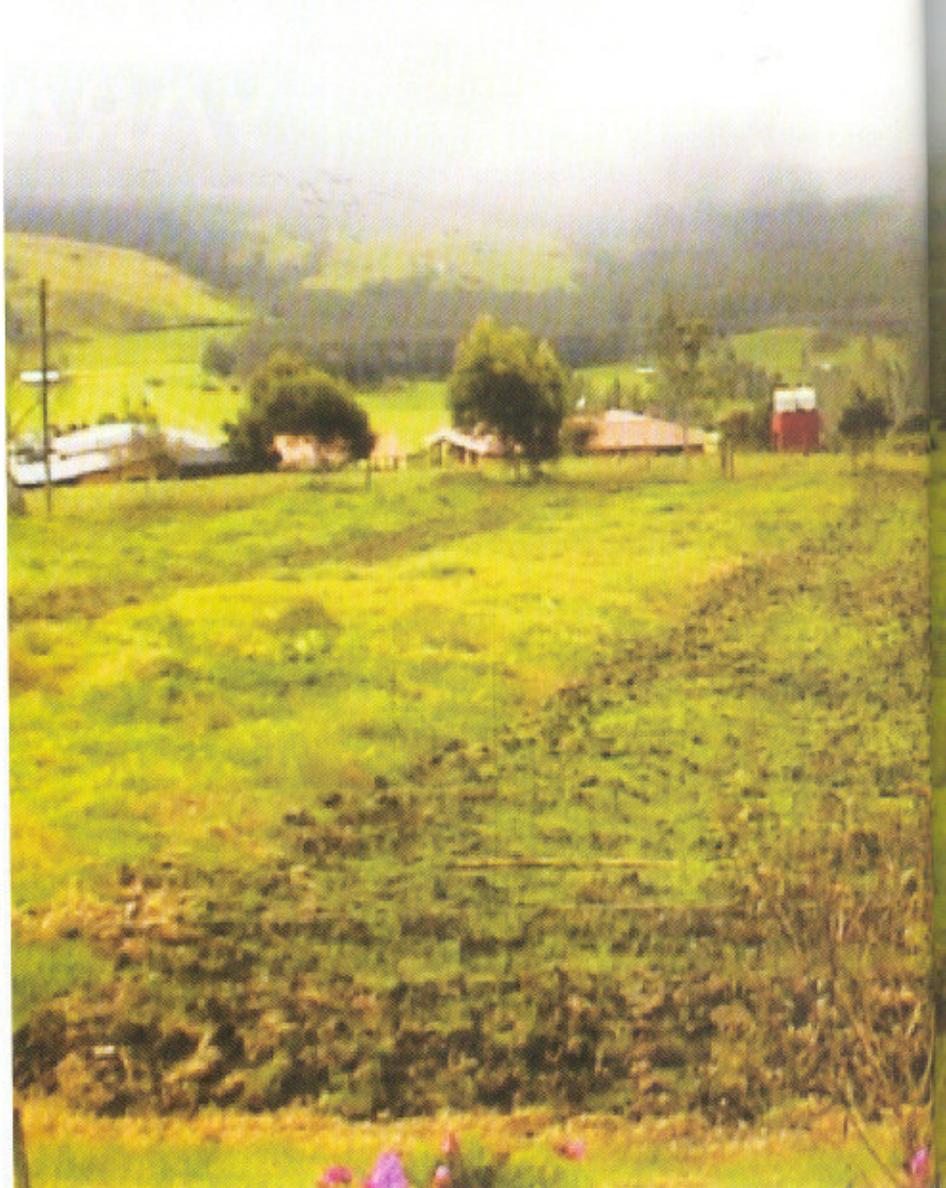


Colombia es un país tropical de contrastes climáticos debido a su topografía y a su posición latitudinal. Distribuida en cinco ecorregiones entre las que se encuentra la Región Andina, con una extensión cercana al 30% del total del territorio nacional, la cual aloja el 75% de la población del país. En esta región se ubican las más grandes ciudades, las cuales demandan continuamente grandes volúmenes de alimentos para su abastecimiento, factor que ha causado deterioro en más del 50% del territorio. Esta región concentra además cerca del 52% de las lecherías especializadas del país, por lo que actualmente la presión sobre el ecosistema se hace aún mayor. En Colombia, la producción de leche ha adquirido una creciente importancia en el contexto económico nacional, debido a la pujante demanda en el mercado interno. Esta actividad ha sido un factor de amortiguación de la crisis que vive el sector agropecuario, pues la producción de derivados lácteos se ha constituido en una actividad fundamental para la dinámica y recuperación de la actividad pecuaria, aportando dentro del PIB agropecuario un 10% durante los últimos años (Ministerio de Agricultura 1999). Sin embargo, este sistema de producción afronta factores limitantes tales como la estacionalidad de la producción y el precio de los insumos agrícolas (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, semillas y los suplementos), que inciden en el precio final al consumidor, alejando a algunos sectores de escasos recursos, del consumo de leche y restándole competitividad al sector frente a otros países productores.

Es importante destacar que la producción de leche fresca presenta

ALTERNATIVAS PARA CLIMA FRÍO

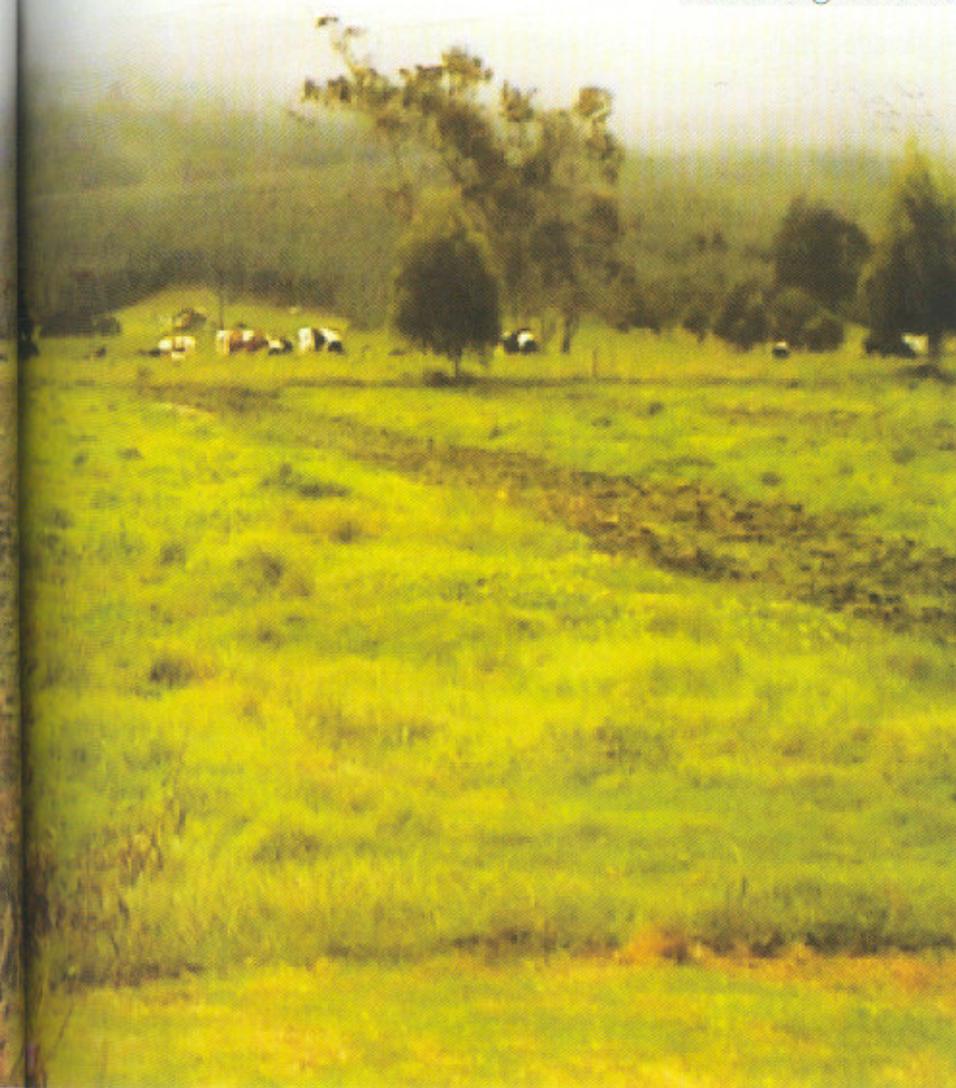


Franjas de Lotus en pradera de kiku

una variabilidad en los volúmenes producidos a lo largo del año, como consecuencia de la estacionalidad climática (período de lluvias y de sequía), que afecta la disponibilidad de pastos y ocasiona una variación en la producción de leche cercana al 10% (Minagricultura 1999).

FORRAJERAS EN COLOMBIA

Por: EDGAR A. CÁRDENAS R.
 Profesor Asociado. Universidad Nacional
 de Colombia – Sede Bogotá.
 eacardenasr@unal.edu.co



Consideraciones generales de forrajes en clima frío en Colombia Fedegan (1999), ha caracterizado diversos núcleos de explotación lechera en el país, demarcando en la región alto andina (1800–3200 msnm), al altiplano norte de Antioquia, el cordón de Ubaté - Chiquinquirá, la Sabana de Bogotá y las zonas altas de Nariño como las cuencas lecheras del país, que aportan el 34% de la producción nacional.

Estos sistemas han basado la alimentación de sus animales en pasturas nativas, de baja producción y calidad nutricional. De otra parte, el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) ha sido el forraje de más amplio uso dentro del trópico alto andino, luego de su introducción en 1927. Está adaptado a altitudes que varían entre 1700 y 2800 msnm; con excelentes rendimientos en forraje de aceptable calidad, alguna exigencia en agua y fertilizantes. Sin embargo, ha visto limitada su persistencia y su alta producción de biomasa, debido a su susceptibilidad a heladas, las cuales se presentan comúnmente en esta ecorregión durante los meses de enero, febrero, julio y agosto en menor proporción; igualmente una alta susceptibilidad a plagas como el chinche de los pastos (*Collaria scenica*), que se ha desbordado durante la última década. Posteriormente, con el auge que tuvo la revolución verde luego de la segunda guerra mundial, se empezaron a introducir al país variedades de ryegrasses con el fin de mejorar la productividad de las explotaciones lecheras de clima frío.

Estas nuevas especies fueron seleccionadas para que demandaran mayor cantidad de insumos agrícolas. Los ryegrasses son forrajes, que no escapan a la acción de plagas como *C. scenica* y enfermedades como la roya (*Puccinia spp*). Sin embargo, han permitido que las lecherías mantengan una alta producción de leche durante el año. Pero para mantener estas altas producciones ha sido necesario el manejo de la suplementación en los sistemas de producción, a pesar de que esta última herramienta desfavorece la disminución de los costos de producción.

Dentro de los costos de producción para los sistemas de lechería especializada y de doble propósito, el manejo de la alimentación y las praderas ocupan un renglón importante (Fedegan 2004). En el manejo de praderas, los más altos valores los representan los fertilizantes y el riego, seguido de los herbicidas y plaguicidas, que no sólo trae consecuencias económicas, sino también al medio ambiente, por lo que se debe propender por establecer un manejo óptimo de la fertilización y del uso de insumos agrícolas de acuerdo con las necesidades de la pradera, haciendo énfasis en el uso de asociaciones gramínea + leguminosa, que puede traer efectos benéficos en la conservación y productividad de las praderas y disminuye la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Cárdenas 2003). Por otro lado, gran parte del problema de las explotaciones lecheras se debe al déficit de materia seca (MS) para suplir los requerimientos nutricionales de los animales en el hato. Lo anterior ha promovido el uso de forrajes conservados que permiten aportar un buen volumen de alimento para suplir el déficit en períodos críticos de suministro.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

La región de clima frío en Colombia comprende las zonas que están entre 2000-3000 msnm. Estos presentan características edafológicas las cuales están dadas por un relieve que varía desde plano a ligeramente plano (pendiente de 0-3%), hasta escarpado a muy escarpado (pendiente mayor a 50%). El material parental es muy variable e incluye rocas de origen ígneo (diabasas, basaltos, granitos y andesitas), sedimentarias (areniscas) y metamórficas

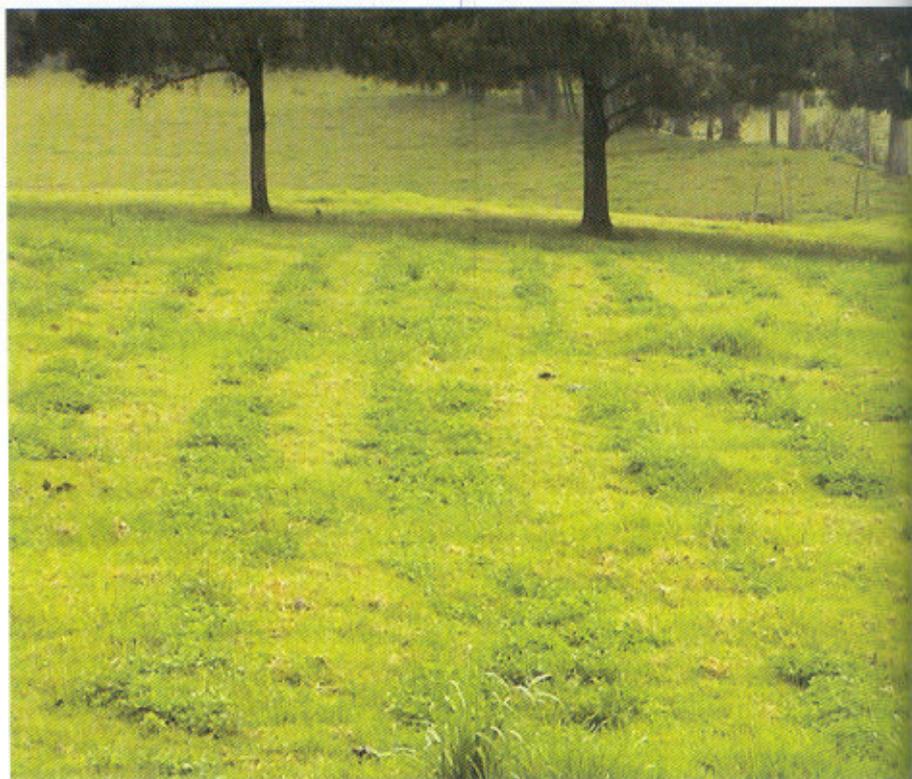
(esquistas y pizarras). Los suelos son principalmente Andepts, Tropepts y Orthents, con grados variables de evolución, profundidad efectiva, drenaje, erosión y fertilidad. Con pocas excepciones los suelos son ácidos, bajos en fósforo disponible y con alta capacidad para fijar este elemento, altos en materia orgánica y en saturación de aluminio, bajos a medios en los contenidos de potasio, calcio y magnesio y en varias zonas con problemas de deficiencia de azufre, boro, zinc y molibdeno. En general, la fertilidad varía de moderada a muy baja (Loteró 1993).

ESPECIES FORRAJERAS PREDOMINANTES

En esta zona predominan pastizales de *P. clandestinum*, solo o en asociación con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*T. repens*), también especies como: Falsa poa (*Holcus lanatus*), Oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), y en menor proporción especies de los géneros *Axonopus*, *Agrostis*,

Bromus, *Paspalum*, *Calamagrostis* y *Trifolium*. Sin embargo, en años recientes se ha dado como alternativa la introducción de ryegrass (*Lolium* spp), como reemplazo del pasto kikuyo (Cárdenas 2000).

Existen principalmente dos tipos de praderas en clima frío. En primer lugar, praderas naturales constituidas por gramíneas anteriormente mencionadas y gramíneas nativas en suelos ácidos de baja fertilidad; con pastoreo extensivo o alterno, con períodos de descanso de 70 hasta 150 días, con una capacidad de carga equivalente a 0.5 UA por hectárea. En segundo lugar, praderas establecidas por siembra directa en forma mecánica, usando los pastos ya mencionados y en algunos casos, mezclados con bajas cantidades de leguminosa y algunas prácticas de manejo como fertilización, riego, pastoreos rotacionales, manejando capacidades de carga cercanas a 0.9 UA/ha (Basto y Fierro 1999). Pero recientemente, se han



Introducción de leguminosas en monocultivo de kikuyo



Renovación de praderas a base de leguminosas + fertilizante fosfatado

establecido estrategias de manejo con sistemas predominantes de explotación como son: el pastoreo extensivo mejorado, donde la alimentación se basa en pastoreo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas naturalizadas y nativas y en ocasiones introducidas, con una carga animal aproximada de 1.2 UA/ha, sistema que emplea pequeñas cantidades de suplementos alimenticios. También, el sistema de pastoreo intensivo suplementado localizado principalmente en suelos de vocación agrícola, de alto valor unitario, cercano a centros urbanos, con servicios públicos completos a escala municipal y rural; con alta disponibilidad de maquinaria y equipos (tractores, equipos de ordeño, riego, henificadores), fertilizantes, adecuación de tierras, ganado semiestabulado y forrajes de semillas importadas. La capacidad de carga oscila entre 3.0 - 3.5 UA/ha.

De manera incipiente se encuentran también algunos sistemas de confinamiento con manejos

inapropiados en la mayoría de los casos. Estos sistemas de producción se caracterizan por poseer una mejor nutrición y mejoramiento genético que otros sistemas tradicionales de explotación bovina en Colombia (Arias 1998), empleando recursos de pastos de corte, poco adaptados al ecosistema alto andino colombiano (p. ej. Maralfalfa).

FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

El mayor componente forrajero de los pastizales alto andinos en Colombia es el kikuyo. Sin embargo, al igual que otras especies es exigente en agua y nitrógeno. El pasto kikuyo es doblemente afectado por el verano, no sólo por la disminución en producción de forraje sino también por la mayor incidencia de heladas.

Otro problema que se ha presentado es la dependencia de las praderas de clima frío a altos niveles de fertilización nitrogenada, con el fin

de mantener rendimientos de forraje adecuados (Cárdenas 2003).

INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El kikuyo ha manifestado recientemente un incremento de la incidencia del chinche de los pastos (*Collaria scenica*), debido principalmente a la disminución de la diversidad de cultivos agrícolas, lo que ha hecho disminuir el control biológico natural (Cárdenas 2003).

Los primeros daños ocasionados por el chinche en kikuyo fueron reportados en 1956 sin que fuera alta la incidencia. Sin embargo, Bernal y Granada (1997) reportan que en 1988 en la zona sur-occidental de la Sabana (Madrid-Facatativá), se presentaron daños y se confundieron con los ocasionados por el efecto de las heladas.

El daño es ocasionado por adultos e inmaduros de la plaga, que extraen el contenido celular del follaje. Inicialmente se observan puntos blancos, los cuales se unen y forman manchas que al expandirse provocan amarillamiento del borde foliar. Luego, mueren los tejidos afectados y por último, se entorcha el tercio superior de la hoja. En los potreros afectados se observan focos o parches de pasto amarillo y quemado, similar al daño producido por las heladas (Barreto 1999). Barreto (1996), reporta que esta plaga limita la producción de biomasa aérea de las praderas de kikuyo, aunque también ataca con severidad otros pastos como: ryegrass, falsa poa, azul orchoro y avena forrajera, teniendo mayor incidencia en las mezclas de kikuyo con ryegrass. Además, se ha convertido en agente introductor de desequilibrio ambiental, debido a la aplicación indiscriminada de

insecticidas químicos que se utilizan para su control.

Aunque el chinche de los pastos no afecta significativamente la calidad nutricional del forraje, sí afecta los rendimientos de biomasa, reduciendo la capacidad de carga (entre 0.3-3 UA/ha) y la producción de leche (entre 0.5-5 lt/vaca/día). Esto ocasiona un aumento en los costos de producción al requerir de suplementos para cubrir las deficiencias, además de un control químico para el chinche (Arias 1999).

Otra plaga que también se ha reportado en las pasturas del altiplano cundiboyacense, es la larva del cucarrón que se desarrolla en el suelo y comúnmente se conoce como chiza (*Ancognatha* spp.); de ellos los más abundantes corresponden a la especie *Clavipalpus* sp., la cual en los últimos años, se ha convertido en una plaga de importancia económica. Las larvas ocasionan daño al alimentarse de las raíces de las plantas y para evitar sus daños se ha recurrido al uso indiscriminado de plaguicidas, incrementando los costos de producción y los riesgos de intoxicación (Álvarez et al. 1992).

Por otro lado, se mencionan enfermedades criptogámicas como la roya de las gramíneas, muy frecuente en las praderas de la Sabana de Bogotá. Dentro de estos agentes patógenos, el género *Puccinia* sp ataca hojas, tallos y espigas, produciendo sobre el tejido afectado, pústulas alargadas de color amarillo a marrón, principalmente en *Lolium* spp., *D. glomerata* y *F. pratensis* (Bernal 1984; Calderón y Giraldo 1996).

INCIDENCIA DE HELADAS

Las heladas en el país y específicamente en el altiplano cundiboyacense, son sinónimo de

pérdidas económicas periódicas en cultivos de cereales, papa, pastos, etc. Éstas se presentan en el país durante los meses de enero y febrero con más daños que en julio y agosto. Las heladas ocasionan daños físicos en las plantas como: ruptura de células y tejidos debido al aumento de volumen del agua al congelarse, además de quemaduras por viento helado las cuales hacen daños fisiológicos, cambios bioquímicos o metabólicos en el interior de la célula, como consecuencia de la deshidratación del protoplasma, debido a la salida de líquidos. Se presentan también síntomas de marchitamiento ocasionados por la disminución en la actividad de las raicillas y los pelos absorbentes en lo relacionado con la absorción de agua (Fernández 1994).

PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN CLIMA FRÍO

Pradera pura. En cuanto a rendimientos de biomasa, se ha observado que las especies introducidas producen más forraje que las especies nativas, dado que en la mayoría de los casos, las especies introducidas responden mejor a la fertilización que las especies nativas, lo que hace que estos sistemas productivos sean dependientes de insumos agrícolas tales como riego y fertilización (Cárdenas 2003).

Aunque la mayoría de estudios realizados en el país han reportado datos de producción de forraje con base en niveles de fertilización nitrogenada (revolución verde), comparándolo en algunos casos con el manejo tradicional, son pocos aquellos que incorporan leguminosas para reducir la aplicación de nitrógeno. El ICA (1987), reportó rendimientos de diferentes especies forrajeras comparando condiciones naturales con buen manejo de rotación y fertilización (Tabla 1), donde las especies de mayor producción tanto en condiciones naturales como con buen manejo fueron el *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, y *P. clandestinum*, con rendimientos entre 20 y 30 TonMS/ha/año.

Tabla 1. Producción de biomasa aérea en pastos de clima frío en Colombia

Nombre científico	Nombre común	Ton/MS/ha/año	
		Condiciones naturales	Buen manejo
<i>Holcus lanatus</i>	Falsa poa	2-3	10-15
<i>Bromus catharticus</i>	Rescate	4-8	20-30
<i>Dactylis glomerata</i>	Azul orchoro	4-8	20-30
<i>Festuca arundinacea</i>	Festuca alta	5-10	20-30
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	5-10	20-30
<i>Phleum pratense</i>	Fleo	2-4	8-16
<i>Poa pratensis</i>	Azul de Kentucky	2-3	8-12
<i>Lotus corniculatus</i>	Trébol pata de pájaro	3-5	9-15

Fuente: ICA 1987

También el ICA (1969) reportó producciones de forraje (TonMS/ha/corte), donde se emplearon diferentes dosis y frecuencias de aplicación de nitrógeno en pastos de la Sabana de Bogotá (Tabla 2).

Observándose que las mejores producciones se obtuvieron con azul orchoro (2.99 TonMS/ha) al emplear la dosis de 25 Kg de N/ha cada corte, seguido por el pasto rescate con 2.55 TonMS/ha a una dosis de 300 Kg de N/ha cada tres cortes y por último el kikuyo con mejor respuesta de 2.32 Ton con 100 Kg de N/ha cada corte.

Tabla 2. Respuesta de la producción de biomasa aérea a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno.

Frecuencia de aplicación	Dosis de N Kg/ha	Kikuyo	Festuca alta	Rescate	Azul orchero
TonMS/ha/corte					
Cada corte	0	1.2	1.36	1.56	2.20
	25	1.44	1.89	1.85	2.99
	50	1.81	2.18	2.09	2.32
	75	1.99	2.65	1.89	2.27
	100	2.32	2.73	2.19	2.35
Cada 2 cortes	0	0.92	1.37	2.04	2.08
	50	1.2	2.03	1.99	2.10
	100	1.83	2.33	2.20	2.12
	150	2.10	2.58	2.10	1.94
	200	2.18	2.76	2.28	2.11
Cada 3 cortes	0	1.13	1.53	1.62	1.90
	75	1.03	1.76	1.90	2.19
	150	1.33	1.94	2.03	2.19
	225	1.89	2.55	2.15	2.40
	300	2.1	2.53	2.55	2.92

Fuente: ICA 1969

Mila (2001), citado por Quiroga y Barreto (2002), observó en *P. clandestinum* sometido a distintos métodos de mecanización en la Sabana de Bogotá, producciones de biomasa aérea de 557 y 816 KgMS/ha con aplicaciones de 300 y 600 Kg/ha de compost respectivamente, en época de máxima precipitación, frente a 1.887 y 2.023 KgMS/ha en época de mínima precipitación al rebrote de 45 días. También al rebrote de 75 días y con los mismos niveles de aplicación de compost (300 y 600 Kg/ha) reportan rendimientos de 1.228 y 1.720 KgMS/ha en época de máxima precipitación y 2.574 y 2.621 KgMS/ha en la de mínima precipitación. Valores similares a los reportados por Navarrete (1986), quien encontró producciones de biomasa en *P. clandestinum* de 2.060 KgMS/ha en invierno y 1.470 KgMS/ha en verano a 60 días de rebrote.

CALIDAD NUTRICIONAL

Laredo y Cuesta (1988), compararon la calidad nutricional de varias gramíneas y leguminosas en diferentes estados de desarrollo en la Sabana de Bogotá en Colombia (Tabla 3).

Tabla 3. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas de clima frío.

Nombre	Estado de desarrollo	PC	DIVMS	FDN	FDA
		(%)			
<i>Pennisetum clandestinum</i>	60 días de rebrote	16.62	79.18	57.48	32.70
<i>Bromus catharticus</i>	40 días de rebrote	21.43	89.87	54.28	32.10
<i>Dactylis glomerata</i>	Prefloración	11.60	70.82	64.74	38.30
	40 días de rebrote	18.38	89.43	52.14	30.70
<i>Festuca arundinacea</i>	40 días de rebrote	19.68	89.59	52.06	30.42
<i>Trifolium pratense</i>	35 días de rebrote	24.24	85.53	45.50	33.94
	45 días de rebrote	20.56	83.97	41.28	30.86
<i>Trifolium repens</i>	35 días de rebrote	25.46	85.88	36.54	29.08
	45 días de rebrote	23.19	85.20	36.85	30.202

Fuente: Laredo y Cuesta 1988.

Se destacaron en cuanto a calidad nutricional las gramíneas *B.*, *catharticus* con los valores más altos de PC y DIVMS, al igual que la *F.*, *arundinacea* la cual presentó altos valores de PC y DIVMS y menores valores de FDN y FDA. En cuanto a las leguminosas se destacó el *T.*, *repens* a 35 días de rebrote con los valores más altos para PC, DIVMS y los más bajos de FDN y FDA.

Por otro lado, Vélez (1987), observó en *P. clandestinum* a 61 días de edad en la Sabana de Bogotá, valores de calidad nutricional con 14.05% (PC), 80% (DIVMS), 52.84 (FDN) y 28.64 para FDA. También en la misma zona

y con *P. clandestinum* Quiroga y Barreto (2002), reportaron valores de 17.9% (PC), 72% (DIVMS), 35.5% (FDA) y 67.4% para FDN al rebrote 45 días, frente a 15.4% (PC), 75.9% (DIVMS), 36.3% (FDA) y 62.5% para FDN al rebrote de 75 días en época seca.

PRODUCTIVIDAD ANIMAL

En esta área se han realizado diversas investigaciones en trópico alto andino colombiano, destacándose estudios como el realizado por Chaverra et al. (1967), donde evaluaron la ganancia de peso en novillos normando en la Sabana de Bogotá, alimentados con mezclas de *P. clandestinum* con *T. repens*, *D. glomerata* con *T. pratense* y *F. arundinacea* con *T. repens*, encontrando las mejores ganancias de peso en la última asociación, con 805 g/animal/día en promedio. También González et al. (1966), reportaron ganancias de hasta 911 y 804 g/animal/día en mezclas de *D. glomerata* con *T. pratense* y *F. Arundinacea* con *T. pratense* respectivamente.

En cuanto a producción de leche, Ramírez et al. (1966), observó en praderas de la Sabana de Bogotá compuestas de *P. clandestinum* más *T. repens* y *D. glomerata* más *T. repens*, producciones de 11.89 y 14.24 kg/animal/día. Por otro lado, Bernal (1994), reporta estudios donde se observaron producciones diarias en praderas de *P. clandestinum* y *D. glomerata*, con 15 y 19.5 kg/animal/día en condiciones de pastoreo rotacional. Valores superiores a los reportados por ICA (1969), con 9 kg/animal/día en praderas de *F. arundinacea*, con aplicación de 50 kgN/ha, manejando 3.96 UA/ha.

PRADERAS DE GRAMÍNEAS ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS

Importancia de las leguminosas en praderas asociadas. El empleo de praderas de gramíneas asociadas con leguminosas es una alternativa práctica para disminuir los costos por fertilizantes aplicados, e incrementar la calidad de la dieta. Las mezclas de gramíneas y leguminosas son muy importantes por las ventajas que se obtienen en su uso, se logran mayores rendimientos de forraje de mayor calidad que en la pradera pura, también se puede rebajar o aún suprimir la fertilización nitrogenada, aprovechando el nitrógeno atmosférico fijado por la leguminosa, factor mejorante de la fertilidad del suelo, es también importante porque presentan mayor resistencia a la

sequía, a la incidencia de plagas y enfermedades y heladas en el caso del kikuyo (Cárdenas 2002).

También se afirma que las leguminosas forrajeras son un componente esencial de muchas pasturas temporales y permanentes en clima frío, pues su contribución está dada por el N fijado de la atmósfera al sistema, logrando que así sea más sostenible desde el punto de vista ambiental en el ciclo de suelo planta-animal (O'Hara 1998). Por otro lado, se afirma su aporte en la protección del suelo y control de procesos erosivos, aporte de hojarasca, favorecimiento de la humedad del suelo y por lo tanto, enriqueciendo la población microbiana en el suelo.

PRADERAS ASOCIADAS PARA CLIMA FRÍO

Mendoza (1988) evaluó el kikuyo con N, sin N y en asociación y observó que el rendimiento de biomasa aérea del kikuyo fue de 14.4 TonMS/ha/año cuando se asoció con leguminosas, con un incremento notable en la producción debido al uso de leguminosas como factor mejorante de la pradera, resultado comparable al obtenido con la fertilización nitrogenada, frente a 7 TonMS/ha/año cuando el kikuyo estaba puro. También, Murcia (1971) reportó rendimientos y valor nutritivo de la mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío en tres épocas de corte (Tabla 4).

Tabla 4. Producción de biomasa aérea (TonMS/ha/corte), de gramíneas y mezclas de gramíneas y leguminosas en tres épocas de corte.

Época de corte	Kikuyo	Kikuyo Trébol rojo	Azul orchoro	Azul orchoro Trébol rojo
3 semanas	1.50	1.44	2.93	3.45
6 semanas	2.20	3.22	3.60	4.68
9 semanas	5.16	4.08	5.98	5.46

Fuente: Murcia 1971.



Introducción de arbóreas leguminosas y no leguminosas en pasturas de kikuyo

Los resultados que obtuvo por época de corte fueron superiores en azul orchoro más trébol rojo para la primera y segunda frecuencia de corte (3 y 6 semanas), y en azul orchoro puro para la tercera frecuencia (9 semanas). Mientras que la producción a la novena semana, fue inferior en la mezcla de kikuyo más trébol rojo, comparada con la de los otros tratamientos.

Para el caso de producción de biomasa en asociación de gramínea leguminosa en otras latitudes, Leep et al. (2002), reportaron rendimientos en la mezcla de *D. glomerata* y *F. arundinacea* con *L. corniculatus* con 9.59 y 10.0 TonMS/ha/año respectivamente, frente a lo reportado por Sleugh et al. (2000), en *D. glomerata* mezclado con *L. corniculatus* y *M. sativa*, con 9.3 y 11.2 TonMS/ha/año.

RECIENTES INVESTIGACIONES SOBRE FORRAJES EN CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

Durante la última década la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá ha venido evaluando nuevos materiales forrajeros con el objeto de presentar alternativas de pasturas, que permitan hacer sostenible el sistema de producción lechera del trópico alto andino colombiano. El objetivo se ha centrado en la búsqueda de especies forrajeras con alta producción y calidad de biomasa aérea durante el año, resistentes a plagas como el chinche y enfermedades como roya, que además, sean poco exigentes en agua y en fertilizantes. De otro lado, se ha avanzado en la evaluación de cultivos agrícolas que puedan suplir la demanda de forraje verde o para la producción de ensilajes, con el fin de mantener la productividad animal durante el año.

PRADERAS ASOCIADAS DE GRAMÍNEA + LEGUMINOSA

Cárdenas y Castro (2005) observaron que al comparar praderas de kikuyo puro fertilizado con úrea los resultados en producción de biomasa aérea eran inferiores que al asociar al kikuyo con el trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) (Tabla 5).

De igual forma, observaron que existían otras gramíneas que asociadas con la misma leguminosa presentaron mayores rendimientos y calidad de la biomasa ofrecida que el kikuyo testigo (Tabla 6). Las anteriores comparaciones también involucraron diferentes manejos del rebrote del forraje siendo superior la biomasa producida al rebrote de 70 días que a 45 días de edad, e inferior la calidad nutricional al rebrote de 70 días que a los 45 días en general.

Tabla 5. Producción de biomasa aérea total (gMS/m²) de la asociación de 10 gramíneas con *L. corniculatus* durante la época lluvia con frecuencias de corte de 45 y 70 días en Mosquera, Cundinamarca

Asociación	Frecuencia de corte		Sig ³
	45 días	70 días	
<i>P. clandestinum</i> (nat control)	62.4 b ⁴	183.4 bc ⁴	S
<i>B. catharticus</i> + Leg	120.0 ab	295.9 abc	S
<i>F. rubra</i> + Leg	176.4 a	397.4 ab	S
<i>D. glomerata</i> + Leg	98.2 ab	269.2 abc	S
<i>F. arundinacea</i> + Leg	174.5 a	379.3 ab	S
<i>Ph. pratense</i> + Leg	141.7 ab	222.4 abc	S
<i>P. clandestinum</i> (int) + Leg	142.4 ab	168.5 bc	NS
<i>A. odoratum</i> + Leg	168.0 a	458.3 a	S
<i>H. lanatus</i> + Leg	137.1 ab	346.5 abc	S
<i>D. glomerata</i> (var Knalgrass) + Leg	131.1 ab	122.0 c	NS
<i>F. pratense</i> + Leg	127.9 ab	181.7 bc	S
<i>P. clandestinum</i> (naturalizado) + Leg	136.5 ab	132.9 c	NS
Promedio	134.7***	263.1***	***
D. estándar	29.97	81.28	
Rango	62.4 - 176.4	122.0 - 458.3	

*** P<0.001

¹ gMS/m² = gMS de gramínea + gMS de leguminosa

² Producción promedio de un corte por cada frecuencia

³ Sig = Indica si hay (S) o no (NS) diferencia significativa entre frecuencia de corte para cada asociación (P<0.05)

⁴ Medidas seguidas por letras iguales en la misma columna no son significativamente diferentes (P<0.05), según prueba de Tukey.

Tabla 6. Contenido nutricional de 6 gramíneas asociadas con trébol pata de pájaro en Cundinamarca.

Asociación	Contenido nutricional			
	PC	FDN	FDA	DIVMS
	(%)			
Rebrote de 45 días				
<i>P. clandestinum</i> (nat control)	14.0	62.5	31.5	31.5
<i>D. glomerata</i> + L. c	15.5	53.2	34.7	34.7
<i>F. arundinacea</i> + L. c	15.1	54.9	35.7	35.7
<i>H. lanatus</i> + L. c	13.6	61.9	34.9	34.9
<i>B. catharticus</i> + L. c	13.1	57.9	35.7	35.7
<i>P. clandestinum</i> (naturalizado) + L. c	15.0	62.6	29.3	29.3
Leguminosa <i>L. corniculatus</i>	28	29	20	72
Rebrote de 70 días				
<i>P. clandestinum</i> (nat control)	15.9	59.7	29.5	71.2
<i>D. glomerata</i> + L. c	13.8	55.1	35.2	54.2
<i>F. arundinacea</i> + L. c	12.1	59.7	37.1	57.4
<i>H. lanatus</i> + L. c	10.1	65.4	39.6	56.6
<i>B. catharticus</i> + L. c	9.7	60.3	40.0	67.9
<i>P. clandestinum</i> (naturalizado) + L. c	16.4	59.6	28.8	62.1
Leguminosa <i>L. corniculatus</i>	28	32	22	72

Tomado de: Castro 2004

AVANCES EN EVALUACIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE Y PARA ENSILAJE

Los productores aducen la problemática de la disminución de la producción de la leche a la falta de forraje durante ciertos períodos del año, sea por sequía o inundación, sin embargo, han mantenido sus producciones mediante el empleo de forrajes conservados en especial de maíz. Lamentablemente, el maíz es una especie tropical que ve afectada su producción durante las épocas de presencia de heladas puesto que es un cultivo altamente susceptible a este fenómeno climático. Ante dicha situación Ojeda y Reyes (2004), mostraron resultados en la Sabana de Bogotá; se puede reemplazar este cultivo por otros que producen mayor cantidad de biomasa aérea durante el año (Tabla 7) y de mejor contenido nutricional que el maíz

(Tabla 8). Igualmente, la producción de biomasa aérea y calidad nutricional difiere al momento de la cosecha para el corte (Tabla 9) a ensilar (Tabla 10), mostrando especies forrajeras con mejores características que el maíz, para las condiciones de clima frío en la Sabana de Bogotá.

Tabla 7. Producción de biomasa aérea y número de cortes/año de especies agrícolas al corte como forraje verde.

Especie	Edad corte (días)	MS (%)	Cortes año	Prodn anual (g MS/m ² /año)
Maíz forrajero	153	17	1	2332
Cebada desnuda	63	14	5	3066
Cebada cubierta	63	15	5	3409
Avena forrajera	90	12	4	3150
Trigo forrajero	104	17	3	1191
Centeno	63	15	5	3006
Ryegrass	104 (c/45d)	19	8	3574

Tabla 8. Contenido nutricional de especies agrícolas promisorias para la alimentación animal al corte como forraje verde.

Especie	DIVMS (%)	PC	FDN (g/n/año)	FDA
Maíz forrajero	61	124	1.378	655
Cebada desnuda	75	699	1.527	760
Cebada cubierta	70	767	1.766	972
Avena "Cayuse"	74	526	1.591	945
Trigo forrajero	61	253	574	282
Centeno	75	583	1.476	839
Ryegrass	80	627	1.546	773

Tabla 9. Producción de biomasa aérea y número de cortes/año de especies agrícolas al corte como ensilaje.

Especie	Edad al corte (días)	Cortes año	Prodn. anual (g MS/m ² /año)	Relación H:T
Maíz forrajero	182	1	2.897	1.6
Cebada desnuda	104	3	4.076	0.7
Cebada cubierta	104	3	4.622	0.8
Avena "Cayuse"	125	3	4.775	1.3
Trigo forrajero	224	1.5	1.344	0.3
Centeno	125	3	5.387	0.8
Ryegrass	125	8	4.024	0.9

Tabla 10. Contenido nutricional de especies agrícolas promisorias para la alimentación animal al corte como ensilaje.

Especie	MS ¹ DIVMS (%)		Producción anual (g/m ²)		
	MS ¹	DIVMS (%)	PC	FDN	FDA
Maíz forrajero	16	74	298	1.588	1.202
Cebada desnuda	29	69	542	2.078	1.080
Cebada cubierta	27	65	582	2.482	1.400
Avena "Cayuse"	20	51	487	3.070	1.777
Trigo forrajero	31	58	162	845	469
Centeno	37	52	544	3.216	1.977
Ryegrass	20	80	272	595	322

¹ Al momento de grano pastoso.

ARBÓREAS MULTIPROPÓSITO PARA INCORPORAR EN PASTIZALES DE CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

Otra problemática imputada a la ubicación de los sistemas agropecuarios en las zonas de márgenes de bosques, ha sido el deterioro de éstos. El empleo de madera y leña ha ocasionado la pérdida de biodiversidad faunística y florística. De igual forma, el manejo de los monocultivos de las pasturas, el empleo de fertilizantes nitrogenados y de agroquímicos para contrarrestar la presencia de plagas como el chinche, ha incrementado el deterioro ambiental de este ecosistema alto andino colombiano. Por tal motivo, se ha propendido por buscar alternativas de arbóreas que puedan ser incorporadas en los sistemas de producción lechera con el fin de reducir esta problemática. Es por ello, que Millán y Moreno (2005) evaluaron la producción, calidad nutricional y aceptabilidad relativa de arbóreas a diferentes edades de corte y alturas de rebrote. Encontraron que especies como Saucos y Aliso fueron de mejor calidad nutricional que especies comúnmente empleadas por el ganadero como fueron Acacia negra (*Acacia decurrens*) y *Albizzia lophanta* (Tabla 11), las cuales tuvieron mayor producción de biomasa pero fueron poco aceptadas por vacas de ordeño.

Recientes búsquedas de alternativas forrajeras realizadas en el macizo colombiano, Chicangana y Piamba (2005) caracterizaron y evaluaron el contenido nutricional de especies de plantas que se encuentran entre una altitud de 2.000-3.000 msnm, normalmente consumidas por diversas especies de animales herbívoros en la región del Valle del Sibundoy, encontrando especies de gramíneas, leguminosas y arbóreas con alto potencial forrajero (Tabla 13).

Tabla 11. Producción de biomasa aérea de arbóreas evaluadas en la Sabana de Bogotá, Cundinamarca.

Especie	Altura (m)	Edad (meses)	Biomasa aérea (g MS/pl)
<i>Acacia decurrens</i>	0.8	9	1.180
<i>Albizia lophanta</i>			842
<i>Acacia decurrens</i>		12	1.796
<i>Albizia lophanta</i>			3.966
<i>Sambucus sp</i>		15	179
<i>Alnus acuminata</i>			317
<i>Sambucus sp.</i>			202
<i>Sambucus nigra</i>			126
<i>Alnus acuminata</i>			452
<i>Acacia decurrens</i>			1.701
<i>Albizia lophanta</i>		1.2	3.207
<i>Sambucus sp.</i>			116
<i>Alnus acuminata</i>	152		

Tabla 12. Contenido composicional de arbóreas multipropósito evaluadas en la Sabana de Bogotá, Cundinamarca.

Especie	Altura (m)	Edad (meses)	PC	DIVMS	FDN (%)	FDA	Fenoles	
<i>Acacia decurrens</i>	0.8	9	18	43	64	28	21	
<i>Albizia lophanta</i>			19	37	60	15	19	
<i>Sambucus sp.</i>		12	15	72	35	20	13	
<i>Alnus acuminata</i>			17	50	52	21	20	
<i>Sambucus sp.</i>		15	14	74	28	15	12	
<i>Sambucus nigra</i>			13	76	22	16	11	
<i>Alnus acuminata</i>			17	46	56	40	10	
<i>Sambucus sp.</i>			1.2	15	74	31	17	12
<i>Alnus acuminata</i>				17	43	57	41	11

Tabla 13. Valoración de la calidad composicional de potenciales especies forrajeras del macizo colombiano.

Proteína cruda			DIVMS		
(%)					
< 20	20 - 25	> 25	< 55	55- 65	> 65
Cortadera	Purutillo	Artemisa	Carrizo	Cortadera	Alverjilla
Mollatín	Mojuyo	Guarango	Chilca blanca	Artemisa	Mojuyo
Pumamaque	Ayahuasca		Encino	Chilca negra	
Moco	Alverjilla		Poleo grande	Ayahuasca	
Dorotiango	Chilca blanca		Verde negro	Frijol plancho	
Poleo grande	Yerba mora		Guarango	Dantasacha	
Chacilla blanca	Chinviajo		Poleo chiquito	Chacilla blanca	
Palo santo			Purutillo		
Carrizo			Palo santo		
Chilca negra			Chinviajo		
Frijol plancho			Dorotiango		
Verde negro			Moco		
Dantasacha			Yerba mora		
Poleo chiquito			Pumamaque		
Teterete			Mollatín		
Encino					





Aceptabilidad de Lotus y Festuca por bovinos

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, R.; ALONSO, P. Y MARTÍNEZ, W. Distribución espacial y vertical de la chiza *Clavipalpus*. En: *Agricultura Tropical*. Vol.29, no.3 (1992); p. 54-60.

ARIAS, J.H. La ganadería en la formación social colombiana: entre el atraso y la competitividad. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1999.

CHIGANGANA, D. Y PIAMBA, E. Caracterización e identificación de la calidad nutricional de plantas promisorias para alimentación de herbívoros en el macizo colombiano. Bogotá, 2005, 127 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia y Agronomía.

BARRETO, T. Estudios básicos para el manejo de poblaciones del chinche de los pastos *Collaria columbiensis* en la sabana de Bogotá. 1996, 66 p. Tesis (Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitoprotección Integral). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Agronomía.

BASTO, O y FIERRO, G. Manejo sostenible de praderas: programa transferencia de tecnología Corpoica - Regional Uno. Bogotá: SENA, 1999. 29 p.

BERNAL, E. y GRANDA, H. El chinche de los pastos (*Collaria columbiensis*). Bogotá: ANALAC, 1997. 25 p.

_____. Establecimiento y manejo de pastos de clima frío. En: CURSO DE ACTUALIZACIÓN EN

TECNOLOGÍA PECUARIA. (1984: Rionegro, Antioquia). Memorias. P. 29 – 35.

CALDERON, S. Y GIRALDO, C. Factores que afectan la productividad de los potreros y cómo controlarlos. En: *Revista Aso Holstein*. No. 133 (1996); p. 46 – 56.

CÁRDENAS, E.A. Evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío en Colombia. Bogotá, 2003. Tesis Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.

_____. y CASTRO, E. Adaptation, compatibility and acceptability of pastures associated in Andean high tropic of Colombia.

- En: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS (20: 2005: Dublín, Irlanda). Memorias. 2005.
- _____. Estrategias de la investigación en forrajes de tierra fría en Colombia y avances en la Universidad Nacional de Colombia. En: Revista de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Vol.50 (2003); p. 20 – 24.
- _____. Sistemas de producción bovina en Colombia. En: Alzate, H. y PARRA, L.G. Medicina Veterinaria y Zootecnia en Colombia: trayectoria durante el siglo XX y perspectivas para el siglo XXI. Bogotá: EDIVEZ, 2000. P. 563 – 576.
- CHAVERRA, H.; DAVILA, V.; VILLAMIZAR, F. y BERNAL, E. El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá. En: CURSO SOBRE MANEJO DE PRADERAS Y CULTIVOS DE PASTOS DE CLIMA FRIO. Bogotá: Sociedad de Agricultores de Colombia, 1967. 64 p.
- FEDEGAN. La ganadería bovina en Colombia 1998 – 1999. Bogotá: FEDEGAN, 1999. 261 p.
- _____. La ganadería bovina en Colombia 2003. Bogotá: FEDEGAN, 2004. 275 p.
- FERNÁNDEZ, R. Las heladas: su definición, pronóstico y control. Bogotá: Produmedios, 1994. 110 p.
- GONZALEZ, F. et al. Ceba de novillos en pastoreo. En: DIA DE CAMPO DE CIENCIAS ANIMALES. CNIA- Tibaitatá, Bogotá: ICA, 1969. 130 p. Informe anual de progreso del programa de pastos y forrajes.
- LAREDO, M. y CUESTA, P. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Bogotá: ICA, 1988. 77 p.
- LEEP, R. et al. Grazing effects on herbage mass and composition in grass – birdsfoot trefoil mixtures. En: Agronomy journal, Madisson, EUA. Vol. 94 (2002); p. 1257- 1262.
- LOTERO, J. Producción y utilización de los pastizales de las zonas alto andinas de Colombia. Quito, Ecuador: Red de Pastizales Andinos REPAAN, 1993. 155 p.
- MENDOZA, M. Siembra, manejo y producción de pastos y forrajes de clima frío. En: ICA. Producción y salud en ganado de leche. Bogotá: ICA, 1988. 115 p.
- MILLAN, H. y MORENO, F. Evaluación agronómica de arbóreas multipropósito en la Sabana de Bogotá. 2005, 77 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Zootecnia y Agronomía.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA y Desarrollo Rural. Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana. Bogotá: El Ministerio, 1999. 117 p.
- MURCIA, Valor nutritivo de gramíneas y mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío. Tunja, 1971, 75 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Facultad de Agronomía.
- NAVARRETE, G. Respuesta del pasto kikuyo a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Bogotá, 1986, 120 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- O'HARA, The role of nitrogen fixation in crop production. En: Zdenko, R. Food products Press. London, United Kingdom. 1998. P. 115 – 138.
- OJEDA, Y. y REYES, I. Evaluación agronómica y nutricional de siete cultivos agrícolas comerciales para forraje y ensilaje con potencial para la industria lechera de la región de Facatativa, Cundinamarca. Bogotá, 2004. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia y Agronomía.
- QUIROGA, D. y BARRETO, A. Respuesta en rendimientos y calidad de una pradera de kikuyo degradada a tratamientos de mecanización y aplicación de compost en la sabana de Bogotá. 2002, 77 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia y Agronomía.
- RAMÍREZ, S. et al. Comparaciones de kikuyo y trébol blanco y una mezcla de gramíneas y tréboles para vacas lactantes en pastoreo. En: ICA, día de campo ciencias animales. CNIA – Tibaitatá, Bogotá. 2004.
- SLEUGH, B. et al. Binary legumegrass mixtures improve yield and quality and seasonal distribution. En: Agronomy journal. Vol 92 (2003); p. 24 - 29.
- VÉLEZ, L. Cambios circadianos en carbohidratos no estructurales y solubles de gramíneas y leguminosas en la sabana de Bogotá. 1987, 86 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Zootecnia y Agronomía.