fresca o en forma de queso.

En el Piedemonte llanero prevalecen los sistemas de producción bovina: (1) tradicional de cría y levante, (2) extensivo mejorado de cría, (3) extensivo mejorado de doble propósito, y (4) extensivo mejorado de ceba.

El primer sistema está localizado en áreas alejadas de los mercados, que tienen condiciones de topografía difíciles y baja fertilidad de los suelos. El producto principal son machos destetos que se venden en una edad temprana, debido a la carencia de recursos para continuar con el proceso de levante y ceba; por lo tanto, el ingreso económico en este sistema es bajo en comparación con otras actividades. El manejo y sostenimiento de las pasturas se reducen a la quema estacional para la renovación de éstas. El levante de los animales se hace en áreas más degradadas de la finca, en las cuales los terneros deben sobrevivir en condiciones de escasa disponibilidad de alimento durante 2 años antes del inicio de la ceba.

El sistema extensivo mejorado de cría se practica en suelos de fertilidad media, donde las pasturas compiten con algunos cultivos por el uso de la tierra. En estas zonas, la infraestructura vial está bastante desarrollada. El manejo de los hatos se hace mediante la incorporación de animales más eficientes en pasturas mejoradas y con prácticas adecuadas de manejo animal.

El sistema mejorado de doble propósito está localizado en áreas con suelos de fertilidad

media a alta, próximas a los centros urbanos. En este sistema las pasturas compiten con los cultivos por el uso de la tierra. La actividad se orienta a la producción de leche, mediante la cruce de las vacas con reproductores de razas especializados y suministrando una mejor alimentación en pasturas de buena calidad. El crecimiento de la demanda de leche en los últimos años ha contribuido a consolidar esta actividad convirtiéndola en el mayor proveedor de terneros para los sistemas de ceba y de buena parte de la leche ofrecida en el mercado.

El sistema extensivo mejorado de ceba ocupa las mejores áreas del Piedemonte llanero, como son las vegas de los ríos y quebradas, con alto potencial agrícola. Esta actividad es característica por la demanda grande de recursos para la compra de animales; este sistema tiene una alta rotación de capital y utiliza tecnología mejorada de administración de fincas.

En el Piedemonte del Caquetá, los sistemas de producción ganadera se clasifican: (1)

sistema extensivo tradicional de cría con doble utilización de la vaca, (2) sistema extensivo mejorado de ceba, y (3) sistema extensivo mejorado de doble propósito. El primer sistema se utiliza en zonas alejadas de los centros urbanos. Es la actividad más antigua de la región y su base genética es el ganado Cebú y el criollo, y su principal producto es el queso. El uso de recursos tecnológicos es mínimo, la inversión de capital es baja y la explotación tiene características de economía campesina de subsistencia. El segundo sistema se encuentra en áreas con buena infraestructura vial, y en fincas con buen manejo de los animales; las pasturas mejoradas son la base de la alimentación y se emplean sales minerales, vacunas y se lleva el control sanitario del hato. El tercer sistema se localiza sobre el eje vial del departamento del Caquetá donde las industrias de lácteos recolectan diariamente la leche fresca. La consolidación del mercado lácteo ha generado cambios sustanciales en los hatos, obligando al productor a realizar el mejoramiento en las pasturas y de los animales.

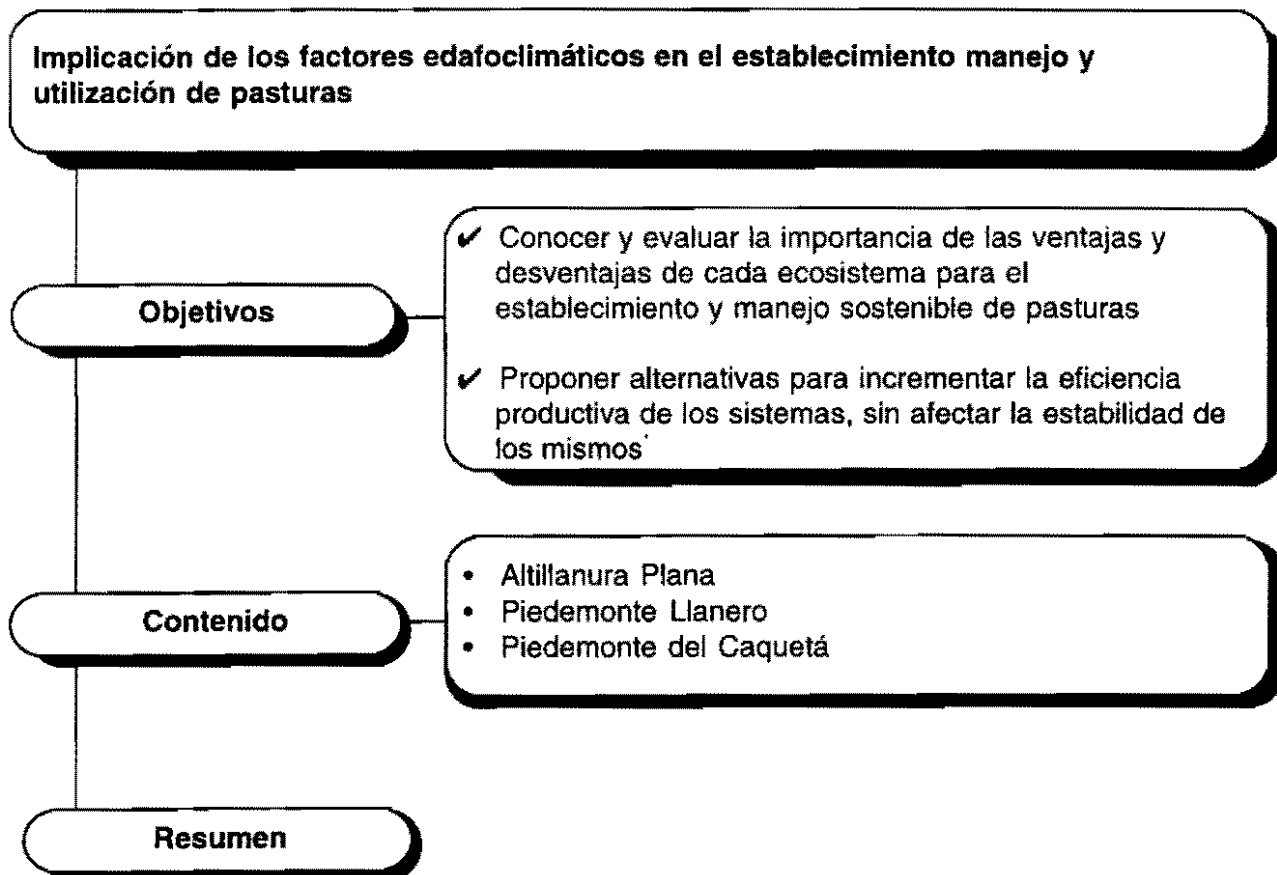
Secuencia 3. Implicaciones de los Factores Edafoclimaticos en el Establecimiento, Manejo y Utilización de Pasturas

	Página
Flujograma para la Secuencia 3	38
Factores Edáficos	38
• Altillanura plana	38
• Piedemonte Llanero	44
• Piedemonte del Caquetá	47
Resumen de la Secuencia	50

028793

12 MAR 1997

Flujograma para la Secuencia 3



Factores Edáficos

Los principales factores de clima y suelo, que en cada uno de los ecosistemas afectan la productividad de los sistemas pecuarios, se detallan a continuación.

Altillanura plana

En los suelos de la Altillanura plana las limitaciones físicas más importantes son la baja capacidad de retención de agua disponible en los Oxisoles y la susceptibilidad a la erosión y compactación en los Ultisoles con textura arenosa en la capa superficial del suelo. La presencia de laterita ocurre en una menor extensión y la mayoría de las plintitas blandas se presentan en el subsuelo en áreas

con topografía llana y no propensa a la erosión.

- **Fósforo.** Aunque el contenido total de fósforo de los suelos predominantes en el trópico latinoamericano varía entre 200 y 3300 ppm, los niveles del fósforo disponible para el desarrollo de las plantas son muy bajos (< 5 ppm, Bray II). Esto se debe a que este nutriente se presenta en el suelo en forma principalmente orgánica y unido a compuestos de hierro y de aluminio de muy baja solubilidad, y propablemente a la baja cantidad de microorganismos micorríticos, entre otros. Además, la alta concentración de óxidos e hidróxidos de hierro y de aluminio en estos suelos favorece la fijación

del fósforo aplicado, especialmente aquel proveniente de fuentes solubles como el superfosfato.

La relación entre el fósforo aplicado en suelos de América tropical (Oxisoles y Ultisoles) y el fósforo que queda en la solución del suelo se muestra en el ejemplo de la Figura 7. La capacidad de fijación de fósforo es específica para cada suelo y los requerimientos de fertilización fosfórica varían según el lugar, el manejo anterior del suelo, las necesidades de nutrición de las

especies o variedades, y su tolerancia a la baja disponibilidad de este nutrimento. También se observan las curvas de fijación o isotermas de adsorción de fósforo, la diferencia en el contenido de arcilla y la cantidad de fósforo inorgánico que debe agregarse (210 a 350 ppm) para llenar los requerimientos de la mayoría de los cultivos aproximadamente, entre 420 y 700 kg/ha de este elemento. Las cantidades de fósforo que deben añadirse a esos suelos varían con la textura y con la mineralogía de las arcillas.

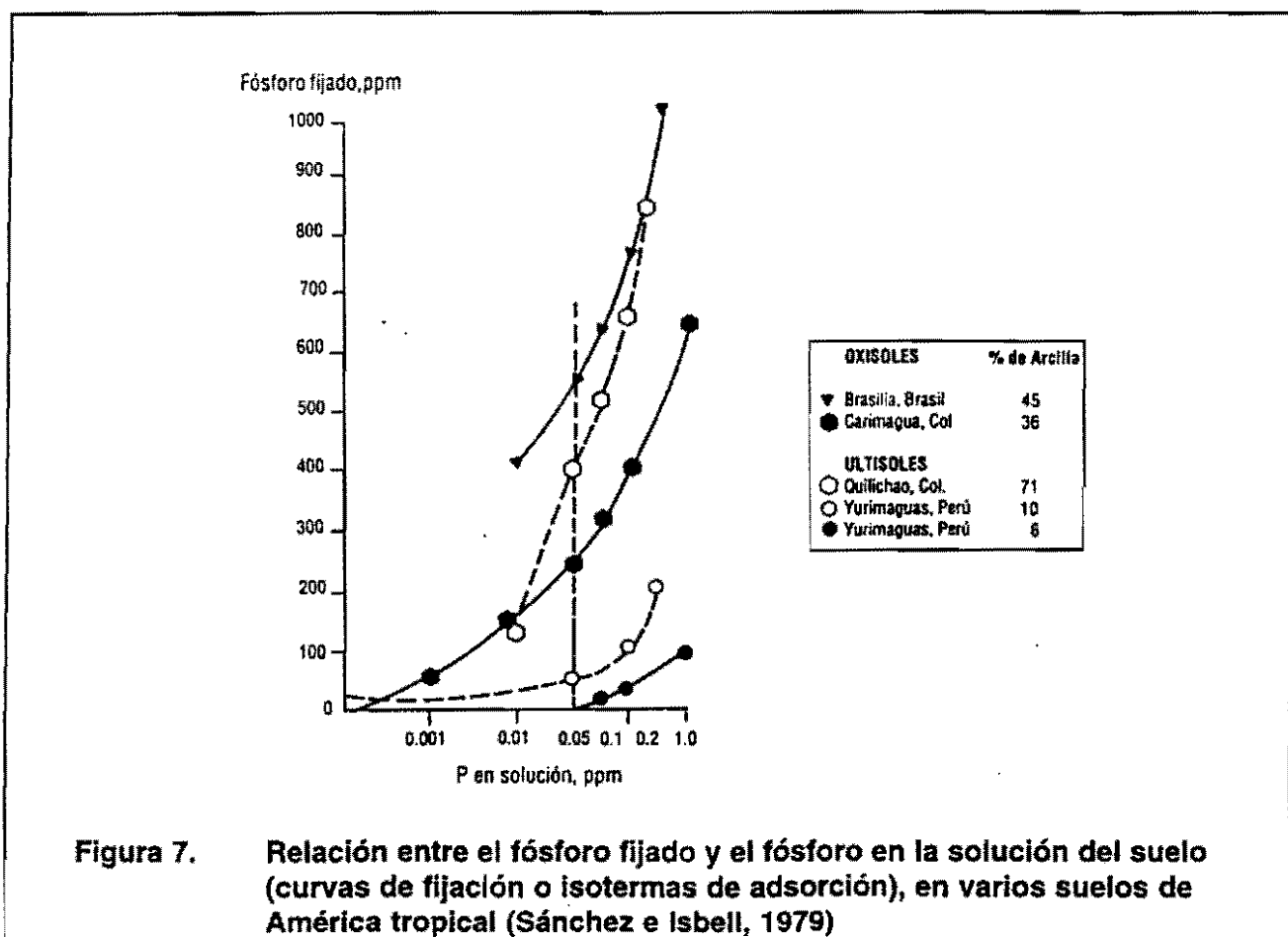


Figura 7. Relación entre el fósforo fijado y el fósforo en la solución del suelo (curvas de fijación o isotermas de adsorción), en varios suelos de América tropical (Sánchez e Isbell, 1979)

- **Nitrógeno.** La mayoría de los suelos cultivados en el trópico son deficientes en nitrógeno, con excepción de aquéllos en los cuales la vegetación se taló recientemente. Aunque el contenido de este nutrimento asociado con la materia orgánica es

relativamente alto en el trópico, su disponibilidad está regulada por los procesos de mineralización. Si el nitrógeno no se utiliza rápidamente por las plantas, se inmoviliza o se pierde por lixiviación (Figura 8).

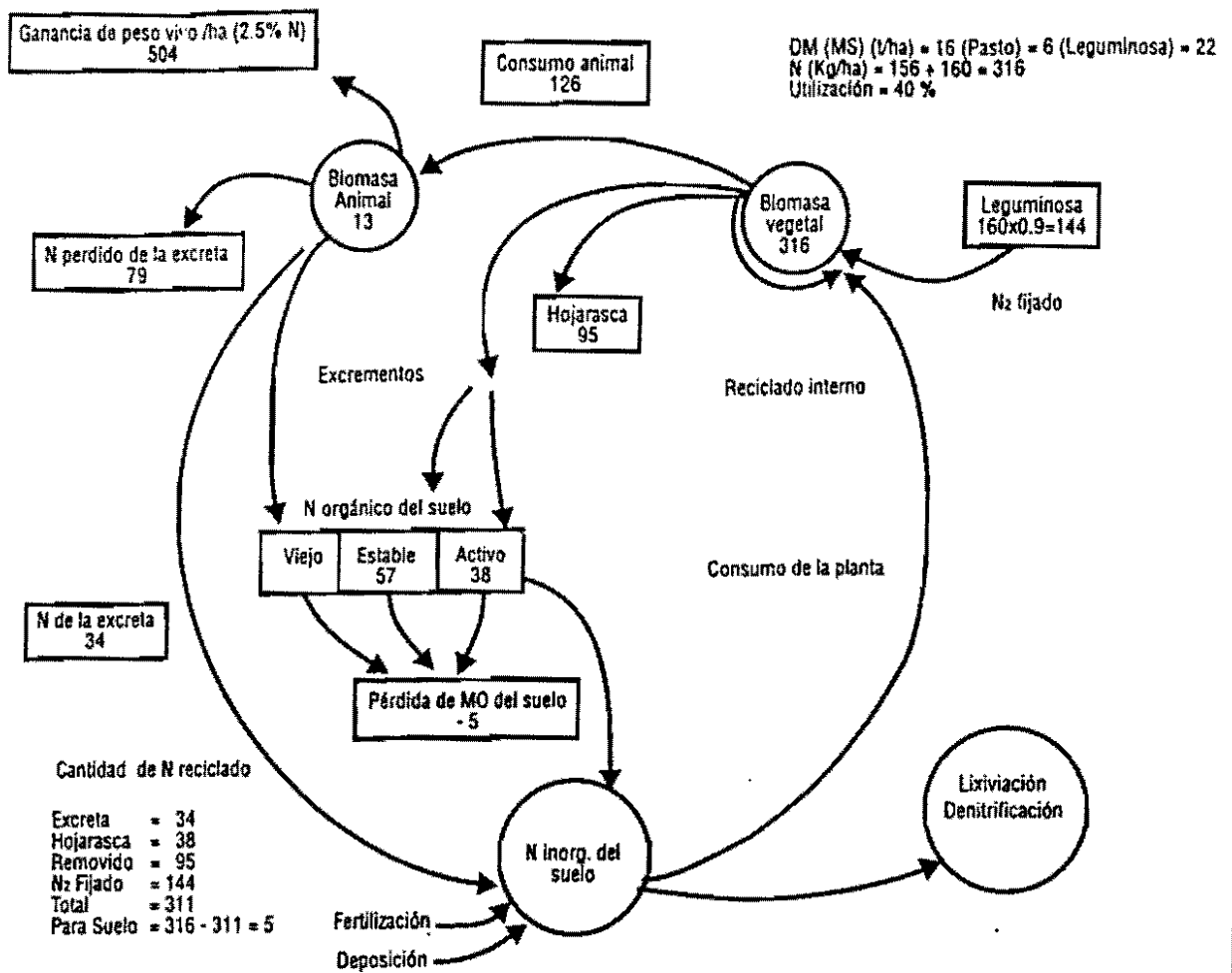


Figura 8. Ciclo anual del nitrógeno en pasturas *Brachiachia decumbens* - *Arachis pintoi*, Carimagua, Colombia. (MS = materia seca; MO = materia orgánica)
 Fuente: Thomas *et al.*, 1992.

- **Calcio, magnesio y potasio.** En zonas con altas precipitaciones, los Oxisoles de sabanas tienen baja capacidad de retención de calcio, magnesio y potasio. En muchos de estos suelos, la disponibilidad de estos nutrientes para las plantas son inferiores a 0.4, 0.2 y 0.08 meq/100 g de suelo respectivamente, los cuales están por debajo de los niveles críticos para el establecimiento de gramíneas y leguminosas forrajeras.
 - **Azufre.** A pesar de la baja disponibilidad del azufre (< 12 ppm) en estos suelos, raras veces se ha informado de su deficiencia.
 - **Micronutrientes.** Los contenidos de zinc, cobre, boro y molibdeno son generalmente bajos en suelos ácidos. Sin embargo, a
- Esto puede explicarse por los bajos requerimientos de las especies forrajeras nativas e introducidas, por la aplicación de fertilizantes fosfóricos como el superfosfato simple y porque el azufre lixiviado de la capa arable es retenido en el subsuelo. El resto del azufre presente en el suelo se encuentra en forma orgánica y su disponibilidad para las plantas depende de la mineralización.

excepción del molibdeno, la disponibilidad de los demás se favorece por la acidez de los suelos en la región; sin embargo, el zinc suele ser limitante en suelos arenosos con bajo contenido de materia orgánica para el establecimiento de gramíneas y leguminosas forrajeras que reciban aplicaciones altas de fósforo y cal.

- **Toxicidad de aluminio y de manganeso.**

La toxicidad del aluminio es uno de las mayores limitantes para el desarrollo de varias especies forrajeras en los suelos ácidos. Un rango bajo de pH (4.5 a 5.5) y altos niveles de saturación de este elemento (60% o más) ayudan al incremento de su concentración en la solución del suelo, y reducen el crecimiento aéreo y radicular de muchas plantas. Estudios a nivel celular muestran que el aluminio inhibe la división celular y la síntesis de DNA en los meristemas apicales de las raíces. Por lo tanto, éstas no crecen y son ineficientes para absorber agua y nutrimentos.

Otro factor limitante en el desarrollo de las plantas forrajeras en suelos ácidos es la toxicidad del manganeso. El efecto tóxico de éste ocurre en suelos inundados o compactados en rangos de pH similares a los que favorecen la toxicidad del aluminio. Un exceso de manganeso en el suelo produce su acumulación en la parte aérea de las plantas, especialmente en las hojas jóvenes.

Factores climáticos

El clima de la Orinoquía colombiana depende fundamentalmente del sistema de circulación atmosférica intertropical, dominado por las condiciones de clima del hemisferio norte; la sequía orinocense coincide con el tiempo frío del hemisferio norte y con el verano térmico del hemisferio sur, y las máximas precipitaciones coinciden con el invierno térmico de hemisferio sur y la posición zenital del sol sobre el Trópico de Cáncer.

La Llanura oriental colombiana (Orinoquía-Amazonía) es afectada por el desplazamiento

periódico de la Zona de Convergencia Intertropical, faja ecuatorial de convergencia de los dos sistemas zonales de circulación aérea tropical, comúnmente conocidos como "trade winds" —vientos alisios del NE y alisios del SE— generados en las zonas de alta presión subtropicales del Océano Atlántico. Los alisios del NE que afectan la Orinoquía tienen su origen primario en la gigantesca área permanente de alta presión subtropical norteña del Océano Atlántico, alrededor de las islas Azores. Este sistema alcanza su máxima extensión hacia el sur a fines y principios de año, cuando el sol se encuentra en su máxima posición sur, o sea, hacia el Trópico de Capricornio.

Los alisios del SE que afectan la Orinoquía tienen su origen primario en la enorme área permanente de alta presión del Atlántico subtropical sureño, alrededor de la isla Tristán da Cunha en Brasil. Este sistema alcanza su máxima penetración superficial hacia el norte a mediados de año —cuando el sol se halla en su máxima posición norte, o sea, hacia el Trópico de Cáncer— y causa el "veranillo" de agosto.

La velocidad del viento depende, en primer lugar, de los cambios de tiempo a través del año y, en segundo lugar, del ciclo diario de la energía. Así, el tiempo seco y soleado está ligado al desplazamiento superficial de los alisios NE; el tiempo lluvioso y nublado favorece las condiciones de calma. De otro lado, el promedio más alto de la velocidad del viento ocurre en las horas de máxima temperatura; en la madrugada, en todo tiempo, hay tendencias a la calma.

Los alisios del NE son, en consecuencia, dominantes en la Orinoquía colombiana y ocasionan las condiciones regionales de clima seco, limitando el uso de los forrajes durante los períodos de sequía.

El clima orinocense es modificado por la Masa Ecuatorial del Norte (MEN) y por la Masa Ecuatorial Continental (MEC). La transición entre selva amazónica y sabana orinocense

recibe la influencia de la MEC. El régimen de lluvias en la Orinoquía típica es afectada por la MEN.

- **Radiación solar.** El clima es una consecuencia del balance de la energía terrestre. Cada zona latitudinal recibe una cantidad de energía constante a través del año. En las zonas ecuatoriales, la nubosidad es el factor que más interfiere la recepción de la energía en la superficie terrestre. Esta energía influye directamente en el desarrollo de las plantas mediante su efecto en la fotosíntesis, y otros compuestos relacionados con las estructuras de las plantas y su crecimiento.

Por consiguiente, en el trópico el potencial de producción de biomasa de las plantas es directamente proporcional a la intercepción de la energía y a las características de las plantas, así: (1) algunas plantas pueden utilizar la radiación solar durante todo el año, aún en los períodos secos, (2) otro grupo de plantas pueden utilizar la radiación solar únicamente durante la época de lluvias, cuando la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial. Si se asume que la relación evapotranspiración potencial/radiación solar es de 0.0098 mm de agua/Py, la eficiencia fotosintética para convertir la energía solar en energía química es del 2%, y la energía de combustión de la materia seca es de 4 Kcal/g, el potencial estimado de producción de materia seca en estas condiciones de radiación solar es de 112 t/ha por año en plantas que no son afectadas por la época seca, y de 49 t/ha por año en el caso contrario. Este ejemplo indica que es necesario implementar tecnologías compatibles con el clima, que permitan aprovechar el máximo potencial de la radiación solar.

- **Temperatura.** En los trópicos húmedos las temperaturas diarias promedio raramente alcanzan los 35 °C y las temperaturas foliares tampoco sobrepasan por mucho los 40 °C. Por esta razón, el estrés térmico a

altas temperaturas por sí solo, posiblemente tenga escasa importancia. Resulta difícil discutir los efectos de las altas temperaturas ya que una combinación de factores puede contribuir a causar los daños observados. A menudo también se encuentran involucrados los efectos del estrés hídrico.

La fotosíntesis es inhibida por las altas temperaturas debido fundamentalmente a alteraciones en el sistema fotosintético II y a la inactivación de varias enzimas que actúan en las rutas metabólicas de la fijación de carbono. Un aumento paralelo en las tasas de respiración y fotorespiración resulta en considerables disminuciones en la fotosíntesis neta.

En general, la ultraestructura celular es alterada y la síntesis de RNA es inhibida por el shock térmico. Las altas temperaturas que ocurren en la superficie del suelo inhiben la germinación y crecimiento de las plántulas. Por otra parte, las altas temperaturas asociadas a la sequía disminuyen la fertilidad de los granos de polen (Jones, 1985). En *Andropogon gayanus* el desarrollo fenológico resulta acelerado por las altas temperaturas y la digestibilidad in vitro de las gramíneas C₄ disminuye. Esto último ha sido atribuido al aumento en el porcentaje de carbohidratos estructurales y de tallos causado, posiblemente, por el desarrollo fisiológico más acelerado que ocurre a altas temperaturas, sin embargo, el papel de la sequía y la anatomía asociados a las plantas C₄ también juegan un papel importante en la reducción de la digestibilidad. Los daños causados por las altas temperaturas dependen también de la intensidad y duración del estrés térmico. Bajo ciertas condiciones los daños pueden ser debidos a la disfunción metabólica de las reacciones o inactivación de enzimas. Bajo otras condiciones pueden ocurrir alteraciones en las membranas y bajo condiciones externas ocurre la desnaturalización de las proteínas.

La estrategia de escape a las altas temperaturas es característica de las plantas anuales. La evasión se realiza a través de las características

morfoanatómicas y procesos fisiológicos que disminuyen la carga radiacional sobre la planta y/o disipan efectivamente la energía absorbida. Entre los primeros están el tamaño reducido y la disección de las hojas que disminuyen el espesor de la capa limitante y facilitan la convección. Variación en los ángulos y movimientos foliares minimizan la incidencia de la radiación solar, mientras que el recubrimiento de las hojas con caras y pubescencia aumenta el coeficiente de reflectancia foliar.

Cuando la disponibilidad de agua es adecuada, la transpiración reduce la temperatura foliar efectivamente. Esta, sin embargo, no es la situación más común ya que las altas temperaturas van usualmente acompañadas de déficits hídricos.

La tolerancia a las altas temperaturas también se ha asociado con la presencia de isoenzimas que se diferencian en su termoestabilidad y muestran picos de actividad a temperaturas crecientes. Es importante destacar que la tolerancia a las altas temperaturas no es

constante y varía con el estado de desarrollo y la edad de los órganos considerados, exhibiendo variaciones tanto estacionales como diarias.

- **Precipitación.** Es el fenómeno meteorológico más variable y más limitante para la producción de cultivos y pasturas. La distribución de la precipitación en el C. I. Carimagua aparece en la Figura 9, e indica que los sistemas agropecuarios están limitados por intensas lluvias que inundan amplias áreas entre junio y agosto, y por períodos de sequía que ocurren entre diciembre y abril. En consecuencia, las pasturas están sujetas a estos cambios que afectan su producción y la nutrición de los animales.

La construcción o adecuación de estanques, lagos o embalses, aprovechando las partes cóncavas en las diferentes unidades de suelos que permiten almacenar el agua, ayudan a disminuir los efectos de la época seca. En estas condiciones el agrosistema regional con potreros arborizados son una alternativa viable.

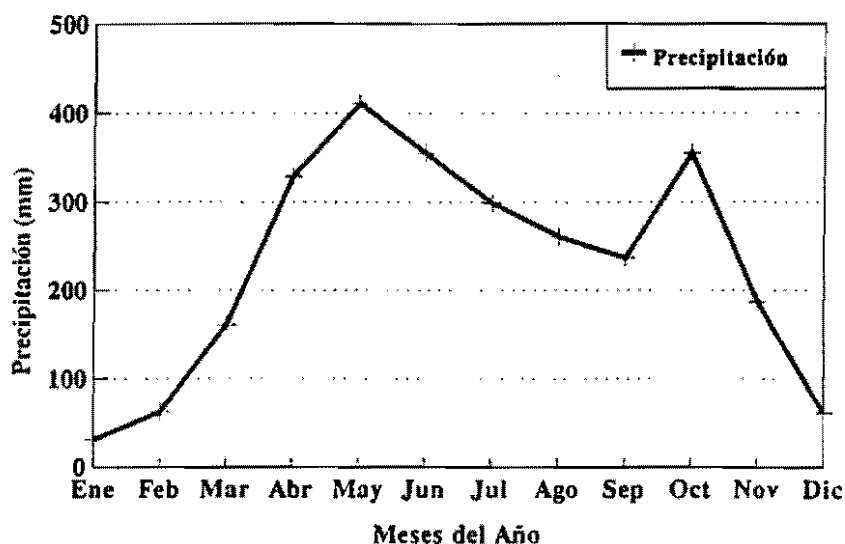


Figura 9. Distribución de la precipitación en el Centro Nacional de Investigaciones ICA-La Libertad, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

En los suelos de este ecosistema, los nutrientes de la fase orgánica pueden ser lixiviados por la precipitación, inclusive las arcillas y los limos —las partículas más finas de la fase mineral del suelo— pueden ser lixiviadas en forma severa, de tal forma que en el primer horizonte del suelo sólo quedan la grava y la arena.

- **Humedad.** La humedad relativa diaria es inversa a la temperatura. Los valores más bajos de humedad relativa corresponden a la época seca, y los mayores a la época lluviosa. La humedad atmosférica es el resultado del macroclima o sistema de circulación atmosférica intertropical (advección); a la vez, en el microclima el factor determinante de la humedad atmosférica es la circulación atmosférica local (convección).

Vegetación

La sabana es el producto de la secular intervención del fuego sobre el ecotono o proyección de la selva amazónica hacia la Orinoquía. El sotobosque herbáceo y arbustivo de las cejas de monte de los "bajos" orinocenses está compuesto por especies vegetales comunes al sotobosque del Vaupés, del Apoporis... El estrato arbóreo de las matas de monte orinocenses contiene especies amazónicas (el moriche llanero, la especie más fácilmente identificable, equivale a la canangucha amazónica, por ejemplo).

El fuego convierte la biomasa vegetal en humo, cenizas y energía. La práctica consuetudinaria e indiscriminada de usar el fuego en las sabanas constituye una vía segura hacia la desertización.

Piedemonte Llanero

En este ecosistema las variaciones de topografía, la disponibilidad de agua y la fertilidad de los suelos determinan zonas o unidades con suelo potencial variable para el establecimiento y la persistencia de las pasturas. En las áreas de menor potencial

(Oxisoles), los factores más limitativos son nutricionales debido a la baja fertilidad de estos suelos.

Factores edáficos

- **Fósforo.** Este nutriente es importante en el establecimiento y persistencia de las gramíneas y las leguminosas. La deficiencia de fósforo en las plantas forrajeras se manifiesta por un crecimiento lento, hojas pequeñas y caída prematura, crecimiento radicular pobre y, consecuentemente, sensibles a la sequía. En las leguminosas se reduce el número de nódulos y su eficiencia en la fijación de nitrógeno.

La aplicación de cantidades adecuadas de fósforo es importante para la implantación de pasturas. Existen diferencias entre especies y ecotipos en relación con su tolerancia a bajos niveles de fósforo disponible en el suelo (Cuadro 12).

Para alcanzar un buen aprovechamiento del fósforo, se debe considerar la solubilidad de las fuentes y el método de aplicación de los fertilizantes. En Brasil, por ejemplo, se encontró que en suelos con pH 4.3 y deficientes en fósforo, las rocas fosfóricas presentan igual solubilidad que los superfosfatos; pero cuando el suelo se encala y su pH se incrementó a 5.4, la roca disminuyó su solubilidad y, por lo tanto, su eficiencia.

Por otra parte, la respuesta de las especies forrajeras a los métodos de aplicación es variable; *Brachiaria decumbens*, *Paspalum plicatulum* y *Melinis minutiflora* se establecieron mejor cuando el fertilizante fosfatado se aplicó en franjas, mientras que *Panicum maximum* y *Andropogon gayanus* se establecieron mejor cuando el fósforo se aplicó a voleo. En general, en Oxisoles y Ultisoles tropicales se recomienda aplicar 30 kg/ha de fósforo cada año al inicio de las lluvias para el mantenimiento de las pasturas.

Cuadro 12. Requerimientos de fósforo en la fertilización y niveles óptimos de ese nutrimento, en el establecimiento de varias especies forrajeras, en un Oxisol de Carimagua, Colombia

Especie	Accesión CIAT No.	Fósforo (kg/ha)	Nivel óptimo en el tejido (%)
<u>Gramíneas</u>			
<i>A. gayanus</i>	621	20	0.10
<i>B. humidicola</i>	679	10	0.08
<i>B. decumbens</i>	606	20	0.08
<i>B. dictyoneura</i>	--	20	0.08
<i>B. brizantha</i>	665	20	0.09
<u>Leguminosas</u>			
<i>D. ovalifolium</i>	350	20	0.10
<i>P. phaseoloides</i>	9900	20	0.22
<i>S. capitata</i>	1019	20	0.11
<i>C. macrocarpum</i>	5065	10	0.16
<i>C. gyroides</i>	3001	35	0.17
<i>A. pintoii</i>	--	0.18	--

Fuente: Ayarza, M.A. *et al.*, 1988.

- **Nitrógeno.** Las gramíneas forrajeras tropicales son de ciclo C_4 y presentan alta capacidad fotosintética, usan eficientemente el agua y responden a las aplicaciones de nitrógeno. La deficiencia de nitrógeno en el suelo se manifiesta en las pasturas con un crecimiento lento y una baja concentración de proteína. Las leguminosas también presentan requerimientos por nitrógeno. Sin embargo, pueden fijar este nutrimento del aire a través de la simbiosis con rizobios presentes en los nódulos de sus raíces.

En el Piedemonte llanero no se recomienda aplicar nitrógeno en el establecimiento de las pasturas, ya que en el suelo existe suficiente materia orgánica que con la descomposición y mineralización libera nitrógeno para las plántulas. En pasturas desarrolladas, la aplicación de nitrógeno debe hacerse al inicio de las lluvias y cuando éstas no sean intensas para evitar las pérdidas de los fertilizantes por lixiviación.

- **Potasio.** Pasturas de gramíneas y leguminosas deficientes en potasio en general son poco desarrolladas, las hojas viejas presentan clorosis en el ápice, necrosis y defoliación, y los tallos son raquíuticos y poco resistentes al volcamiento.

En suelos con baja disponibilidad de potasio, la reposición de este nutrimento a través de las heces y orina del ganado no es suficiente. En general, cuando el potasio disponible en el suelo es bajo (< 0.10 meq/100 g) se deben aplicar entre 10 y 20 kg/ha de este nutrimento para el establecimiento de pasturas. Cuando el potasio intercambiable es mayor de 0.15 meq/100 g, no es necesario fertilizar con potasio al establecimiento.

- **Calcio y tolerancia a la acidez.** Las especies forrajeras varían en relación con sus necesidades de calcio; algunas como alfalfa (*Medicago sativa*) y la soya perenne

(*Glycine wightii*) entre las leguminosas; y pangola (*Digitaria decumbens*) y estrella (*Cynodon plectostachyus*) entre las gramíneas, requieren elevar la saturación de bases hasta 60%. Por el contrario, otras requieren sólo 40% de saturación de bases; entre éstas se encuentran especies de las leguminosas *Centrosema*, *Desmodium*, *Galactia*, *Calopogonium*, *Pueraria phaseoloides* y *Stylosanthes* y las gramíneas del género *Brachiaria*.

La aplicación de cal debe hacerse en forma incorporada por lo menos 30 días antes de la siembra. En el caso de pasturas ya establecidas la aplicación debe hacerse a voleo al inicio de las lluvias.

Factores climáticos

Los factores de clima del Piedemonte llanero son: el sistema de circulación atmosférica intertropical, la latitud, la orografía y la interrelación de las superficies acuosas con las continentales.

- **Circulación atmosférica.** Debido a su situación ecuatorial (entre 3° N y 5° N), del Piedemonte llanero está dentro de la zona de influencia de la circulación atmosférica tropical.

Esta circulación está conformada por los cinturones subtropicales de alta presión o sistemas zonales de circulación aérea tropical conocidos como vientos alisios del NE y alisios del SE; y por una franja de baja presión, entre los dos cinturones de alta presión, conocida como Zona de Convergencia Intertropical, cuyo desplazamiento latitudinal está sincronizado con el movimiento aparente del sol, con un retraso entre 5 y 6 semanas.

Durante el invierno térmico del hemisferio norte (diciembre a marzo), época en la que el sistema de circulación intertropical se encuentra en su posición más meridional, se origina un viento fuerte del flanco SO del anticiclón septentrional, que recibe el nombre de masa ecuatorial norte (mEn), o alisio del noreste. Esta masa de aire se encuentra

cargada de humedad en sus capas inferiores, pero por la acción de flujos divergentes cerca de la superficie, además de una subsidencia en las capas superiores, ocasiona una atmósfera estable. La influencia secante de estos vientos alisios del noreste es la responsable de las escasas lluvias en esta época del año, especialmente en el norte y noroeste del Piedemonte llanero, donde los vientos se comportan con más fuerzas debilitándose hacia el suroeste debido a la pérdida de estabilidad al encontrar la barrera montañosa andina.

Durante el invierno térmico del hemisferio sur (junio a septiembre), especialmente entre julio y agosto, el sistema de circulación intertropical se encuentra en su posición más septentrional, registrándose una mayor actividad del anticiclón meridional y de la masa ecuatorial continental (mEc). Los componentes aéreos del sureste y del sur son inestables hacia el norte en el Piedemonte llanero, donde se está bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical.

Por las condiciones anteriores, por su escasa diferencia latitudinal y por estar cerca a la barrera montañosa andina, el Piedemonte llanero presenta una mayor precipitación que otras regiones de la Orinoquía, con valores totales por año menos variables entre sitios que los observados en lugares más retirados de la cordillera, como son los de la Altillanura plana colombiana.

- **Radiación solar.** El sol es la fuente primaria de la energía para los procesos naturales que ocurren en la superficie de la tierra. La producción de energía por el sol es constante, pero la cantidad que alcanza la superficie de la tierra es variable, debido a la interacción con la atmósfera. En el Piedemonte los días no son despejados; por el contrario, existe una alta concentración de nubes que afectan la incidencia de la radiación solar sobre la superficie terrestre.

Las horas de brillo solar o fotoperíodo en la subregión es inferior a 2000 horas/año y su distribución es variable para un mismo sitio a través del año, lo cual influye en la disponibilidad de la energía necesaria actuando en los procesos fotosintéticos y morfológicos de las plantas y microbiológicos en el suelo. El período de mayor brillo solar va desde diciembre a febrero.

- **Temperatura.** La temperatura media en el Piedemonte llanero varía entre 24 y 28°C, con pequeños cambios entre meses, por lo cual se clasifica como un régimen isohipertérmico, que favorece el normal desarrollo de las especies forrajeras tropicales que crecen en el agroecosistema.
- **Precipitación.** En el Piedemonte llanero, las pasturas están sometidas a estrés por falta de agua en alguna época del año, lo que afecta su potencial de producción. Pero también se presentan épocas de exceso de lluvias produciendo inundaciones y encharcamiento temporal que pueden interferir en la producción de forraje.

El estrés por falta o por exceso de agua no depende de la precipitación total anual, sino de su distribución a lo largo del año y de su relación con la evaporación, las características del suelo y el patrón de enraizamiento de cada especie forrajera.

Los registros de 24 años de precipitación en el Piedemonte llanero indican que en la estación del Aeropuerto de Vanguardia en Villavicencio, ubicada en un abanico aluvial antiguo cerca a la cordillera, la precipitación promedio anual es de 4096 mm/año, siendo enero y febrero los meses con menor precipitación (61 y 113 mm, respectivamente), y abril, mayo, junio y julio los meses más lluviosos (461, 605, 498 y 524 mm, respectivamente); mientras que en el CNI. ICA-La Libertad, ubicado en terraza aluvial media a 50 km de la cordillera, la precipitación anual es de 2889 mm, siendo también enero y febrero los meses más secos, y el período de abril a julio el más lluvioso.

En el C.I. ICA-Carimagua (localizado en la Altillanura plana colombiana), la precipitación, promedio anual, es de 2344 mm, lo que indica que es 1207 mm inferior a la de Villavicencio y 545 menor a la del CNI. La Libertad. Estas diferencias sugieren que mucha parte de la precipitación en el Piedemonte es de origen orográfico.

Por los datos anteriores se puede decir que en la subregión, la actividad pecuaria se desarrolla de acuerdo con los diferentes ciclos climáticos. Durante la época de máxima precipitación hay disminución de la disponibilidad de forraje y, consecuentemente, menor producción de carne y leche. En la época de menor precipitación (enero y febrero), las pasturas ubicadas en las áreas onduladas (mesas) presentan estrés por falta de agua, especialmente *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *Andropogon gayanus*.

Piedemonte del Caquetá

Factores edáficos

Existen algunos factores topográficos, físicos, químicos y biológicos del suelo que limitan el establecimiento, desarrollo y manejo de las pasturas en las diferentes unidades del suelo intervenidas en el Caquetá. El relieve ondulado de la mayoría de los suelos es una restricción importante para el establecimiento y el manejo de las pasturas, ya que favorece la erosión y limita las prácticas de preparación del suelo, control de malezas, plagas y enfermedades.

Las texturas finas (arcillo-limoso), dominantes en la mayoría de las unidades de los suelos del Caquetá, junto con la alta densidad aparente, la estructura poco desarrollada y con tendencia a su masificación por el pisoteo de los animales, ocasionan en la época lluviosa serios problemas de compactación y mal drenaje de los suelos. Lo anterior trae como consecuencia un mal desarrollo de la mayoría de las especies forrajeras, especialmente de las leguminosas. Por el contrario, en la época de mínima precipitación

los suelos más compactados (Ultisoles de las superficies más onduladas) son los primeros que presentan déficit hídrico por su menor retención de humedad aprovechable. Probablemente, estas limitaciones físicas han sido la mayor causa para la degradación de las pasturas en diferentes zonas del Caquetá.

La naturaleza relativamente pobre del material parental y el lavado permanente de los elementos esenciales como consecuencia de los altos regímenes de precipitación, son los factores químicos que determinan el bajo nivel de fertilidad natural de la mayoría de los suelos amazónicos, reflejado por el bajo suministro de nutrientes de las plantas. De otra parte, las altas temperaturas y la gran actividad biológica aceleran la mineralización de la materia orgánica y favorecen la pérdida de nutrientes de la fase orgánica del suelo por fijación y/o lixiviación, evitando así su almacenamiento. Aunque la mayoría de los macronutrientes disponibles en los suelos son deficientes, el Ca, Mg y K presentan los valores más críticos, especialmente en los llanos del Yarí, donde no es posible establecer *Brachiaria decumbens*, y menos desarrollar algún tipo de agricultura. Allí sólo se encuentran pasturas nativas de los géneros *Trachipogon*, *Axonopus*, *Paspalum*, y *Leptocoryphyum*, las cuales crecen en matorros, con un bajo porcentaje de cobertura del suelo.

El Al y el Mn de los suelos del Piedemonte presentan altas concentraciones en los suelos con pasturas. *Brachiaria decumbens* es tolerante a altas concentraciones de Al y puede acumular hasta 1000 ppm en sus tejidos sin que aparentemente se afecte su metabolismo; por el contrario, *Paspalum plicatum*, *Arachis pintoi*, *Desmodium heterocarpon* y *D. ovalifolium*, acumulan menos de 200 ppm de este elemento, lo cual podría interpretarse como indicio de menor tolerancia a excesivas concentraciones de Mn, *Paspalum plicatum* presenta concentraciones de este elemento hasta de 350 ppm, mientras que *B. decumbens*,

A. pintoi, *D. heterocarpon* y *D. ovalifolium* acumulan cantidades menores.

La mineralización del carbono del suelo es mayor bajo pastura de *B. decumbens*, intermedia bajo bosque natural y menor bajo guaduilla (*Homolepis aturensis*). No así la mineralización del N que es mayor en el bosque, mientras que *B. decumbens* presenta apenas el 50% del amonio que se presenta en vegetación de bosque y los nitratos son casi nulos. A pesar de que el promedio de pH en el suelo bajo bosque (3.6) y en pastura (4.6) no afectan la actividad de las bacterias nitrificantes responsables de este proceso.

Factores Climáticos

Los factores que influyen en el clima de la subregión amazónica son la latitud, la orografía, los procesos de circulación atmosférica y la interrelación de las superficies acuosas con las continentales.

- **Radiación solar.** En el trópico, los niveles de radiación solar generalmente son suficientes para el desarrollo y la producción de la mayoría de las especies forrajeras; sin embargo, en las épocas de máximas lluvias, cuando hay alta nubosidad, la radiación solar es baja, y se presenta una disminución en la tasa de crecimiento de algunas especies tanto gramíneas como leguminosas, pero también se presentan épocas con alta radiación, obteniéndose mayores tasas de crecimiento y producción de materia seca, siendo aconsejable la siembra de árboles en sistemas silvopastoriles para evitar el estrés de los bovinos por insolación, lo cual es una de las causas de disminución en la productividad en los hatos de la subregión.
- **Temperatura.** En los trópicos, las temperaturas relativamente altas durante todo el año favorecen el establecimiento de pasturas con altos rendimientos de materia seca. En forrajes tropicales, el estrés debido a las temperaturas bajas es más frecuente que el debido a las temperaturas

altas. La temperatura influye sobre la calidad nutritiva de las pasturas tropicales, al acelerar el desarrollo de las plantas y conducir a un incremento de la proporción de pared celular y de su lignificación, disminuyendo, en parte, la digestibilidad y la utilización por el animal.

- **Precipitación.** Al igual que en la subregión del Piedemonte llanero, en el Piedemonte amazónico las pasturas están sometidas a estrés por falta de agua en alguna época del año, lo que afecta su potencial de producción. Igualmente, se presentan épocas de exceso de lluvias produciendo inundaciones y encharcamiento temporal que pueden interferir la producción de forraje.

El estrés por falta o por exceso de agua no depende del total de la precipitación total anual, sino de su distribución a lo largo del año y de su relación con la evaporación, las características del suelo y el patrón de enraizamiento de cada especie forrajera. El

comportamiento del régimen de lluvias afecta las actividades agropecuarias en la subregión. La Figura 10 ilustra la tendencia de la producción de forraje y leche a través del año de acuerdo con los ciclos de precipitación. La reducción en la producción, tanto de forraje como de leche, se observa en la época de mayor precipitación.

Cuando la precipitación es superior a 350 mm/mes, el exceso de agua causa un detrimento en las pasturas, principalmente en las áreas inundables. Además, en estas épocas ocurre la mayor erosión por las lluvias, de tal manera que el empleo de cargas altas, principalmente en las pasturas situadas en los suelos de colinas, producen graves problemas de erosión. En las épocas de menor precipitación (menos de 100 mm), las pasturas en las áreas onduladas presentan estrés por falta de agua, especialmente las formadas por especies nativas (*Paspalum spp.*) y, en menor grado, las que tienen pastos introducidos como *B. decumbens* y *B. humidicola*.

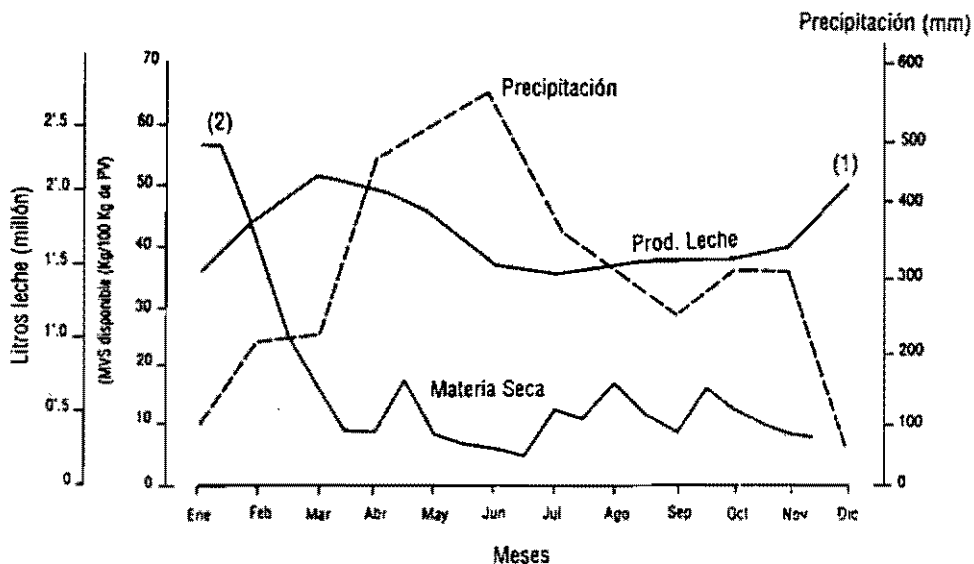


Figura 10. Relación entre la precipitación pluvial, la disponibilidad de forraje y la producción de leche a través del año. Piedemonte del Caquetá, Colombia
Fuente: Escobar y Segura, 1992

Resumen de la Secuencia

En la **Altilanura Plana**, las condiciones físicas y químicas limitan el establecimiento, el manejo y utilización de pasturas. En los Oxisoles las limitaciones físicas principales son la baja retención de agua aprovechable, la alta susceptibilidad a la compactación y a la erosión. Entre las limitaciones químicas, se pueden mencionar las bajas concentraciones de fósforo disponible (< 5 ppm) y de bases intercambiables (< 30% de saturación); el alto porcentaje de aluminio intercambiable y manganeso; sin embargo, la selección de especies forrajeras tolerantes adoptadas a estas condiciones ha hecho posible el desarrollo sostenible de explotaciones ganaderas de esta subregión. En relación con los factores de clima, la época seca de 4 a 6 meses de duración es el mayor limitante de los sistemas de producción.

En el **Piedemonte Llanero**, las variaciones topográficas, la disponibilidad de agua y la fertilidad de los suelos determinan los sitios o unidades de suelos con mayor o menor potencial para el establecimiento y producción de pasturas. En las áreas de menor potencial, generalmente Osixoles, la deficiencia de nutrimentos es el factor más limitante para el desarrollo de las pasturas.

El fósforo es el elemento más importante para el establecimiento y producción de las gramíneas y las leguminosas adaptadas a condiciones de los suelos predominantes en el Piedemonte Llanero. Para el mantenimiento y recuperación de pasturas se recomienda aplicar este nutrimento cuando su contenido en el suelo es inferior.

El nitrógeno es esencial para el mantenimiento y recuperación de las gramíneas, y su deficiencia se manifiesta por un lento crecimiento y una baja concentración de proteína en los tejidos.

En cuanto al calcio aprovechable y los requerimientos de este nutrimento y la

tolerancia a la acidez varía de acuerdo con las especies; en general, las especies seleccionadas para este ecosistema requieren la aplicación de calcio y magnesio en cantidades suficientes para satisfacer sus requerimientos y no como correctivos del suelo.

El clima del Piedemonte Llanero está determinado por el sistema de circulación atmosférica intertropical, la orografía y la interrelación de las superficies acuosas con las continentales. El brillo solar es afectado por la alta nubosidad debido a su cercanía a la cordillera. La temperatura fluctúa entre 24 y 28°C y su variación es muy pequeña entre años, definiendo un régimen isohipertérmico que favorece el desarrollo de las plantas forrajeras tropicales.

La actividad pecuaria (carne y/o leche) en el Piedemonte Llanero es afectada por los factores climáticos, especialmente por la precipitación. Durante la época de máxima precipitación (abril a julio) hay una disminución del forraje disponible y, consecuentemente, una menor producción de carne y leche, debido a la menor radiación solar, mayor saturación de humedad, y menor aireación en la zona radicular. Lo anterior indica que en este período es necesario suplementar la alimentación de los animales. Para la época de menor precipitación entre diciembre y febrero, las pasturas ubicadas en las áreas onduladas presentan evidencia de estrés por deficiencia de agua.

En el **Piedemonte del Caquetá**, la mayor proporción de pasturas se encuentra en las zonas de topografía ondulada (colinas con pendientes mayores de 15% y suelos superficiales), cuyo nivel de fertilidad es bajo, con dominancia de suelos pesados susceptibles a la erosión hídrica, a la compactación y al mal drenaje, lo cual afecta la sostenibilidad del agroecosistema y favorece la degradación de las pasturas y de los suelos.

Las áreas mecanizables presentan un mayor potencial para la producción de pasturas. En general, los sitios de nacimiento de agua, áreas con pendientes mayores de 25% y los bordes de quebradas y ríos deben protegerse de la acción de la maquinaria.

La época de establecimiento y de aplicación de prácticas de manejo de pasturas están determinadas por la distribución de las lluvias. La radiación solar en la zona es menor de 2000 horas, factor que inhibe la floración y

producción de semilla de varias especies forrajeras, circunstancia que limita la expansión y supervivencia de las pasturas. Por otra parte, las especies arbóreas son una alternativa para atenuar la insolación de los animales en las épocas de máxima radiación solar, para aumentar la producción de biomasa que puede complementar la nutrición animal para la conservación de suelos y el reciclado de nutrientes y, en general, para alcanzar un sistema de producción silvopastoril sostenible.

Anexos

Página

Anexo 1.	Guía para Descripción de Suelos.....	54
Anexo 2.	Bibliografía	61
Anexo 3.	Copia de las Transparencias del Instructor.....	66

Anexo 1. Guía para Descripción de Suelos

Guía para Describir Algunas Características de los Suelos

Relieve

Para describir el relieve serán usadas las siguientes clases (Figura A1.1).

- **Plano.** Superficie topográfica horizontal, donde el desnivel es pequeño, pendiente $>3\%$.
- **Suave ondulado.** Superficie topográfica un poco inclinada, constituida por un conjunto de colinas (elevaciones de altitudes relativas del orden de 50 a 100 m respectivamente), presentando pendientes suaves de 3 a 8%.
- **Ondulado.** Superficie topográfica inclinada, constituida por un conjunto de colinas, presentando declives acentuados, entre 8 y 20%.
- **Fuerte ondulado.** Superficie topográfica, conformada por cerros (elevaciones de 100 a 200 m de altitud relativa) con declives fuertes entre 20 y 45%.
- **Montañoso.** Superficie topográfica vigorosa, con predominio de formas accidentadas, usualmente constituidas por cerros, montañas y macizos y lineamientos montañosos, presentando desniveles relativamente grandes y pendientes fuertes de 45 a 75%.
- **Escarpado.** Regiones o áreas con predominio de formas abruptas, tales como acantilados, vertientes muy fuertes de valles encajados, pendientes $>75\%$.

Rocosisidad

Se refiere a la proporción relativa de exposiciones rocosas afloramiento rocoso, capas delgadas de suelos sobre rocas o a

ocurrencia significativa de capas rocosas con más de 100 cm de diámetro.

Las clases de rocosidad enunciadas se pueden definir así:

- **No rocoso.** No hay ocurrencia de afloramientos de sustratos rocosos, si ocurren ocupan $<2\%$ de la superficie del suelo.
- **Ligeramente rocoso.** Los afloramientos son suficientes para interferir la capa arable del suelo, siendo entre tanto viable el cultivo entre las rocas. Los afloramientos se distancian de 30 a 100 m y ocupan el 2 al 10% de la superficie del terreno.
- **Moderadamente rocoso.** Los afloramientos son suficientes para implementar cultivos entre las rocas, siendo posible el uso de suelo en actividades ganaderas con pasturas naturales mejoradas. Los afloramientos se distancian de 10 a 30 m ocupando del 10 al 25% de la superficie del suelo.
- **Rocoso.** Los afloramientos son suficientes para tornar impracticable la mecanización. Suelos de esta clase pueden ser utilizados como áreas de preservación de la flora y fauna, las rocas se distancian de 3 a 10 m y cubren del 25 al 50% de la superficie del terreno.
- **Muy rocoso.** Los afloramientos rocosos o las manchas delgadas del suelo sobre las rocas se distancian a <3 m, cubriendo del 50 al 90% de la superficie. Los suelos son viables para bosques nativos.

Pedregosidad

Se refiere a la proporción relativa de cascajo (2 a 20 cm de diámetro) y piedra (20 a 100 cm de diámetro) sobre la superficie o mezclados con el suelo. Definiéndose las siguientes clases:

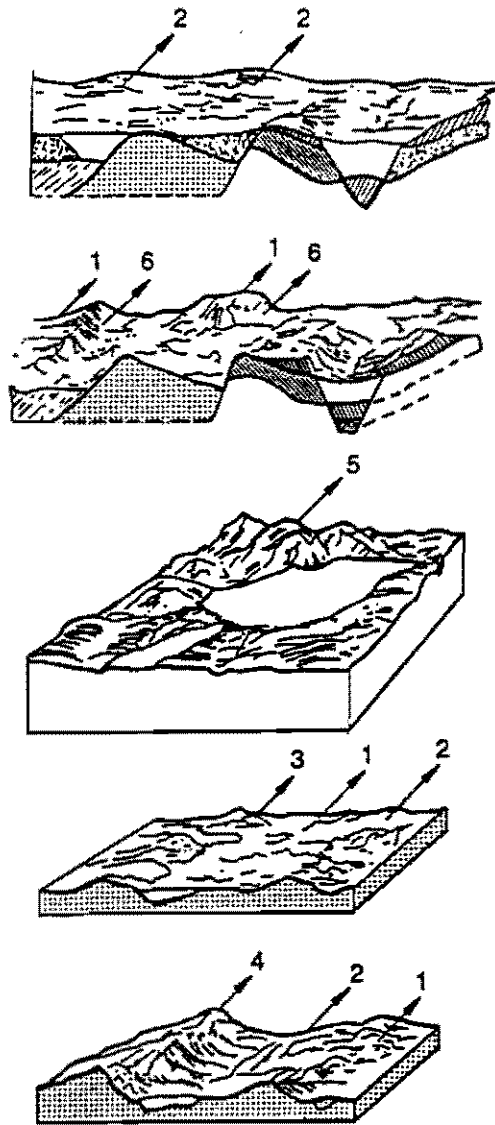


Figura A1.1. Descripción del relieve

1) Plano, 2) suave ondulado, 3) ondulado,
4) fuerte ondulado, 5) montañoso, 6) escarpado

- **No pedregoso.** Cuando no hay ocurrencia de cascajos o piedra o su ocurrencia es insignificante y no interfiere con la capa arable del suelo.
- **Ligeramente pedregoso.** Ocurrencia de cascajos o piedra esparcidos o mezclados con el suelo ocupando 0.01 a 0.1% de la masa o superficie, distanciados de 10 a 30 m, pudiendo interferir con la capa arable, sin embargo, son viables los cultivos en esas áreas.
- **Frecuentes.** Cuando las distancias entre ellos son inferiores ocupando por lo menos el 75% del área del terreno.

- **Muy frecuentes.** Cuando los surcos ocupan más del 75% del área del terreno.

Con relación a la profundidad pueden ser:

- **Superficiales.** Pueden ser desechos por las prácticas normales de preparación del suelo.
- **Rasos.** Pueden ser cruzados por tractores, pero los surcos no son desechos por las prácticas normales de preparación de suelo.
- **Profundos.** Presentan profundidades hasta 2 m y en general no pueden ser cruzados por maquinaria agrícola.
- **Muy profundos.** Presentan profundidad >2 m.

Otras partes deben ser citadas como desbarrancamiento, deslizamiento, erosión eólica, etc.

Para efectos de la evaluación de la erosión las descripciones consideradas según las siguientes clases:

- **No aparente.** El suelo no presenta señales perceptibles de erosión laminar o en surcos.
- **Ligera.** El suelo presenta menos del 25% del horizonte A o capa arable removida. Las áreas presentan surcos superficiales y ocasionales.
- **Moderada.** El suelo presenta del 25 al 75% del horizonte A removido en la parte superficial, puede presentar surcos rasos y la capa arable en general consiste en remanentes en el horizonte A y en algunos casos mezcla de los horizontes A y B.
- **Fuerte.** El suelo presenta más del 75% del suelo removido y el horizonte B puede presentar surcos profundos ocasionales y surcos rasos muy frecuentes.
- **Muy fuerte.** El suelo presenta el horizonte A completamente removido y el horizonte B afectado por frecuentes surcos profundos y ocasionales o surcos muy profundos.
- **Extremadamente fuerte.** El suelo presenta los horizontes A y B completamente

removidos y el horizonte C afectado por la ocurrencia de surcos muy profundos.

- **Moderadamente pedregosos.** Ocurrencia de cascajo y piedra ocupando 0.1 a 3% de la masa del suelo o de la superficie del terreno, distanciados de 1.5 a 10 m, siendo impracticable establecer cultivos entre las piedras, pero son aptos para el establecimiento de pasturas, si otras características son favorables.
- **Pedregoso.** Ocurrencia de cascajos y piedras ocupando del 3 al 15% de la masa del suelo o de la superficie del suelo, distanciados de 0.75 a 1.5 m siendo impracticable el uso de maquinaria. Suelos de esa clase pueden ser utilizados en áreas de preservación de fauna y flora.
- **Muy pedregoso.** Ocurrencia de cascajo y piedra ocupando del 15 al 50% de la masa del suelo o superficie del terreno, es impracticable el uso de cualquier clase de maquinaria o implemento agrícola manual. Suelos de esta clase son viables para bosques nativos.

Drenaje

Son usadas las siguientes clases:

- **Excesivamente drenado.** El agua es removida del suelo rápidamente, sea por excesiva porosidad o permeabilidad del material, o por efecto del declive, o por ambas causas. La humedad equivalente es siempre baja. Esto ocurre en suelos de arenas cuarzosas.
- **Fuertemente drenado.** El agua es removida rápidamente del perfil, teniendo la humedad equivalente un valor medio de manera general, inferior a 18 g de agua/100 g de suelo, los suelos son muy porosos de textura media y arenosos, en este grupo están algunos Oxisoles.
- **Acentadamente drenados.** El agua es removida rápidamente del perfil, siendo la unidad equivalente superior a 18 g de agua/100 g de suelo, normalmente su

textura es media arcillosa, pero siempre muy porosos y permeables. Como ejemplo típico pueden ser citados los Oxisoles.

- **Bien drenados.** El agua es removida del suelo con facilidad, comúnmente los suelos presentan textura arcillosa, normalmente la oxireducción se presenta en profundidad. Como ejemplo se pueden citar algunos Ultisoles y Vertisoles.
- **Moderadamente drenados.** El agua es removida del suelo lentamente, de modo que el perfil permanece drenado la mayor parte del tiempo. Los suelos presentan una capa de permeabilidad lenta entre los horizontes inferiores. El nivel freático afecta parte del horizonte B. Se presenta la oxireducción en la parte inferior de B y hay diferencia textural acentuada entre A y B. Como ejemplos de esta clase de suelos están algunos Ultisoles e Inceptisoles.
- **Imperfectamente drenados.** El agua es removida lentamente del suelo de modo que permanecen mojados por un período significativo. Suelos de esta clase generalmente presentan una capa de permeabilidad lenta en el horizonte B, nivel freático alto y adición de agua a través de la traslocación lateral o combinación de esas condiciones. Presentan problemas de oxireducción, debido a las características relacionadas al hidromorfismo. Como ejemplos podemos citar algunos Vertisoles.
- **Mal drenados.** El agua es removida tan lentamente que el suelo permanece mojado la mayor parte del tiempo. El nivel freático comúnmente está en la superficie o muy próximo de ella durante un período considerable del año. Las condiciones de mal drenaje son debidas al nivel freático, a capas impermeables en el perfil, a la adición de agua lateral o en general a la combinación de esas condiciones. Como ejemplo pueden ser citados los suelos hidromórficos.
- **Muy mal drenados.** El agua es removida del suelo tan lentamente que la superficie

permanece durante la mayor parte del año mojada. Suelos con drenajes de esta clase usualmente ocupan áreas planas o depresiones donde el agua se estanca. Son comunes las características de gleización y la acumulación por lo menos superficial de la materia orgánica. Como ejemplos típicos se pueden citar algunos suelos orgánicos.

Erosión

La erosión se refiere a la remoción de la parte superficial o subsuperficial del suelo, principalmente por la acción del agua y del viento. Se debe resaltar la exposición del suelo al escurrimiento superficial, como resultado de la deforestación incontrolada, pastoreo intensivo y manejo inadecuado del suelo.

Dos formas de erosión son consideradas:

- a. **Erosión laminar.** Se refiere al tipo de remoción más o menos uniforme del suelo de un área, sin el apareamiento de surcos en la superficie de ellas.
- b. **Erosión en surcos.** Es la remoción del suelo a través de surcos y canales formados por la concentración del escurrimiento superficial del agua. Se evidencia por la formación de surcos profundos como resultado del apareamiento de las cárcavas. Sus efectos son evaluados por su frecuencia y profundidad, los surcos pueden ser:
 - **Ocasionales.** Cuando las distancias entre ellos son superiores a 30 m.

Perfil de suelo

Las descripciones del suelo están constituidas por un requisito metódico de sus características, a través del examen del suelo bajo condiciones naturales. Se deben incluir la

identificación de los horizontes, su espesura, color, textura, estructura y otras características que se consideren relevantes.

Selección del sitio para la descripción

La escogencia del sitio ante todo debe ser representativa de la unidad de suelo que se desea identificar o mapear. La apertura de la calicata debe tener unas dimensiones adecuadas para el muestreo de los horizontes, debe ser bien iluminada para ver claramente el perfil. Donde no es posible la apertura de una calicata el estudio se puede hacer utilizando un barreno apropiado.

Horizonte del suelo

Se deben separar los horizontes o capas, y medir su profundidad o espesura, las cuales deben ser expresadas en centímetros, se puede enunciar así: horizonte A 0-30 cm, horizonte B 30-50 cm y horizonte C 50-100 cm.

Algunas características morfológicas

- **Color.** Negro, pardo, gris, amarillo, rojizo. Y los calificativos de oscuro y claro.

• Textura al tacto

El Cuadro A1.1 muestra la clasificación de las estructuras laminares, granular y migajosa.

Arenoso franco. Es aspero al tacto; en húmedo forma bolas que se desmenuzan fácilmente; mancha muy ligeramente.

Franco arenoso. Medianamente aspero; comprimido cuando está seco forma bloque que se desmenuza fácilmente pero cuando está húmedo soporta un manipuleo cuidadoso. Mancha los dedos.

Franco. Ni muy áspero ni muy suave; ligeramente plástico. Con humedad adecuada forma bolas regularmente resistentes, mancha los dedos pero no forma cinta. Los terrones se desmenuzan fácilmente.

Franco limoso. Cuando se puede aparecer un tanto terronado pero los terrones se rompen fácilmente. Pulverizado entre los dedos se siente suave y arenoso. Cuando se amasa es húmedo da una sensación suave o lisa como mantequilla y forma bolas que se pueden manipular sin que se rompan. Tiene una ligera tendencia a formar cinta con superficie rizada. Mancha los dedos.

Cuadro A1.1. Clasificación de las estructuras laminares y de las granulares y migajosas

Estructuras laminares	Estructuras granulares y migajosas
Muy fina (menos de 1 mm de espesor)	Muy fina (menos de 1 mm de diámetro)
Fina (1-2 mm de espesor)	Fina (1 - 2 mm de diámetro)
Mediana (2-5 mm de espesor)	Mediana (2 - 5 mm de diámetro)
Gruesa (5-10 mm de espesor)	Gruesa (5-10 mm de diámetro)
Muy gruesa (más de 10 mm de espesor)	Muy gruesa (mayor de 10 mm de diámetro)

Franco arcilloso. Cuando seco forma terrones de regular dureza y cuando húmedo es un poco pegajosos. Amasado con la adecuada humedad es plástico y forma bloque o bolas que soportan bastante manipuleo. Forma cintas que se rompen fácilmente. Mancha los dedos.

Franco arcillo limoso. Las mismas características del anterior pero más suave. Forma cinta rizada que recuerda al franco limoso.

Arcilloso. Cuando seco forma terrones que no puede romperse con los dedos. Cuando húmedo es pegajoso. Amasado con la adecuada humedad es plástico y forma bolas firmes. Forma cinta delgada y firme de varios centímetros de largo. Mancha los dedos.

- **Estructura.** Se refiere a la agregación de las partículas primarias en partículas compuestas o agregados, los cuales separan unos de otros por medio de superficies de debilidad, Cuadro A1.2 y Figura A1.2.

Cuadro A1.2. Diámetro de las partículas que conforman la textura

Nombre	Límites
Arena gruesa	2 - 0.2 mm
Arena fina	0.2 - 0.05 mm
Limo	0.05 - 0.002 mm
Arcilla	<0.002 mm

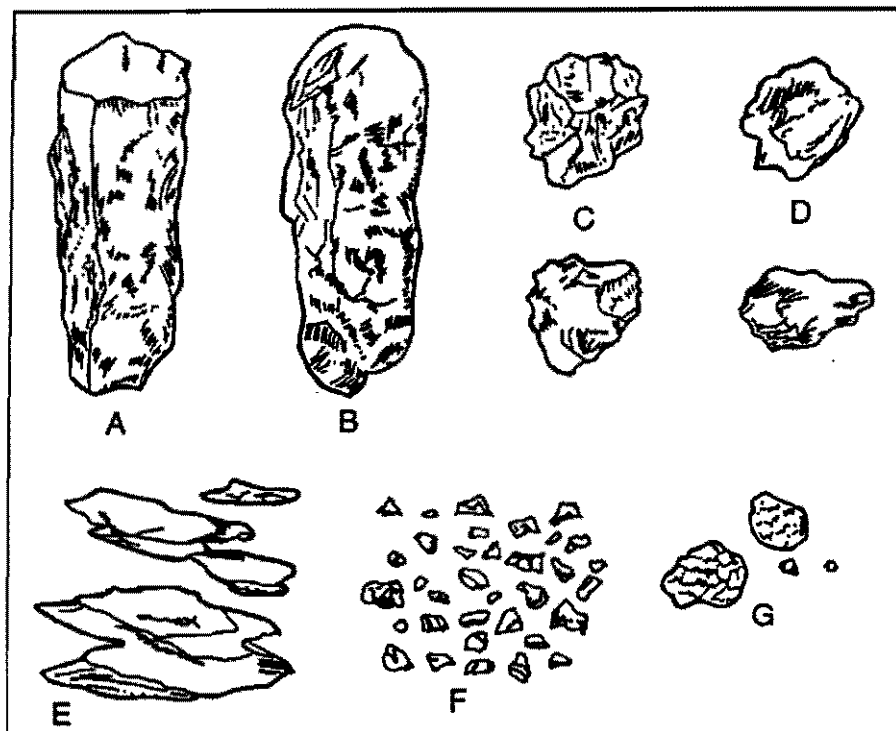


Figura A1.2. Tipos de estructuras de los suelos
 A) Prismática, B) Columnar, C) Blocosa angular,
 D) Blocosa subangular, E) Laminar, F) Granular, G) Migajosa

Se describen en términos de grado, clase y tipo de agregados.

- **Grado.** Expresa la intensidad de la agregación y debe determinarse un contenido de humedad normal, así:

Sin estructura. No existen agregados se denomina aglomerado masivo cuando es coherente y grano simple si no lo es.

Débil. Caracterizados por agregados escasamente formado apenas visible, los agregados se rompen fácilmente y pocos quedan intactos.

Moderada. Se caracteriza por tener agregados bien formados diferenciados.

El material edáfico se rompe en una mezcla de varios agregados enteros, algunos rotos y poco material no agregado.

Fuerte. Los agregados se caracterizan por ser duraderos diferentes que se adhieren debilmente entre sí, tolera desplazamiento.

- **Clase y tipo de estructura.** La clase de estructura describe el tamaño medio (mm) de los agregados individuales, mientras que el tipo describe la forma o configuración. La descripción de clase se presenta en el Cuadro A1.3 y tipo de estructura en la figura A1.2

Cuadro A1.3. Descripción de clase y tipo de estructura

Estructuras en bloques angulares y subangulares	Estructuras prismática y columnar
Muy fina (menos de 5 mm de lado)	Muy fina (menos 10 mm de anchura)
Fina (de 5 - 10 mm de lado)	Fina (10-20 mm de anchura)
Mediana (de 10 - 20 mm de lado)	Mediana (20-50 mm de anchura)
Gruesa (de 20 a 50 mm de lado)	Gruesa (50-100 mm de anchura)

Profundidad efectiva

- Muy profundo
- Profundo
- Moderadamente profundo
- Superficial
- Muy superficial

Nivel freático

- >150 cm
- de 90 a 150 cm
- de 50 a 90 cm
- de 25 a 50 cm
- <25 cm

Inundabilidad

Frecuentes irregulares

Frecuentes regulares

Ocasionales

Raras

Presencia de raicillas

Tamaño

Muy finas

Finas

Medias

Gruesas

Cantidad

Muy pocas

Pocas

Comunes

Abundantes

Muy abundantes

Anexo 2. Bibliografía

- ARANGO, N.L. 1984. La ganadería de doble propósito. Revista Coyuntura Agropecuaria. CEGA. Bogotá. Colombia. 1(2): 131-137.
- ARANGO, N.L.; CHARRY, A.; VERA, R.R. (eds.). 1989. Panorama de la ganadería de doble propósito en la América Tropical. Memorias. Seminario Internacional de Sistemas Bovinos de Doble Propósito en el Trópico Latinoamericano, Bogotá, Colombia, 1986. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Grafis Diditex, Bogotá, Colombia. 313 p.
- ARANZALES, H.; RODRIGUEZ, E.A. 1989. Diagnóstico del estado nutricional de braquiaria (*Brachiaria decumbens*) de diferentes edades de establecimiento en suelos de mesón y vega en el Piedemonte Caqueteño. Tesis de grado en Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonía, Florencia, Caquetá, Colombia. 89 p.
- ARIAS, J.; BALCAZAR, A.; HURTADO, R. 1990. Sistemas de producción bovina en Colombia. Revista Coyuntura Agropecuaria. CEGA. Bogotá, Colombia. 6(4): 83-119.
- AYARZA, M.A. *et al.*, 1988. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). VI Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT, Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. 426 p.
- AYARZA, M.A. 1991. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. **En:** Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C.E. y J.M. Spain (eds.). VI Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT. Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 161-185.
- BARUCH, Z., LUDLOW, M. M.; DAVIS, R. 1985. Photosynthetic responses of native and introduced C₄ grasses from Venezuelan savannas. *Oecologia* 67: 288-293.
- BORNEMISZA, E.A.A. 1974. Manejo de suelos en la América tropical. North Carolina State University. Raleigh, N.C. 582 p.
- BOTERO, P.J. ; LOPEZ, D. 1982. Los suelos de los Llanos Orientales. *Suelos Ecuatoriales*. 12(2): 18-26.
- BOTERO, B.R. 1985. Sistema de producción para cría extensiva de ganado de carne en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 254 p.
- BOTERO, B.R. 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Serie Boletines Técnicos No. 2. 105 p.
- CADAVID, J.V. 1990. Sondeo sobre viabilidad y limitaciones al uso de arroz y pasturas asociadas en los Llanos Orientales de Colombia: Piedemonte y Altillanura Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. (Multicopiado).

- CADAVID, J.V.; SERE, C.; BOTERO, R.; RIVAS, L. 1991. Adopción de pastos en la altillanura Oriental de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. (Multicopiado).
- CARO, L.H. 1981. Caracterización y clasificación de algunos suelos de terraza de los llanos Orientales. Tesis Mag. Sc. Universidad Nacional, Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. Colombia. 224 p.
- CHAPIN, F. S., BLOOM, A. J., FIELD, C. B.; WARING, R. H. 1987. Plant responses to multiple environmental factors. *Bioscience* 37: 49-57
- CHARRY, A.; ARANGO, N.,L.; PRESTON, T.; CARDONA, J.F. 1987. Doble propósito: sistema de producción bovina para el trópico colombiano (segunda parte). *Revista Nacional de Zootecnia* 4(21): 28-29, 31-32, 34.
- COYNE, P. I.; BRADFORD, J. A. 1985. Morphology and growth in seedlings of several C_4 perennial grasses. *J. Range Manage.* 38: 504-512
- CUADROS, T. 1977. Naturaleza de la acidez en algunos suelos de los llanos orientales. *Suelos Ecuatoriales* 8(2): 273-288.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1982. Forageiras e pastagens. En: Relatorio técnico anual de Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados 1980-1981. Planaltina D.F., Brasil, v6. pp. 128-146.
- ESCOBAR, C.J. 1986. Algunas características de los suelos y uso de la tierra en el Caquetá, Instituto Colombiano Agropecuario Regional 6. Florencia, Colombia. 42 p. (Multicopiado).
- ESCOBAR, C.J.; SEGURA, F. 1992. Bioclimatología. Piedemonte Amazónico. Centro de investigaciones - Macagual. Cartilla divulgativa No. 57. Caquetá, Colombia. 18 p.
- FISHER, M. J. 1980. The influence of water stress on nitrogen and phosphorus uptake and concentration in Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*). *Aust. J. Exp. Agric. Husb.* 20: 175-180
- FISHER, M. J.; CAMPBELL, N. A. 1977. The influence of water stress on the growth and development of Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*) in pure ungrazed swards at Katherine, Northern Territory. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17:598
- GARCIA, O. 1990. Sistemas de producción de doble propósito. La alternativa de las pasturas asociadas. II Curso-taller sobre "Establecimiento, desarrollo y manejo de pasturas en la Altillanura plana colombiana". Puerto López, Colombia. 13 p. (Multicopiado).
- GONZALEZ, V.L.M. 1989. Orinoquía y Amazonía: desafío de nuestro tiempo. Banco Ganadero, Bogotá, Colombia. 187 p.
- GUALDRON, A.R. 1989. Establecimiento de pasturas en suelos ácidos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. 13 p. (Multicopiado).
- GUTIERREZ, W. 1987. Parámetros biológicos de vacas de doble propósito en la finca "La Emperatriz". Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. (Multicopiado).
- HOYOS, P.; VERA, R.; LASCANO, C.; FRANCO, M.A. 1992. Manejo de pastoreo por productores de la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). 1ª Reunión de sabanas, 23-26 noviembre de 1992. Brasilia, Brasil. Documento de trabajo No. 119. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 675-684.

- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1985. Zonificación agropecuaria del Caquetá. Convenio IGAC-ICA. Ibagué, Colombia. 22 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. 1980. Estudio general de suelos de los municipios de El Calvario, Guamal, Acacías, Villavicencio, Restrepo y Cumaral, departamento del Meta. Bogotá, Colombia. 297 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. 1982. Estudio general de suelos del municipio de Puerto Gaitán. Departamento del Meta. IGAC Subdirección Agrícola. Bogotá, Colombia. 214 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. 1983a. Estudio semidetallado de los suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Carimagua. Departamento del Meta. IGAC. Subdirección Agrológica. Bogotá, Colombia. 286 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. 1983b. Suelos y Bosques de Colombia. Atlas Regional. Orinoquía y Amazonía. Bogotá, Colombia. 164 p.
- KLEINHEISTERKAMP, I.; HABICH, G. 1985. Colombia: 1. Estudio biológico y técnico. En: Vera, R.R. y Seré, C. (eds.) - Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Informe Final del Proyecto ETES. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 213-278.
- KÖPPEN, W. 1949. Climatología. Fondo de Cultura Económica, México. 21 p.
- MEJIA, G.M. 1984. Orinoquía colombiana: sabanas de la Altillanura: clima y uso de la tierra. COLCIENCIAS. 2a. Expedición Botánica-Presidencia de la República, Corporación de Araracuara. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia. 195 p.
- MICHELSEN, H. 1990. Análisis del desarrollo de la producción de leche en la zona tropical húmeda. El caso del Caquetá, Colombia. Documento de trabajo No. 60. Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia. 68 p.
- MULLENAX, C.H.; J.S. PLAXICO; J.M. SPAIN. 1969. Alternative beef production systems for the plains of Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Special Report No. 1- 37 p.
- PALADINES, O. 1975. Management and utilization of native tropical pastures in America. In: Proceedings of the Seminar on Potential to Increase Beef Production in Tropical America. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Series CE. No. 10. pp. 25-47.
- PALADINES, O. 1978. Sistemas de producción ganadera en el Trópico de América. En: Verde, L.S.; Fernández, A. (eds.). IV. Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina, 1978. Memorias. Asociación Argentina de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. V. 1. pp. 49-72.
- PALADINES, O.; LEAL, J. 1979. Pasture management and productivity in the Llanos Orientales of Colombia. In: Sánchez, P.A. y Tergas, L.E. (eds.). Seminario on Pasture Production in Acid Soils of the Tropics, Cali, Colombia, 1978. Proceedings. Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia. pp. 311-325.
- RAMIREZ, A.; SERE, C. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Proyecto Colaborativo Nestlé de Colombia, Fondo Ganadero del Valle del Cauca S.A., Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, Servicio Nacional de Aprendizaje, Universidad de la Amazonía, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Documento de trabajo No. 67. 118 p.

- RAUN, N.S. 1968. Producción de ganado de carne en los Llanos Orientales. *Agricultura Tropical*. 24: 643-650.
- RAUN, N.S. 1976. Beef cattle production practices in the lowland American tropics. *World Animal Review*. 19: 18-23.
- RIVAS, L. 1987. Aspectos socioeconómicos de los sistemas ganaderos de doble propósito en Colombia. Series Monográficas. Universidad de la Salle; Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario . Instituto Colombiano Agropecuario. Sociedad Alemana de Cooperación Internacional. J. C. Impresores. Bogotá, Colombia. 38 p.
- RODRIGUEZ, J.M.; SANCHEZ, L. F.; VILLARROEL, L. 1987. Caracterización de la Orinoquía Colombiana. Instituto Colombiano Agropecuario - Villavicencio, Región 8. Documento de Trabajo. 95 p.
- RUBIO, E. ; LOPEZ, U. 1968. La explotación ganadera en los Llanos Orientales. *Agricultura Tropical* 24: 616-641.
- SALINAS, J.G. 1984. Oxisoles y Ultisoles de Colombia y América tropical. Características diagnósticos implicados en su uso y manejo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 27 p.
- SALINAS, J. G.; SANCHEZ, P. A. 1976. Soil-plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Ciencia e Cultura, Sao Paulo*, 28(2): 156-168.
- SANCHEZ, P. A.; ISBELL, R. F. 1979. Comparación entre los suelos de los trópicos de America Latina y Australia. En: Producción de Pastos en suelos ácidos de los trópicos. L. E., Tergas ; P. A. , Sánchez (eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 29-58.
- SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. 1982. Low-input technology for manging Oxisols and Ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy*, New York. 34: 279-406.
- SANCHEZ, L.; GONZALES, F. 1989. Una aproximación sobre presente y futuro de la Orinoquía Colombiana. *Revista SIALL*. Vol. 6 (2). p. 39-49.
- SOCIEDAD BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO SERVICIO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVACAO DE SOLOS. 1984. Manual de descricao e coleta de solo no campo. 2a. edicao. Campinas. SP. pags. 45.
- SOTO, G. 1992. Manejo y utilización de praderas naturalizadas en el Piedemonte Caqueteño. Trabajo presentado en el II Curso-Taller sobre: "Establecimiento, desarrollo y manejo de pasturas mejoradas en el Piedemonte Caqueteño", noviembre de 1992. Nestlé de Colombia, Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá. 13 p.
- SPAIN, J.M. 1978. Establecimiento y manejo de pastos en zonas tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 17 p.
- SPAIN, J.M. 1979. Pasture establishment and management in the Llanos Orientales of Colombia. In: Sánchez, P. A.; Tergas, L.E. (eds.). Seminar on Pasture Production in Acid Soils of the Tropics, Cali, Colombia, 1978. Proceedings. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 167-175.
- STONAKER, H. H.; SALAZAR, J.; BUSHMAN, D. H.; GOMEZ, J.; VILLAR; OSORIO, G. 1975. Influence of management practices on productivity In: Proceedings of the Seminar on Potential to Increase Beef Production in Tropical America. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Series CE-no 10. p. 63-81.

- STONAKER, J.; VILLAR, G.; OSORIO and SALAZAR, J. 1976. Differences among cattle and farms as related to beef cow reproduction in the eastern plains of Colombia. *Tropical Animal Health and Production*. 8(3): 147-154.
- TAMAYO, H. 1975. Los Llanos Orientales de Colombia; estudio descriptivo. Instituto de Estudios Colombianos (IEC). Bogotá, Colombia. 102 p.
- TANAKA, A.; SAKUMA, T.; OKAGAWA, N.; IMAI, H.; ITO, K; OGATA, S.; YAMAGUCHI, I. 1986. Agro-ecological condition of the Oxisol-Ultisol area of the Amazon River System. Faculty of Agriculture, Hokkaido University. Sapporo, Japan. 103 p.
- THOMAS, R.J. *et al.*, 1992. The role of pastures in production systems. En: Pastures for the tropical lowlands. CIAT's contribution. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 126 p.
- UNIDAD REGIONAL DE PLANEACIÓN AGROPECUARIA). 1985. Diagnóstico Agropecuario del Departamento del Caquetá. Ministerio de agricultura. Gobernación del Caquetá. Florencia, Caquetá. 185 p
- UNIDAD REGIONAL DE PLANEACIÓN AGROPECUARIA. 1990. Diagnóstico Agropecuario del Departamento del Caquetá. Gobernación del Caquetá. Florencia, Caquetá. (Multicopiado).
- UNIDAD REGIONAL DE PLANEACIÓN AGROPECUARIA-UNIAMAZONIA. (Universidad de la Amazonia). 1992. Diagnóstico Agropecuario del Departamento del Caquetá. Gobernación del Caquetá. Florencia, Caquetá. (Multicopiado)
- VALLEJOS, A. 1988. Caracterización y evaluación agronómica preliminar de accesiones de *Brachiaria* y *Panicum* en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 138 p.
- VERA, R. R.; SERE, C. (eds.). 1985. Sistemas de producción pecuaria extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Proyecto ETES, informe final. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 538 p.
- VILELA, H. 1986. Adubac o de pastagens. *Boletim Técnico da Emater*, Belo Horizonte, Brasil. 8(1): 1-27.
- WERNER, J. C. 1985. O uso de fertilizantes como manejo de pastagens In: I Curso de Manejo de Pastagens, Nova Odessa, 31 p.
- WERNER, J. C. 1986. Calagem pra plantas forrageiras. In: Anais do Congresso Brasileiro de Pastagens 86 e Anais do 8o. Simposio sobre manejo de pastagens. Piracicaba. pp 191-197.

Anexo 3. Copia de las Transparencias del Instructor

ASA-A	Flujograma para el estudio de esta Unidad
ASA-B	Objetivo terminal

Secuencia 1

ASA-1	Flujograma para la Secuencia 1
ASA-2	Localización de la Altillanura Plana Colombiana
ASA-3	Diferencias en los contenidos de arena y arcilla en los suelos de la Altillanura Plana de Colombia, según su clasificación textural
ASA-4	Propiedades químicas de los suelos de la Altillanura Plana de Colombia
ASA-5	Principales características del clima en la Altillanura Plana, Piedemonte Llanero y Piedemonte amazónico, Colombia
ASA-6	Balance hídrico en el Cl. Carimagua, Altillanura plana de Colombia. Promedios entre 1974 y 1992
ASA-7	Localización del Piedemonte Llanero Colombiano
ASA-8	Balance hídrico en el Piedemonte Llanero Cl. ICA "La Libertad". Promedio entre 1977 y 1992
ASA-9	Localización del Piedemonte Amazónico del Caquetá
ASA-10A	Distribución porcentual de los grupos texturales en la capa superficial (0-20 cm) de algunos suelos del Caquetá, Colombia
ASA-10B	Distribución porcentual de los grupos texturales en la capa superficial (0-20 cm) de algunos suelos del Caquetá, Colombia
ASA-11	Distribución porcentual de algunos tipos de suelos del Caquetá, según su textura y las propiedades químicas en la capa superficial (0-20 cm)
ASA-12	Balance hídrico Piedemonte Amazónico del Caquetá
ASA-13	Distribución de la vegetación en el Piedemonte del Caquetá

Secuencia 2

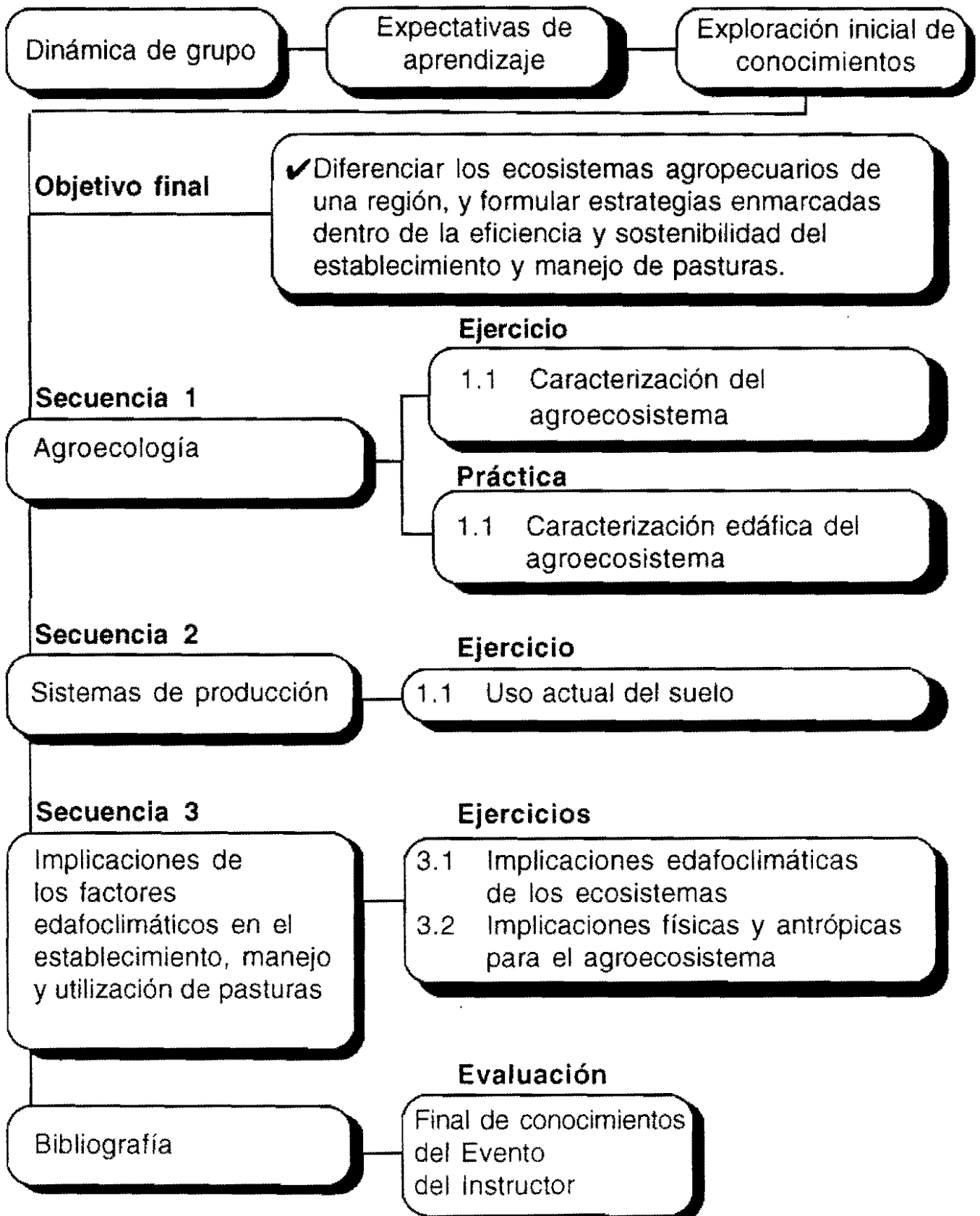
ASA-14	Flujograma para la Secuencia 2
ASA-15	Distribución de las fincas ganaderas en la Altillanura Oriental de Colombia entre los años 1979 y 1989
ASA-16	Algunas características de los productores del Piedemonte Amazónico, según el tipo de explotación, su tamaño y los años de residencia del propietario en la región
ASA-17	Características de las explotaciones del Piedemonte Amazónico, distribuidos en conglomerados
ASA-18	Uso de la tierra en el Piedemonte Amazónico del Caquetá (ha)
ASA-19	Uso agrícola de los suelos del Caquetá en 1990

Secuencia 3

ASA-20	Flujograma para la Secuencia 3
ASA-21	Relación entre el fósforo fijado y el fósforo en la solución del suelo (curvas de fijación o isothermas de adsorción), en varios suelos de América Tropical

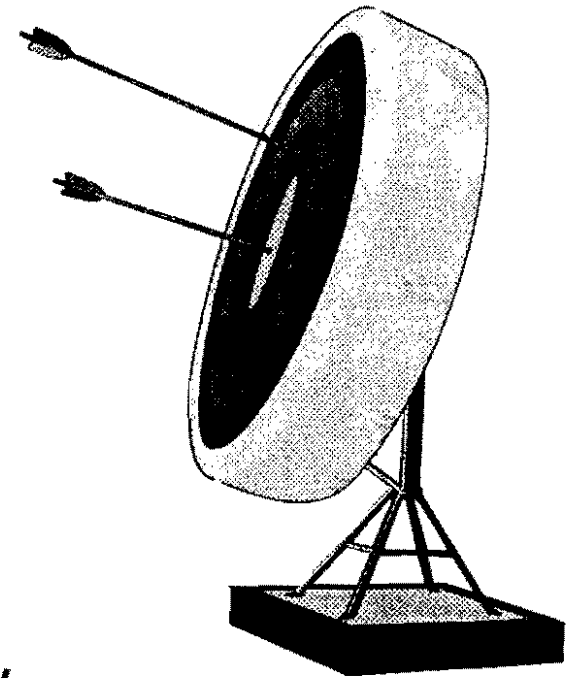
- ASA-22 Ciclo anual del nitrógeno en una pastura *Brachiaria decumbens* - *Arachis pintoi*,
Carimagua, Colombia
- ASA-23 Distribución de la precipitación en el C.I. ICA - La Libertad, Piedemonte de los
Llanos Orientales de Colombia
- ASA-24 Requerimientos y niveles óptimos de fósforo en la fertilización del establecimiento
de especies forrajeras en un Oxisol de Carimagua, Colombia
- ASA-25 Relación entre la precipitación pluvial, la disponibilidad de forraje y la producción
de leche a través del año. Piedemonte del Caquetá, Colombia.

Flujograma para el Estudio de esta Unidad



Objetivo Terminal

Diferenciar los ecosistemas agropecuarios de una región, y formular estrategias enmarcadas dentro de la eficiencia y sostenibilidad del establecimiento y manejo de pasturas en áreas tropicales de América Latina.



Flujograma para la Secuencia 1

Agroecología

Objetivos

- ✓ Identificar las principales características agroecológicas de las regiones estudiadas
- ✓ Identificar los factores edafoclimáticos susceptibles de ser manejados por el hombre en el establecimiento y utilización de pasturas tropicales

Contenido

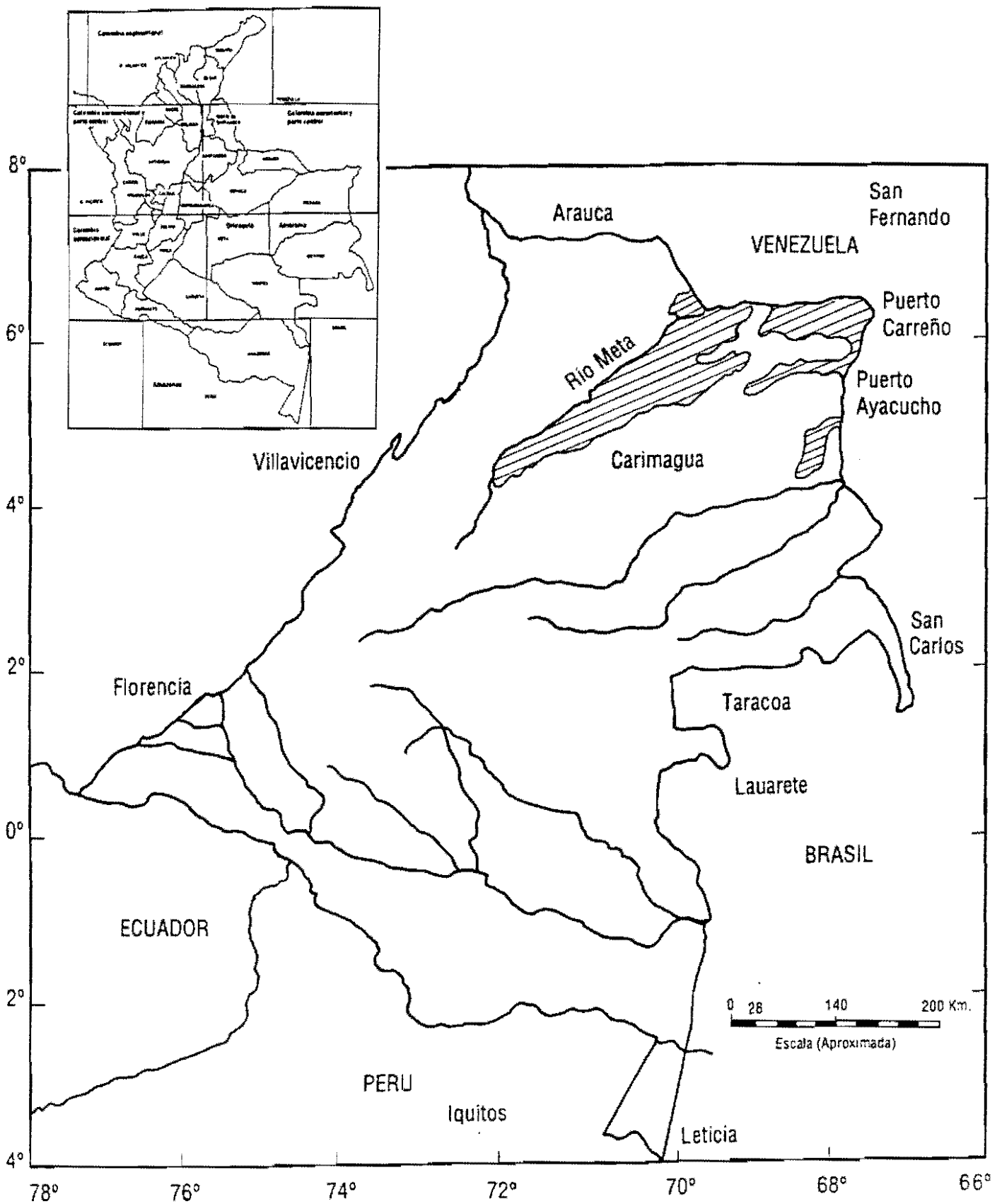
- Altillanura Plana
- Piedemonte Llanero
- Piedemonte del Caquetá

Ejercicio

Caracterización del agroecosistema

Práctica

Caracterización edafoclimática del agroecosistema



Localización de la Altillanura Plana Colombiana

Diferencias en los contenidos de arena y arcilla en los suelos de la Altiplanura Plana de Colombia, según su clasificación textural

Categoría	Arena (%)	Arcilla (%)	RACAR*	Clasificación textural	No. muestras
1	20.2	48.9	2.52	Ar	16
2	31.8	32.6	1.07	FrAr	25
3	38.5	24.7	0.67	Fr	10
4	54.7	23.8	0.44	Fr ArA	16
5	70.0	1.90	0.25	FrA	35

* RACAR = Relación Arcilla/arena.
FUENTE: Hoyos et al., 1992.

Propiedades químicas de los suelos de la Altiplanura Plana de Colombia

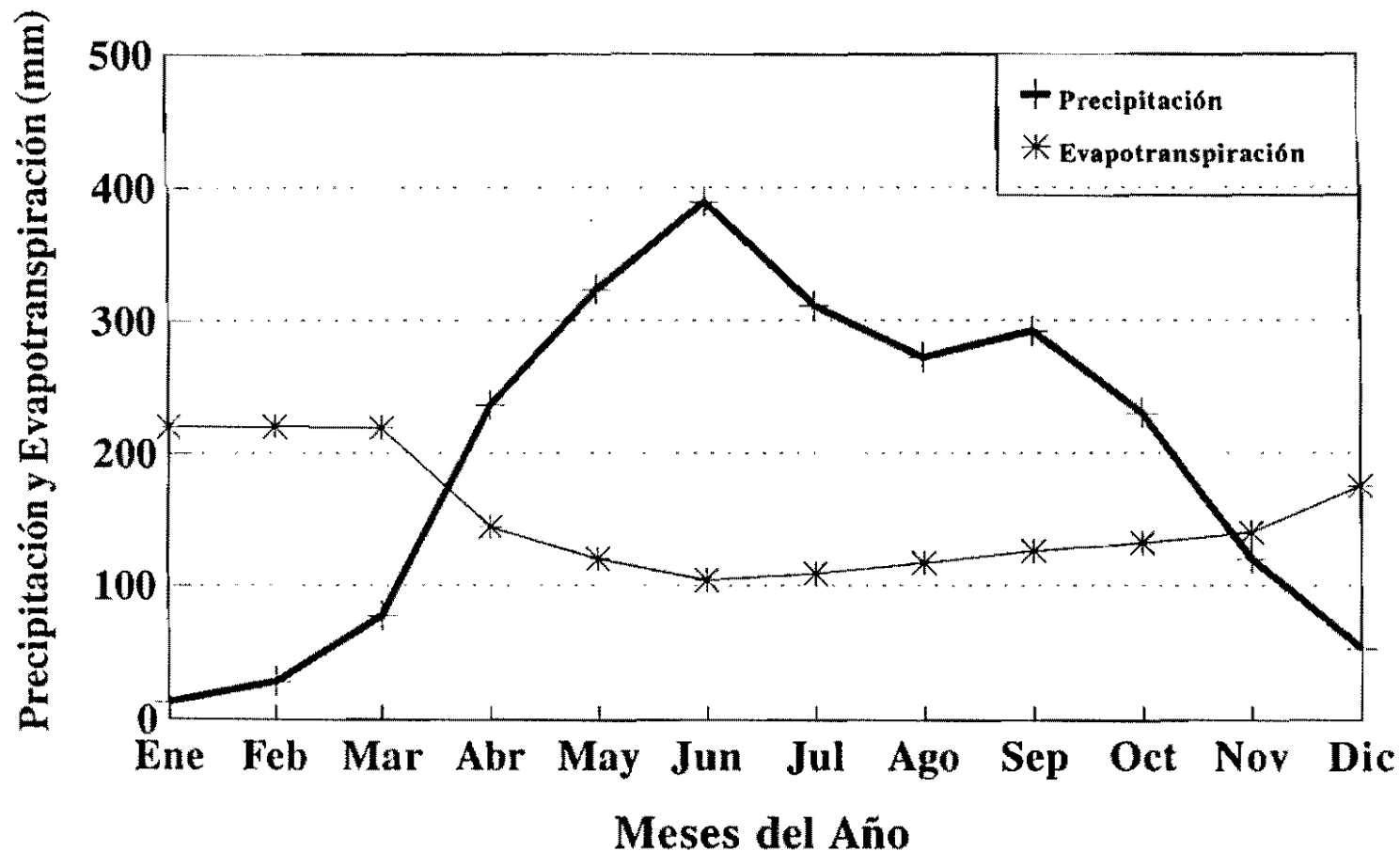
Variable	Categoria textural del suelo				
	1	2	3	4	5
MO	3.56	2.37	2.04	1.91	1.25
pH	3.97	4.08	4.09	4.26	4.34
P	1.65	2.19	2.38	2.76	3.40
Al	3.26	1.94	1.77	1.26	0.91
Ca	0.19	0.22	0.15	0.18	0.19
Mg	0.067	0.062	0.041	0.037	0.036
K	0.067	0.054	0.042	0.038	0.036
Ca/Mg	2.91	3.73	3.67	4.88	5.32
Mg/K	1.06	1.16	1.00	0.98	1.04
S/Al	92.02	87.19	89.91	85.25	79.21
S/Ca	5.90	9.96	7.93	12.23	17.59
S/Mg	2.08	2.84	2.15	2.52	3.28
C.I.C.	3.52	2.22	1.96	1.48	1.14

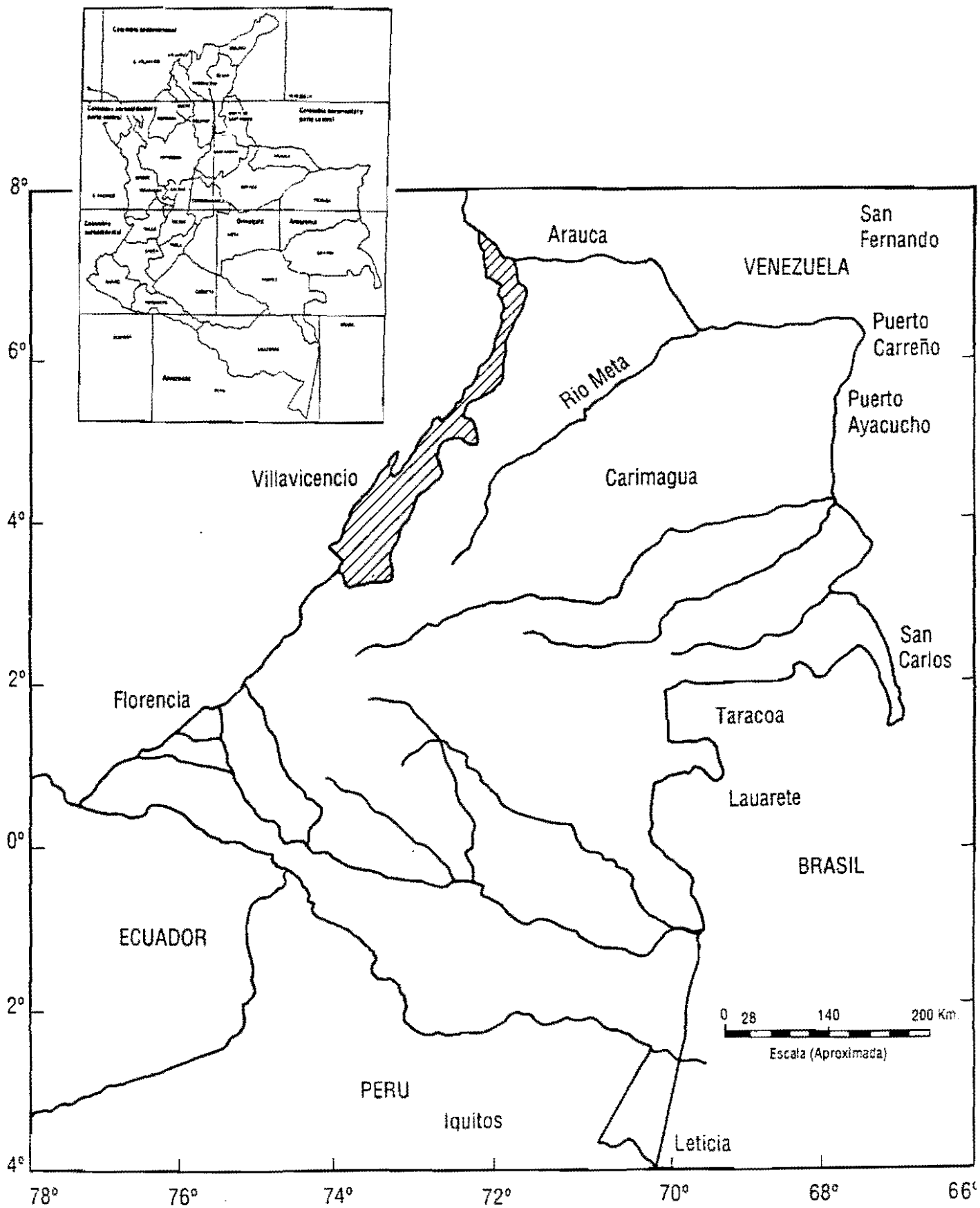
FUENTE: Hoyos *et al.*, 1992.

Principales Características del Clima en la Altiplanura Plana, Piedemonte Llanero y Piedemonte Amazónico, Colombia

Sitio	No. de años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Altiplanura Plana														
Precipitación (mm)	18	13	28	77	236	323	389	311	272	292	230	120	53	2362
Temperatura (°C)	18	26.8	27.7	28.0	27.2	26.2	25.4	25.2	25.8	26.2	26.6	26.8	26.5	26.5
Humedad relativa (%)	18	67	64	65	76	82	84	82	82	80	79	77	73	69.1
Brillo solar (h/día)	18	8.6	7.6	6.2	4.6	4.3	3.7	3.9	4.4	4.9	5.4	6.5	7.7	5.7
Piedemonte Llanero														
Precipitación (mm)	24	61	113	159	461	605	498	524	360	335	443	381	156	4120
Temperatura (°C)	12	26.6	26.9	27.1	25.8	25.6	25.4	25.2	25.5	26.0	26.3	26.2	26.0	26.1
Humedad relativa (%)	12	75	71	72	81	82	83	80	79	80	81	80	78	78.5
Brillo solar (h/día)	12	6.36	6.00	4.32	4.08	4.80	3.60	4.44	4.80	5.28	5.64	6.00	6.36	5.1
Piedemonte Amazónico														
Precipitación (mm)	6	140	261	359	396	372	405	392	300	272	233	233	189	3552
Temperatura (°C)	6	25.7	25.7	25.1	24.8	24.6	24.4	23.8	24.4	24.8	25.3	25.7	25.8	25
Brillo(h/mes)	1	188	139	121	117	125	109	123	150	152	155	155	177	1711

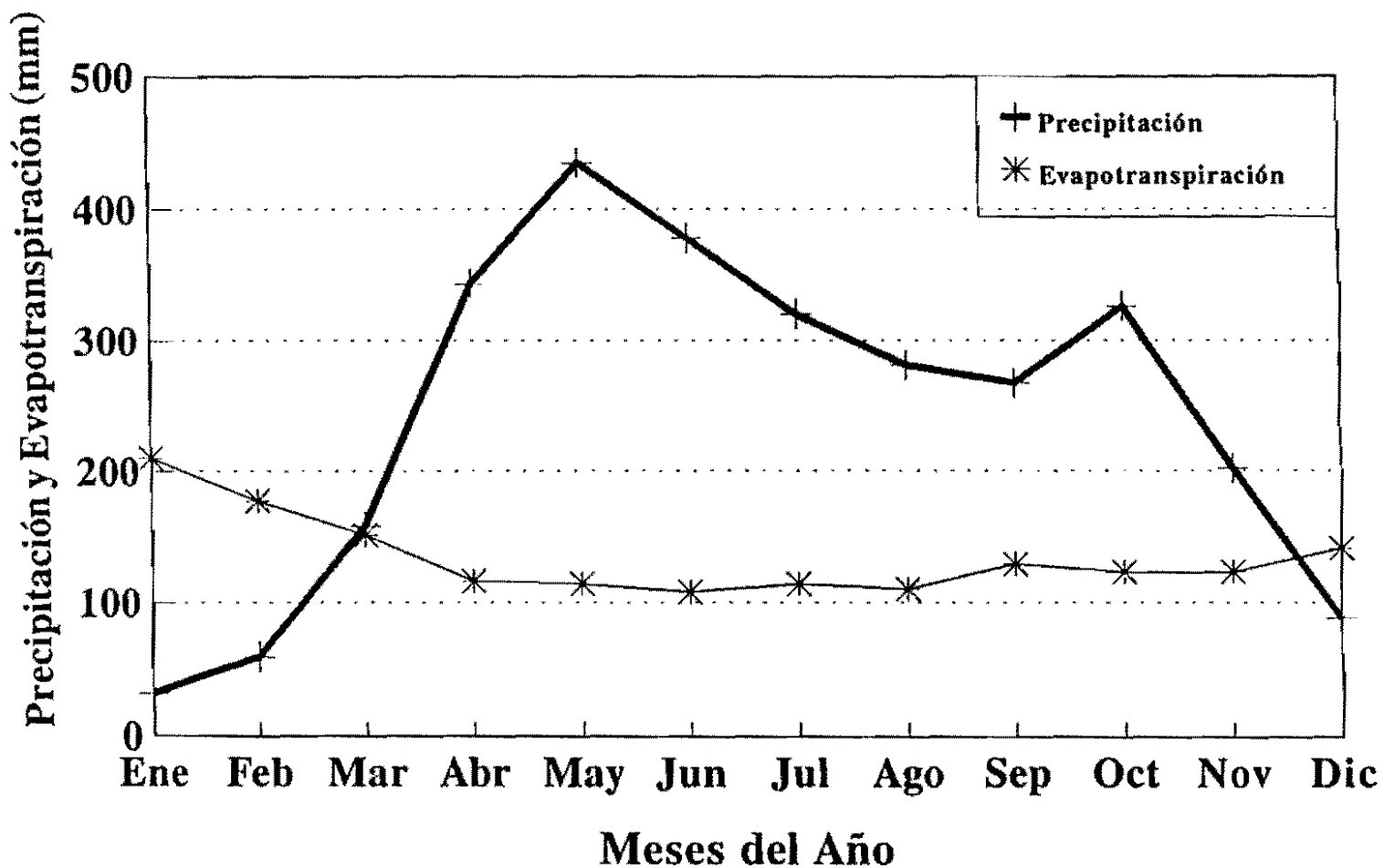
Balance hídrico en el C.I. Carimagua, Altiplanura Plana de Colombia. Promedios entre 1974 y 1992

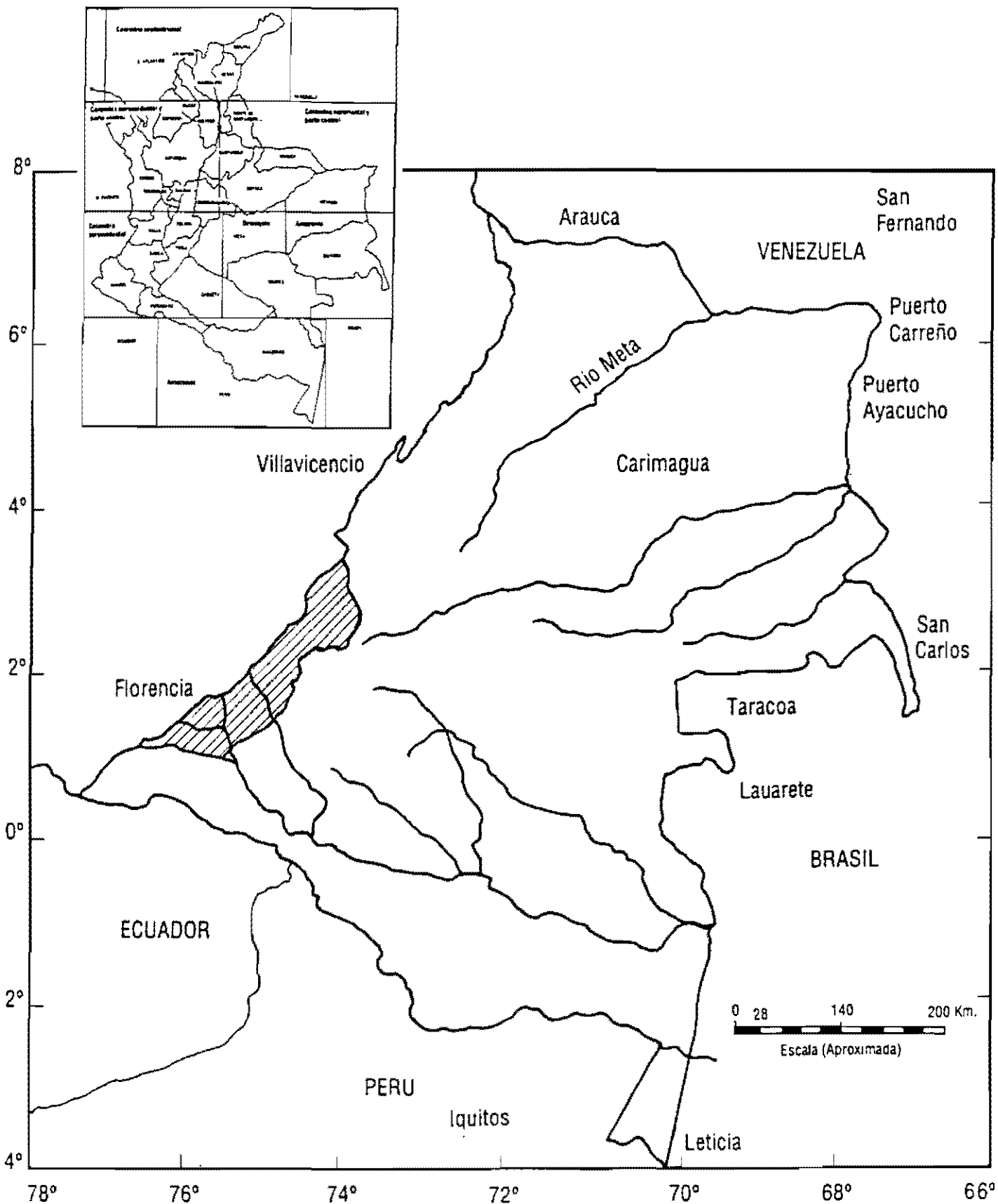




Localización del Piedemonte Llanero colombiano

Balance hídrico en el Piedemonte Llanero C.I. ICA "La Libertad" Promedio entre 1977 y 1992





Localización del Piedemonte Amazónico del Caquetá

**Distribución porcentual de los grupos
texturales en la capa superficial (0-20 cm)
de algunos suelos del Caquetá, Colombia**

Parámetros y rangos	Superficie total (%)		
	Vegas	Terrazas	S. ondulados
• Acidez pH (H ₂ O)			
< 5	30	91	90
5 - 6			
> 6	0	0	0
• Calcio (meq/100 g)			
< 1	4	79	66
1 - 4	30		
> 4	33	0	4
• Potasio (meq/100 g)			
> 0.15	58	82	59
0.15 - 0.30	34	17	33
> 0.30	8	1	6
• Magnesio (meq/100 g)			
< 0.2	4	69	40
0.2 - 0.8	54	27	53
> 0.8	42	14	7
• CICE (meq/100 g)			
< 4.0	12	71	43
4.0 - 8.0	85	24	46
> 8.0	3	5	11
• Materia orgánica			
< 1.5	5	13	18
1.5 - 3.0	63	62	50
> 3.0	32	25	32
• Saturación de Aluminio (%)			
< 10	46	0	7
10 - 60	51	22	23
> 10	3	78	70

**Distribución porcentual de los grupos
texturales en la capa superficial (0-20 cm)
de algunos suelos del Caquetá, Colombia**

Parámetros y rangos	Superficie total (%)		
	Vegas	Terrazas	S. ondulados
• Fósforo (ppm)			
< 5	7	69	84
5 - 10	17	19	14
> 10	76	12	2
• Zinc (ppm)			
< 1.5	92	86	92
1.5 - 3.0	82	14	8
> 3.0	0	0	0
• Manganeso (ppm)			
< 5	36	35	
5 - 10	33	26	30
> 10	54	38	35
• Cobre (ppm)			
< 1.0	14	47	30
1.0 - 3.0	80	48	70
> 3.0	6	5	0
• Hierro (ppm)			
< 240	0	3	
25 - 50	0	0	0
> 50	100	100	97
• Boro(ppm)			
< 0.25	15	16	30
0.25 - 0.50	51	59	38
> 0.50	34	25	42

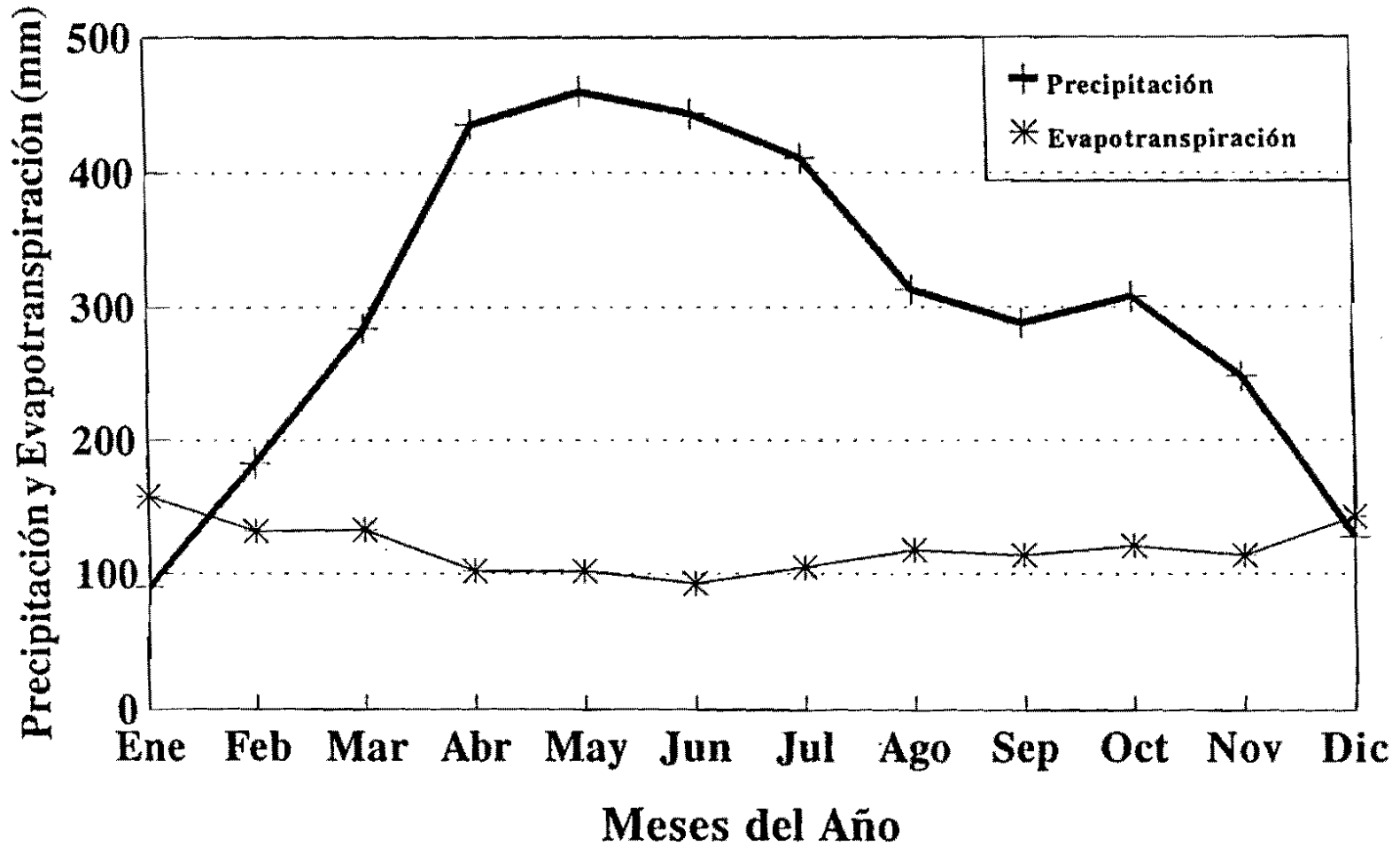
FUENTE: Escobar, 1986.

Distribución porcentual de algunos tipos de suelos del Caquetá, según su textura y las propiedades químicas en la capa superficial (0-20 cm)

Grupo textura	Vegas	Terrazas (%)	Superf. Onduladas
Moderadamente gruesas	40	69	37
Medianas	13	3	6
Moderadamente finas a finas	47	28	57

FUENTE: Escobar, 1986.

Balance hídrico Piedemonte Amazónico del Caquetá



Distribución de la vegetación en el Piedemonte del Caquetá

Vegetación	Hectáreas	Porcentaje
Total	8,897.600	100
Bosque-rastrojo secundario	4,797.600	53.9
Pastura nativa (Llanos del Yari)	1,124.699	12.7
Pasturas	2,817.376	31.6
Agrícolas-rastrojo primario	157.925	1.8

FUENTE: URPA-UNIAMAZONIA, 1992.

Flujograma para la Secuencia 2

Sistemas de Producción

Objetivos

- ✓ Describir las tecnologías aplicadas a los sistemas de producción existentes
- ✓ Analizar las limitaciones y las ventajas de cada uno de los sistemas de producción en los agroecosistemas estudiados

Contenido

- Características generales de las explotaciones en la Altillanura Plana
- Características generales de las explotaciones en el Piedemonte Llanero
- Características generales de las explotaciones en el Piedemonte del Caquetá

Ejercicio

Uso actual del suelo

Resumen

Distribución de las fincas ganaderas en la Altiplanura Oriental de Colombia, entre los años 1979 y 1989

Zona	Número de fincas y promedios del área (ha)				Proporción de fincas (%)		
	No.	<u>1979</u>		<u>1989</u>		1979	1989
		ha	No.	ha			
Puerto López							
1 - 999	7	699	41	(311)	17.50	74.55	
1000 - 2999	20	1704	9	(1772)	50.00	16.36	
3000 - 6999	8	4262	5	(3760)	20.00	9.09	
> 7000	5	9800	---	---	12.50	---	
Subtotal	40	3051	55	(817)	100.00	100.00	
Puerto Gaitán							
1 - 999	5	760	12	434	7.04	38.71	
1000 - 2999	21	1793	12	1761	29.58	38.71	
3000 - 6999	26	4082	5	4929	36.62	16.13	
> 7000	19	15972	2	11500	26.76	6.45	
Subtotal	71	6352	31	2240	100.00	100.00	
Total muestra	111	5162	86	1360			

Algunas características de los productores del Piedemonte Amazónico, según el tipo de la explotación, su tamaño y los años de residencia del propietario en la región

Característica	Carne		Leche grande*		Leche pequeña*		Total	
	Caquetá	Otros	Caquetá	Otros	Caquetá	Otros	Caquetá	Otros
Edad (años)	45.4	47.3	41.8	47.9	43.5	47.1	44.2	48.5
Permanencia región (años)	-----	24.2	-----	20.0	-----	24.2	-----	22.6
Posesión finca (años)	18.7	17.85	11.0	15.3	9.1	16.2	12.1	14.3
Número de Propietario-productor								
* con título	8	12	9	20	12	52	29	84
* sin título	0	0	1	1	0	2	1	2
Arrendatario (Número)	0	0	0	0	2	0	2	0

* Se considera como finca pequeña toda explotación menor de 80 ha y grande cuando tiene más de 200 ha.
Fuente: Ramírez, Seré, 1990

Características de las explotaciones del Piedemonte Amazónico, distribuidas en conglomerados

Características	Carne		Leche grande*		Leche pequeña*	
	No.	Media	No.	Media	No.	Media
• Vacas pastorean						
<i>B. decumbens</i> (Si/No)	20	0.00	30	1.00	68	0.79
• Area total en pasturas (ha)	20	144.50	30	135.20	68	64.20
• Fosforo en el suelo (ppm)	20	6.20	30	6.60	68	5.10
• Otros ingresos (Si/No)	20	0.25	30	0.90	68	0.04
• Producción de leche en						
<i>B. decumbens</i> (l/ha)	20	0.00	30	1984.80	68	1291.30

* Se considera como finca pequeña toda extensión menor de 8 ha,
y grande cuando tiene más de 200 ha.

Fuente: Ramirez y Seré, 1990

Uso de la tierra en el Piedemonte Amazónico del Caquetá (ha)

Uso	Porcentaje (%)	Area (ha)
Area en bosque	54.0	4.797.600
Area intervenida total	46.0	4.100.000
Area total	100.0	8.897.600
<i>Uso de la tierra desforestada</i>		
Llanos Yará	27.4	1.124.699
Pasturas	68.7	2.817.376
Agrícolas-rastrojos	3.9	157.925
Area total desforestada	46.0	4.100.000
<i>Uso de la tierra en pasturas</i>		
Pasturas nativas	28.5	1.124.699
Pasturas naturalizadas	36.4	1.437.376
Pastura de <i>Brachiaria</i>	28.6	1.130.000
Pasturas introducidas	6.5	250.000
Area total en pasturas	100.0	3.942.075

Fuente: URPA-UNIAMAZONIA, 1992.

Uso agrícola de los suelos del Caquetá en 1990

Cultivo	Area cultivada (ha)
Arroz de secano mecanizado	1.400
Arroz	2.450
Maíz	70.000
Sorgo mecanizado	450
Frijol	400
Cacao	1.650
Café	3.850
Chontaduro	140
Caña	2.170
Caucho	3.100
Plátano	18.200
Palma de aceite	250
Frutales	10
Yuca	18.500
Rastrojos-coca	35.000
Total (ha)	157.570

Fuente: URPA, 1990.

Flujograma para la Secuencia 3

Implicación de los Factores Edafoclimáticos en el Establecimiento Manejo y Utilización de Pasturas

Objetivos

- ✓ Conocer y evaluar las ventajas y desventajas existentes en cada ecosistema para el establecimiento y manejo sostenible de pasturas.
- ✓ Proponer alternativas para incrementar la eficiencia productiva de los sistemas existentes, sin afectar la estabilidad de los mismos

Contenido

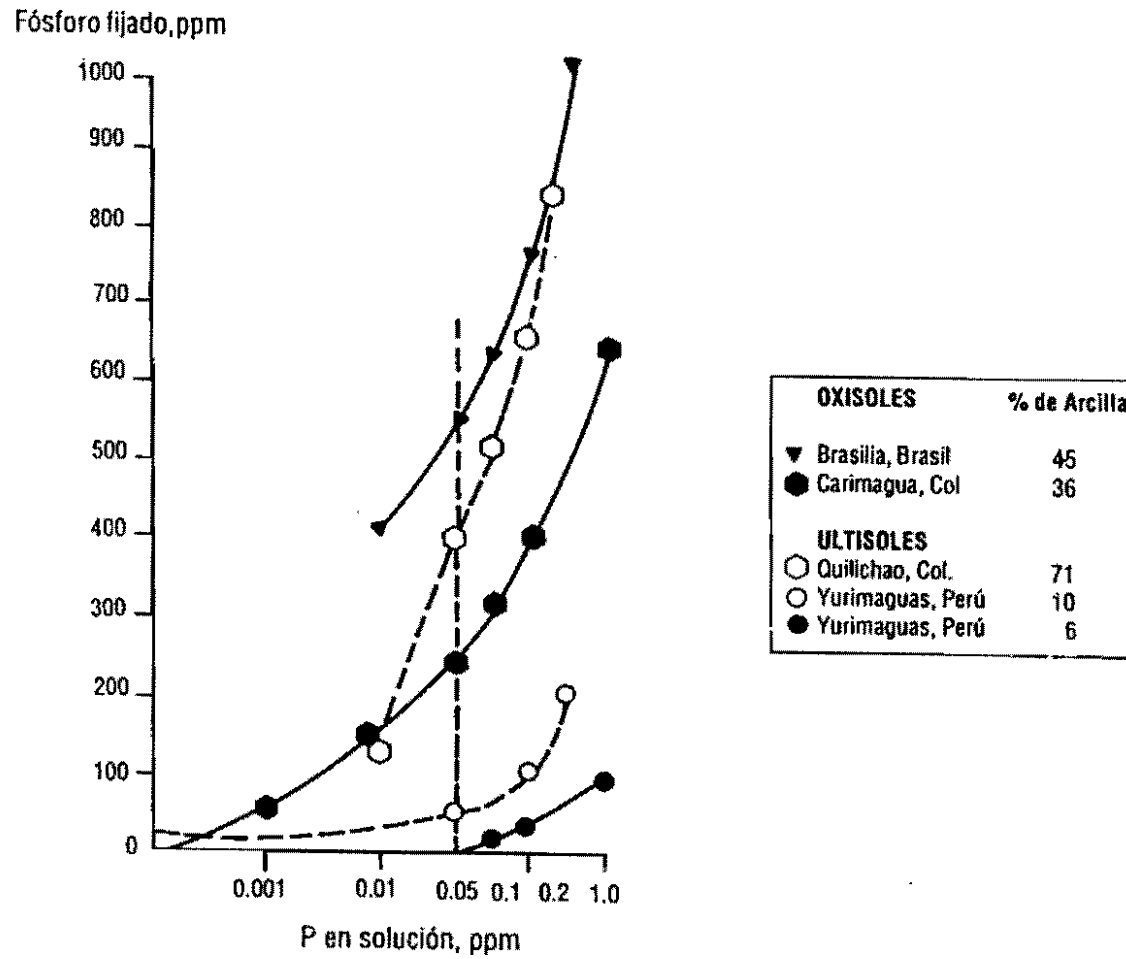
- Factores edáficos

Ejercicios

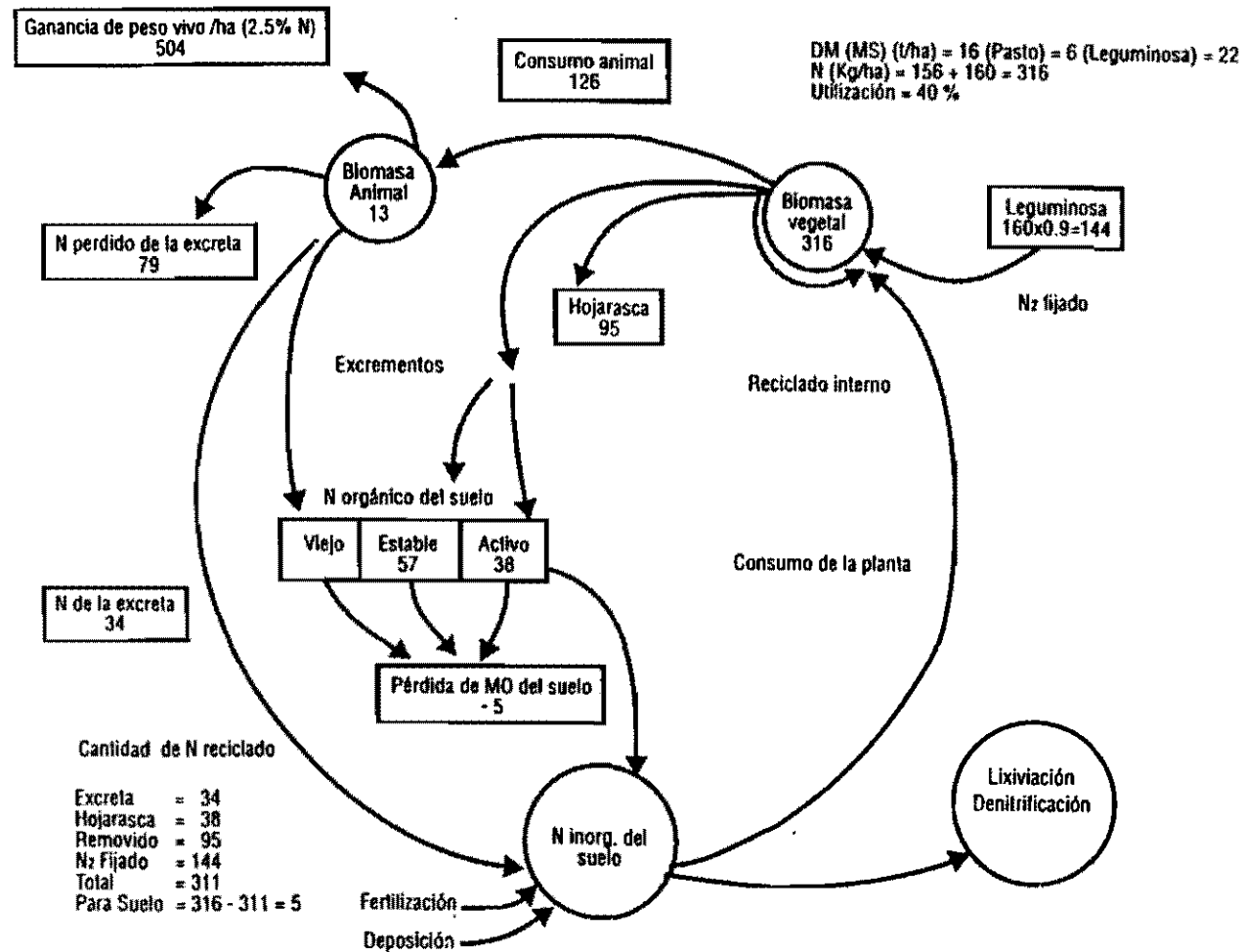
- Implicaciones edafoclimáticas de los ecosistemas
- Implicaciones físicas y antrópicas para el agroecosistema

Resumen

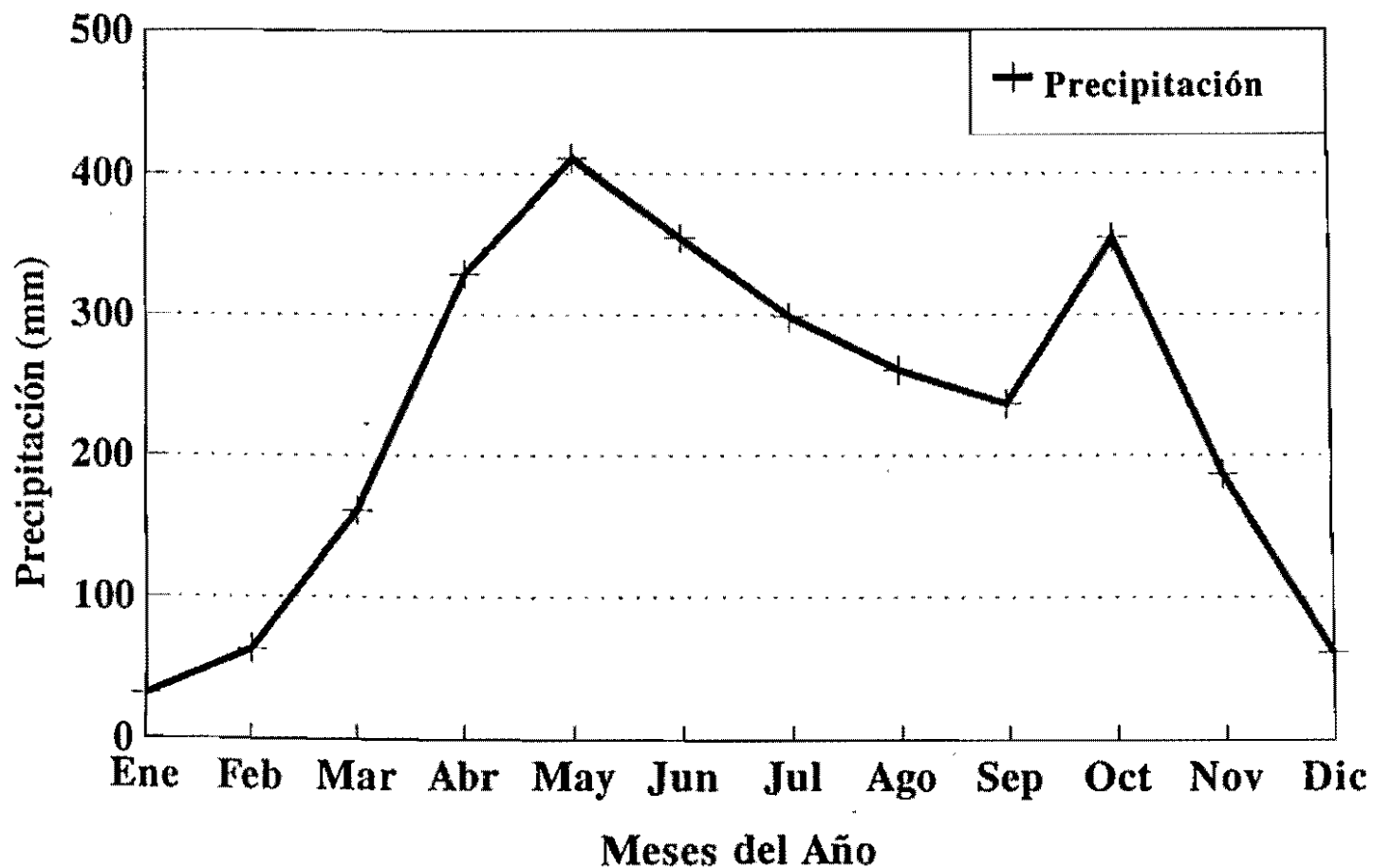
Relación entre el fósforo fijado y el fósforo en la solución del suelo (curvas de fijación o isothermas de adsorción), en varios suelos de América Tropical



Ciclo anual del nitrógeno en una pastura *Brachiaria decumbens* - *Arachis pintoi*, Carimagua, Colombia.



Distribución de la precipitación en el C.I. ICA - La Libertad, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

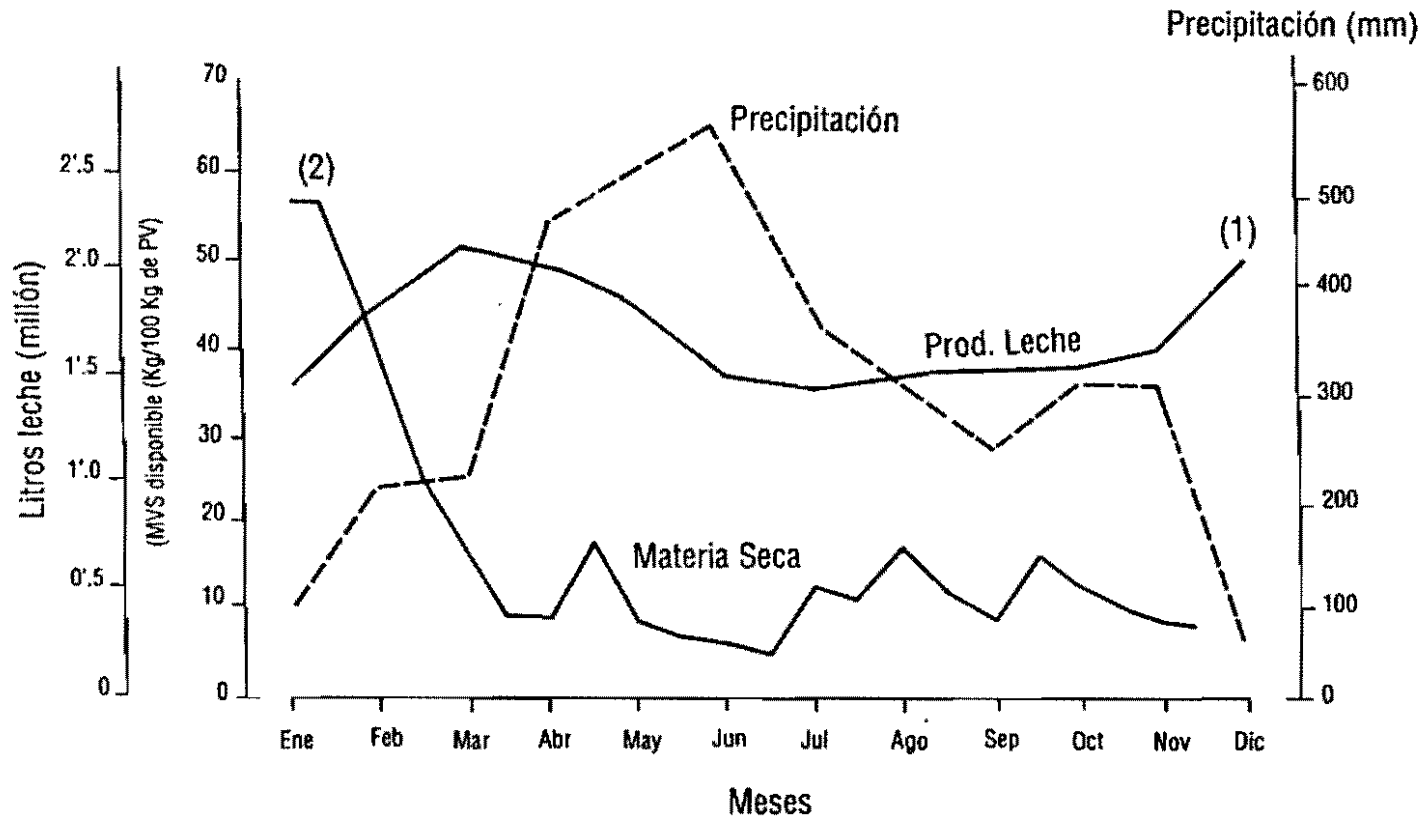


Requerimientos y niveles optimos de fósforo en la fertilización del establecimiento de especies forrajeras, en un oxisol de Carimagua, Colombia

Especie	Accesión CIAT No.	Fósforo (kg/ha)	Nivel óptimo en el tejido (%)
<u>Gramíneas</u>			
<i>A. gayanus</i>	621	20	0.10
<i>B. humidicola</i>	679	10	0.08
<i>B. decumbens</i>	606	20	0.08
<i>B. dictyoneura</i>	----	20	0.08
<i>B. brizantha</i>	665	20	0.09
<u>Leguminosas</u>			
<i>D. ovalifolium</i>	350	20	0.10
<i>P. phaseoloides</i>	9900	20	0.22
<i>S. capitata</i>	1019	20	0.11
<i>C. macrocarpum</i>	5065	10	0.16
<i>C. gyroides</i>	3001	35	0.17
<i>A. pintoii</i>	----	0.18	--

Fuente: Ayarza, M.A. *et al.*, 1988.

Relación entre la precipitación pluvial, la disponibilidad de forraje y la producción de leche a través del año. Piedemonte del Caquetá, Colombia



1000

1000

