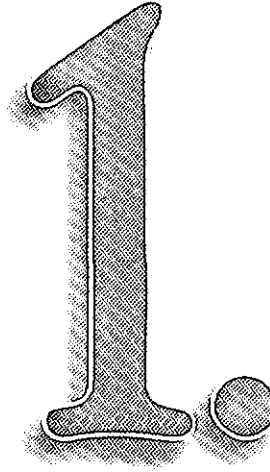


CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA



Mauricio Álvarez de León¹
Álvaro Rincón Castillo²

LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

La Orinoquia colombiana está ubicada al oriente del país, tiene una extensión aproximada de 26 millones de hectáreas, 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 los Departamentos del Meta, Arauca, Casanare y Vichada (Escobar *et al.*, 1995), Figura 1.1.

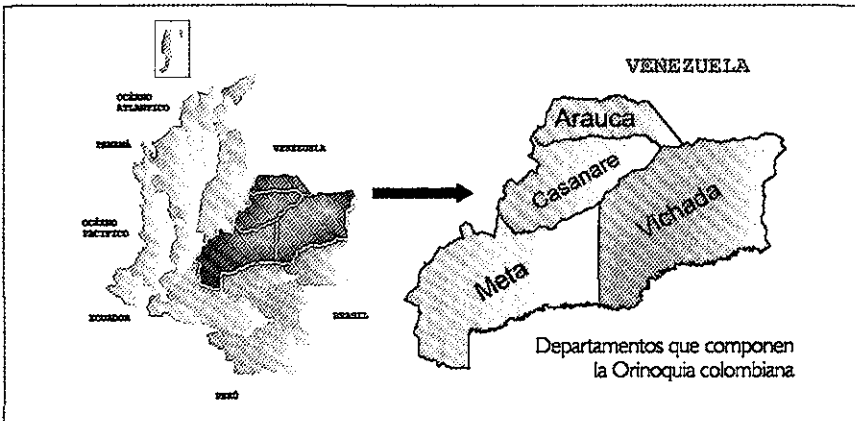


Figura 1.1. Ubicación de la Orinoquia en la República de Colombia.

1 MVZ. M.Sc. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. malvarez@corpoica.org.co

2 I.A. Ph.D. Investigador CORPOICA, C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. arincon@corpoica.org.co

GEOLOGÍA

La historia geológica del piedemonte y la altillanura de Meta, Casanare, Arauca y Vichada está estrechamente relacionada con el proceso evolutivo de la Cordillera Oriental, que ha sido la fuente de los sedimentos y materiales consolidados que constituyen la parte plana del departamento, los cuales, afectados por factores (clima, relieve, organismos y tiempo) han dado origen a los suelos de la Orinoquia, Figura 1.2.

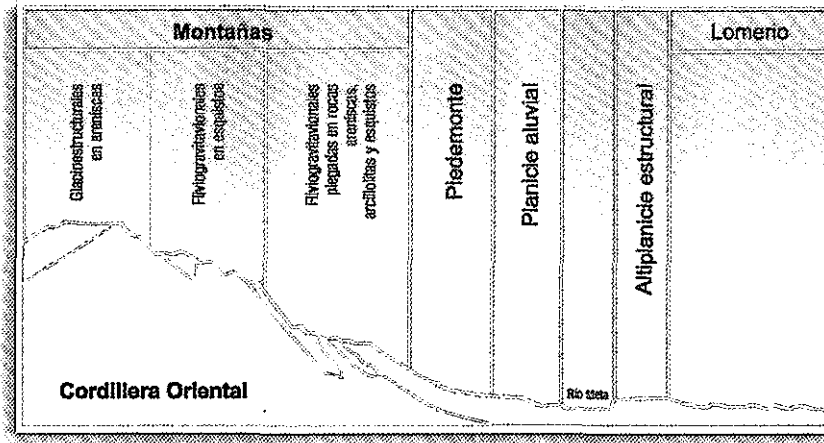


Figura 1.2. Aspectos geológicos de la Orinoquia colombiana.

FISIOGRAFÍA

En la región de la Orinoquia se destacan tres subregiones que corresponden los paisajes fisiográficos de piedemonte, planicie aluvial, altiplanicie estructural (plana, ondulada y disectada o lomero), cuyas principales características se describen en la Tabla 1.1. En la Figura 2.2. se presenta su ubicación en un perfil altitudinal.

PIEDEMONTES

En la Orinoquia 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 de terreno pendiente a la cordillera, cuya altura sobre el nivel del mar oscila entre los 200 y 1000 m, 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, comprende paisajes muy característicos como los abanicos aluviales, terrazas aluviales vegas y vegones, mesas y mesones, Figura 1.3.

Tabla 1.1. Paisajes fisiográficos de la Orinoquia y algunas de sus características.

Paisaje fisiográficos Orinoquia	Características
Piedemonte	Planicie aluvial de piedemonte
	Piedemonte ondulado
Planicie Aluvial o Inundable	Con influencia eólica
	Sin influencia eólica
Altillanura o altiplanicie	Plana subhúmeda
	Plana húmeda
	Ondulada subhúmeda
	Ondulada húmeda
	Disectada subhúmeda
	Marginal subhúmeda
	Marginal húmeda
Otros	Montañas
	Inselberg
	Vallas

Fuente: Adaptado de IGAC (1995).

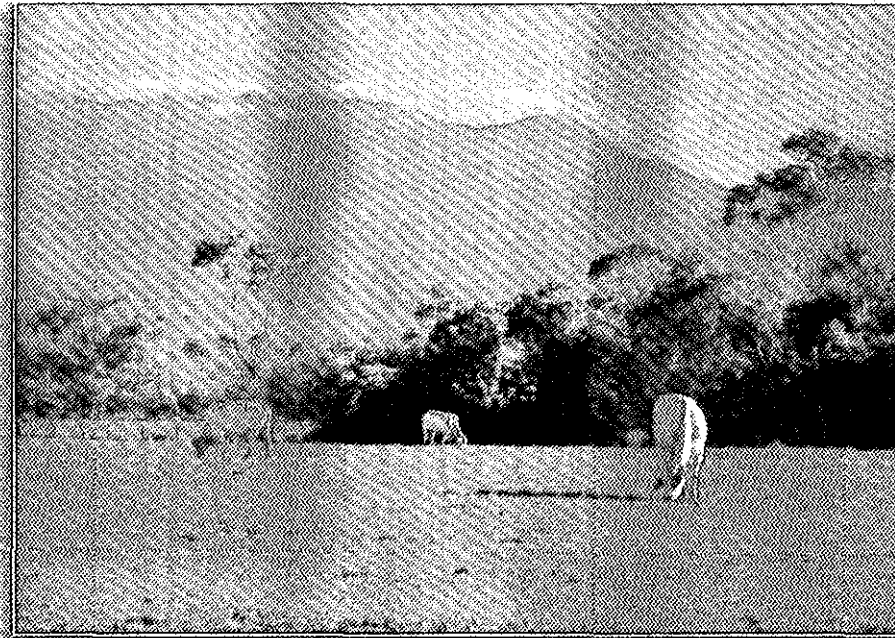


Figura 1.3. Características topográficas del piedemonte llanero.

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% (Escobar *et al.*, 1995).

PLANICE ALUVIAL O DE DESBORDE (ORINOQUIA INUNDABLE)

Ubicada al norte del río Meta, es la planicie terciaria de los departamentos de Casanare y Arauca, donde los ríos se desplazan en la época de lluvia y causan inundaciones cíclicas. Con 5.237.800 hectáreas, se encuentra localizada adyacente al piedemonte en la parte oriental de los departamentos de Casanare y Arauca, se extiende hasta la margen izquierda del río Meta. La sabana inundable del departamento de Arauca tiene una extensión de 1.500.000 ha (Pérez y Vargas, 2001) y las restantes 3.737.800 corresponden al departamento de Casanare.

ALTILLANURA O ALTIPLANICIE (ORINOQUIA BIEN DRENADA)

Se encuentra ubicada al sur y al oriente de los ríos Meta y Meticá, hasta el río Orinoco, limitada al norte por una línea de falla tectónica por la que cursa el río Meta. Tiene unas 18.860.900 hectáreas, con una diferencia de nivel de 30 m con respecto a la Orinoquia Inundable. En la margen derecha aguas abajo del río Meta, se subdivide en dos subregiones: altillanura plana, Figura 1.4, y altillanura disectada, Figura 1.5, conocida regionalmente como serranía. Adicionalmente a estas dos unidades, se encuentra el andén orinoqués, con sus característicos afloramientos rocosos del Escudo Guyanés (Sánchez y González, 1989; Botero y López, 1982; IGAC, 1995).

La altillanura plana es una franja de 60 km de ancho en promedio, que se extiende al sur del río Meta desde la localidad de Puerto López hasta el límite con Venezuela. La altillanura ondulada y la serranía son una franja extensa al sur de la altillanura plana, con un paisaje de colinas redondeadas con pendientes entre 1 y 30% y con bajos húmedos que ocupan cerca del 25% del área (Botero, 1989), Figura 1.4.

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



Figura 1.4. Características topográficas de la altillanura plana



Figura 1.5. Características topográficas de la altillanura ondulada.

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 (Escobar *et al.*, 1995).

En la Tabla 1.2 se hace un resumen de las subregiones con sus respectivas áreas, donde se puede apreciar que la orinoquia bien drenada ocupa la mayor extensión con un 72%, mientras que la orinoquia inundable ocupa el 20% y el piedemonte llanero el 7.6%

Tabla 1.2. Subregiones y paisajes con sus áreas de la Orinoquia colombiana.

Paisaje	Área (ha)	Área (%)
Piedemonte	2.010.200	7.6
Orinoquia inundable:	6.237.800	20.0
- Llanura aluvial de desborde	2.950.600	11.3
- Llanura cólica	2.076.600	7.9
- Pantanos	210.600	0.8
Orinoquia bien drenada:	18.860.900	72.2
- Altiplanura Plana	4.200.000	16.0
- Altiplanura disectada	9.000.000	34.4
- Andén Orinoqués	5.000.000	19.1
- Terrazas aluviales	660.900	2.5
TOTAL	26.108.900	100.0

Fuente: Instituto Colombiano Agustín Codazzi, (1995).

En este manual se tratarán aspectos relacionados con el piedemonte y la Orinoquia bien drenada, considerando que la investigación desarrollada ha estado enfocada a estas condiciones de clima y suelo.

SUELOS

Los suelos de los Llanos Orientales se originaron a partir de los sedimentos transportados por los ríos que bajan de la cordillera oriental. Los materiales que forman actualmente los suelos de esta región han sufrido tres períodos de meteorización lo cual, además del clima tropical con alternancia de períodos húmedos y secos, es el responsable por el intensivo lavado y pobreza de estos en minerales meteorizables, los que le dan una fertilidad natural.

En general, los suelos presentan un alto grado de evolución, que se manifiesta en el predominio de cuarzo en la fracción arena y de caolinita y óxidos de hierro en la fracción arcilla; bajo contenido de bases, pH ácido, altos niveles de aluminio en el complejo de intercambio. En las llanuras aluviales del piedemonte, son más fértiles y menos lavados por ser más jóvenes y además porque reciben aportes en las crecientes procedentes de las áreas más altas y viejas de piedemonte (Botero y López, 1982).

Poseen características físicas de alta fragilidad estructural que limitan el uso de implementos agrícolas. Su topografía plana hace que sean fáciles de trabajar para fines agropecuarios. Sus propiedades químicas se caracterizan por la alta acidez, toxicidad de aluminio, baja disponibilidad de fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico y deficiencias en la mayoría de nutrimentos esenciales para las plantas. Otra característica, es la baja capacidad de retención de agua en el espacio entre los agregados del suelo pues el agua es liberada a bajas tensiones (inferiores a 1 bar), como consecuencia de esto se puede presentar baja disponibilidad de agua para las plantas (CIAT, 1983).

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.

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. 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 Orinoquia (Escobar *et al.*, 1995).

PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE LOS SUELOS DEL PIEDEMONTTE

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 intercambiables 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.

PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE LOS SUELOS DE LA ALTILLAURA

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, 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 (arcilla 1:1 pobre en sílice), sesquióxidos y óxidos libres de hierro y aluminio y cantidades variables de minerales integrados, cuarzo, gibsitita, 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 meteorización. 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 gibsitita.

En la altillanura ondulada, presentan una fase continua de plintita en los primeros 30 cm de la superficie del suelo. La plintita es una mezcla de arcilla y cuarzo residual con alta concentración de hierro y aluminio, se endurece irreversiblemente cuando se expone a ciclos alternos de humedecimiento y secamiento, especialmente por acción directa de los rayos solares. Estos suelos se caracterizan por un alto grado de meteorización por lo cual presentan una fuerte acidez y han perdido casi toda su capacidad para suplir nutrimentos a las plantas (CIAT, 1983). Son suelos con arcillas de baja actividad que se caracterizan por la baja capacidad de intercambio catiónico, la carga es dependiente del pH, los sitios de intercambio catiónico están ocupados en su mayoría por el aluminio con saturaciones superiores al 70% limitando el desarrollo de cultivos por la toxicidad de este elemento.

El fósforo (P) es el nutrimento más limitante para el adecuado desarrollo de las pasturas en suelos ácidos (León y Toledo, 1982; citados por Ayarza 1988). Sin embargo, las especies forrajeras adaptadas a suelos ácidos requieren entre 10 y 20 kg/ha de P para lograr el 80% de su máxima producción (Ayarza 1988).

La mayor parte de los suelos de la altillanura y de las terrazas del piedemonte, se encuentran en un nivel bajo de fertilidad, con deficiencias en todos los nutrimentos esenciales para el desarrollo de las plantas. En la Tabla 1.3 se puede apreciar la misma tendencia en el bajo contenido de minerales de los suelos de las terrazas altas del Piedemonte, la Altillanura plana y la Altillanura disectada.

Tabla 1.3. Características químicas de algunos suelos del piedemonte llanero y de la altillanura colombiana.

Parámetro	Piedemonte Meta (terrazas)	Altillanura Plana	Altillanura Disectada
pH	4.4 - 4.9	4.5 - 5.0	4.4 - 4.9
M.O. (%)	1.9 - 3.0	1.8 - 3.7	1.4 - 2.4
P (ppm)	1.0 - 2.0	1.0 - 3.0	1.0 - 2.0
Ca (me/100 g)	0.17 - 0.54	0.20 - 0.65	0.17 - 0.28
Mg (me/100 g)	0.07 - 0.15	0.07 - 0.19	0.05 - 0.09
K (me/100 g)	0.07 - 0.08	0.02 - 0.09	0.04 - 0.06
Na (me/100 g)	0.17 - 0.20	0.07 - 0.26	0.08 - 0.20
Al (me/100 g)	2.8 - 3.6	1.5 - 3.5	1.4 - 1.7
B (ppm)	0.24 - 0.37	0.14 - 0.36	0.10 - 0.20
Cu (ppm)	0.3 - 0.7	0.4 - 0.9	0.2 - 0.3
Zn (ppm)	0.5 - 1.0	0.4 - 1.0	0.3 - 0.6
Fe (ppm)	42 - 46	10 - 460	15 - 60
Mn (ppm)	1.2 - 6.3	0.8 - 9.2	0.5 - 5.4

Fuente: Base de datos análisis de suelos. CORPOICA C.I. La Libertad.

CLIMA

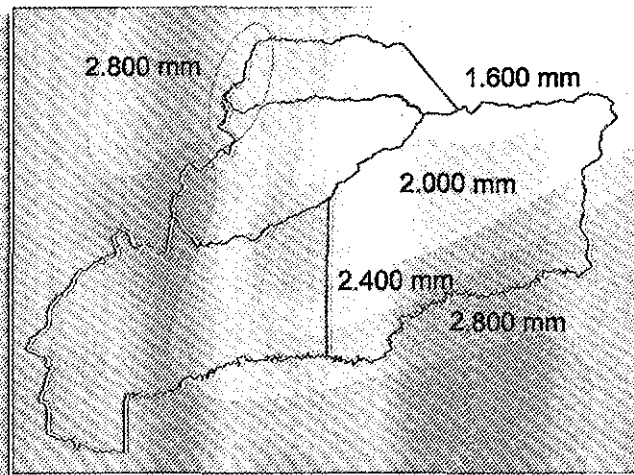
El clima de la Orinoquia está influenciado por los vientos alisios y la zona de confluencia intertropical, que determinan un clima estacional monomodal.

PRECIPITACIÓN

La precipitación es uno de los parámetros más importantes que determinan el estado climático de una región; de su distribución depende toda actividad económica y social. En Colombia, el volumen de lluvia varía considerablemente entre las regiones, ya que el país se encuentra ubicado geográficamente en la Zona Ecuatorial, al noroeste de Suramérica y con la presencia de la cordillera de los Andes en gran parte de su territorio.

Debido a estos factores, el país se ve fuertemente influenciado por corrientes de aire húmedo, originadas en los océanos y la selva amazónica, las cuales convergen produciendo la mayor parte de las lluvias. Además, Colombia se encuentra en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde convergen masas de aire cálido y húmedo; también está, influenciada por los vientos alisios, que proceden de las franjas de alta presión en los subtropicos; estos vientos entran al país por el noreste, originando lluvias por fenómenos de convección (movimientos ascendentes y enfriamiento de las masas de aire).

En la Orinoquia generalmente predominan las lluvias altas de 2.000 a 3.000 mm en su parte central y oriental, aun cuando hacia el piedemonte pueden observarse hasta 6.000 mm; por el contrario en el extremo norte de Arauca las lluvias pueden estar entre 1.500 y 2.000 mm, Figura 1.6.



Fuente: Adaptado de mapa de precipitación media anual (Dominguez, 1998).

Figura 1.6. Isoyetas de precipitación anual en la Orinoquia colombiana.

El período de lluvias se extiende de marzo a noviembre, ya que esta época los vientos alisios del sureste empiezan a ser los dominantes, desplazando la ZCIT hacia el norte. El prolongado período de lluvias se debe al doble paso de la ZCIT por la alternancia de los vientos alisios dominantes. Entre diciembre y marzo se presenta el período más seco, debido a que los vientos alisios del noreste son los dominantes en esta época del año y desplazan hacia el sur la ZCIT. Los meses de mayo, junio y julio son los de mayor precipitación. Normalmente en el mes de agosto se presenta un "veranillo" y en los dos meses siguientes, las lluvias tienen un ligero aumento, Figura 1.7.

Por la cercanía a la cordillera oriental, en el piedemonte la precipitación es mayor, con un promedio de 2.909 mm anuales en el C.I. La Libertad (Villavicencio). Sin embargo, en otras localidades como Acacias (Meta), ésta supera a los 3.500 mm.

Las lluvias disminuyen hacia la altillanura llegándose a tener 2440 mm anuales en el C.I. Carimagua (Puerto Gaitán, Meta) y 2184 mm en Puerto Carreño, Vichada. Esta diferencia de precipitación se evidencia principalmente durante la época seca, en donde es más drástica en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, con consecuencias en pérdida de productividad animal por la baja disponibilidad de forraje. Como se puede ver en la Figura 1.7, el déficit hídrico en estos meses secos es mayor a medida que se aleja de la cordillera oriental, porque en esta época en el piedemonte la precipitación es de 345 mm, en Carimagua 174 mm y en Puerto Carreño 99.5 mm, lo cual equivale al 11.8%, 7,1% y 4,4% de la precipitación total, en el mismo orden.

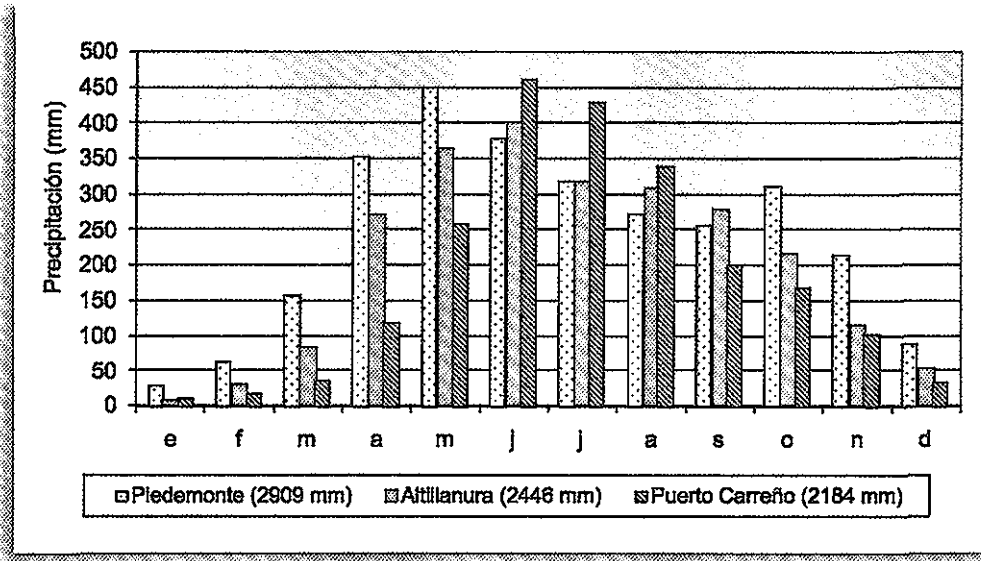


Figura 1.7. Precipitación promedio mensual (mm) en el piedemonte llanero (C.I. La Libertad), en la altillanura colombiana (C.I. Carimagua) y en Puerto Carreño, Vichada.

BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico relaciona la precipitación con la evaporación. Hay una una tendencia de mayor disponibilidad de agua en el piedemonte, Figura 1.8, con respecto al agua evaporada. Sin embargo en condiciones de Puerto Carreño, la evaporación presenta valores superiores con respecto a la evaporación ocurrida en el piedemonte, esta condición de déficit hídrico se presenta durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, Figura 1.9. El déficit hídrico en estos meses secos es mayor a medida que se aleja de la cordillera oriental, porque en esta época, en el piedemonte la precipitación es de 345 mm, en Carimagua 174 mm y en Puerto Carreño 99.5 mm, lo cual equivale a 11.8%, 7,1% y 4,4% de la precipitación total, respectivamente.

TEMPERATURA

En el piedemonte llanero por su cercanía a la cordillera, la temperatura es menor con respecto a la altillanura. La temperatura máxima en el piedemonte, alcanza los 32° C en los meses

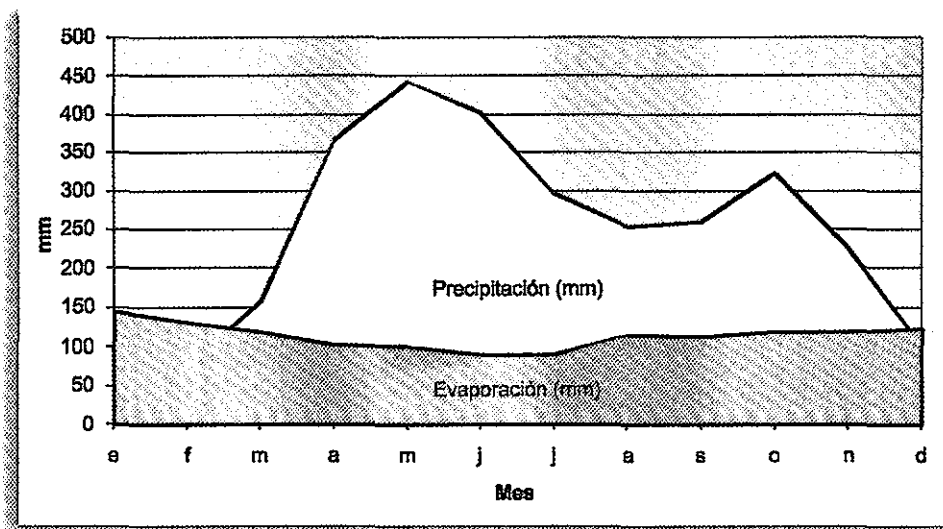


Figura 1.8. Relación entre precipitación y evaporación en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero.

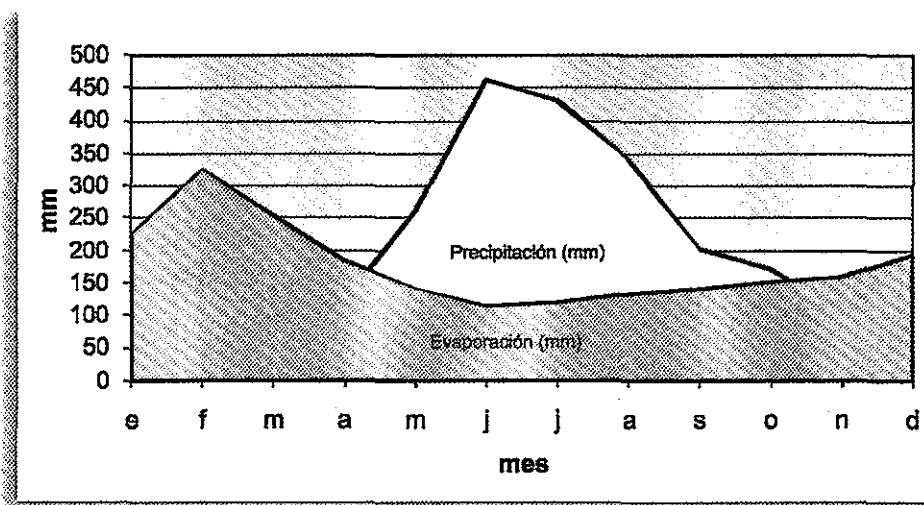


Figura 1.9. Relación entre precipitación y evaporación en Puerto Carreño (altillanura).

secos de enero hasta marzo, en tanto en los meses lluviosos la temperatura es de 28°C. La temperatura mínima no presenta menores variaciones durante el año conservando un promedio de 21°C, en los meses secos la temperatura mínima es de 22°C. De acuerdo a las variaciones entre temperatura máxima y mínima, se tiene que en el piedemonte llanero la diferencia de es de 10° C. Figura 1.10.

En la altillanura, cuyo punto más extremo al oriente es Puerto Carreño, la temperatura máxima se alcanza en los meses que van desde enero hasta abril con un promedio de 35°C, mientras

que en los meses del resto del año el promedio es de 32°C. Con respecto a la mínima se ha encontrado que en este sitio es constante durante todos los meses del año presentando un promedio de 24° C. Lo mismo que en el piedemonte, la diferencia entre temperatura máxima y mínima es de 10° C. Figura 1.11.

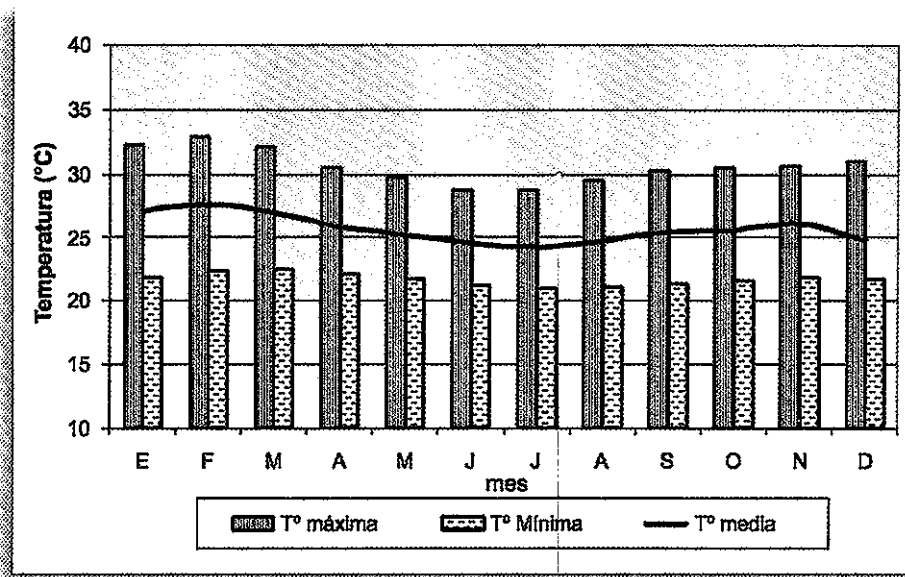


Figura 1.10. Temperatura máxima, mínima y media en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero.

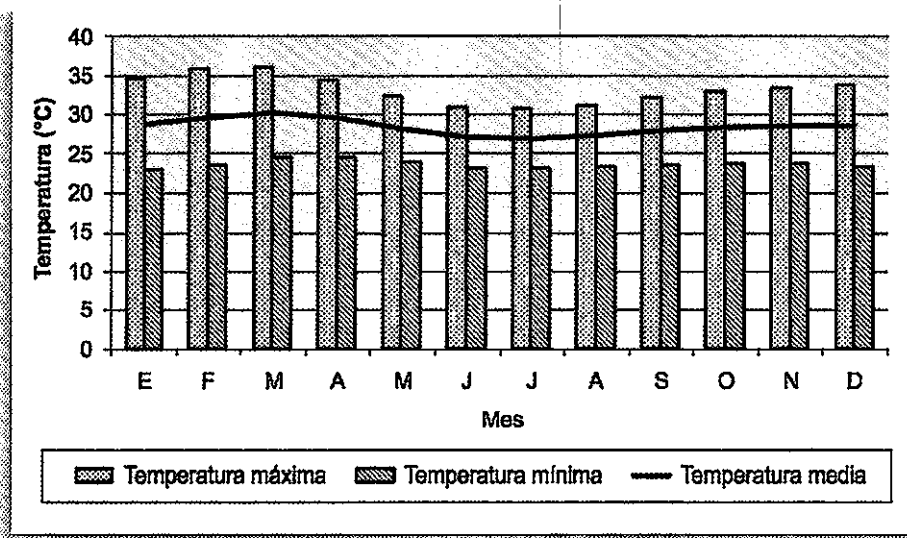


Figura 1.11 . Temperatura máxima, mínima y media en Puerto Carreño Vichada

Humedad RELATIVA

En la Orinoquia, los valores de humedad relativa son influenciados al oeste de la región por la presencia de la cordillera oriental. En el piedemonte llanero, los valores de humedad tienden a aumentar con respecto al centro de la región.

En el piedemonte, los meses de mayor humedad relativa son los lluviosos con un rango de 81 a 85%, mientras que en la época seca se registra la menor, especialmente en el mes de febrero con 69%. El promedio de humedad relativa en los meses lluviosos del piedemonte es de 82% en tanto, en los meses secos es de 70.7%, Figura 1.12.

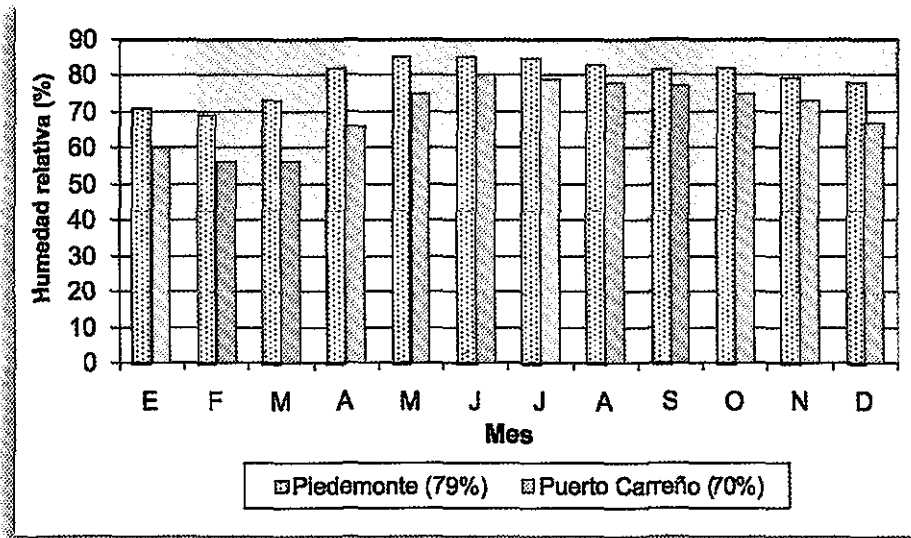


Figura 1.12. Humedad relativa promedio mensual en el piedemonte llanero (La Libertad) y en Puerto Carreño, Vichada (altillanura).

En la altillanura (Carimagua), oscila entre 76% y 84% durante los meses húmedos; durante el período seco disminuye a 64.1%. Sin embargo, en el extremo oriental (Puerto Carreño, Vichada), el mes de máxima humedad relativa es junio con un 80%, y los meses de menor son febrero y marzo con 56%. En este sitio, el promedio alcanzado durante los meses lluviosos es de 75.5% y en los meses secos de 59.5%, Figura 1.12.

BRILLO SOLAR

Colombia, por su ubicación, recibe los rayos solares durante todo el año con una duración diurna de aproximadamente 12 horas, pero los índices de brillo solar varían de una región a otra. La variada distribución del brillo solar está condicionada fundamentalmente por la latitud, relieve y la cobertura nubosa. A este respecto se debe diferenciar el brillo solar (Heliofanía) directo sin interferencias nubosas y el indirecto o difuso, afectado por masas nubosas que hacen disminuir la cantidad de energía disponible para las plantas

En general, el brillo solar aumenta en sentido sur-norte, con un comportamiento temporal de carácter monomodal. El brillo solar en la altillanura de Meta y del Vichada se encuentra entre

1.700 y 2.100 horas de sol al año (4.7-5.7 horas de sol al día). En el piedemonte llanero la mayor nubosidad comienza desde el mes de marzo y va hasta el mes de octubre. Durante este tiempo el promedio de brillo solar diario es de 4.6 horas, mientras que en los meses que van desde noviembre hasta febrero es de 6.2 horas. En condiciones de la altillanura, en su punto intermedio (Carimagua), en los meses lluviosos se tiene un brillo solar de 5.2 horas diarias en tanto en los meses secos es de 8 horas diarias, Figura 1.13.

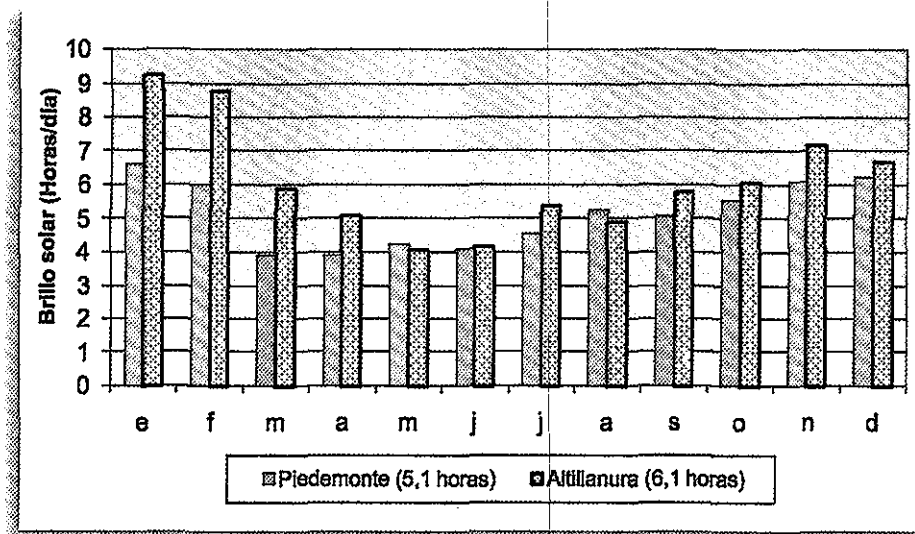


Figura 1.13. Brillo solar diario en el piedemonte llanero y altillanura.

RADIACIÓN SOLAR

El conocimiento de la distribución espacial del potencial energético solar es necesario porque facilita la identificación de regiones estratégicas en donde es más adecuada la utilización de la energía solar para la solución de necesidades energéticas.

La región de la Orinoquia recibe entre 3.0 y 5.0 kWh/m², de energía solar, aumentando el gradiente desde la cordillera oriental hacia el nor – oriente (Puerto Carreño), donde alcanza el máximo regional y uno de los de mayor intensidad de radiación solar global en Colombia, entre 4,5 y 6,0 kWh/m² por día.

La radiación solar también es más baja en el piedemonte llanero porque es de 9.1 MJ/m²/día, valor inferior al encontrado en otras regiones del país como los Valles del Sinú, Cesar y Cauca que es de 19.4, 16.9 y 18.3 MJ/m²/día, respectivamente, Figura 1.14. Lo cual indica que en el piedemonte se recibe 50% menos de radiación solar con respecto a los Valles mencionados. Esto implica que las tasas de fotosíntesis, proporcionales a la intensidad de radiación, sean de 19.68 Kg de CH₂O/m²/año, inferior a la de los Valles que está entre 26 y 29.5 Kg de CH₂O/m²/año. (HIMAT, 1995). Esta razón junto con la fertilidad de los suelos, son las causas de la mayor productividad agropecuaria en los Valles del Cesar, Sinú y Cauca.

En la Tabla 1.4, se presenta un resumen de la oferta climática de la Orinoquia colombiana.

Tabla 1.4. Oferta climática de los departamentos de Meta, Casanare y Vichada (piedemonte y altillanura) (Resumen).

Departamento	Condiciones Climáticas	Unidades	Valor
Casanare. Yopal	Precipitación anual	mm/año	2301
	Evaporación anual	mm/año	
	Temperatura media	° C	26.3
	Temperatura media máxima	° C	31.3
	Temperatura media mínima	° C	22.3
	N° días con lluvia	N°	100-200
	Velocidad media anual del viento	m/seg	
	Periodo húmedo	mes	8
	Periodo seco	mes	4
Meta. Villavicencio	Precipitación anual	mm/año	4008
	Evaporación anual	mm/año	1305
	Temperatura media	° C	25.7
	Temperatura media máxima	° C	30.5
	Temperatura media mínima	° C	20.8
	N° días con lluvia	N°	100-250
	Velocidad media anual del viento	m/seg	1.1
	Periodo húmedo	mes	8
	Periodo seco	mes	4
Puerto Carreño. Vichada	Precipitación anual	mm/año	2166
	Evaporación anual	mm/año	2536
	Temperatura media	° C	28.2
	Temperatura media máxima	° C	33.3
	Temperatura media mínima	° C	23.7
	N° días con lluvia	N°	100-250
	Velocidad media anual del viento	m/seg	2
	Periodo húmedo	mes	8
	Periodo seco	mes	4

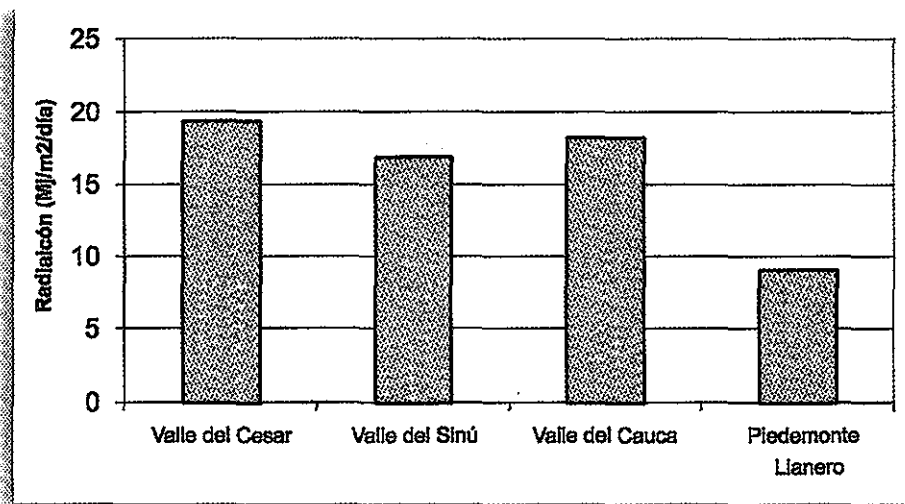


Figura 1.14. Radiación solar en cuatro zonas de Colombia.

VEGETACIÓN

Los usos mayores del suelo en la Orinoquia corresponden a ganadería en diferentes intensidades, agricultura y zonas naturales de protección y conservación. La cobertura más generalizada corresponde a vegetación en sabana 52%, pastos introducidos 30%, bosques 13%, cuerpos de agua y pantanos 2%, áreas agrícolas 1% y otras menores.

La cobertura vegetal en el piedemonte presenta pocas áreas en pastos nativos, allí predominan los pastos introducidos conformados por especies de *Brachiaria*, manejados en sistemas de producción más intensivos, dedicados principalmente a la ceba y en menor proporción al doble propósito. Estos forrajes constituidos principalmente por gramíneas, no han expresado o han disminuido su potencial productivo, por diversos factores de adaptación y manejo, lo cual ha incidido directamente en la baja productividad animal de la región. Se estima que el 70% de estas praderas establecidas con *Brachiaria decumbens*, están invadidas por la grama nativa *Homolepis aturensis* conocida como paja amarga, paja comino o guaduilla, constituyéndose en la principal especie vegetal en los sistemas de producción ganaderos.

La cobertura vegetal de la región de la altillanura de Colombia corresponde a una zona de transición de bosque húmedo tropical a bosque seco tropical. En ella han identificado unas 45 especies de gramíneas y 23 especies de leguminosas, existen además una gran cantidad de arbustos y árboles que conforman los morichales y bosques de galería (Serna, *et al.*, 2001).

Los bosques de galería que surcan tanto la altillanura plana como la ondulada y serranía, acompañan en todas partes a los caños y ríos. Frecuentemente tienen un ancho de solo algunos cientos de metros y raras veces miden hasta un kilómetro. Su exuberante vegetación arbórea cuyas copas a menudo alcanzan los 25 m de altura, se debe no solo a las mejores condiciones de humedad, sino también a mejores propiedades químicas de los suelos (Botero, 1989).

Las sabanas bien drenadas tienen una vegetación de pastos nativos donde predominan *Trachipogon sp*, *Axonopus sp*, *Paspalum sp*, *Andropogon sp*, que en su mayoría presentan bajas producciones y deficiente calidad, los que se constituyen en la base de la alimentación para los sistemas de producción bovina, caracterizados por ser explotaciones de tipo extensivo, dedicadas a la cría de bovinos, Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Gramíneas nativas más comunes en la altillanura colombiana.

Nombre Común	Nombre científico	Localización
Paja peluda	<i>Trachipogon vestitus</i>	Altillanura plana, Serranía
Paja lisa	<i>Trachipogon plumosus</i>	Altillanura plana, Serranía
Paja tigre	<i>Panicum rudgei</i>	Altillanura plana, Serranía
Guaratará	<i>Axonopus purpusii</i>	Altillanura plana, Serranía
Cola de burro	<i>Leptocoryphium lanatum</i>	Altillanura plana, Serranía
Grama	<i>Paspalum pectinatum</i>	Altillanura plana, áreas húmedas de serranía
Saeta	<i>Trachipogon ligularis</i>	Bajos, áreas mal drenadas
Pasto negro	<i>Paspalum plicatulum</i>	Bajos, áreas mal drenadas
Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i>	Bajos, áreas mal drenadas

Fuente: Adaptado de Botero, 1989

Con el fin de incrementar el consumo de forraje y mejorar la calidad del mismo, el ganadero quema periódicamente las sabanas nativas sobremaduras. Se ha encontrado que el contenido de proteína cruda de las principales especies de la sabana nativa de la Orinoquia disminuye con la madurez y después de 30 días de crecimiento durante la estación lluviosa y durante toda la época seca (Tabla 1.6), la baja calidad del forraje disponible limita el consumo y por lo tanto afecta negativamente el peso de los animales (Paladines y Leal, 1979).

Tabla 1.6. Contenido de proteína cruda a diferentes edades después de la quema de la sabana nativa en la altillanura.

Período de crecimiento después de la quema	Altura de corte (cm)	Contenido de proteína cruda de la sabana (%)
28	10	10.0
48	20	7.5
79	35	5.8
Época seca	50 - 80	2.7

Fuente: Adaptado de Paladines y Leal, (1970)

La necesidad de quemar frecuentemente la sabana para mantener la calidad del forraje, trae como consecuencia inmediata una pobre utilización del recurso forrajero disponible; se ha estimado que más de la mitad de la materia seca producida por año se pierde y por lo tanto, la carga animal debe mantenerse baja. Además, ocurren cambios importantes en la florística que pueden afectar su producción a largo plazo (Paladines, 1983 citado por Tergas, 1986), con desaparición de unas especies y dominio de otras, muchas veces de menor productividad (Rippstein *et al.*, 2001).

En el piedemonte son pocas las áreas en pastos nativos, allí predominan los pastos introducidos conformados por especies de *Brachiaria*, manejados en sistemas de producción más intensivos, dedicados principalmente a la ceba y en menor proporción al doble propósito. Estos forrajes constituidos principalmente por gramíneas, no han expresado o han disminuido su potencial productivo, por diversos factores de adaptación y manejo, lo cual ha incidido directamente en la baja productividad animal de la región. Se estima que el 70% de estas praderas establecidas con *Brachiaria decumbens*, están invadidas por la grama nativa *Homolepis aturensis* conocida como paja amarga, paja comino o guaduilla, constituyéndose en la principal especie vegetal en los sistemas de producción ganaderos.

Bibliografía

- Ayarza, M.A. 1988. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Ed. C.E. Lascao y J. Spain. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta Reunión del Comité Asesor. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia. pp. 161-186.
- Botero, R. 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas del los Llanos Orientales de Colombia. Boletín técnico N°2. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 99 p.
- Botero, P.J. y López, D. 1982. Los suelos de los Llanos Orientales (Una visión general sintetizada). Suelos Ecuatoriales, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Volumen XII No. 2, Bogotá, Colombia. pp. 18-29.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Informe bianual 1992-1993. Programa de forrajes Tropicales. Documento de trabajo No. 136. Cali, Colombia.
- Escobar, C.; Lotero, J. y Soto, L.A. 1995. Agroecosistemas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 1. Capacitación en tecnología de producción de pastos. CIAT, NESTLE, BANCO GANADERO. 70 p.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 1995. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Santa Fe de Bogotá. 632 p.
- IMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras). 1995. Calendario Meteorológico. Santafé de bogotá.
- Paladines, O. y Leal, J.A. 1979. Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia. En Producción de Pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 0-5, Cali, Colombia. pp. 331-346
- Pérez, R.A. y Vargas, O.M. 2001. Características de la sabana nativa y su potencial de producción bovina en la llanura inundable de Arauca. Boletín técnico N° 25. CORPOICA, PRONATTA, INAT. Santa Bárbara de Arauca, Arauca. 40 p.
- Rippstein, G.; Serna, R.A. y Escobar, G. 2001. Dinámica de la vegetación sometida a quema, pastoreo y otras formas de manejo en la sabana nativa. En: Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Ed. G. Rippstein, G. Escobar y F. Motta. Centro Internacional de Agricultura Trópic, CIAT. Cali, Colombia. pp. 138 - 186.
- Sánchez, L.F. y González, F. 1989. Una aproximación sobre el presente y futuro de la Orinoquia colombiana. SIAL 6 (2): 39-39.
- Serna, R.A.; Rippstein, G.; Grollier, C. y Mesa, E. 2001. Biodiversidad de la vegetación de la sabana en la Altillanura plana y la Serranía de los Llanos Orientales. En: Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Ed. G. Rippstein, G. Escobar y F. Motta. Centro Internacional de Agricultura Trópic, CIAT. Cali, Colombia. pp. 46- 63.
- Tergas, L.E. 1986. Producción animal y manejo de praderas naturales y cultivadas en los Llanos Orientales de Colombia. Simposio sobre capacidad bioproductiva de Sabanas. Centro Internacional de Ecología Tropical, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela. 13 p.