



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño de suplementación mineral estratégica en la Sabana Inundable en el municipio de Arauca por variaciones estacionales en la composición bromatológica y mineral de las gramíneas nativas

Edgar Leonardo Espinosa Restrepo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Departamento de Producción Animal
Bogotá, Colombia
2019

Diseño de suplementación mineral estratégica en la Sabana Inundable en el municipio de Arauca por variaciones estacionales en la composición bromatológica y mineral de las gramíneas nativas

Edgar Leonardo Espinosa Restrepo

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Producción Animal

Director

Zoot, M.Sc Gustavo Álvaro Wills Franco

Codirector:

Zoot, M.Sc., Ph.D. Juan Evangelista Carulla Fornaguera

Línea de Investigación:

Nutrición Animal

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación en Nutrición Animal

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Departamento de Producción Animal

Bogotá, Colombia

2019

“Lo trágico es que en su arrogancia infundada la gente intenta someter a la naturaleza a su voluntad. Los seres humanos pueden destruir las formas naturales, pero no pueden crearlas. La discriminación, el entendimiento incompleto y fragmentario, siempre se encuentran en el punto de partida del conocimiento humano”. (Masanobu Fukuoka, 1978)

Agradecimientos

A la madre tierra por darnos la vida, sustentar la humanidad, todo lo que nos rodea y permitir la evolución.

Al profesor Alvaro Wills, por su inmenso apoyo, constancia y su calidad humana, eternamente agradecido.

A mi familia, en especial a mi madre, ser de luz, bondad y esperanza.

A tí Helen, por brindarme tú apoyo constante y tu compañía.

Al profesor Juan Carulla por su pasión investigativa y su ejemplo.

A la profesora Martha Pabon, por sus valiosos conocimientos y enseñanzas.

A mi amiga, Diana Manrique, por su constante e invaluable apoyo.

A mi amigo, ganadero y llanero, Luis Rodriguez Quenza, por la confianza permitida, la vocación ganadera y el amor por la sabana inundable.

A la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) en especial al profesor Germán Afanador.

A la Universidad Cooperativa de Colombia, en especial a la decana Jannet Bentez, por la confianza depositada y las cientos de experiencias adquiridas.

A Jose D Morantes y Angie Sierra por su entusiasmo y dedicación a las especies nativas

A la Gobernación de Arauca, la Gobernación del Vichada, el Sistema general de regalías (SGR) y la UNAL, por el financiamiento de este proyecto académico.

...Y a todas y cada una de las personas que han hecho parte de mi vida, mil gracias...

Resumen

El estudio se realizó en el municipio de Arauca en condiciones de sabana inundable con paisajes fisiográficos de banco, banqueta y bajo; se desarrolló en dos fases, la primera consistió en la identificación de las especies nativas de la sabana inundable, iniciando con el reconocimiento morfológico en campo, con previa revisión bibliográfica de las posibles especies de interés forrajero, se implementaron muestreos aleatorios estratificados, en los que se hicieron recolecciones del material que se clasificó como de interés forrajero, el cual se procesó y envió para ser identificado taxonómicamente.

Posteriormente, se recolectó material vegetal para ser analizado nutricionalmente, se realizaron 4 análisis de material, dos en fincas, un ensayo en condiciones controladas, e información consignada en la base de datos (Alimento) de Agrosavia. Se evaluaron las variables; época climática, paisaje fisiográfico, las especies forrajeras y la composición nutricional.

El análisis estadístico se realizó mediante un Modelo Mixto Lineal Generalizado (GLIMMIX), donde los efectos fijos correspondieron a la tipología del paisaje y estacionalidad (E) frente al comportamiento de variables estructurales y funcionales descrito previamente. El efecto aleatorio fue la especie. Se realizaron análisis bromatológicos mediante química húmeda a la primera y segunda colecta, así mismo todas las colectas se procesaron mediante (NIRS) para predecir la composición nutricional de los forrajes. Las temporadas seca a lluvia y lluvia fueron las que presentaron mejores parámetros nutricionales y contenido mineral, con excepción de la MS, que es mayor naturalmente en la época de seca, de forma opuesta la época de lluvia-seca y la seca se presentaron como las temporadas más críticas nutricionalmente. Bajo esta fundamentación, se decidió formular 4 tipos de sales mineralizadas diferentes; para la transición de seca a lluvia y lluvia, una para el ternero desteto y otra para la vaca lactante, las otras dos para la época de lluvia-seca y seca para los mismos tipos de animales.

Palabras clave: sabana inundable, especies nativas, sales mineralizadas, terneros destetos, vaca en lactancia

Abstract

The study was conducted in the municipality of Arauca in conditions of flooded savanna with physiographic landscapes of banco, banqueta and bajo; It was developed in two phases, the first consisted of the identification of native species of the flooded savanna, starting with the morphological recognition in field, with prior review of the potential forage species, they were implemented a random sampling stratification in which were collections of material that was classified as interest of forage, which was processed and sent to be taxonomically identified. Subsequently, collected plant material to be nutritionally analyzed, 4 collections of material, two in farms, a trial in controlled conditions, and information contained in the database (Alimento) of Agrosavia. The variables evaluated were; climate, physiographic landscape, forage species and the nutritional composition. The statistical analysis was conducted using a mixed linear model generalized (GLIMMIX), where the fixed effects corresponded to the typology of the landscape and seasonality (E) against the behavior of structural and functional variables described previously. The random effect was the species. Bromatologic analysis using wet chemistry were done, and also all of the samples were processed using (NIRS) to predict the nutritional composition of forages. With respect to the transition from dry to rainy and rainy seasons arose as the time presenting best nutritional parameters and content of macro minerals, with the exception of the D.M., which is more during the dry season, likewise the time of rainy-dry and dry is presented as the most critical seasons nutritionally. For these reasons, it was decided to make 4 different types of mineralized salts; for the transition from dry to rainy and rainy, one for the weaning calf and another for the beef cows, the other two for the time of rainy-dry and dry seasons to the same types of animal.

Keywords: flooded savanna, native species, weaning calves, beef cows, mineralized salts

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. Capítulo 1. Revisión de Literatura	5
1.1 Resumen	5
1.2 Abstract	6
1.3 Introducción	6
1.4 Departamento de Arauca	8
1.5 Producción bovina en el departamento de Arauca	8
1.6 Sabana inundable	9
1.7 Paisajes fisiográficos	9
1.8 Arauca municipio	11
1.8.1 Producción bovina en la sabana inundable del municipio Arauca	12
1.8.2 Parámetros productivos de la producción bovina en la sabana inundable de Arauca	13
1.8.3 Clima del municipio de Arauca	14
1.8.4 Suelos de la Zona de Influencia del Ensayo	15
1.8.5 Forrajes nativos de la sabana inundable de Arauca	16
1.8.6 Calidad nutricional de los principales forrajes nativos utilizados en la producción bovina de la sabana inundable	16
1.9 Minerales en los forrajes	29
1.9.1 Minerales en forrajes y nutrición bovina	30
1.9.2 Macro-minerales	31
1.9.3 Micro-minerales	35
1.10 Uso de sal, minerales y suplementos en la producción bovina de la sabana inundable	39
1.11 Conclusiones	40
1.12 Referencias	41
2. Capítulo 2. Diseño de suplementación mineral estratégica en la Sabana Inundable en el municipio de Arauca por variaciones estacionales en la composición bromatológica y mineral de las gramíneas nativas	57
2.1 Resumen	57
2.2 Abstract	58

2.3	Introducción.....	59
2.4	Materiales y métodos	60
2.4.1	Localización.....	60
2.4.2	Metodología experimental.....	61
2.4.3	Variables evaluadas	67
2.4.4	Análisis estadístico	70
2.5	Resultados	75
2.5.1	Identificar taxonómicamente las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica.....	75
2.5.2	Clasificar la vía metabólica y el potencial forrajero según especie y posición fisiográfica.....	77
2.5.3	Determinar la calidad nutricional de las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica y variaciones estacionales	80
2.5.4	Composición mineral	85
2.5.5	Diseñar una suplementación mineral teniendo en cuenta información previa de las características de composición química de las especies forrajeras y requerimientos minerales en la ganadería.....	90
2.6	Discusión.....	97
2.6.1	Identificar taxonómicamente las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica.....	97
2.6.2	Clasificar la vía metabólica y el potencial forrajero según especie y posición fisiográfica.....	98
2.6.3	Composición bromatológica.....	100
2.6.4	Composición mineral	113
2.6.5	Diseñar una suplementación mineral teniendo en cuenta información previa de las características de composición química de las especies y requerimientos minerales en la ganadería de cría.....	128
2.7	Conclusiones.....	129
2.8	Recomendaciones.....	130
2.9	Referencias	131
Anexos.....		149
A.	Identificación taxonómica	149
B.	Area experimental (Análisis bromatológico 3).....	153
C.	Análisis estadístico.....	155

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Municipios de sabana inundable de departamento de Arauca.....	9
Figura 1-2: Perfil de la topografía de la sabana inundable.....	10
Figura 1-3: Balance Hídrico de la zona climática Cálido Seco (c-S), en el municipio de Arauca.....	14
Figura 2-1: Esquema análisis nutricional	69
Figura 2-2: Esquema cálculo de consumo de materia seca (CMS), aportes y requerimientos minerales y suplemento nutricional	74
Figura 2-3: Balance macominerales	91
Figura 2-4: Balance microminerales	92
Figura 2-5: Balance macrominerales	93
Figura 2-6: Balance microminerales	94

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Composición química de <i>Cynodon dactylon</i>	17
Tabla 1-2: Composición mineral <i>Cynodon dactylon</i>	17
Tabla 1-3: Composición química de <i>Axonopus compressus</i>	18
Tabla 1-4: Composición mineral <i>Axonopus compressus</i>	18
Tabla 1-5: Composición química de <i>Axonopus purpusii</i>	19
Tabla 1-6: Composición mineral de <i>Axonopus purpusii</i>	20
Tabla 1-7: Composición química de <i>Paspalum notatum</i>	20
Tabla 1-8: Composición mineral de <i>Paspalum notatum</i>	21
Tabla 1-9: Composición química de <i>Paspalum plicatulum</i>	21
Tabla 1-10: Composición mineral de <i>Paspalum plicatulum</i>	22
Tabla 1-11: Composición química de <i>Sporobolus jacquemontii</i>	23
Tabla 1-12: Composición mineral de <i>Sporobolus jacquemontii</i>	23
Tabla 1-13: Composición química de <i>Hymenachne amplexicaulis</i>	24
Tabla 1-14: Composición mineral de <i>Hymenachne amplexicaulis</i>	24
Tabla 1-15: Composición química de <i>Andropogon bicornis</i>	25
Tabla 1-16: Composición mineral de <i>Andropogon bicornis</i>	25
Tabla 1-17: Composición química de <i>Acroceras zizanioides</i>	26
Tabla 1-18: Composición mineral de <i>Acroceras zizanioides</i>	26
Tabla 1-19: Composición mineral de <i>Acroceras zizanioides</i>	27
Tabla 1-20: Composición mineral de <i>Leersia hexandra</i>	27
Tabla 1-21: Composición química de <i>Steinchisma laxum</i>	28
Tabla 1-22: Composición mineral de <i>Steinchisma laxum</i>	28
Tabla 1-23: Composición química de <i>Sorghastrum setosum</i>	29
Tabla 1-24: Composición mineral de <i>Sorghastrum setosum</i>	29
Tabla 2-1: Coeficientes de absorción de minerales en forraje y en la fuente mineral, composición mineral y disponibilidad de las fuentes de minerales utilizadas	71
Tabla 2-2: Fórmulas para determinar consumo de materia seca (CMS).....	72
Tabla 2-3: Macrominerales	72
Tabla 2-4: Microminerales	73
Tabla 2-5: Principales gramíneas de interés forrajero presentes en el banco	75
Tabla 2-6: Principales gramíneas de interés forrajero presentes en el bajo.....	75
Tabla 2-7: Especies presentes en el banco	77
Tabla 2-8: Especies presentes en el bajo	77

Tabla 2-9: Distribución porcentual de las especies nativas según potencial forrajero	79
Tabla 2-10: Distribución porcentual de las especies nativas del banco, según potencial forrajero (PF).....	79
Tabla 2-11: Distribución porcentual de las especies nativas del bajo, según potencial forrajero (PF).....	79
Tabla 2-12: Distribución de las especies según vía fotosintética y potencial forrajero (PF)	80
Tabla 2-13: Composición nutricional según temporada climática.....	81
Tabla 2-14: Composición nutricional según temporada climática.....	82
Tabla 2-15: Composición nutricional según paisaje fisiográfico	84
Tabla 2-16: Composición nutricional según paisaje fisiográfico	84
Tabla 2-17: Composición macro-mineral según temporada climática	85
Tabla 2-18: Composición micro-mineral según temporada climática.....	87
Tabla 2-19: Composición macro-mineral según paisaje fisiográfico	89
Tabla 2-20: Composición micro-mineral según paisaje fisiográfico	89
Tabla 2-21: Sal mineral para vaca en lactancia en la temporada seca.....	95
Tabla 2-22: Sal mineral para vaca en lactancia en la temporada de lluvia	95
Tabla 2-23: Sal mineral para el ternero desteto en la temporada seca	96
Tabla 2-24: Sal mineral para el ternero desteto en la temporada de lluvia	96

Introducción

Las condiciones naturales de la sabana inundable del municipio de Arauca, debido al régimen hídrico fluctuante a que está sujeto con un promedio multianual de 1600 a 1800 mm/año, con una presentación acentuada de la precipitación entre los meses de Mayo a Octubre (IGAC, 2017), y la topografía cóncava-convexa, permiten la acumulación de agua en gran parte de su territorio (bajos), las zonas altas no están sujetas a inundación en ningún momento del año (bancos) (Ocampo, A y Peñuela, 2014; Peñuela *et al* 2012; Pérez y Vargas, 2001). La altura sobre el nivel del mar no supera los 200 m, la temperatura promedio es de 25 a 27 °C (Rangel *et al.* 2018) y los suelos poseen bajo pH, reducida materia orgánica, y una capacidad de intercambio catiónico baja, lo que se traduce en una reducida fertilidad específica (Peñuela *et al.*, 2012, Pérez y Vargas, 2001; Rippstein, 2001), estas características forjan condiciones propicias para el crecimiento de una amplia variedad de plantas. Estas especies se manejan de manera tradicional, con poca implementación de división de potreros y una administración poco estricta del pastoreo (Pérez y Vargas, 2001, Onofre, 1997), produciéndose en la época de seca una marcada disminución natural en la oferta forrajera y la calidad nutricional de la misma, lo que produce oscilaciones en el aporte nutricional de esta y por ende en la condición corporal de los animales, la reproducción e incluso causando la muerte en esta temporada a un número significativo de bovinos cada año.

La producción bovina en el municipio se orienta principalmente a la cría (Gobernación, 2012, Pérez y Vargas, 2001), la raza predominante es la cebuina, y el manejo es de tipo tradicional con pastoreo semiextensivo, suministro periódico de sal blanca (Ocampo y Peñuela, 2014, Pérez & Vargas, 2001, Onofre, 1997), y escaso número de bebederos por animal, y largas distancias para el acceso por parte de los animales (Rodríguez, 2018).

En el municipio de Arauca se han hecho algunos estudios para mejorar el conocimiento del sistema de producción ganadera local, de ellos resaltan dos ejecutados por Agrosavia en el año 1998 y en el 2001 (Pérez & Vargas, 2001, Vargas, *et al*, 1998), en los cuales

se identificaron las principales especies forrajeras en los diferentes paisajes fisiográficos, el potencial forrajero de estas, la composición nutricional y las posibles implicaciones del manejo de praderas mediante represas artesanales para controlar el flujo hídrico en la temporada de seca.

Teniendo presente las variaciones ambientales y debidas a que la fuente principal de alimentación de los bovinos en este sistema de producción son los forrajes nativos, se hace indispensable la identificación taxonómica de las especies, las características morfológicas, la dinámica durante las estaciones climáticas respecto a fenología y calidad nutricional, y el potencial forrajero de estas. Esto conlleva hacia un conocimiento más profundo del sistema de producción forrajera y amplía las posibilidades de estrategias de manejo del tipo pastoril y nutricional, que aporten al mejoramiento de los índices zootécnicos de la ganadería de las sabanas inundables del municipio de Arauca.

La presente investigación tiene como objetivo generar una estrategia nutricional con énfasis en el aporte mineral estratégico en relación a las fluctuaciones en la composición química de las especies de interés forrajero, durante las diferentes temporadas climáticas y en condiciones de pastoreo en la sabana inundable del municipio de Arauca, con especial énfasis en animales en crecimiento al destete y vacas en lactancia.

Referencias

Gobernación. (2012). Diagnóstico sectorial. Plan de Desarrollo departamental 2012-2015. Arauca. Arauca: Gobernación Arauca.

IGAC. (2017). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Arauca (1st ed.). Bogotá: Imprenta Nacional de Colom.

Ocampo, A y Peñuela, L. (2014). Enfoque sistémico base fundamental para la productividad de la ganadería de cría en sabana inundable. In S. Ardila., Peñuela L., Ardila, V., Solano, C y Galán (Ed.), Sabana inundable y ganadería, opción productiva de conservación en la Orinoquia (p. 117). La imprenta SA.

Onofre, H. (1997). Estrategias para el manejo de la ganadería bovina en la región inunuable. In C. Jaramillo (Ed.), Producción bovina memorias. Villavicencio: Corpoica.

Peñuela, L., Ocampo, A., Fernández, A y Castro, F. (2012). Estrategias para el mejoramiento de la productividad ganadera y la conservación de la sabana inundable en la orinoquia. (C. de cooperación interinstitucional Entre: & la corporación autónoma R. de la O. (Corporinoquia) y la fundación M. S. D. The Nature Conservancy (TNC), La fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la fundación biodiversa de España, Eds.). Convenio de cooperación interinstitucional entre: The Nature Conservancy (TNC), La fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la fundación biodiversa de España, la corporación autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia) y la fundación Mario Sa.

Pérez, R., & Vargas, O. (2001). Características De La Sabana Nativa Y Su Potencial De Producción Bovina En La Llanura Inundable De Arauca. Boletín Técnico (Corporación Colombia de Investigación Agropecuaria (Colombia) 25). Arauca: Corpoica. Retrieved from (Bac) Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Rangel-Ch Orlando., L. Fernando Gopar-Merino y Vladimir Minorta-Cely. 2018. Caracterización climática de las sabanas inundables y los humedales de Arauca, Colombia. BioLlania Edición Esp. 15:357-409

Rippstein, G. (2001). Caracterización de comunidades vegetales de la altillanura en el centro de investigación agropecuaria Carimagua. In F. Ripstein, G., Escobar, G y Motta (Ed.), Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia (p. 307). Meta: CIAT.,

Vargas, O y Pérez, R y Rendón, W. (1998). Especies forrajeras nativas e introducidas en la sabana del municipio de Arauca. Corpoica.

1. Capítulo 1. Revisión de Literatura

Espinosa E.L¹, Wills G. A², Carulla J.E³

¹*Grupo de Investigación en Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
e-mail: elespinosar@unal.edu.co*

²*Profesor Especial. Departamento de Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
e-mail: gawillsf@unal.edu.co*

³*Profesor Titular. Departamento de Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
e-mail: jecarullaf@unal.edu.co*

1.1 Resumen

Esta revisión inicia con el abordaje de las características generales del departamento de Arauca, las condiciones ambientales que caracterizan la sabana inundable del municipio de Arauca y su implicación en aspectos relacionados con la presentación de las gramíneas nativas forrajeras en los diferentes paisajes fisiográficos, la identificación taxonómica de estas, la caracterización nutricional y química y las variaciones estacionales que se presentan. Se realiza una identificación de las principales características, parámetros, indicadores, fortalezas y debilidades de la producción ganadera local, así mismo se adentra en las definiciones, conceptos y recomendaciones respecto a los minerales en los forrajes y la producción bovina. Finalmente, se considera el uso de suplementos nutricionales en la ganadería local, así como la administración y suministro de agua a los animales como factor fundamental para la mejora en la producción bovina en condiciones de sabana inundable.

1.2 Abstract

This review begins with the approach of the General characteristics of the Department of Arauca, the environmental conditions that characterize the flooded savanna of the municipality of Arauca and its implication in aspects related to the presentation of native forage grasses in different physiographic landscapes, the taxonomic identification of these, the nutritional and chemical composition and the seasonal variations that occur. There is an identification of the main characteristics, parameters, indicators, strengths and weaknesses of local livestock production, also it considered the definitions, concepts, and recommendations with respect to minerals in forages and the cattle production. Finally, it is considered the use of nutritional supplements in the local livestock, as well as administration and water supply to animals as a fundamental factor for the improvement in beef cattle in conditions of flooded savanna production.

1.3 Introducción

El departamento de Arauca hace parte de la región Orinoquía de Colombia, se encuentra al extremo Norte de dicha región (IGAC, 2017). Corresponde al 2.1% de la superficie del territorio nacional y el 9,3% de la Orinoquía. Se divide políticamente en 7 municipios de los cuales 3 de ellos (Arauca, Puerto Rondón y Cravo Norte) hacen parte de la región denominada sabana inundable. La presente revisión se enfoca en el municipio capital Arauca, dicho municipio no supera los 125 m s.n.m, el clima se clasifica como Cálido seco (c-S), la precipitación promedio multianual es de 1600 a 1800 mm/año, con una distribución entre los meses de mayo a octubre, un déficit hídrico de 400 mm que se presenta los meses de enero a marzo. En el relieve se identifican tres formaciones denominadas paisajes o posiciones fisiográficas, esta división se basa en el nivel freático que presenta; siendo el banco la zona más alta y que no está sujeta a inundación, la banqueta, el bajo y el estero son zonas sujetas a inundaciones periódicas de menor a mayor profundidad respectivamente. Estas condiciones ofrecen características específicas para la presentación de una amplia gama de especies forrajeras diversas, las principales gramíneas que se presentan en el banco son *Axonopus purpusii*, *Paspalum plicatulum*, *Cynodon dactylon*, *Axonopus compressus*, *Sporobolus jacquemontii* y *Paspalum notatum*, en las zonas sujetas a inundación reiterada las especies más

frecuentes son *Hymenahne amplexicaulis*, *Leersia hexandra*, *Hymenahne donacifolia*, *Steinchisma laxum*, *Acroceras zizanioides* y *Reimarochloa acuta*.

El inventario ganadero fue de 292.266 bovinos, el cual representa el 25% del inventario departamental (ICA, 2014).

La producción ganadera se orienta principalmente a la cría, basada en forrajes nativos con escaso manejo del pastoreo, razas cebuínas, uso de sal blanca esporádicamente, insuficiente número de bebederos y planes sanitarios rudimentarios, estas condiciones generan bajos índices productivos y reproductivo, reportándose pesos al destete de 145 – 155 Kg en machos y hembras respectivamente, edades al parto cercanas a 4 años, mortalidad en terneros del 11% e intervalos entre partos en promedio de 518 días (Pérez y Vargas 2001).

Las plantas y todo organismo vivo están constituidos por cantidades variables de minerales que en su conjunto se denominan cenizas (Cz), estos minerales se dividen en dos grandes grupos, según la cantidad requerida por el animal. Macrominerales se denomina el grupo de minerales que se requiere en mayor cantidad, están compuesto por el calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), cloro (Cl), sodio (Na), y azufre (S) (Suttle, 2010, Moniello *et al.*, 2005, Underwood and Suttle, 1999, Hopkins *et al.*, 1994). El segundo grupo, que presenta menores requerimientos se denominan microminerales o minerales traza, tienen como propiedad común que están en los tejidos y ejercen su función en muy bajas concentraciones. Los microminerales mas utilizados son; cobre (Cu), cobalto (Co), hierro (Fe), Iodo (I), Manganeseo (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se) y zinc (Zn). (Suttle, 2010, Moniello *et al.*, 2005, Underwood y Suttle, 1999, McDowell, 1985).

Los minerales cumplen variadas funciones, tales como: estructural, fisiológico, catalítico y regulatorio, algunos poseen dos o más funciones. De igual forma, entre los minerales a nivel de metabolismo se presentan interacciones que pueden aumentar o disminuir la absorción neta de alguno de los minerales que se encuentran interactuando. Dichas interacciones son de suma importancia al momento de realizar planes de suplementación mineral.

El uso de suplementos es escaso en la ganadería de la sabana inundable de Arauca, el suministro de sal blanca de forma esporádica y sin una cantidad específica es una

práctica habitual, el acceso al agua de la lámina de inundación hace que el productor prescinda del uso de bebederos de forma generalizada, por suplir esta necesidad de forma natural, en el verano al no haber mayor restricción de tipo físico por manejar áreas amplias, los bovinos se trasladan grandes distancias para llegar al punto de acceso del agua que por motivos de la seca se encuentra en jagüeyes ubicados de forma estratégica, que generalmente se alimentan con molinos de vientos o motobombas a combustible, El agua superficial que es usada para los bovinos, puede ser fuente de algunos minerales que son transportados por esta (McDowell, 1985).

1.4 Departamento de Arauca

El departamento de Arauca se encuentra en el extremo Norte de la región de la Orinoquia, localizándose entre los grados 06°02'40" y 07°06'13" de latitud norte y los 69°25'4" y 72°22'23" de longitud Oeste. Tiene una extensión de 2.376.170 hectáreas, que corresponde al 2,1% de la superficie nacional, de las cuales el 98,4% son suelos, y corresponde al 9,3% de la región de la Orinoquia (IGAC, 2017). Aproximadamente el 85% del territorio está ocupado por tierras planas o ligeramente onduladas, el restante 15% corresponde a paisajes de: Montaña, Piedemonte, lomerío, valle y zona urbana (IGAC, 2017).

1.5 Producción bovina en el departamento de Arauca

Según el Censo Nacional Agropecuario del 2014 (DANE, 2016), Arauca cuenta con 2.346.578 hectáreas de las cuales 1.708.774 son dedicadas a uso agropecuario, de estas 1.525.311 están utilizadas en pastos.

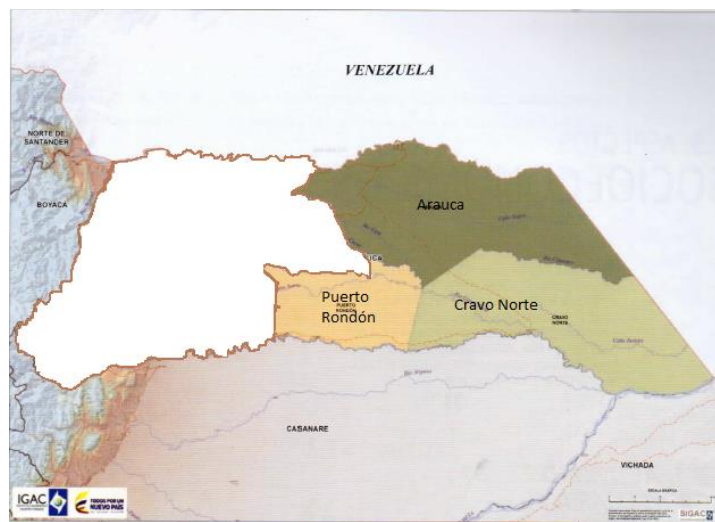
La ganadería bovina es la primera actividad agropecuaria en el departamento de Arauca (Botero y Padilla, 2016) y representa el 21% de su PIB (Gobernación, 2012). Según reporte de la Gobernación de Arauca en el 2012, el 57% de los predios del departamento se dedican a la cría, 19% a la ceba, 22% al doble propósito y un 2% al sector lácteo.

En un estudio con 650 predios en el departamento de Arauca en el año 2017 se reporta que el 55,8% de los predios con tipología productiva doble propósito, 26,3% dedicadas a la cría, 14% lechería tropical y un 3,9% a la ceba (PBA, 2017)

1.6 Sabana inundable

El departamento se divide en dos zonas claramente diferenciadas: la planicie, una zona amplia y plana, ligeramente ondulada con pendientes menores a 3% que ocupa el 72% del departamento y la zona alta comprendida por las unidades de paisaje montaña, piedemonte, lomerío y valles que corresponden a 28% restante (IGAC, 2017). Estas diferencias en el tipo de paisaje y relieve, en conjunto con el régimen hídrico generan dos biomas denominados; sabana bien drenada y sabana inundable, los municipios con condiciones de sabana bien drenada son cuatro: Tame, Fortul, Saravena y Arauquita, los que representan la sabana inundable son tres: Arauca capital, Cravo Norte y Puerto Rondón Figura 1-1, los cuales en conjunto representan el 58% del territorio (IGAC, 2017). La sabana inundable se caracteriza por presentar dos periodos climáticos claramente diferenciados en donde se produce un periodo de inundación seguido por uno de seca periódicamente (Mejía 2011).

Figura 1-1: Municipios de sabana inundable de departamento de Arauca

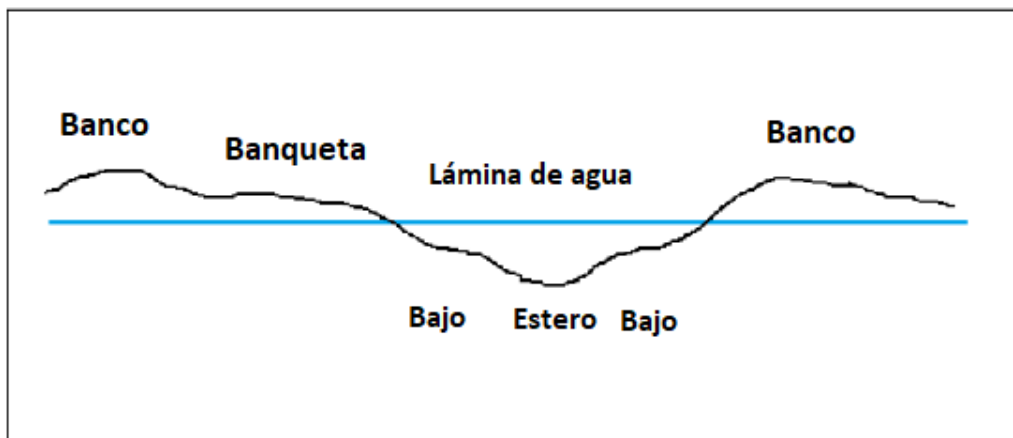


1.7 Paisajes fisiográficos

Los paisajes fisiográficos en la sabana inundable corresponden a subunidades de la micro topografía plano cóncava que se presenta en este bioma. En Colombia, (Rodriguez, 2018, Ocampo y Peñuela, 2014, Peñuela *et al.*, 2012, Aldana 2011, Vargas

et al., 1998, Onofre, 1997), describen los bancos, banquetas, bajos y esteros (Figura 1-2).

Figura 1-2: Perfil de la topografía de la sabana inundable



Adaptado de: Peñuela *et al.*, (2011), Pérez y Vargas (2001).

- Banco: Es la zona más alta de la topografía de la sabana inundable, no está sujeta a inundación a lo largo del año (Pérez *et al.*, 1998), generalmente corren en dirección occidente oriente y se caracterizan por ser los diques de antiguos ríos y cauces de agua, los suelos varían de franco arenosos hasta arcilloso (Peñuela *et al.*, 2012, Pérez *et al.*, 1998) Las características químicas más relevantes son: pH 5.0, materia orgánica 0,8%, fósforo 3 ppm, calcio 0,28 meq/100g de suelo, 59,2% saturación de aluminio y capacidad de intercambio catiónico efectiva 1.52 (Vargas *et al.*, 1998).
- Banqueta: es la porción comprendida entre los bancos y las zonas inundables de la sabana (Vargas *et al.*, 1998) al servir de desagüe, por acción de la escorrentía se forma un micro relieve caracterizado por la erosión del suelo dejando montículos de hasta 1 metro de altura, llamaos zurales (Peñuela *et al.*, 2011, 2012). Las características químicas más relevantes son: pH 4,7, materia orgánica 1,8%, fósforo 3 ppm, calcio 0,28 meq/100g de suelo, 78,1% saturación de aluminio y capacidad de intercambio catiónico efectiva 2.56 (Vargas *et al.*, 1998).
- Bajo: corresponde a la mayor proporción del territorio de sabana inundable del departamento de Arauca, generalmente mantienen la lámina de inundación entre 5 y 50 cm, durante el invierno (Rodríguez, 2018; Vargas, *et al.* 1998). Las

características químicas más relevantes son: pH 4,7, materia orgánica 4,1%, fósforo 3 ppm, calcio 0,55 meq/100g de suelo, 55,2% saturación de aluminio y capacidad de intercambio catiónico efectiva 3.08 (Vargas et al., 1998).

- Estero: Son las zonas de la sabana inundable que mantienen la lámina de inundación por un periodo mayor (Rodríguez, 2018, Peñuela *et al.*, 2012 y Vargas, *et al.*, 1998) (en ocasiones todo el año, dependiendo de la profundidad), esto por ser las de menor altura o mayor profundidad y un suelo más arcilloso, durante la temporada de lluvias e inundación presentan vegetación hidrófila y durante la seca plantas de porte bajo (Peñuela *et al.*, 2012). Las características químicas más relevantes son: pH 4,8, materia orgánica 1,2%, fósforo 8ppm, calcio 1,23 meq/100g de suelo, 73,8% saturación de aluminio y capacidad de intercambio catiónico efectiva 11,1 (Vargas *et al.*, 1998).

Respecto a la calidad nutricional de las especies que crecen en las diferentes posiciones fisiográficas, en orden ascendente se encuentran; estero, bajo, banqueta y banco (Vargas *et al.*, 1998).

Adicional, a las características nutritivas y productivas de la pradera nativa, en las condiciones inundables de la sabana de Arauca, la restricción del pastoreo por la oferta forrajera y el nivel de la lámina de inundación, hace que la movilidad del ganado se relacione directamente con el régimen de lluvias, observándose un movimiento mayor entre el banco de sabana y las zonas bajas durante la seca como estrategia para la búsqueda de forrajes de mejor calidad (Mejía, 2011). Recomendándose el pastoreo en las zonas altas (banco y banqueta) durante los meses que se presenta la lámina de inundación en el bajo y el estero, y en estas áreas realizar el pastoreo cuando desaparezca dicho nivel hídrico, de esta manera se garantizan las mejores tasas de crecimiento de los forrajes y un nivel nutricional alto (Tejos, 2002).

1.8 Arauca municipio

El municipio de Arauca está localizado a 7°05'25" de latitud norte y 70°45'42" de longitud oeste, posee 584.126 hectáreas, con alturas que no superan los 125 m s.n.m, su topografía es plana cóncava y se encuentra sujeta a inundaciones de tipo fluvial y pluvial. (IGAC, 2017).

1.8.1 Producción bovina en la sabana inundable del municipio Arauca

El inventario bovino del departamento de Arauca es de 1.162.032, el cual equivale al 4,4 % del inventario nacional que, el municipio de Arauca tiene el 25%, del inventario departamental con 292.266 bovinos (ICA, 2018). Tradicionalmente la sabana inundable se ha utilizado para establecer la ganadería dedicada a la cría de manera extensiva, con un impacto leve en el ecosistema y adaptándose al régimen hídrico fluctuante a lo largo del año (Peñuela et al., 2012). Bajo las condiciones de sabana inundable con suelos ácidos, de media fertilidad (Peñuela *et al.*, 2012, Rippstein, 2001), las prácticas habituales son pastoreo de tipo extensivo, uso de la raza cebú y sus cruces de manera generalizada, uso de forrajes nativos y la introducción principalmente de gramíneas del género *Brachiaria* spp (PBA, 2017).

Según Rodríguez (2018), hasta hace poco tiempo la ganadería se podía llamar TRADICIONAL y estaba condicionada por el tipo de propietario a ser: hateros, funderos grandes y funderos pequeños, al ser este tipo de ganadería no solo un tipo de producción, es también un estilo de vida, que se hereda con la consecuente división de los hatos grandes y funderos grandes y la desaparición de estos paulatinamente. Onofre (1997), clasifica la ganadería como EXTENSIVA TRADICIONAL, esto dependiendo de las condiciones compartidas de localización, recursos naturales, instalaciones, idiosincrasia, forma de tenencia de la tierra y recursos económicos. Las presiones modernas y globalizadas, han hecho que este modelo “Tradicional” presente “adaptaciones” según las condiciones y necesidades, los cuales dan origen a nuevos sistemas de producción que se clasifican como sistema extractivo tradicional, sistema extensivo tradicional de cría y levante y sistema extensivo tradicional con ordeño de la vaca (Onofre, 1997).

Pérez y Vargas (2001), reportan que el manejo del ganado en la sabana inundable se realiza mediante pastoreo continuo y extensivo en sabanas comunales, agrupados en rodeos, suministran sal blanca esporádicamente, no desparasitan, generalmente no hacen curación del ombligo al neonato, vacunan contra la fiebre Aftosa y ocasionalmente contra la rabia. En algunos predios ordeñan y administran el tiempo del ternero con la vaca.

En su análisis etnográfico (Rodríguez, 2018), describe el “Manejo Actual del Rebaño” como una hibridación de conceptos, mecanismos y tecnologías, propias, heredadas y adquiridas, en procura del objetivo de maximizar la productividad de la tierra (cada vez menos área por propietario), diversificando la producción, vendiendo la leche, produciendo queso, mejorando los índices de ganancia de peso con el uso de razas exóticas, uso de sal mineral, promotores de crecimiento, cerca eléctrica, bebederos, entre otras tecnologías foráneas. Esto quiere decir que la presión a la que se somete actualmente la sabana es cambiante, debido principalmente a la restricción de área al realizarse las sucesiones por herencia con la división ineludible de los predios, lo que obliga al propietario a introducir nuevas tecnologías y métodos, en la mayoría de los casos sin conocer a profundidad la respuesta de la sabana nativa a tecnologías propias aún por devenir.

1.8.2 Parámetros productivos de la producción bovina en la sabana inundable de Arauca

Pérez y Vargas (2001), reportan para las sabanas del municipio de Arauca con manejo tradicional y razas cebuínas, la venta de los animales machos alrededor de los 10 a 18 meses con peso aproximado de 200 Kg (Rodríguez, 2018), la edad a la primera monta para las hembras alrededor de los 4 años con aproximadamente 304 Kg, tasa de natalidad entre 35 y 53%, un promedio de 518 días de intervalo entre parto, tasa de natalidad similar a la tasa de extracción (no reporta dato), mortalidad en terneros del 11% y en adultos del 2,4%, el peso al nacer de 28 y 30 Kg para hembras y machos respectivamente, peso al destete en un rango de 145 a 155 Kg a los 9 meses, las hembras tienen un desarrollo lento, pasando de 135 a 167 Kg de los 9 a 18 meses, a partir de esta edad la ganancia de peso es mayor, pasando de 167 a 304 Kg hacia los 36 a 42 meses, en consecuencia el primer parto ocurre alrededor de los 48 meses de edad aproximadamente.

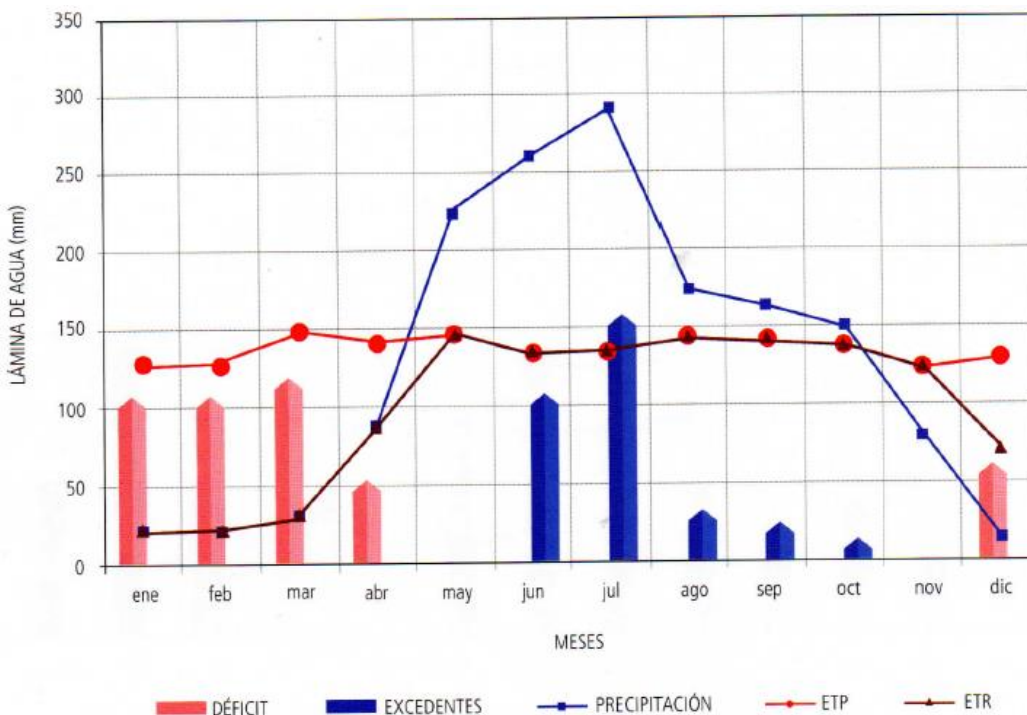
En las hembras, la ganancia diaria de peso es de 396 g desde el nacimiento hasta el destete (9 meses), desde esta etapa hasta a los 18 meses es de 119 g, y a partir de aquí hasta los 42 meses es de 190 g, en los machos la ganancia hasta el destete es de 437 g, desde el destete hasta los 18 meses es de 215 g, como los machos generalmente se venden para la ceba en el pie de monte (Rodríguez, 2018), no hay datos contundentes respecto a la ceba en condiciones de sabana inundable de Arauca, pero los autores

determinaron con algunos machos de prueba, que en este tipo de bioma bajo manejo tradicional pueden obtenerse ganancias diarias de 428 g

1.8.3 Clima del municipio de Arauca

Caracterizado climáticamente como clima Cálido seco (c-S), ocupa un área del 7% del departamento, con temperaturas medias entre 25 a 27 °C, con precipitación promedio multianual de 1600 a 1800 mm/año, con una distribución entre los meses de Mayo a Octubre (Figura 1-3) y una evapotranspiración potencial de 1650 mm/año, el déficit hídrico es de 400 mm y se presenta entre los meses de enero a marzo, el exceso de humedad es de aproximadamente 400 mm presentándose entre los meses de noviembre a abril (IGAC, 2017) Figura 1-3. La formación ecológica de Holdridge se clasifica como bosque seco tropical (bs-T) (IGAC, 2017).

Figura 1-3: Balance Hídrico de la zona climática Cálido Seco (c-S), en el municipio de Arauca.



Fuente (IGAC, 2017)

1. El área entre las líneas ETP y ETR, corresponden al déficit
2. Donde P está por encima de ETR, corresponde a almacenamiento en reserva + excedentes
3. Donde ETR está por encima de P, corresponde a la utilización de la reserva del suelo (almacenamiento).

Las características de precipitación sumada a la capacidad de acumulación de agua de las zonas deprimidas del paisaje, generan la necesidad de dividir las épocas climáticas de la siguiente manera para un mejor entendimiento de la dinámica hídrica y su impacto en la vegetación y el manejo de la ganadería local:

Seca: enero a marzo

Seca-lluvia: marzo abril a junio

Lluvia: julio a septiembre

Lluvia-seca: octubre a diciembre

1.8.4 Suelos de la Zona de Influencia del Ensayo

Presentan una altura sobre el nivel de mar de 100 a 200 m.s.n.m, la forma del terreno es de tipo plana, y se encuentra formada por depósitos aluviales constituidos por acumulaciones de limo y arcilla, presenta pendiente entre 0-3 %, el tipo de paisaje corresponde al de planicie aluvial sin influencia eólica. Las unidades cartográficas representativas de este tipo de paisaje son: las asociaciones RWA, RWB y RWC, en el área del ensayo corresponde a la asociación RWA (IGAC, 2017).

Ocupa una extensión de 128.055 hectáreas y corresponde al 5,4% del territorio del departamento. Integra suelos Oxic Dystrustepts (40%), Typic Haplustox (35%), y como inclusiones suelos Fluventic Dystrustepts (15%) y Typic Humaquepts (10%) (IGAC, 2017).

Las clases agrológicas corresponden a la clase 6sc, donde las principales limitantes son; Periodos secos por más de tres meses consecutivos ocasionando déficit de humedad en algunos suelos, fertilidad natural muy baja y alta saturación de aluminio (más de 60%). Se encuentran generalmente cubiertos en pastos nativos y dedicados a la ganadería; los usos recomendados son; cultivos como cacao, plátano, yuca y frutales (papaya, naranja, piña, mango, melón) y pastos para ganadería extensiva o semi-intensiva como puntero (*Hyparrhemia rufa*), *Braquiaria* ssp y leguminosas forrajeras (IGAC, 2017).

En un estudio realizado en la sabana del municipio de Arauca, se reporta la siguiente distribución de paisajes fisiográficos; bancos 10%, banqueta 15%, bajo 70% y estero 5% (Pérez y Vargas, 2001). Estos últimos valores, coinciden con la percepción del habitante rural, respecto a que los bancos no corresponden a un área suficiente para sostener la ganadería en la época de lluvias únicamente en este paisaje, de igual forma el estero es muy escaso y pequeño para soportar de forma exclusiva la alimentación de los bovinos durante la seca.

1.8.5 Forrajes nativos de la sabana inundable de Arauca

Pérez y Vargas (2001) determinaron en el municipio de Arauca un total de 34 gramíneas. En relación a este inventario y basado en estudios efectuados en diversas localidades del mundo, se ha evidenciado que una proporción de estas especies se clasifican como plantas con metabolismo fotosintético tipo C₃ o intermedias (Ellis, 1986, Klink y Joly 1989, Killeen y Hinz, 1992, Mulder y Ellis, 2000, Sulli et al., 2005, De Gennaro y Scataglini, 2012, Santos *et al.*, 2013, Kawakita *et al.*, 2018), lo cual es poco usual si se tiene en consideración que las plantas con esta vía fotosintética evolucionan y se presentan típicamente en ambientes de zona templada o en condiciones del trópico en altitudes superiores a 1000 m s.n.m (Meinzer, 1978, Cabido *et al.*, 1997, Giraldo, 2010, 2014). Este hallazgo podría explicar parcialmente la baja producción de los animales reportada para la sabana inundable de Arauca, ya que estas especies presentan una menor producción de materia seca, debido a que son más sensibles a las deficiencias hídricas por poseer una menor eficiencia en el uso del agua y el nitrógeno en relación a las especies tipo C₄ típicas del trópico (Chazdon, 1978, Pearcy y Ehleringer, 1984, Klink y Joly, 1989, Soros y Dengler, 1998, Jacobs *et al.*, 1999, Wand *et al.*, 1999, Boom et al., 2001, Monson, 2003, Keeley y Rundel, 2003, Sage, 2004, Sowinski *et al.*, 2008, Vicentini *et al.*, 2008, Christin *et al.*, 2009), lo cual se relaciona con la capacidad de carga, la ganancia de peso y la producción de crías por unidad de área. Sin embargo las especies del tipo C₃ presentan mejores características nutricionales (Wilson y Hattersley, 1989).

1.8.6 Calidad nutricional de los principales forrajes nativos utilizados en la producción bovina de la sabana inundable

- **Gramíneas del Banco**

- ***Cynodon dactylon***

Nombre Científico: *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

Nombre Común: bermuda, estrella, grama. (Tropicos, 2019) (Vplants, 2019)

Sinónimos: *Agrostis bermudiana* Tussac ex Kunth., *Capriola dactylon* (L.) Kuntze, *Chloris cynodon* Trin., *Cynodon aristiglumis* (MABA, 2019).

Descripción: Perennes, terrestres, no acuáticas, rizomas presentes, rizomas alargados, rastreros, tallos distantes, que se extienden o postran, presencia de estolones, quebradizos, geniculados, decumbentes o laxos, a veces arraigados en nudos, tiende a formar césped. Tallos, redondos en sección transversal, o poligonales, nudos del tallo con hirsuto. Entrenudos del tallo huecos, tallos con inflorescencia inferior a 1 m de alto. (USDA, 2019, MABA, 2019, Vplants, 2019). Corresponde a un grupo de gramíneas que se caracterizan por presentarse en sitios perturbados, principalmente por pisoteo y sobrepastoreo. (Santos *et al.*, 2013).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Cynodon dactylon*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-1: Composición química de *Cynodon dactylon*

*	% MS								
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS	
Promedio	33,9	13,0	66,9	36,8	1,4	8,7	7,7	57,1	
Mínimo	11,0	3,9	57,4	27,7	0,5	6,3	5,2	41,5	
Maximo	81,8	27,4	80,0	46,5	2,1	12,3	12,0	74,2	
CV	0,6	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	

Composición Mineral:

Tabla 1-2: Composición mineral *Cynodon dactylon*

*	% MS							mg/Kg		
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,50	0,02	0,35	0,24	0,24	0,14	158	73	9	37
Max	3,13	0,04	0,64	0,63	1,20	0,29	1004	250	33	86

Min	0,16	0,01	0,20	0,05	0,15	0,01	31	26	2	23
CV	0,57	0,47	0,24	0,46	0,59	0,51	0,96	0,69	0,67	0,40

- ***Axonopus compressus***

Nombre Científico: *Axonopus compressus* (Sw.) P.Beauv.

Nombre Común: pasto alfombra, grama.

Sinónimos: *Agrostis compressa*, *Anastrophus compressus* Schlecht., *Anastrophus platycaulis* (Poir.) (MABA, 2019, Tropicos, 2019).

Descripción: estoloníferas, rara vez rizomatosas, tallos de 7-80 cm; nudos glabros o pubescentes. Vainas quilladas, fuertemente comprimidas, pubescentes; lígulas de 0,3-0,5 mm; láminas de 3-20 mm de ancho, glabras o escasamente pilosas, venas medias a menudo blancas y prominentes, ápices frecuentemente ciliados o pubescentes. Panículas terminales y axilares 4 -10 cm (MABA, 2019, Vplants, 2019).

A. compressus coloniza las tierras que han sido dejadas luego de los cultivos, generalmente poco fértiles y se establece con predominio (Sánchez y Vela, 1996).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Axonopus compressus*: (GBIF Secretariat, 2017).

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-3: Composición química de *Axonopus compressus*

*	% MS								
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS	
Promedio	25,8	11,0	62,1	34,8	2,2	10,0	7,6	57,9	
Mínimo	20,5	6,9	53,0	28,3	1,5	8,4	5,0	53,7	
Maximo	29,9	14,8	75,5	42,3	3,9	13,4	10,0	62,5	
CV	0,9	0,5	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,2	

Composición Mineral:

Tabla 1-4: Composición mineral *Axonopus compressus*

*	% MS	mg/Kg
---	------	-------

	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,69	0,03	0,36	0,18	0,27	0,11	179	111	6,02	33,21
Max	2,53	0,05	0,47	0,23	0,40	0,44	327	287	7,59	38,64
Min	1,27	0,01	0,11	0,11	0,14	0,02	66	34	4,73	13,00
CV	0,24	0,62	0,35	0,21	0,34	1,48	0,52	0,76	0,15	0,27

- ***Axonopus purpusii***

Nombre Científico: *Axonopus purpusii* Chase

Nombre Común: guaratara , grama, pasto alfombra .

Sinónimos: *Axonopus anomalus* Swallen, *Axonopus flexilis* (Mez) Henrard, (MABA, 2019).

Descripción: Perenne, cespitosa, tallos de 60 Cm de altura. Hace parte de las especies de Brasil que prevalecen en pasturas con mejores condiciones de conservación.(Santos *et al.*, 2013).(Cardoso *et al.*, 2003) encontraron que *A. purpusii* Axonopus en un 50% de frecuencia en los cuadros muestreados, (Chacón-Moreno, 2007) reporta un 2.3% en el valor de frecuencia de esta especie en los llanos de Venezuela. (Rebellato *et al.*, 2012) reportaron que *A. purpusii* y *Panicum laxum* son comunes en ambas transiciones climáticas (Lluvia-Seca, Seca-Lluvia), describiendo que la cobertura de ambas especies varia poco por estar adaptadas al estrés hídrico y a la seca.

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Axonopus purpusii*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-5: Composición química de *Axonopus purpusii*

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	34,6	7,1	63,9	39,5	1,9	8,1	10,7	53,5
Mínimo	25,9	3,8	55,7	34,2	0,6	0,6	5,0	39,8
Maximo	75,5	12,1	76,0	49,5	10,5	18,8	17,7	58,0
CV	0,3	0,3	0,1	0,1	1,1	0,4	0,2	0,1

Composición Mineral

Tabla 1-6: Composición mineral de *Axonopus purpusii*

Observaciones	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,20	0,02	0,30	0,14	0,25	0,04	165	81	5	34
Max	2,58	0,20	0,49	0,29	0,42	0,10	384	631	7	44
Min	0,02	0,01	0,09	0,04	0,14	0,01	14	26	2	16
CV	0,44	1,59	0,33	0,40	0,30	0,93	0,66	1,38	0,25	0,14

- ***Paspalum notatum***

Nombre Científico: *Paspalum notatum* Fluegge

Nombre Común: grama, barbcoa, hierba de bahía

Sinónimos [*Paspalum notatum* var. latiflorum], *Paspalum notatum* var. typicum (Alain ex Flüggé) Parodi, (MABA, 2019).

Descripción: Perennes; rizomatoso, tallos de 20-110 cm, erectos; con nudos glabros. Vainas glabras o pubescentes; lígulas de 0,2-0,5 mm; Hojas de 5-31 cm de largo, 2-10 mm de ancho, planas o conduplicadas, glabras o pubescentes. Panículas, generalmente compuesta por un par de ramas digitalizadas (MABA, 2019, Vplants, 2019).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Paspalum notatum*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-7: Composición química de *Paspalum notatum*.

*	% MS								
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS	
Promedio		10,5	64,5	32,5	1,5	9,3	4,4	52,6	
Mínimo		4,0	57,9	26,2	1,5	9,3	3,7	37,0	
Maximo		18,9	72,4	45,0	1,5	9,3	6,0	67,8	
CV		0,3	0,0	0,1			0,1	0,2	

Composición Mineral:**Tabla 1-8:** Composición mineral de *Paspalum notatum*.

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,26	0,03	0,36	0,20	0,22	0,27	133	122	7	30
Max	2,15	0,04	0,68	0,34	0,27	0,35	756	343	23	28
Min	0,29	0,02	0,22	0,08	0,16	0,20	36	29	2	13
CV	0,47	0,29	0,35	0,30	0,15	0,23	1,19	0,73	0,85	0,85

- **Paspalum plicatulum.**

Nombre Científico: *Paspalum plicatulum* Michx.

Nombre Común: Pasto negro

Sinónimos: [*Panicum antillense* Husn., *Panicum plicatulum* (Michx.) Kuntze, *Paspalum antillense* Husn. (MABA, 2019).

Descripción: Perennes; poco rizomatoso, a menudo indistintamente. Tallos de 30-110 cm, corpulento, erecto; nudos glabros. Vainas glabras; lígulas 2-3 mm; Hojas de 35 cm de largo, 2-5.4 mm de ancho, conduplicadas (rara vez planas). Panículas terminales, con 2-7 ramas dispuestas racemosamente; (MABA, 2019, Vplants, 2019).

(Van Auken y Diamond, 1994) encontraron que el *P. plicatulum*, tiene el potencial de profundizar las raíces a estratos inferiores en suelos profundos, donde otras gramíneas no llegan, con esto accediendo a nutrientes que de otra manera no alcanzarían.

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Paspalum plicatulum*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:**Tabla 1-9:** Composición química de *Paspalum plicatulum*

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	27,4	8,0	73,6	45,6	0,7	7,4	6,0	47,6

Mínimo	20,6	3,0	55,0	39,5	0,2	6,4	6,0	38,5
Maximo	37,1	22,3	82,2	54,0	1,2	8,3	6,0	59,9
CV	0,3	0,5	0,1	0,1	1,0	0,2	0,0	0,1

Composición Mineral:

Tabla 1-10: Composición mineral de *Paspalum plicatulum*

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,75	0,02	0,37	0,15	0,30	0,16	93	117	15	15
Max	3,27	0,02	0,59	0,24	0,72	0,16	207	342	34	30
Min	0,82	0,02	0,17	0,08	0,12	0,16	6	2	4	2
CV	0,44	23,94	0,32	0,52	0,46	1,93	1,31	1,95	0,57	0,98

- ***Sporobolus jacquemontii***

Nombre Científico: *Sporobolus jacquemontii* Kunth

Nombre Común: Paja tizón, cutupena

Sinónimos: *Agrostis owariensis* Schult., *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., (Tropicos, 2019).

Descripción: Plantas perennes, cespitosas, fuertemente arraigadas al suelo. Tallos erectos, simples, hasta de 1,2 m de altura. Hojas principalmente basales; vainas redondeadas, glabras, ligeramente ciliadas, estriadas; Inflorescencias en panojas oblongas o lineares, erectas, exertas (Giraldo-Cañas, 2009).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Sporobolus jacquemontii*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-11: Composición química de *Sporobolus jacquemontii*

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	35,3	12,4	64,5	37,6	1,5	7,9	9,0	59,3
Mínimo	29,7	7,2	63,8	36,4	1,5	7,1	8,6	53,0
Maximo	40,9	18,2	65,3	38,9	1,6	8,8	9,4	67,4
CV	0,22	0,45	0,02	0,05	0,04	0,14	0,07	0,12

Tabla 1-12: Composición mineral de *Sporobolus jacquemontii*

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,27	0,04	0,18	0,15	0,24	0,22	483	135	5,35	78,47
Max	1,63	0,04	0,24	0,18	0,24	0,23	974	159	6,94	170,00
Min	1,06	0,03	0,11	0,09	0,23	0,21	234	103	4,00	31,40
CV	0,24	0,20	0,36	0,34	0,03	0,06	0,88	0,21	0,28	1,01

Gramíneas del Bajo

- *Hymenachne amplexicaulis*

Nombre científico: *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness

Nombre Común: Paja de Agua , azuche, hierba capibara.

Sinónimos: *Panicum amplexicaule* rudge, *Hymenachne acutigluma* auct. Non (Steud). Gilliland. (Csurhes *et al.*, 1999).

Descripción: Perenne originaria, estolonífera (Araujo *et al.*, 2017; Gordon y Feo, 2007; Csurhes *et al.*, 1999) que alcanza alturas de 1 a 2.5 metros, posee tallos compuestos por aerénquima que le permiten flotar (Enríquez *et al.*, 2011). Posee raíces en los nudos inferiores del tallo (Tejos, 1997). Hojas planas, lanceoladas, de 10 a 45 Cm de longitud y de 3 a 6 Cm de ancho, cordadas en la base y abrazando el tallo con lígula membranosa. (Csurhes *et al.*, 1999, Enríquez *et al.*, 2011). Las panículas, cilíndricas, de 20 a 40 cm de largo (Csurhes *et al.*, 1999, Enríquez *et al.*, 2011).

La planta emplea la ruta fotosintética C3 (Araujo *et al.*, 2017, Csurhes *et al.*, 1999 Wildin, 1989).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Hymenachne amplexicaulis*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-13: Composición química de *Hymenachne amplexicaulis*.

*	% MS								
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS	
Promedio	18,8	12,3	65,3	38,4	1,9	12,4	4,4	54,2	
Mínimo	10,8	2,8	62,6	36,8	1,0	9,4	2,7	39,0	
Maximo	45,0	33,6	71,0	41,1	2,9	17,9	5,6	73,0	
CV	0,4	0,5	0,1	0,0	0,3	0,2	0,3	0,2	

Composición Mineral:

Tabla 1-14: Composición mineral de *Hymenachne amplexicaulis*.

*	% MS							mg/Kg		
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,92	0,01	0,25	0,22	0,20	0,04	344	79	5	32
Max	3,18	0,02	0,46	0,50	0,23	0,06	649	222	8,10	52,00
Min	1,38	0,01	0,15	0,12	0,12	0,02	82	34	2,00	15,00
CV	0,28	0,40	0,38	0,38	0,17	0,50	0,69	1,03	0,36	0,43

- ***Andropogon bicornis* L.**

Nombre científico: *Andropogon bicornis* L.

Nombre común: rabo de vaca, rabo de zorro, barbas de indio.

Sinónimos: [*Anatherum bicornis* (L.) P. Beauv., *Andropogon bicornis* var. *absconditus* Hack., *Andropogon bicornis* var. *angustifolius* Pilg. (MABA, 2019).

Descripción: Plantas densamente cespitosas, porción superior densa. Tallos de 60-250 cm. Vainas lisas, generalmente glabras o escabrosas en los márgenes. Vainas 2.5-4.5 cm de largo (Vplants, 2019).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Andropogon bicornis* : (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:**Tabla 1-15:** Composición química de *Andropogon bicornis*.

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	32,5	6,5	67,0	45,5	2,4	10,4	6,7	59,4
Mínimo	29,1	3,3	37,9	34,1	1,2	8,2	0,9	54,2
Maximo	35,8	11,2	81,2	53,0	3,7	12,6	9,3	64,6
CV	0,1	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,1

Composición Mineral:**Tabla 1-16:** Composición mineral de *Andropogon bicornis*.

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,01	0,03	0,30	0,17	0,19	0,23	230	177	4,27	27,42
Max	1,53	0,06	1,23	0,34	0,35	0,25	321	322	5,80	59,00
Min	0,72	0,01	0,06	0,09	0,11	0,20	79	42	2,51	8,34
CV	0,31	0,68	1,40	0,51	0,49	0,09	0,46	0,58	0,37	0,70

- ***Acroceras zizanioides***

Nombre Científico: *Acroceras zizanioides* (Kunth) Dandy

Nombre Común: Paja negra, Cañuela

Sinónimos: [*Echinochloa zizanioides* (Kunth) Roberty, *Panicum balbisianum* Schult., *Panicum grandiflorum* Trin. ex Nees, *Panicum melicoides* Poir., *Panicum pseudoryzoides* Steud., *Panicum zizanioides* Kunth, *Panicum zizanioides* var. *microphyllum* Döll] (Vplants, 2019).

Descripción: Hierbas postradas a erecto-postradas, de 55-210 cm de altura. Hojas caulinares de 8-13.5 lanceolado-ovada, cordada basalmente, glabra a pilosa. cm; vaina redondeada, glabra a papiloso-hispida; panícula, 9-35 cm, los racimos divergentes. (Morales, 2003). Especie metabolismo tipo C3 (Kawakita, *et al.*, 2018, Killeen y Hinz, 1992, Klink & Joly, 1989).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Acroceras zizanioides*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-17: Composición química de *Acroceras zizanioides*

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	22,8	15,0	52,6	31,8	4,8	15,0	10,1	38,0
Mínimo	14,7	7,3	38,0	29,7	1,7	11,1	9,8	38,0
Maximo	29,9	20,3	60,3	34,3	8,0	20,0	10,5	38,0
CV	0,2	0,3	0,2	0,1	0,6	0,3	0,05	

Composición Mineral:

Tabla 1-18: Composición mineral de *Acroceras zizanioides*

Observaciones	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	0,92	0,01	0,30	0,29	0,30	0,01	316	70	17	82
Max	1,52	0,01	0,41	0,47	0,42	0,01	407	85	25	129
Min	0,22	0,01	0,16	0,17	0,13	0,01	225	56	8	36
CV	0,71		0,43	0,56	0,50		0,41	0,30	0,73	0,80

- ***Leersia hexandra***

Nombre Científico: *Leersia hexandra* Sw.

Nombre Común: Lambedora

Sinónimos: [*Homalocenchrus angustifolius* Kuntze], *Homalocenchrus gouinii* (E. Fourn.) Kuntze, *Homalocenchrus hexandrus* (Sw.) Kuntze, (Vplants, 2019).

Descripción: Plantas perennes (Zhang *et al.*, 2007, Vegetti, 2002), cespitosas. Innovaciones intravaginas. Tallos de 30 a 60 cm de altura, (hasta 2,4 metros de largo. (Lekeufack *et al.*, 2011; Vegetti, 2002) erectos, láminas lineales, de 3 a 15 cm de largo, planas, glabras en ambas caras, ápice obtuso, márgenes glabras, Inflorescencias simples o compuestas de 6 a 10 cm de largo (Dantas da Silveira, 2015).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Leersia hexandra*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-19: Composición mineral de *Acroceras zizanioides*

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	31,1	10,9	73,5	44,5	2,6	14,4	6,6	47,2
Mínimo	23,3	4,8	63,3	44,0	1,0	10,4	6,6	47,2
Maximo	38,3	19,7	77,8	44,8	9,3	24,8	6,6	47,2
CV	0,1	0,4	0,1	0,0	0,8	0,2	0,0	

Composición Mineral:

Tabla 1-20: Composición mineral de *Leersia hexandra*.

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,02	0,02	0,24	0,20	0,12		236	155	4	16
Max	1,66	0,02	0,37	0,43	0,14		389	227	5	17
Min	0,71	0,02	0,15	0,13	0,08		82	83	3	15
CV	0,33		0,28	0,44	0,17		0,92	0,66	0,35	0,09

- ***Steinchisma laxum***

Nombre Científico: *Steinchisma laxum* (Sw.) Zuloaga

Nombre Común: jajato, grama do carandazal.

Sinónimos: *Cliffordiochloa parvispicula* B.K. Simon, *Panicum agrostidiforme* Lam., *Panicum agrostis* Nees ex Döll, *Panicum laxum* fo. minor Hack (Tropicos, 2019).

Descripción: Anual, o perenne. Tallos decumbentes; 30–150 cm de largo; enraizamiento desde nodos inferiores. Vainas de hojas arrugadas. Lígula y membrana eciliada. Láminas foliares lineales o lanceoladas; 6.5–30 cm de largo. Superficie de la lámina de la hoja glabra. Márgenes de la lámina de la hoja escabrosos. Panícula abierta; piramidal; 5–30 cm de largo (Clayton, *et al.*, 2018).

Especie con vía metabólica tipo C3. (Killeen y Hinz, 1992; Klink y Joly, 1989).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Steinchisma laxum*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-21: Composición química de *Steinchisma laxum*.

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	29,9	10,2	60,9	34,9	1,7	9,5	9,8	57,3
Mínimo	22,1	5,8	55,3	26,6	1,4	6,0	6,7	53,6
Maximo	51,0	16,3	77,4	44,2	2,1	13,1	11,6	60,8
CV	0,3	0,5	0,3	0,3	1,2	0,4	0,3	0,2

Composición Mineral:

Tabla 1-22: Composición mineral de *Steinchisma laxum*

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	1,56	0,02	0,40	0,21	0,29	0,05	220	93	6	37
Max	2,19	0,05	0,64	0,31	0,54	0,17	590	317	9	90
Min	0,64	0,01	0,15	0,08	0,16	0,01	42	28	3	15

- ***Sorghastrum setosum***

Nombre Científico: *Sorghastrum setosum* Hitchc.

Nombre Común: Pasto indio, paja amarila

Sinónimos: [*Andropogon agrostoides* Speg., *Andropogon francavillanus* E. Fourn., *Andropogon nutans* var. *agrostoides* (Speg.) Hack. (Vplants, 2019).

Descripción: perenne, cespitosa, tallos de 80 a 180 cm de alto, simples, erectas, delgadas, rígidas, entrenudos cilíndricos, lisos glabros o ligeramente pilosos hacia la porción distal junto a los nudos, pajizos; nudos puberúlos a cortantemente pubescentes, laminas lineares, de 15 a 50 cm, convolutas, rígidas, glabras a esparcidamente pilosas en ambas caras, de base acentuada y ápice agudo, los márgenes escabrosos.

Inflorescencia una panoja laxa, semiabierta de 10 a 40 cm de largo, erecta (Flora de Argentina, 2019).

Distribución: Mapa de distribución de la especie *Sorghastrum setosum*: (GBIF Secretariat, 2017)

Composición Química y Digestibilidad:

Tabla 1-23: Composición química de *Sorghastrum setosum*.

*	% MS							
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cz	Lig	DMS
Promedio	37,7	6,1	68,2	43,5	2,1	9,0	9,1	34,1
Mínimo	23,8	4,2	60,1	35,2	1,6	8,3	7,5	25,3
Maximo	46,6	9,4	80,8	48,2	2,8	10,9	9,9	53,9
CV	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3

Composición Mineral:

Tabla 1-24: Composición mineral de *Sorghastrum setosum*.

*	% MS						mg/Kg			
	K	Na	Ca	P	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
Promedio	0,76	0,02	0,28	0,17	0,13	0,12	81	176	9	27
Max	2,22	0,03	0,64	0,34	0,25	0,15	150	251	12	39
Min	0,22	0,00	0,11	0,07	0,08	0,09	51	33	4	20
CV	1,13	0,49	0,69	0,59	0,56	0,35	0,49	0,61	0,31	0,26

1.9 Minerales en los forrajes

En todo organismo, tejido de las plantas y los alimentos contiene proporciones variables de elementos minerales o inorgánicos (Cenizas (Cz)) (Moniello *et al.*, 2005) generalmente en forma de carbonatos, sulfatos y óxidos, de tal manera el porcentaje total de cenizas es mayor que la sumatoria de los minerales individualmente (Suttle, 2010).

Las cenizas están compuestas por los minerales en sí, que se dividen en macro minerales y microminerales o elementos traza, esto por la concentración en la que son requeridos en la dieta (McDowell, 1985, Suttle, 2010, Underwood y Suttle, 1999).

1.9.1 Minerales en forrajes y nutrición bovina

En diversas partes del mundo se reportan desequilibrios de minerales en ganado bovino, Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se y Zn son los minerales más propensos de presentar deficiencia en condiciones de pastoreo (Goswami *et al.*, 2005; McDowell, 1996; McDowell *et al.*, 1983).

Se ha determinado en condiciones experimentales (Khan *et al.*, 2007, Khan *et al.*, 2006) y de producción que la temporada climática puede influir en la concentración de algunos minerales (Khan *et al.*, 2006, Khan *et al.*, 2004, Ogebe *et al.*, 1995, Cuesta *et al.*, 1993, Prabowo *et al.*, 1991, McDowell, 1985).

Algunos estudios evidencian baja correlación entre la concentración mineral del suelo, respecto a la de los forrajes (Ogebe *et al.* 1995, Espinoza *et al.*, 1991) razón por la cual el uso de análisis de suelos para ser utilizado en la formulación de suplementos minerales no es una opción útil y relevante (Ogebe *et al.*, 1995, Tejada *et al.*, 1987). La maduración de los forrajes disminuye la concentración de la mayoría de los minerales (Khan *et al.*, 2006).

Los niveles de los minerales deben mantenerse en rangos estrictos para que no se presenten deficiencias o toxicidades en el animal, por acción directa o sinérgica de los elementos dentro del organismo (Underwood y Suttle, 1999). Estos desequilibrios pueden ser agudos a graves, y son de difícil percepción por que pueden confundirse fácilmente con desbalances de proteína, energía o un consumo voluntario inadecuado (Underwood y Suttle, 1999).

Los minerales cumplen variadas funciones, tales como: estructural, fisiológico, catalítico y regulatorio. Presentándose casos de elementos que cumplan dos o más funciones (Suttle, 1991, Underwood y Suttle, 1999, McDowell, 1985).

En cuanto a concentración de minerales en la sabana inundable el calcio (Ca), es más alto en el invierno en todas los paisajes fisiográficos y en orden descendente según; estero, bajo, banqueta y banco, el fósforo (P), es más alto en la transición seca-lluvias, guardando la misma relación anterior respecto a su orden, el Magnesio (Mg) es mayor en banco y la banqueta en la temporada de invierno, en el bajo y estero los valores más altos se presentan en la transición de seca-lluvias, el azufre (S), presenta la concentración mayor en el bajo en temporada de invierno (0.2%), mientras los valores del banco y el estero son coincidentes y para la banqueta son los menores (0,06%) de las cuatro posiciones fisiográficas (Vargas *et al.*, 1998).

1.9.2 Macro-minerales

Los macro minerales se denominan así por su elevado requerimiento en relación a los microminerales, están comprendidos por el calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), cloro (Cl), sodio (Na), y azufre (S) (Suttle, 2010, Moniello *et al.*, 2005, Underwood y Suttle, 1999, Hopkins *et al.*, 1994) Las leguminosas son más ricas en macrominerales que las gramíneas (Underwood y Suttle, 1999, Hopkins y Bowiling, 1994).

- **Calcio y Fósforo**

Son el primero y segundo mineral más abundante en el cuerpo animal (Kumar, 2010), el calcio es el componente principal de los huesos, en este tejido se almacena aproximadamente el 99% del calcio del organismo y sirve de reserva para mantener los niveles en sangre adecuados (Underwood y Suttle, 1999). El Ca ionizado es importante en la transmisión de impulsos nerviosos, la contracción muscular y en diversas actividades enzimáticas (Moniello *et al.*, 2005, Underwood y Suttle, 1999). Minson, (1990) reporta mayor concentración de Ca en las leguminosas respecto a las gramíneas. La deficiencia de Ca es menos posible, debido a que las gramíneas principal fuente de alimentación, poseen mayor concentración de este elemento que de fósforo (Masters *et al.*, 1993, Underwood y Suttle, 1999). Generalmente en los animales domésticos las deficiencias prolongadas de Ca y P pueden causar cojeras, inflamación y dolor de articulaciones, deformación y/o fractura de huesos largos y pelvis, marcha rígida,

lordosis, malformación de mandíbula y dientes, raquitismo, osteoporosis y osteomalacia generadas por desequilibrio de Ca y P (Underwood y Suttle, 1999).

El 75-80% del fósforo está en los huesos, es trascendental en la obtención y utilización de energía a partir de los alimentos, en la reproducción (Minson, 1990) y hace parte de la estructura del ADN y ARN (Kumar, 2010). Los niveles de P en los forrajes están directamente relacionados con la concentración de este elemento en el suelo, la etapa de madurez, disponibilidad y el clima, presentándose en forrajes de clima templado mayores concentraciones de este elemento (Underwood y Suttle, 1999). Las lluvias disminuyen la concentración del P en los forrajes posiblemente por efecto de lavado y en la temporada seca por el bajo nivel de P disponible en el suelo (Masters *et al.*, 1993, Underwood y Suttle, 1999). El adecuado suministro y absorción de estos elementos está sujeto a la relación entre ellos y la disponibilidad de vitamina D (Moniello *et al.*, 2005). Se tiene como guía que una relación de Ca:P en la dieta de 2: 1 es óptima para el crecimiento y formación del hueso y puede variar ligeramente como respuesta a los aportes de calcio y fósforo en la dieta (Underwood y Suttle, 1999).

- **Magnesio**

Aproximadamente el 70% del Mg del organismo está contenido en los huesos. El 30% restante tiene una implicación fundamental en la actividad neuromuscular y la contracción muscular, transmisión de impulsos nerviosos, el metabolismo de lípidos y carbohidratos, síntesis de proteínas, adhesión celular, sistema enzimático, transporte y utilización de la hormona tiroidea y algunas funciones como antipirético, antihipóxico, antiinflamatorio y antioxidante (Moniello *et al.*, 2005, Khan *et al.*, 2004, Underwood y Suttle, 1999, Masters *et al.*, 1993, McDowell, 1985). La absorción del Mg se realiza en el rumen en contra de un gradiente químico (Martens, 1983), esta está influenciada por el K, disminuyendo con altas concentraciones de K que elevan las diferencial en el potencial electroquímico, el Na puede disminuir dicho potencial aumentando la absorción neta de Mg (Underwood y Suttle, 1999).

La deficiencia en este elemento se presenta en condiciones de alta producción y alimentación con cereales, ya que los forrajes contienen generalmente cantidades adecuadas para suplir los requerimientos animales, en la lactancia la exigencia puede ser

superior a su consumo presentándose los signos clínicos de la enfermedad denominada tetania de los pastos, caracterizada por temblores descontrolados y puede llegar a la muerte (Suttle, 2010, Moniello *et al.*, 2005, Masters *et al.*, 1993).

La concentración de Mg varía entre las especies, siendo más alta en las leguminosas respecto a las gramíneas (Minson, 1990), este mismo autor comparó los valores medios de Mg en gramíneas tropicales y de clima templado, encontrando valores de 2.8 y 2.6 g Mg /kg de MS respectivamente, así mismo fluctúa con las condiciones del suelo y climáticas en las que se desarrollan las plantas (Suttle, 2010, Masters *et al.*, 1993, Minson, 1990). La deficiencia de Mg se presenta de dos formas; una aguda que conlleva a una tetania y una sub clínica que puede llegar a ser crónica (Masters *et al.*, 1993, Minson, 1990).

- **Sodio y Potasio**

El sodio (Na) y el potasio (K) mediante la bomba de Na y K dependiente de ATP, mecanismo esencial en todas las células y junto al cloro y bicarbonato, son los dos minerales que intervienen mayormente en el equilibrio acido-base, la presión osmótica, y son fundamentales en la respuesta a estímulos, especialmente en la excitación muscular (Kumar, 2010, Moniello *et al.*, 2005, Li, G *et al.*, 2001, Underwood, y Suttle, 1999). Así mismo la bomba de Na y K interviene en la captación de calcio, bicarbonato, fosfato, cloro glucosa y algunos aminoácidos (Flórez, 2012; Underwood, y Suttle, 1999).

Aproximadamente del 30 al 50% del Na, se encuentra en la matriz cristalina del hueso, la saliva es un medio eficiente para reciclar este electrolito (Flórez, 2012). Generalmente los forrajes no contienen la cantidad de (Na) requeridos por los rumiantes (Masters *et al.*, 1993) y se suplementa ampliamente con sal común (NaCl), (Moniello *et al.*, 2005). Las concentraciones de sodio en las gramíneas tropicales es menor que en la templadas (Minson, 1990).

El cloruro de sodio (NaCl), contribuye a la palatabilidad de los alimentos (Grovm y Chapman, 1989), pero niveles muy elevados, pueden desencadenar en una reducción del consumo voluntario (Wilson, 1966).

La absorción dependiente de ATP del Na se realiza en el retículo-rumen, omaso y duodeno, la pasiva a nivel intestinal, el coeficiente de absorción del Na es aproximadamente del 90 % y el del NaCl se estima en el 100%, en forrajes tropicales en promedio es del 85% (Flórez, 2012), niveles muy elevados de consumo diario, pueden desencadenar en una reducción del consumo voluntario (Wilson, 1966).

El K es el tercer mineral más abundante en el organismo animal, el exceso se elimina en la orina, no existen reservas importantes en el organismos y su requerimiento es el más elevado de todos los minerales (0,7-0,8 %MS) (Flórez, 2012). Para el potasio el caso es contrario al Na, presentándose concentraciones adecuadas en la mayoría de los forrajes, por lo cual la deficiencia de este elemento no es común en animales en pastoreo (Flórez, 2012, Underwood y Suttle, 1999) La absorción del K de los forrajes es cercana al 85% y de las fuentes minerales como cloruro y sulfato de potasio superan el 90 % (Flórez, 2012).

Generalmente la deficiencia de Na y K se manifiesta con disminución del apetito, de producción láctea, pérdida de peso, apetito por tierra y orina, y pelaje opaco, la intoxicación depende en gran medida del acceso al agua, complicándose el cuadro clínico, cuando se limita el suministro de esta (Flórez, 2012), siendo 4 % la concentración máxima de NaCl tolerada en la dieta de ganado lechero.

- **Azufre**

La mayor parte del azufre está en los aminoácidos azufrados, así como en las vitaminas tiamina y biotina, en la insulina y la coenzima A (Moniello *et al.*, 2005, Suttle, 2010). (Kennedy y Milligan, 1978)), reportan que aproximadamente el 50% del azufre orgánico de las bacterias ruminales proviene del sulfuro inorgánico aportado en la dieta. Las funciones del azufre son diversas; relacionadas con las proteínas de que hacen parte, forma parte fundamental de los puentes disulfuro, necesarios para la formación de las proteínas, tiene función protectora, hace parte de hormonas y algunas vitaminas, y en el transporte del selenio, además se encuentra en concentraciones altas en apéndices como; uñas, pelo, pezuñas y lana. La concentración de azufre en los forrajes varía ampliamente dependiendo de la disponibilidad de nitrógeno y fósforo del suelo (Underwood y Suttle, 1999). La fertilización de las praderas con azufre aumenta su

concentración en los forrajes, incluso en niveles previos altos, esto en forma de azufre no proteico (Spears y Hatch, 1985). La variación en la concentración de azufre en los forrajes no está muy dilucidada, pero al estar correlacionado con la proteína, se espera una disminución en este elemento en la temporada de seca (Minson, 1990). La deficiencia de azufre conduce a una disminución de la digestibilidad de la fibra y disminución de retención de nitrógeno en el rumen (Masters *et al.*, 1993), el consumo voluntario se deprime ante la restricción del azufre. La principal consecuencia de la deficiencia de azufre no está relacionada con las funciones del mismo, sino con una alteración negativa en la fermentación ruminal y por consiguiente una disfunción en la síntesis de proteína bacteriana (Underwood y Suttle, 1999).

1.9.3 Micro-minerales

Denominados también como minerales traza. Tienen como propiedad común que están en los tejidos y ejercen su función en muy bajas concentraciones, algunos como el zinc, y el cobre se expresan en partes por millón (ppm), otros se encuentran en concentraciones tan bajas que se cuantifican en partes por billón (ppb) (Underwood y Suttle, 1999). Los microminerales más utilizados son; cobre (Cu), cobalto (Co), hierro (Fe), Iodo (I), Manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se) y zinc (Zn). (Suttle, 2010, Moniello *et al.*, 2005, Underwood y Suttle, 1999, McDowell, 1985). Además de estos elementos el Boro (B), Cromo (Cr), estaño (Sn), níquel (Ni), silicio (Si), y vanadio (Va), también se consideran benéficos en algunos casos específicos (Underwood y Suttle, 1999). El consumo prolongado de forrajes con deficiencia o exceso de algún o algunos minerales traza; genera cambios en la función, forma, actividades o concentración del elemento en el téjido (Underwood, 1977).

- **Hierro**

Está involucrado en procesos enzimáticos, hace parte de la hemoglobina y por ende del intercambio gaseoso pulmonar, es constituyente de la mioglobina, citocromos, catalasas y peroxidases (Kumar, 2010, Underwood y Suttle, 1999).

Con este elemento, es más probable que se presenten alteraciones por exceso que por deficiencia, especialmente por el consumo de suelo (Suttle y Jones, 1989) lo que influye negativamente en la absorción de zinc (Underwood, 1977).

En animales sanos, es poco probable que se presente deficiencia de Fe, ya que la mayoría de los forrajes contienen cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos (McDowell *et al.*, 1982). La deficiencia de Fe prolongada genera anemia (Kumar, 2010). El aumento de Fe disminuye la absorción del zinc (Underwood, 1977).

- **Zinc**

Cumple funciones muy diversas en el organismo; es un componente de la insulina, interviene con los factores de transcripción y en la síntesis de proteínas, activador de enzimas, en la reproducción, en la respuesta inmune y prevención de enfermedades de la piel (Kumar, 2010, Underwood y Suttle, 1999, Minson, 1990) El suministro de zinc disminuye la incidencia de pododermatitis en bovinos, los principales signos de deficiencia de Zinc en ruminantes son: la pérdida de apetito, paraqueratosis y alteración de la cicatrización de heridas (Suttle y Jones, 1989). La pérdida del apetito es el primer síntoma de deficiencia de Zn como en otros nutrientes, disminución en el crecimiento, pérdida de pelo, y atrofia testicular (Kumar, 2010). Como se mencionó en el apartado anterior, altas concentraciones de Fe disminuyen la absorción de zinc (Underwood y Suttle, 1999, Underwood, 1977), los fitatos forman complejos no absorbibles con el zinc a nivel de intestino y su impacto depende de la concentración de Ca en la dieta (Underwood y Suttle, 1999)

- **Cobre**

Es importante en la reproducción, como transportador celular, como activador enzimático, en el desarrollo óseo, el crecimiento corporal, contra parásitos (Suttle y Jones, 1989), desarrollo y formación de tejido conjuntivo, pigmentación y desarrollo de pezuñas, uñas, pelo lana y plumas (Kumar, 2010 Underwood y Suttle, 1999), el funcionamiento de los glóbulos rojos, la producción de melanina, formación de colágeno, la reproducción y la inmunidad (Flórez, 2012).

La concentración disminuye con la maduración de la planta, las leguminosas, las leguminosas de clima templado tienen más Cu que las gramíneas del mismo clima, las gramíneas tropicales poseen mayor contenido de Cu que las leguminosas tropicales (Minson, 1990).

La absorción en el rumiante recién nacido es alta (70%) y disminuye con el desarrollo ruminal, llegando a solo 50-60 % en a los tres meses de edad (Flórez, 2012).

La deficiencia puede ser específica cuando lo es por los bajos contenidos en los forrajes, o condicionada por aumento de antagonistas de la absorción como el molibdeno (Kumar, 2010, Minson, 1990, Underwood y Suttle, 1999, Suttle y Jones, 1989), el azufre y el hierro (Underwood y Suttle, 1999), o por efecto de la temporada, ya que el Cu aumenta en época de lluvias y disminuye en la seca (Khan *et al.*, 2007, 2006, Minson, 1990, McDowell *et al.*, 1982).

El S y el Cu forman sulfito de cobre que se precipita en el rumen, y el S junto a Mo forman tetratiomolibdato, el cual se une al Cu haciéndolo insoluble (Flórez, 2012).

Dietas en bovinos altas en zinc, fósforo y hierro, afectan la absorción del Cu a nivel intestinal (Flórez, 2012).

La ataxia enzoótica es una patología característica de deficiencia de cobre, la despigmentación de los apéndices de la piel, anemia, fracturas, abortos tempranos, retraso a la edad a la pubertad y baja tasa de concepción (Kumar, 2010).

El consumo de suelo puede incorporar elementos como el zinc, hierro, fósforo y azufre, y/o coloides que forman asociaciones con el Cu y afectan la absorción del cobre (Jarvis y Austin, 1983, Suttle, 1984).

- **Manganeso**

Funciona como activador de enzimas, en la formación de tejido conectivo y huesos, de mucopolisacaridos y es fundamental para la correcta coordinación motora (Moniello *et al.*, 2005), la utilización de la glucosa y lípidos, la gluconeogénesis, síntesis de las hormonas esteroides, en la reproducción (Minson, 1990), coagulación sanguínea, y como antioxidante (Underwood y Suttle, 1999).

Un elevado consumo de Fe, Ca y/o de P (Velasco-Ryenold, *et al.*, 2008, Underwood, y Suttle, 1999), estimulan una reducción en la absorción de Mn (Flórez, 2012, Moniello *et al.*, 2005). Los fitatos, también reducen la absorción del Mn, pero estos se descomponen por acción de los microorganismos ruminales. La deficiencia de Mn en animales en

pastoreo no es común, si ocurre, se presenta con problemas de tipo neuromotor, cojeras, deformidad, fracturas de huesos (Underwood y Suttle, 1999).

- **Yodo**

La principal función del yodo es ser parte de la estructura química de las hormonas tiroideas, ésta controla la tasa a la que las células se oxidan o se sintetizan, controla el desarrollo fetal, adicionalmente realiza las funciones del metabolismo basal como digestión, termorregulación, circulación, reproducción y defensa inmune (Underwood y Suttle, 1999). La deficiencia de yodo dará una alteración de la glándula tiroides (Bocio) con sus consecuencias en la salud del animal (Suttle, 2010, Underwood y Suttle, 1999). La respuesta temprana a las correcciones de las deficiencias se ajusta fácilmente suministrando yodo, de igual manera la prevención con el mismo método es efectiva (Moniello *et al.*, 2005, Underwood y Suttle, 1999, Minson, 1990, McDowell *et al.*, 1982).

- **Selenio**

El uso de Se reduce la incidencia de metritis y mastitis en vacas lecheras. En algunos ensayos se ha reportado que el suministro de Se puede mejorar la respuesta de los anticuerpos en ovejas (Suttle y Jones, 1989). La deficiencia de Se deprime el consumo voluntario, cuando esta deficiencia es acompañada de deficiencia de Co la disminución en el consumo es mayor que para un elemento individual (Minson, 1990). La restricción de Se causa disminución del consumo voluntario, bajas en ganancia de peso, fallas en la fertilidad y mortalidad embrionaria (Minson, D 1990).

La distrofia muscular nutricional en corderos y terneros es el más característico signo de deficiencia de Se (Minson, 1990).

- **Cobalto**

El Co es parte fundamental de la vitamina B12 y es sintetizada por los microorganismos ruminales (Moniello *et al.*, 2005), en el metabolismo del propiónico.

El Co al parecer tiene influencia sobre la respuesta inmune y antiparasitaria (Suttle y Jones, 1989).

El Co aumenta su concentración en la plantas en la temporada de seca respecto a la temporada de lluvias (McDowell *et al.*, 1982).

La deficiencia de Co, ha demostrado una disminución en el porcentaje de sobrevivencia de los corderos y aumentado la susceptibilidad a los parásitos en ganado y en ovejas (Suttle y Jones, 1989).

1.10 Uso de sal, minerales y suplementos en la producción bovina de la sabana inundable

En Arauca la sal blanca se suministra ocasionalmente (Pérez y Vargas, 2001, Onofre, 1997), en su enfoque etnográfico Rodríguez (2018), evidencia la necesidad del productor actual de mejorar los índices productivos, implementando prácticas y tecnologías foráneas para este fin, como son el uso de la sal mineralizada, melaza, algunos concentrado entre otros. En un proyecto realizado en el departamento de Arauca (PBA, 2017) se reportó que para ganadería de cría en la sabana inundable de Arauca con 650 ganaderos, el 93% de los encuestados suministra sal mineralizada, 0% subproductos, 6,7% alimentos conservados, 16,8% melaza y un 6,7 alimentos concentrados a los animales.

Por la naturaleza inundable de este bioma y el manejo del pastoreo semi-extensivo, el acceso al agua “natural” que brinda la lámina de inundación y los cauces de caños y cañadas, por aproximadamente 6 meses hace que se prescindan del uso de un elevado número de bebederos. En muchos casos basta con unos pocos jagüeyes ubicados de forma estratégica. En otros predios menos extensivos, se instalan unos cuantos bebederos para grandes áreas (teniendo que desplazarse el animal por largas distancias), los cuales se abastecen generalmente de aguas subterráneas mediante molinos de viento y/o motobombas a combustible y/o eléctricas. De esta manera se pueden manejar un predio por ejemplo de 2000 hectáreas y aproximadamente 800 animales vacunos con 5 o 6 bebederos (Rodríguez, 2018).

Peñuela *et al.*, (2012) reportan la adaptación del productor a las condiciones cambiantes del entorno, aprovechando la capacidad de contener agua de los bajos y esteros para uso de los bovinos y la fauna silvestre. (Pérez y Vargas, 2001, Rodríguez 2018), describen el uso de “tapas”, estructuras rústicas y rudimentarias instaladas en medio del

cauce de algún caño que cumplen la función de represa, garantizando la permanencia de la lámina de inundación en el área de influencia a la “tapa” por mayor tiempo que sin esta tecnología, y de esta forma se abastecen de agua los animales por un período más prolongado que la época de lluvias. El uso de molinos de viento y motobombas es una actividad común para mantener la lámina de inundación durante todo el periodo de seca. El agua superficial que es usada para los bovinos, puede ser fuente de algunos minerales que son transportados por esta (McDowell, 1985).

1.11 Conclusiones

Las condiciones naturales de la sabana inundable del municipio de Arauca, son muy variables y tienen una influencia marcada en la dinámica de producción forrajera y por ende en la producción ganadera. En este bioma se diferencian claramente 4 tipos de paisaje fisiográfico que son; banco, banquetta, bajo y estero, el primero corresponde a un área del paisaje que no está sometido a inundación en ningún momento del año, los tres últimos se inundan periódicamente y debido a las diferencias en profundidad, entre ellos, el tiempo de inundación y el drenado de estos ocurre en tiempos diferentes, siendo la zona más profunda el estero, seguido por el bajo y posteriormente la banquetta que es intermedia entre la zona alta y la baja. Los suelos poseen baja fertilidad, la precipitación, el déficit hídrico, el manejo animal, en conjunto con las características del paisaje, crean condiciones para el crecimiento de una variada gama de especies forrajeras con diferencias en su calidad, presentación, persistencia y consumo animal, que el ganadero local ha sabido aprovechar de forma holística o tradicional durante más de 300 años. Sin embargo, este aprovechamiento, posiblemente no es el más adecuado, ya que los índices de productividad del sector son bajos. Dadas estas características generales y condiciones de producción, la obtención de conocimientos específicos de las especies forrajeras y su aporte nutricional, hace posible generar estrategias nutricionales y de manejo que propendan por el mejoramiento de los índices productivos del sector ganadero de la sabana inundable del municipio de Arauca, y por consiguiente del productor rural, principal y más fundamental eslabón del sistema de producción ganadera.

1.12 Referencias

(AOAC), International, A. of O. A. C. (2012). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Recovery studies, 17th edn. Byrd Richmond, VA.

(ICA), I. colombiano A. (2019). Censo pecuario nacional. Retrieved from <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>

(PBA), P. bovino A. (2017). Contextos, fundamentos y desarrollos en la implementación de un programa balance dietario para los sistemas de producción bovina tipicados en el departamento de Arauca. Aauca: PBA.

Abegunde, T; Babayemi, O; and Akinsyinu, A. (2011). Abegunde et al 2011 Nutritive value assessment of ficus polita and panicum maximum at varying proportions using an in vitro gas production method in the dry ad west seasons. Pakistan Journal of Nutrition, 10(1), 35–39.

Abusuwar, A. and, & Ahmed, E. (2010). Seasonal variability in nutritive value of ruminant diets under open grazing system in the semi-arid rangeland of Sudan (South Darfur State) Dept . of Arid land Agriculture , Faculty of Meteorology , Environment and Arid land Agric ., Ennhod Desert Shee. Agriculture and Biology Jorunal of North America, 1(2), 243–249.

Alimento. (2018). AGROSAVIA.pdf. Retrieved from <http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/AlimenTro/Home/Index?ReturnUrl=%2FNetCorpoicaMVC%2Falimento>

Allinson, D. and, & Osbourn, D. (1970). The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. The Journal of Agricultural Science, 74(1), 23–36. <https://doi.org/10.1017/S0021859600020918>

Ammar, H., López, S., González, J. S., & Ranilla, M. J. (2004). Seasonal variations in the chemical composition and in vitro digestibility of some Spanish leguminous shrub species. Animal Feed Science and Technology, 115(3–4), 327–340. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.03.003>

Anele, U; Arigbede, O; Sudekum, K; Onic, O; Jolaosho, A; Olanite, J; Adeosun, A; Dele, P; Ike, K and Akinola, O. (2009). Seasonal chemical composition, in vitro fermentation and in sacco dry matter degradation of four indigenous multipurpose tree species in Nigeria. Animal Feed Science and Technology, 154(1–2), 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.07.007>

AOAC. (2005). Officioal Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC international (Vol. 18th editi).

Araujo, S., Simao, M., Araújo, B y Santos, S. (2017). Avaliação de Pastagem Nativa em Áreas Inundáveis com Predominância de *Hymenachne amplexicaulis* no Pantanal, MS. Corumbá: EMBRAPA.

Barreto, A., Catusus, L. y, & Acosta, Z. (2012). Gramíneas y leguminosas naturales y/o naturalizadas de la provincia de Camagüey, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 21(1), 15–46. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.24FD00D5&lang=es&site=eds-live>

Batista de souza, G., de Araujo, a., Mitsuko, L e Rocha, L. (1999). Método alternativo de fibra em detergente neutro e detergente ácido. Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA. Retrieved from <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/46109/4/PROCIGBS199900154.pdf>

Bernardis, A., Roig, C. and, & M, B. (2005). Productividad y Calidad de los Pajonales de *Sorghastrum setosum* (Griseb.) Hitchc. en Formosa, Argentina. *Agricultura Técnica*, 65(2). <https://doi.org/10.4067/s0365-28072005000200007>

BOLFOR; Mostacedo, B y Todds, F. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. Santa Cruz: Proyecto BOLFOR. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4353017>

Boom, A., G. Mora, A. M. Cleef & H. Hooghiestra. 2001. High altitude C4 grasslands in the northern Andes: relicts from glacial conditions? *Rev. Palaeobotany and Palinology* 115: 147-160.

Botero, E y Padilla, A. (2016). Análisis de perfil competitivo de la cadena productiva carne-lácteos del departamento de Arauca. *Revista Unimar*, 34(2), 163–174. Retrieved from <http://www.ojseditorialumariana.com/index.php/unimar/article/view/1248/pdf>

Brandstetter, E. et al 2017. (2017). Production and quality of Jiggs bermudagrass forage on Holstein cow milk production and quality parameters under an intermittent grazing system. *Canadian Journal of Animal Science (CJAS)*, 1–31. Retrieved from <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/82809/1/cjas-2016-0136.pdf>

Buxton, D. R. (1996). Quality-relate characteristics of foarage and influenced by plant an environment and agronomic factors. *Animal Feed Science Technhology*, 59, 37–49.

Cabido M, N. Ateca, M. E. Astegiano & A.M. Anton. “Distribution of C3 and C4 grasses along an altitudinal gradient in Central Argentina”. *Journal of Biogeography*, vol. 24, pp. 197-204, 1997.

Camacho, L. M., Rojo, R., Salem, A. Z. M., Provenza, F. D., Mendoza, G. D., Avilés, F., & Montañez-Valdez, O. D. (2010). Effect of season on chemical composition and in situ

degradability in cows and in adapted and unadapted goats of three Mexican browse species. *Animal Feed Science and Technology*, 155(2–4), 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.12.001>

Cardoso, E., Araújo, S., Barioni, W. (2003). Efeitos da Queima na Produção e Valor Nutritivo da Matéria Seca em Área de *Andropogon bicornis*. Pantanal: EMBRAPA.

Chacón-Moreno, E. (2007). Ecological and spatial modeling: Mapping ecosystems , landscape changes , and plant species distribution in Llanos del Orinoco , Venezuela. Production. Wageningen. Retrieved from <https://library.wur.nl/WebQuery/wda/1830239>

Chazdon, R. L. 1978. Ecological aspects of the distribution of C4 grasses in selected habitats of Costa Rica. *Biotropica* 10 (4): 265-269

Christin, P. A., N. Salamin, E. A. Kellogg, A. Vicentini & G. Besnard. 2009. Integrating phylogeny into studies of C4 variation in the grasses. *Plant Physiol.* 149: 82-87.

Clayton, W., Vorontsova, M., Harman, K y Williansom, H. (2018). Grass Base. Retrieved from <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>

Comastri Filho, J. A. (1984). Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. Circular Técnica. Pantanal: EMBRAPA.

Costa e Silva, L. F., Valadares Filho, S. de C., Rotta, P. P., Marcondes, M. I., Zanetti, D., Gionbelli, M. P., ... Paulino, M. F. (2016). Mineral requirements for beef cattle. In S. de C. V. Filho, L. F. C. e Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti, & L. F. Prados (Eds.), *Exigencias nutricionales de bovinos de corte puros y cruzados* (3ra ed., pp. 213–250). Suprema Gráfica Ltda. Retrieved from <http://www.brcorte.com.br/en/>

Coumo, G., Blouin, D, Corkern, J., McCoy, E and Walz, R. (1996). Plant Morphology and Forage Nutritive Value of Three Bahiagrasses as Affected by Harvest Frequency. *Agronomy Journal*, 88(1), 85–89. <https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800010018x>

Csurhes, S., Mackey, A., Fitzsimmons, L. (1999). *Hymenachne* (*Hymenachne amplexicaulis*) in Queensland. Queensland: Department of Natural Resources and Mines.

Cuesta, P., McDowell, L., Kunkle, E, Bullock, F, Drew, A Wilkinson, N. and M. F. (1993). Seasonal variation of soil and forage mineral concentrations in north florida. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24(3–4), 335–347. <https://doi.org/10.1080/00103629309368803>

DANE. (2016). 3er. Censo Nacional Agropecuario. Tomo II. Resultados. DANE-Ministerio de Agricultura. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Dantas da Silveira, A. (2015). Revisão das espécies do gênero *Axonopus* P. Beauv, série *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) biomas Pampa, Pantanal e Mata Atlântica. Maestría en Botánica. Universidad de Brasilia.

De Gennaro, D and Scataglini, A. (2012). Análisis filogenético del género *sacciolepis* (poaceae, panicoideae, paniceae) con caracteres morfológicos. *Darwiniana*, 50(1), 81–96. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-67932012000100004&lng=es&tlng=en.

Do Nascimento, K. (2006). Monitoramento Espacial de Biomassa e Carbono Orgânico da Vegetação Herbácea de Várzea na Amazônia Central. Universidade Federal do Paraná. Retrieved from https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/4450/TESE_KMNB_06jun2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ellis, R. (1986). Leaf anatomy of the South African *Danthonieae* (Poaceae): XIX. The genus *Prionanthium*. *Bothalia*, 19(2), 243–249. <https://doi.org/10.4102/abc.v19i2.964>

Enríquez, J., Melendéz, F. Bolaños, E y Esqueda, V. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. SAGRAPA.

Espinoza, J., McDowell, L., Wilkinson, N and Martin, F. G. (1991). Monthly variation of forage and soil minerals in central florida. i. macro-minerals. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 22(11–12), 1123–1136. <https://doi.org/10.1080/00103629109368479>

Evitayani, L., Warly, A., Fariani, T., Ichinohe, T., & Fujihara, T. (2004a). Study on Nutritive Value of Tropical Forages in North Sumatra, Indonesia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 17(11), 1518–1523. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/4b6e/6f1312a235ccde15b03ca1ea65fd46d216c4.pdf>

Evitayani, Warly, L., Fariani, A., Ichinohe, T., Abdulrazak, S. A., & Fujihara, T. (2004). Comparative rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in West Sumatra, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(8), 1107–1111. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1107>

Evitayani, Warly, L., Fariani, A., Ichinohe, T., & Fujihara, T. (2004b). Seasonal changes in nutritive value of some grass species in West Sumatra, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(12), 1663–1668. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1663>

Fedele, V., Claps, S., Morone, G., Rubino, R., & Sepe, L. (2005). Seasonal evolution of volatile compounds content and aromatic profile in milk and cheese from grazing goat. *Small Ruminant Research*, 59(2–3), 273–279. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.013>

Flora de Argentina. (2019). Flora De Argentina. Retrieved January 28, 2019, from <http://www.floraargentina.edu.ar/detalleespecie.asp?forma=&variedad=&subespecie=&especie=setosum&espcod=13689&genero=Sorghastrum&autor=4386&deDonde=4>

Flórez, H. (2012). Requerimientos y recomendaciones de suplementación con minerales en bovinos. In *En Manejo de la nutrición mineral en sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia*. (pp. 81–112).

Fulkerson, W.J.; Neal, J. S., Barchia, I., Horadagoda, A., & Nandra, K. S. (2007). Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Herbs and grain crops. *Livestock Science*, 114(1), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.04.013>

GBIF Secretariat. (2017). GBIF Backbone Taxonomy. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.126.1.78>

Ghannoum, Oula Paul, M. J., Conroy, J. P., Beale, M. H., Corol, D.-I., & Ward, J. L. (2008). The sensitivity of photosynthesis to phosphorus deficiency differs between C3 and C4 tropical grasses. *Functional Plant Biology*, 35(3), 213. <https://doi.org/10.1071/fp07256>

Giraldo-Cañas, Diego 2014. Riqueza y distribución altitudinal de Gramíneas C3 y C4 en la Guayana venezolana. *Revista Ciencia en Desarrollo*, Vol. 5 No. 1 pp. 77-84.

Giraldo-Cañas, Diego 2010 “Distribución e invasión de gramíneas C3 y C4 (Poaceae) en un gradiente altitudinal de los Andes de Colombia”. *Caldasia*, vol. 32, pp. 65-86, 2010.

Giraldo-Cañas, D. y P. P. (2009). Revisión de las especies del género *Sporobolus* (Poaceae: Chloridoideae: Sporobolinae) del noroeste de Sudamérica: Revision of the genus *Sporobolus* (Poaceae: Chloridoideae: *Caldasia*, 31(1), 41–76.

Gobernación. (2012). Diagnóstico sectorial. Plan de Desarrollo departamental 2012-2015. Arauca. Arauca: Gobernación Arauca.

Gordon, E y Feo, Y. (2007). Dinámica de crecimiento de *Hymenachne amplexicaulis* en un humedal herbáceo en el estado Miranda (Venezuela). *ACTA BOT. VENEZ.*, 30(1), 1–18. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=86230101%3E

Goswami, T.; Bhar, R., Jadhav, S; Joardar, S. N. and, & Ram, G. (2005). Role of dietary zinc as a nutritional immunomodulator. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(3), 439–452. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.439>

Grovum, W and Chapman, H. (1989). Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. *British Journal of Nutrition*, 59, 63–72. <https://doi.org/10.1079/bjn19900029>

Hassen, A., Rethman, N. F. G., van Niekerk, W. A., & Tjelele, T. J. (2006). Influence of season/year and species on chemical composition and in vitro digestibility of five

Indigofera accessions. *Animal Feed Science and Technology*, 136(3–4), 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.09.010>

Henry, D; Simpson, R and Macmillan, R. (2000). a Ustralian J Ournal of. *Australian Journal Agricultural Research*, 51, 823–831. <https://doi.org/10.1071/PP98031>

Hessle, A., Rutter, M., & Wallin, K. (2008). Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Applied Animal Behaviour Science*, 111(1–2), 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.017>

Hopkins, A. and, & Bowiling, P. (1994). Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*, 49(1), 9–20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb01971.x>

IGAC. (2017). *Estudio Gneral de Suelos y Zonificación de Tierras Arauca* (1st ed.). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Jacobs, B. F., J. D. Kingston & L. L. Jacobs. 1999. The origen of grass-dominated ecosystems. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86: 590-643.

Jarvis, S. C., & Austin, A. R. (1983). Soil and plant factors limiting the availability of copper to a beef suckler herd. *The Journal of Agricultural Science*, 101(01), 39–46. <https://doi.org/10.1017/s0021859600036340>

Kawakita, K; Fontana, A; Garcia, M; Rodrigues, R y Tasicio, F. (2018). Poaceae em uma planície de inundação no Brasil: distribuição espacial e conservação. *Rodriguésia*, 69(2), 577–594. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869223>

Keeley, J. E. & P. W. Rundel. 2003. Evolution of CAM and C4 carbon-concentrating mechanisms. *Int. J. Plant Sci.* 164 (suppl. 3): S55-S77.

Kennedy, P and Milligan, L. (1978). Transfer of urea from the blood to the rumen of sheep. *British Journal of Nutrition*, 40(01), 149. <https://doi.org/10.1079/bjn19780105>

Khan, Z; Hussain, A; Ashraf, M; Ashraf, M.Y; Mcowell and Huchzermeyer, B. (2007). Copper nutrition of goats grazing native and improved pasture with the seasonal variation in a semiarid region of Pakistan. *Small Ruminant Research*, 67(2–3), 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.030>

Khan, Z., Ashraf, M, Ahmad, K., & Mustafa, I and Muhammad, D. (2007). Evaluation of micro minerals composition of different grasses in relation to livestock requirements. *Pakistan Journal of Botany*, 39(3), 719–728. Retrieved from <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/8340741/pjb39%283%29719.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1551804317&Signature=NSajkr>

CYaoQV24Shs5GAOtyg%2FrA%3D&response-content-disposition=inline%3B
filename%3DEvaluation_of_micro_minerals_co

Khan, Z., Ashraf, M., Hussain, A and McDowell, L. (2006). Seasonal variation of trace elements in a semiarid veld pasture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37(9–10), 1471–1484. <https://doi.org/10.1080/00103620600585914>

Khan, Z., Ashraf, M., Hussain, A and McDowell, L. (2008). A study on seasonal variability of trace elemental status of forages for grazing ruminants. *Journal of Plant Nutrition*, 31(8), 1345–1354. <https://doi.org/10.1080/01904160802224425>

Khan, Z., Hussain, A., Ashraf, M., Valeem, E. and, & Ashraf, M. (2004). Use of pasture and animal samples as indicators of Magnesium status of small ruminants in relation to seasonal fluctuations . *USE OF PASTURE AND ANIMAL SAMPLES AS INDICATORS OF MAGNESIUM. INT. J. BIOL. BIOTECH*, 1(4), 413–422. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Ehsan_Elahi_Valeem/publication/236279099_Use_of_pasture_and_animal_samples_as_indicators_of_Magnesium_status_of_small_ruminant_s_in_relation_to_seasonal_fluctuations/links/00b49517d9bb01be3a000000.pdf

Khan, Z. I., Hussain, A., Ashraf, M., & McDowell, L. R. (2006). Mineral status of soils and forages in southwestern Punjab-Pakistan: Micro-minerals. *Asian australasian journal of animal sciences*, 19(8), 1139., 19(8), 1139–1147.

Khan, Z. I., Ashraf, M., & Valeem, E. E. (2006). Forage mineral status evaluation: The influence of pastures. *Pakistan Journal of Botany*, 38(4), 1043–1054.

Killeen, T. J., & Hinz, P. N. (1992). Grasses of the precambrian shield region in eastern lowland bolivia. II. Life-form and C3-C4 photosynthetic types. *Journal of Tropical Ecology*, 8(4), 409–433. <https://doi.org/10.1017/S0266467400006738>

Klink, C. A., & Joly, C. A. (1989). Identification and Distribution of C3 and C4 Grasses in Open and Shaded Habitats in Sao Paulo State, Brazil. *Biotropica*, 21(1), 30. <https://doi.org/10.2307/2388438>

Kumagai, H; Ishida, N.;Katsumata, H.; Kawashima, R., Yano, H., & Jachja, J. (1990). A study on nutritional status of macro minerals of cattle in Java in Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 3(1), 7–13. <https://doi.org/10.5713/ajas.1990.7>

Kumagai, H; Kato, K; Ishida, N; Ktsumata, M; Jachja, J; Yano, H Kawashima, R. (1989). A Study on Nutritional Status of Trace Minerals in Cattle in Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2(3), 279–280. <https://doi.org/10.5713/ajas.1989.279>

Kumagai, H., Swasdiphanich, S., Prucasri, P., Yimmongkol, S., Rengsirikul, B., & Thammageeratiwong, P. (1996). A study on the mineral status of beef and dairy cattle and buffalo in central Thailand. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*.

Kumar, A. (2010). The Effects of Season on Macro and Micro Mineral Chemistry and Crude Protein of Soil and Pasture Species Grazed by The Fiji Fantastic Sheep in Nausori, Fiji Islands. Communication Studies. THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC.

Lecomte, P., Martin, C., Archimède, H., Morgavi, D. P., Eugène, M., Marie Magdeleine, C., ... Boval, M. (2011). Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology*, 166–167, 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003>

Lekeufack, M; Fonkou, T; Ivo Balock, S; Pamo, E and Amougou, A. (2011). Studies on Biomass Yield from *Echinochloa pyramidalis*, E. *Universal Journal of Environmental Research & Technology*, 1(4), 476–485.

Li, G., Helyar, K., Conyers, M., Cregan, P., Cullis, B., Poile, G., Fisher, R., A., & Castleman, L. (2001). Potassium deficiency and its management in a long-term rotation experiment in the south-western slopes New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(4), 497–505. <https://doi.org/10.1071/EA00108>

Ludlow, M. (1985). Photosynthesis and Dry Matter Production in C3 and C4 Pasture Plants, With Special Emphasis on Tropical C3 Legumes and C4 Grasses. *Functional Plant Biology*, 12(6), 557. <https://doi.org/10.1071/pp9850557>

Maas, J; Wilson, G; McCutcheon, S; Lynch, G; Burnahan, D and France, J. (2001). The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. *Journal of Animal Science*, 79(4), 1052. <https://doi.org/10.2527/2001.7941052x>

MABA. (2019). MABA Madream Archipelago Biodiversity Assessment. Retrieved January 27, 2019, from <http://madream.org/symbflora/taxa/index.php?taxon=Axonopus compressus#>

Martens, H. (1983). Saturation kinetics of magnesium efflux across the rumen wall in heifers. *British Journal of Nutrition*, 49(01), 153. <https://doi.org/10.1079/bjn19830020>,

Masters, D., Purser, D., Yu, S., Wang, Z., Yang, R., Liu, N., Lu, D., Ren, J and Li, G. (1993). Mineral nutrition of grazing sheep in northern china I. Macro-minerals in pasture, feed supplements and sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 6(1), 99–105.

MCDOWELL, L., CONRAD, J., ELLIS, G and LOOSLI, J. (1983). Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Florida: CIAT. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SRcEZVPbVRQC&oi=fnd&pg=PR5&dq=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&ots=Sz392G3YVg&sig=vwOrDRhLSvyE_IjQfaeu_u_Ew2M#v=onepage&q=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&f=false

McDowell, L., Kiatoko, M., Bertrand, J., Chapman, H., & Pate, F., Martin, F. and Conrad, J. (1982). Evaluating the Nutritional Status of Beef Cattle Herds from Four Soil Order

Regions of Florida. I. Macroelements, Protein, Carotene, Vitamins A and E, Hemoglobin and Hematocrit. *Journal of Animal Science*, 55(1), 28–37. <https://doi.org/10.2527/jas1982.55128x>

McDowell, L. (1985). Nutrient Requirements of Ruminants. In A. P. I. (London) LTA (Ed.), *In Nutrition of Grasses ruminants in Warm climates*. (Academic P, p. 483370). Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=eE8VqQ9xYHAC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Nutrients+Requeriments+of+Rumiant.+In+Nutrition+of+Grasses+ruminants+in+Warm+climates&ots=8VM_VHW82T&sig=T_hxmnzEmF970vbLGTu2k6keMAk#v=onepage&q=Nutrients+Requeriments+of+Rumiant. In

McDowell, L. (1996). Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*, 60(3–4), 247–271. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00983-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00983-2)

Meinzer Frederick (1978). Observaciones sobre la distribución taxonómica y ecológica de la fotosíntesis C4 en la vegetación del noroeste de Centro América. *Revista de biología tropical*. VOL 26 NO 2. pp 359-369. 10.15517/RBT.V26I2.25743

Mejía, A. (2011). Caracterización de las especies forrajeras nativas (Gramíneas-leguminosas) de mayor consumo en la ganadería de cría en la sabana inundable de Casanare. Universidad de los Llanos.

Mertens, D. (1984). Regulation of forage intake. In C. J. Fahey (Ed.), *Forage quality, evaluation and utilization* (pp. 450–493). Madison WI: American Society of Agronomy.

Mertens, D. R. (1987). Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64, 1548–1558. Retrieved from <https://scihub.tw/10.2527/jas1987.6451548x>

Metson, A. J., & Saunders, W. M. H. (1978). Seasonal variations in chemical composition of pasture: I. Calcium, magnesium, potassium, sodium, and phosphorus. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 21(2), 341–353. <https://doi.org/10.1080/00288233.1978.10427419>

Milford, R and Minson, D. (1965). Intake of tropical pasture species. In 9 th Int. Grassld. Congr. (p. 815). Sao Paulo.

Minson, D. J. (1990). Ruminant Production and Forage Nutrients. In T. Cunha (Ed.), *Forage in Ruminant Nutrition* (pp. 1–8). Florida: Academic Press, Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-498310-6.50007-9>

Moniello, G; Infascelli, F; Pinna, W and Camboni, G. (2005). Mineral requirements of dairy sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 4(1), 63–74. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.1s.63>

Monson, R. K. 2003. Gene duplication, neofunctionalization, and the evolution of C4 photosynthesis. *Int. J. Plant Sci.* 164 (suppl. 3): S43-S54.

Morales, J. (2003). Poaceae. In I. Silvia Troyo (Ed.), *Manual de plantas de Costa Rica Vol 1.* (Vol. 55, pp. 598–821). <https://doi.org/10.1088/0022-3727/20/9/001>

Mulder, C and Ellis, R. (2000). Ecological significance of South-West African grass leaf phytoliths: A climatic response of vegetation biomes to modern aridification trends SIGNIFICANCE OF OF VEGETATION GRASS LEAF: A CLIMATIC RESPONSE TRENDS. In S. W. J. and J. Everett (Ed.), *Grasses. Systematic and Evolutions* (CSIRO, pp. 246–256). CSIRO. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nocGdY9MViMC&oi=fnd&pg=PA248&dq=ECOLOGICAL+SIGNIFICANCE+OF+SOUTH+WEST+AFRICAN+GRASS+LEAF+PHYTOLITHS+:+A+CLIMATIC+RESPONSE+OF+VEGETATION+BIOMES+TO+MODERN+ARIDIFICATION+TRENDS"&ots=I_3aLhBSR7&sig=K2hiq2700OJAAMu76](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nocGdY9MViMC&oi=fnd&pg=PA248&dq=ECOLOGICAL+SIGNIFICANCE+OF+SOUTH+WEST+AFRICAN+GRASS+LEAF+PHYTOLITHS+:+A+CLIMATIC+RESPONSE+OF+VEGETATION+BIOMES+TO+MODERN+ARIDIFICATION+TRENDS)

Nasrullah, Niimi, M., Akashi, R., & Kawamura, O. (2003). Nutritive evaluation of forage plants grown in South Sulawesi, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(5), 693–701. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.693>

Nasrullah, Niimi, M., Akashi, R., & Kawamura, O. (2004). Nutritive Evaluation of Forage Plants Grown in South Sulawesi, Indonesia II. Mineral Composition. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(1), 63–67. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.63>

Nguyen, H. T., D. A. Sleper, and A. G. M. (1982). Inheritance of Forage Quality and Its Relationship to Leaf Tensile Strength in Tall Fescue1. *Crop Science*, 22, 67–72. <https://doi.org/10.2135/cropsci1982.0011183x002200010015x>

Norman, M. J. T. (1963). The pattern of dry matter and nutrient content changes in native pastures at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 3(9), 119–124. <https://doi.org/10.1071/EA9630119>

NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle.* (T. N. A. Press, Ed.) (Seventh Re). Washington, DC.

Ocampo, A y Peñuela, L. (2014). Enfoque sistémico base fundamental para la productividad de la ganadería de cría en sabana inundable. In S. Ardila., Peñuela L., Ardila, V., Solano, C y Galán (Ed.), *Sabana inundable y ganadería, opción productiva de conservación en la Orinoquia* (p. 117). La imprenta SA.

Ogebe, P; Ayoade, J., & Martin, F and Wilkinson, N. (1995). Mineral concentrations of forages and soils in benue state, nigeria. II. trace minerals, soil ph and organic matter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(13–14), 2009–2021. <https://doi.org/10.1080/00103629509369425>

Ogebe, P., Ayoade, J., McDowell, L., Wilkinson, N. and, & Martin, F. (1995). Mineral concentrations of forages and soils in benue state, nigeria. I macrominerals and forage in vitro organic matter digestibility and crude protein concentrations¹. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(13–14), 1995. <https://doi.org/10.1080/00103629509369424>

Onofre, H. (1997). Estrategias para el manejo de la ganaderia bovina en la region inunoable. In C. Jaramillo (Ed.), *Produccion bovina memorias*. Villavicencio: Corpoica.

Onyeonagu, C. C., & Eze, S. M. (2013). Proximate compositions of some forage grasses and legumes as influenced by season of harvest. *African Journal Og Agricultural REsearch*, 8(29), 4033–4037. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.2484>

Onyeonagu, C. O. P. and, & Eze, S. (2013). Seasonal variation in the anti-nutrient and mineral components of some forage legumes and grasses. *African Journal of Biotechnology*, 12(2), 142–149. <https://doi.org/10.5897/ajb11.1359>

Orden, E; Serra, A; Serra, S; Aganon, C; Cruz, E; Cruz, L and Fujihara, T. (1999). Mineral Concentration in Blood f Graing goats and Some Forage in Lahar-Laden Area of Central Luzon, Philipines. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 12(3), 422–428.

Patton, A. R., & Gmsricfg, L. (1942). Seasonal Changes in the Lignin and Cellulose. *Journal Animal Science*, 1(1), 22–26. <https://doi.org/10.2527/jas1942.1122>

Pearcy, W. & J. Ehleringer. 1984. Comparative ecophysiology of C3 and C4 plants. *Plant, Cell and Environment* 7: 1-13.

Peñuela, L., Fernández, A., Castro, F y Ocampo, Á. (2011). Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la orinoquia. (S. Suescún, Ed.), *Biota Colombiana* (La imprent). Villavicencio. <https://doi.org/10.15468/v9vn3a>

Peñuela, L., Ocampo, A., Fernández, A y Castro, F. (2012). Estrategias para el mejoramiento de la productividad ganadera y la conservación de la sabana inundable en la orinoquía. (C. de cooperación interinstitucional Entre: & la corporación autónoma R. de la O. (Corporinoquia) y la fundación M. S. D. The Nature Conservancy (TNC), La fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la fundación biodiversa de España, Eds.). Convenio de cooperación interinstitucional entre: The Nature Conservancy (TNC), La fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la fundación biodiversa de España, la corporación autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia) y la fundación Mario Sa.

Pérez, R., & Vargas, O. (2001). Características De La Sabana Nativa Y Su Potencial De Producción Bovina En La Llanura Inundable De Arauca. *Boletín Técnico* (Corporación Colombia de Investigación Agropecuaria (Colombia) 25). Arauca: Corpoica. Retrieved from (Bac) Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Pott, E., Pott, A., Almeida, I., D., & Brum, P., Comastri-Fliho, J e Tullio, R. (1989). Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. III. Levantamento de macronutrientes no baixo Piquiri. *Pes Agropecuaria Brasil*, 24(11), 1361–1368.

Prabowo, A., McDowell, L., Wilkinson, N and Conrad, J. (1991). Mineral status of grazing cattle in south sulawesi, Indonesia : 2. Microminerals. In *Ruminant Nutrition and Forage Utilization. Asian-Australasian Jorunals of Sciences*, 4(2). <https://doi.org/10.5713/ajas.1991.121>.

Prabowo, A., McDowell, L. R., Wilkinson, N. S., Wilcox, C. J., & Conrad, J. H. (1991). Mineral status of grazing cattle in south sulawesi, Indonesia : . Macrominerals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 4(2), 121–130. <https://doi.org/10.5713/ajas.1991.121>

Rafael Aparicio, Manuel González-Ronquillo, Rene Torres, Luís Astudillo, L. C. y J. C. (2007). Degradabilidad de los pastos lambedora (*Leersia hexandra*) y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) en cuatro épocas del año de una sabana inundable del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 25(3). Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000300014&lng=es&tIng=es.

Raymond, B; Zhong, C; Karowe, D an Spickards, A. (2004). C3grasses have higher nutritional quality than C4grasses under ambient and elevated atmospheric CO2. *Global Change Biology*, 10(9), 1565–1575. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00833.x>

Rebellato, L., da Cunha, C y Figueira, J. (2012). Respostas da comunidade herbácea ao pulso de inundação no pantanal de poconé, Mato Grosso. *Oecologia Australis*, 16(4), 797–818. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.06>

Rippstein, G. (2001). Caracterización de comunidades vegetales de la altillanura en el centro de investigación agropecuaria Carimagua. In F. Ripstein, G., Escobar, G y Motta (Ed.), *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia* (p. 307). Meta: CIAT.

Robinson, T. F., Sponheimer, M., Roeder, B. L., Passey, B., Cerling, T. E., Dearing, M. D., & Ehleringer, J. R. (2006). Digestibility and nitrogen retention in llamas and goats fed alfalfa, C3 grass, and C4 grass hays. *Small Ruminant Research*, 64(1–2), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.018>

Roche, J. R., Turner, L. R., Lee, J. M., Edmeades, D. C., Donaghy, D. J., Macdonald, K. A., ... Berry, D. P. (2009). Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2. Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Animal Production Science*, 49(3), 200–210. <https://doi.org/10.1071/EA07308>

Rodriguez, L. (2018). Etnografía de la población rural del ecosistema de sabanas inundables en el departamento de arauca. Universidad Nacional de colombia.

Safari, J., Mushi, D. E., Kifaro, G. C., Mtenga, L. A., & Eik, L. O. (2011). Seasonal variation in chemical composition of native forages, grazing behaviour and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1–2), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.004>

Sage, R. F. 2004. The evolution of C4 photosynthesis. *New Phytol.* 161: 341-370.

Salem, A. F. Z. M. (2005). Impact of season of harvest on in vitro gas production and dry matter degradability of *Acacia saligna* leaves with inoculum from three ruminant species. *Animal Feed Science and Technology*, 123–124 Pa, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.042>

Samuel, T; Stephen, H; Rees, M; Ripley, B; Woodwad, F. and O. C. (2009). A phylogenetically controlled comparison of leaf nitrogen content in C 3 and C 4 grasses. *New Phytologist*, 185(3), 780–791. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03102.x>

Sánchez, J yVela, J. (1996). Sistema de labranza, variedades de arroz y fertilización nitrogenada en siembras simultaneas de con especies forrajeras en Pucallpa Perú. *Pasturas Tropicales*, 18(1), 19–23.

Santos, S. A., Pott, A., Valls, J. F. M., Crispim, S. M. A., & Berselli, C. (2013). Identificação preliminar de grupos funcionais em pastagens nativas no Pantanal. In *Simposio sobre recursos naturales y socioeconómicos de Pantanal* (p. 4). Pantanal: EMBRAPA. Retrieved from <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/978376/1/RE17.pdf>

Shuli, N., Yanfang, L. Weixeing, Z. Lei, H. Jianhui, and S. Wan. 2005. Photosynthetic responses of C3 and C4 speciesto seasonal water variability and competition. *Journal of Experimental Botany* 56:2867-2876. doi:10.1093/jxb/eri281

Smith, K. R., Simpson, R. J., Oram, R. N., Lowe, K. F., Kelly, K. B., Evans, P. M., & Humphrey, M. O. (1998). Seasonal variation in the herbage yield and nutritive value of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars with high or normal herbage water-soluble carbohydrate concentrations grown in three contrasting Australian dairy environments. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(8), 821–830. <https://doi.org/10.1071/EA98064>

Soares, C., De Andrade, L., & Venturoli, S. (2002). Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. *Maringá*, 24(5), 1377–1384. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v24i0.2385>

Soros, C. L. & N. G. Dengler. 1998. Quantitative leaf anatomy of C3 and C4 Cyperaceae and comparisons with the Poaceae. *Int. J. Plant Sci.* 159 (3): 480-491

Sowande, O. S., Odufowora, E. B., Adelakun, A. O., & Egbeyale, L. T. (2008). Blood minerals in wad sheep and goats grazing natural pastures during wet and dry seasons. *Archivos de Zootecnia*, 57(218), 275–278.

Sowinski, P., J. Szczepanik & P. H. Minchin. 2008. On the mechanism of C4 photosynthesis intermediate exchange between Kranz mesophyll and bundle shaft cells in grasses. *J. Exp. Bot.* 59 (6): 1137-1147.

Spears, J., Burns, J. and Hatch, P. (1985). Sulfur Fertilization of Cool Season Grasses and Effect on Utilization of Minerals, Nitrogen, and Fiber by Steers. *Journal of Dairy Science*, 68(2), 347–355. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(85\)80831-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)80831-6)

Sullivan, J. (1964). The chemical composition of forages in relation to digestibility by ruminants. Washington, DC: usda-ars.

Suttle, N. (1984). The role of a soil X dietary sulphur interaction in the impairment of copper absorption by ingested soil in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 103(1), 81–86. <https://doi.org/10.1017/S0021859600043343>

Suttle, N. (2010). Minerals nutrient of livestock. (CABI, Ed.) (4th ed.). CABI Publishing. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SRcEZVPbVRQC&oi=fnd&pg=PR5&dq=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&ots=Sz392G3YVg&sig=vwOrDRhLSvyE_IjQfaeu_u_Ew2M#v=onepage&q=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&f=false

Suttle, N. and, & Jones, D. (1989). Recent developments in trace element metabolism and function: trace elements, disease resistance and immune responsiveness in ruminants. *Journal of Nutrition*, 119(7), 1055–1061. <https://doi.org/10.1093/jn/119.7.1055>

Suttle, N. F. (1991). Mineral supplementation of low quality roughages. In I. A. energy Agency (Ed.), *Isotope and Related Techniques in Animal Production and Health* (pp. 101–114). Viena: IAEA. Retrieved from https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/23/019/23019086.pdf#page=113

Tejada, R., McDowell, L., . Martin, F and Conrad, J. (1987). Evaluation of cattle trace mineral status in specific regions of Guatemala. *Trop. Agric*, 64, 55–56.

Tejos, R. (1997). PAJA DE AGUA (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees): Características y Manejo., 12(35), 48–52.

Tejos, R. (2002). SABANAS INUNDABLES Caracterización y Manejo (Litografía). Barquisimeto.

Tendonkeng, F., Fonteh, F. A., Nanda, A. S., Pamo, E. T., Kana, J. R., & Boukila, B. (2006). Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. *Animal Feed Science and Technology*, 135(3–4), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.07.001>

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>

Toledo, J y Schultze-Kraft, R. (1982). Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. In J. Toledo (Ed.), *Manual para la Evaluación Agronómico* (Red Intern, pp. 91–110). Calí: CIAT.

Townsend, R., de Lucena, N y Gomes de Araújo, R. (2012). Pastagens Nativas na Amazônia Brasileira. Rondonia: EMBRAPA. Retrieved from <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/958299/1/doc149pastagensnativas.pdf>

Tropicos. (2019). Tropicos Distribution. Retrieved from <http://www.tropicos.org/Name/25509471?tab=distribution>

Underwood, E and Suttle, N. (1999). *The mineral nutrition of livestock*. (CAB International, Ed.) (3rd ed.). CABI Publishing.

Underwood, E. J. (1977). *Trace Elements in human and Animal Nutrition*. (I. (London) L. Academic Press, Ed.) (Academic P).

USDA. (2019). United States Department of Agricultura Natural Resources conservation Service (USDA-NRCS). Retrieved January 27, 2019, from <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=CYDA>

Van Auken, Bush, J and Diamond, D. (1994). No TitleChanges in Growth of Two C4 Grasses (*Schizachyrium scoparium* and *Paspalum plicatulum*) in Monoculture and Mixture: Influence of Soil Depth. *American Journal Botany*, 81(1), 1994.

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Ithaca: Cornell university Press.

Vargas, O y Pérez, R y Rendón, W. (1998). Especies forrajeras nativas e introducidas en la sabana del municipio de Arauca. *Corpoica*.

Vegetti, A. C. (2002). *Oryzeae (Poaceae)*. *Candollea*, 57, 251–260. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v72n3/15.pdf>

Velasco-Ryenold, C., Navarro-Alarcón, M., Lopez-G, H., Perez-Valero, Vi and Lopez-Martinez, M. (2008). Total and dialyzable levels of manganese from duplicate meals and

influence of other nutrients: Estimation of daily dietary intake. *Food Chemistry*, 109(1), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.025>

Vplants. (2019). Virtual Plants. Retrieved January 27, 2019, from <http://vplants.org/portal/taxa/index.php?taxon=cynodon+dactylon&formssubmit=Search+Terms>.

Vicentini, A., J. C. Barbers, S. S. Aliscioni, L. M. Giussani & E. A. Kellogg. 2008. The age of the grasses and clusters of origins of C4 photosynthesis. *Global Change Biology* 14: 2963-2977.

Walsh, G. L., & Birrell, H. A. (1987). Seasonal Variations in the Chemical Composition and Nutritive Value of Five Pasture Species in South-Western Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27(6), 807–816. <https://doi.org/10.1071/EA9870807>

Ward, S. J. E., G. F. Midgley, M. H. Jones & P. S. Curtis. 1999. Responses of wild C4 and C3 grass (Poaceae) species to elevated atmospheric CO2 concentrations: a meta-analytic test of current theories and perceptions. *Global Change Biology* 5: 723-741.

Wildin, J. (1989). Register of Australian herbage plant cultivars. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(4), 579–580. https://doi.org/10.1071/EA01006_CU

Wilson, A. D. (1966). The tolerance of sheep to sodium chloride in food or drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research*, 17(4), 503–514. <https://doi.org/10.1071/AR9660503>

Wilson, JR, & Hattersley, PW. (1989). Anatomical characters and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera with C3 and different types of C4 photosynthetic pathway. *Aust. J. Agric. Res* 40(1), 125c
Yayneshet, T., Eik, L. O., & Moe, S. R. (2009). Seasonal variations in the chemical composition and dry matter degradability of enclosure forages in the semi-arid region of northern Ethiopia. *Animal Feed Science and Technology*, 148(1), 12–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.02.003>

Zhang, X. H., Liu, J., Huang, H. T., Chen, J., Zhu, Y. N., & Wang, D. Q. (2007). Chromium accumulation by the hyperaccumulator plant *Leersia hexandra* Swartz. *Chemosphere*, 67(6), 1138–1143. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.11.014>

2. Capítulo 2. Diseño de suplementación mineral estratégica en la Sabana Inundable en el municipio de Arauca por variaciones estacionales en la composición bromatológica y mineral de las gramíneas nativas.

Espinosa E.L¹, Wills G.A², Carulla J.E³

*¹Grupo de Investigación en Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
e-mail: elespinosar@unal.edu.co*

*²Profesor Especial. Departamento de Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
e-mail: gawillsf@unal.edu.co*

*³Profesor Titular. Departamento de Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
e-mail: jecarullaf@unal.edu.co*

2.1 Resumen

El presente estudio tiene como objetivo determinar el perfil nutricional y mineral de las especies nativas de interés forrajero en la sabana inundable del municipio de Arauca, Colombia, y elaborar la formulación de un suplemento estratégico para las vacas de cría y el ternero desteto. Inicialmente se identificaron taxonómicamente las principales especies de interés forrajero, las cuales se cosecharon en cuatro colectas independientes, mediante un muestreo aleatorio estratificado donde la posición fisiográfica es el estrato (banco, banqueta, bajo), posteriormente mediante la misma

metodología, se cosecharon las especies catalogadas como de interés forrajero (gramíneas), y fueron sometidas a análisis nutricionales mediante (Química húmeda y NIRS). Los resultados de los análisis nutricionales se les realizó un análisis estadístico mediante un Modelo Mixto Lineal Generalizado (GLMM), el cual permite evaluar variables con una distribución no normal utilizando medidas estimadas. Se empleó el procedimiento GLIMMIX del software SAS (9.4) donde los efectos fijos correspondieron a la tipología del paisaje y estacionalidad (E) frente al comportamiento de variables estructurales y funcionales descrito previamente. El efecto aleatorio fue la especie. Los análisis permitieron identificar nutricionalmente las épocas más críticas en la sabana inundable, siendo la transición de lluvia a seca y la seca las dos temporadas con mayor restricción nutricional, la época de seca a lluvia y lluvia se presentaron como las de mejor composición; generando la necesidad de formular dos tipos de sales mineralizadas, una para cada época, y de esta forma suplir las deficiencias minerales más oportunamente respecto a los cambios estacionales en la ganadería de cría del municipio de Arauca.

Palabras clave: sabana inundable, ganadería de cría, época crítica, sal mineralizada.

2.2 Abstract

The objective of this study was to determine the nutritional and mineral profile of the native species of fodder interest in the flooded savanna of the municipality of Arauca, Colombia. Based on the data obtained to make the strategic supplement approach in order to improve the mineral intake to the lactating cows and the weaned calf. To achieve this, the main species of fodder interest were initially identified taxonomically, which were harvested in four independent collections, through a stratified random sampling where the physiographic position was the stratum (banco, banqueta, bajo). Later using the same methodology, the harvested species classified as of fodder interest (grasses), they were subjected to nutritional analyzes by (Wet Chemistry and NIRS). The results of the nutritional analyzes were run in a statistical analysis through a Generalized Linear Mixed Model (GLMM), which allows to evaluate variables with a non-normal distribution using estimated measures. The GLIMMIX procedure of the SAS software (9.4)

was used, where the fixed effects corresponded to the typology of the landscape and seasonality (E) versus the behavior of structural and functional variables previously described. The random effect was the specie. The outputs of these analyzes allowed to identify the critical and noncritical periods in the flooded savanna with regard to the nutritional contribution of the native species under study, being the transition from rainy to dry and the dry, the two critical seasons. The transition from dry to rainy and the rainy seasons had the best nutritional contribution, generating the need to formulate two different types of mineralized salts that will be proposed for the beef cows and weaning calves of the flooded savanna of the municipality of Arauca, which has an inventory of 195,106 females older than 3 years suitable for reproduction and 103,212 males and females of 1 to 2 years, which are the target animals of the proposed salt supply. It is expected with this, to generate an alternative technology specific to the area, which will contribute to the improvement of the relatively low productive parameters of this livestock.

Keywords: flooding savanna, breeding cattle, critical season, mineralized salt

2.3 Introducción

La ganadería de cría es la principal actividad pecuaria del municipio de Arauca (Botero, E y Padilla, 2016; Gobernación, 2012), la alimentación de los animales se realiza en grandes áreas a pastoreo semi extensivo, con intermitente suministro de sal blanca y casi nulo uso de sal mineralizada (Rodríguez, 2018; Peñuela, L., *et al* , 2011; Pérez & Vargas, 2001). Los índices productivos y reproductivos son bajos (Peñuela, et al. 2012).

Se han hecho intentos por introducir especies foráneas de gramíneas y algunas leguminosas (Vargas, *et al.*, 1998). La especie con mayor aceptación por su velocidad de establecimiento, permanencia y facilidad de conseguir la semilla es la *B. humidicola* ((PBA), 2017), en muchas ocasiones desconociendo el potencial o bondades de las especies nativas (Peñuela, *et al.*, 2011), sin embargo esta tecnología no ha sido adoptada de forma generalizada y los ganaderos siembran pequeñas áreas dentro de

sus predios, las cuales son usadas de forma más intensiva que la sabana nativa, con pastoreo rotacional y manejo de cercas. Sin embargo casi la totalidad de las praderas de la sabana del municipio de Arauca se encuentran cubiertas por forrajes nativos. De igual modo se han realizado estudios de los forrajes nativos para evaluar su potencial (Pérez y Vargas, 2001, Vargas *et al.*, 1998, Onofre, 1997). Pero no han sido suficientes para generar un modelo de manejo que permita proteger la sabana y aumentar la productividad ganadera.

El objetivo de este trabajo es la identificación y caracterización nutricional de las especies forrajeras nativas y posteriormente, la generación de una propuesta nutricional que contribuya al mejoramiento la nutrición de los bovinos en este sistema de producción.

2.4 Materiales y métodos

2.4.1 Localización

La recolección del material forrajero se realizó en tres sitios: finca “Las Mercedes” localizada en las coordenadas 6°58′ Norte y 70°69′ Oeste en la vereda mate gallina, en la finca “Los Casanare” localizada en las coordenadas 6°77′ Norte y 70°87′ Oeste en la vereda la bendición y en la granja “El Picure”, adscrita a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Arauca, ubicada en el casco urbano del municipio con coordenadas 7°07′ Norte 070°73′ Oeste.

El municipio de Arauca no supera los 125 m s. n. m. y está caracterizado climáticamente como tropical lluvioso (IGAC 2017), con temperaturas medias entre 25 y 27 °C, precipitación promedio anual de 1600 a 1800 mm, con una distribución entre los meses de mayo a noviembre y una evapotranspiración potencial de 1650 mm/año, el déficit hídrico es de 400 mm y se presenta entre los meses de enero a marzo, el exceso de humedad es de aproximadamente 400 mm presentándose entre los meses de noviembre a abril (IGAC, 2017).

2.4.2 Metodología experimental

Épocas climáticas

Se fraccionaron los 12 meses del año en 4 temporadas climáticas, las cuales se denominaron; seca, seca-lluvia, lluvia y lluvia-seca, se dividió así principalmente por la precipitación, pero también por el tiempo de permanencia de la lámina de agua durante el año en las zonas bajas del terreno.

Paisajes fisiográficos

El presente estudio toma como referencia dos paisajes fisiográficos: “Banco” y “Bajo”, el primero es una posición que no está sujeta a inundación en ningún momento del año, la segunda agrupa los paisajes banqueta y bajo, y hace referencia a zonas que están sujetas a inundación en alguno momento del año por un periodo de corto a largo de tiempo respectivamente. En los predios donde se recolectó el material el paisaje de estero no estaba presente.

Lugar de análisis nutricional

Los análisis de calidad nutricional se realizaron en tres laboratorios que se relacionan a continuación:

Laboratorio Nutrición Animal - Facultad de MVZ de la Universidad Nacional (sede Bogotá, Colombia)

Laboratorio de Nutrición Animal - Facultad de MVZ de la Universidad Cooperativa de Colombia (sede Arauca, Colombia)

AGROSAVIA - Centro De Investigación Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca).
(Mediante tecnología NIRS)

- **Identificar taxonómicamente las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica**

La recolección del material vegetal se realizó a partir del año 2015 hasta el año 2017 en las diferentes temporadas climáticas.

Fase de campo

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica de las gramíneas reportadas en el departamento y en otras condiciones de suelos, clima y regímenes de inundación similares, creando así una base de datos de las posibles especies que se podían encontrar en el muestreo.

Con ayuda de una persona de la zona instruida empíricamente, se realizaron una serie de recorridos aleatorios (Mejía 2011), donde se identificaban visualmente y con sus nombres comunes (cuando los había) las gramíneas de interés forrajero, se recolectaron muestras que fueron llevadas a la ciudad para analizar detalladamente su morfología. Posteriormente se realizaron recorridos en los diferentes paisajes fisiográficos hasta lograr diferenciar morfológicamente las principales gramíneas forrajeras en campo.

Consecutivamente se realizaron muestreos aleatorios estratificados (Mejía 2011, Mostacedo y Todds 2000), donde el estrato es el paisaje fisiográfico, en cada estrato se recolectó de forma aleatoria material forrajero en estado reproductivo, éstas se recogieron en campo con ayuda de un cuchillo para cortar sin rasgar el material necesario y para desenterrar la raíz sin deteriorarla, por las condiciones inundables las muestras colectadas contenían restos de suelo, razón por la cual se almacenaban en bolsas plásticas cerrándolas y etiquetándolas hasta llevarla a la ciudad para su procesamiento. En la ciudad, se limpiaban con agua y con mucho cuidado de no desprender las flores, posteriormente se procesaron según las “instrucciones para recolectar, prensar y entregar material al Herbario Nacional Colombiano del Instituto de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias” de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, como se describe a continuación:

1. Prensado: se colocó cada ejemplar botánico separado por varios periódicos (1 ó 2 de 40 X 30 cm), en bloques y de forma inversa cada ejemplar, con no más de 10 especímenes por bloque, con cartones en los extremos, sobre

los que se colocaron ladrillos para ejercer presión. Para evitar que por la humedad ocurra ataque de hongos, se cambió el periódico cada dos (2) días, hasta que el material quedó completamente seco. Las flores y/o frutos, quedaban a la vista y con hojas mostrando la cara inferior y la cara superior.

2. Etiquetado: Cada ejemplar iba acompañado por su respectiva etiqueta elaborada en computador, de 10 x 12 cm, sin adherir al periódico ni al ejemplar.

La etiqueta contenía los siguientes datos:

a) Nombre del herbario: se referencia como FLORA DE COLOMBIA, por no proceder de un herbario

b) Nombre común: utilizado en el sitio en que se realizó la colección, si no se conoce nombre local, no se colocaba este título.

c) Usos: los utilizados por los habitantes el sitio en que se realizó la colección, si no se conoce no se colocaba este título.

d) Caracteres de campo: los relacionados con hábito o porte (hierba, arbusto, árbol, bejuco, liana, etc.), tamaño aproximado (alto o largo, en m o cm), color de las flores, frutos y/o semillas, presencia de exudados (látex, resinas o gomas), olores, sabores, información ecológica (abundante, escaso, raro, a lo largo de un caño o de un camino, etc.) y uso en la región.

e) Datos geográficos: Se utilizó la siguiente secuencia: País (en mayúscula sostenida), departamento, municipio, vereda, finca/predio.

f) Altitud: altura sobre el nivel del mar aproximada, obtenida a través de la literatura.

g) Número del colector: se utilizó un número de colección secuencial de uno (1) a n. Teniendo en cuenta que cada uno de los ejemplares de un espécimen que se entregaron al herbario tuvieran el mismo número de colección.

h) Persona o personas que realizaron la colección: se utilizó nombre y apellido

i) Fecha de colección: se utilizó la forma: 20 de enero de 2019.

j) Institución: se relacionó el proyecto que financió la colección. Proyecto Bovino Arauca (PBA)

Determinación de material

La Identificación taxonómica del material vegetal fue realizada en el Herbario Nacional Colombiano del Instituto de Ciencias Naturales de la facultad de Ciencias” de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, se entregaron 38 especímenes por triplicado, la determinación estuvo a cargo del profesor Diego Giraldo Cañas y en la determinación se clasificó la familia, el género y la especie.

En las especies con determinaciones taxonómicas tentativas el epíteto específico va precedido con un cf. después de su determinación.

- **Clasificar la vía metabólica y el potencial forrajero según especie y posición fisiográfica**

Vía fotosintética

La clasificación de las gramíneas como plantas C₃, C₄ o intermedia (C₃-C₄) se realizó con base en la información de la clasificación de las vías fotosintéticas consignada en Ellis (1986), Klink y Joly (1989), Killeen y Hinz (1992), Mulder y Ellis (2000), De Gennaro y Scataglini (2012), Santos *et al.*, (2013), Kawakita *et al.*, (2018).

Potencial forrajero

La clasificación del potencial forrajero se realizó con base en la información de clasificación del potencial forrajero de gramíneas nativas consignada en Pérez y Vargas (2001), Catto, J *et al.*, (2008), Barreto *et al.*, (2012), Santos *et al.*, (2003). Los autores lo catalogan, de acuerdo a su abundancia, frecuencia, calidad nutritiva y consumo por parte de los animales, y se catalogó como alto, medio o bajo.

- **Determinar la calidad nutricional de las gramíneas de interés forrajero según posición fisiográfica y variaciones estacionales**

La recolección y análisis del material forrajero se realizó en cuatro secciones a detallar:

Primer y segundo análisis:

Se recolectaron en los predios Las Mercedes y Los Casanare, en época de transición de lluvia a seca, seca y transición seca a lluvia en los diferentes paisajes fisiográficos de forma aleatoria en la medida que se encontraba la especie en el recorrido. Las muestras se cortaron simulando el pastoreo, etiquetándose y guardándolas inmediatamente en bolsas herméticas en refrigeración para ser trasladadas a la ciudad donde se refrigeraron hasta llevarse a secado.

Tercer análisis:

El material del tercer análisis se colectó en los paisajes fisiográficos banco y bajo, en las temporadas de transición seca-lluvia y lluvia, en la granja “el Picure”, donde se lleva a cabo un ensayo con pasturas nativas bajo condiciones controladas de cultivo. Existen diferencias en la altura de corte entre especies que oscilan entre 5 y 10 cm dependiendo el hábito de crecimiento y tamaño de la planta (Ejemplo: *Leersia hexandra* y *Sporobolus Jacquemontii* respectivamente). El material se recolectó con intervalos de 7 días hasta el día 42, este se hace simulando el pastoreo. Realizado el corte del día 42 se hace un pastoreo de homogenización con ganado bovino a razón de 5 UGG durante 2 horas en el lote del bajo y 3 horas en el del banco cuando el suelo se encuentre laxo (Lluvias), cuando el suelo está compacto (seca), en ambas parcelas se pastorea a razón de 5 UGG durante 3 horas.

La metodología experimental de este ensayo, se basa en los ensayos regionales B (ERB) publicados por la Red Internacional de Evaluación de

Pastos Tropicales en el manual para la Evaluación Agronómica del CIAT (Toledo y Schultze-Kraft, 1982), con algunas modificaciones, manteniendo el área de muestreo y las recomendaciones en cuanto a descarte de zonas de la parcela (bordes) y número de repeticiones.

Establecimiento de las parcelas:

Para el establecimiento de las parcelas monoespecíficas, se utilizó material vegetal de la zona y se sembró en la temporada de lluvia y la transición lluvias-seca del 2016, en seca-lluvias y la transición lluvias-seca del año 2017, no se aplicó fertilización, las especies con habito de crecimiento de porte bajo (*Leersia hexandra*, *Acroceras zizanoides*, *Paspalum notatum*, , *Axonopus compressus*) se sembraron a distancias de 20 X 20 cm y las de porte alto (*Steinchisma laxum* y *Sporobolus jacquemontii*) a distancias de 40 X 40 cm, se realiza control de maleza manual y no se hace fertilización de mantenimiento, las especies que lograron sobrevivir hasta el final de la seca del año 2018, fueron las usadas en el estudio a partir del periodo de lluvias siguiente. Las altas densidades de siembra implementadas en este ensayo, se realizaron para garantizar un rápido y homogéneo nivel de cubrimiento del área, al no contar con recomendaciones específicas de siembra para cada especie y tipo de paisaje, y estar sujetos a un calendario académico, además de contar con un número significativo de personal para desarrollar dicha actividad, razón por la cual se modifican las recomendaciones dadas en las ERB.

Tamaño de la parcela, repetición y área de muestreo:

La parcela tiene unas medidas de 6 X 8 m (anexo A) esta se divide longitudinalmente en tres partes iguales de aproximadamente 2,6 X 6 m, cada una considerada una repetición. Así mismo cada repetición se divide longitudinalmente en 3 secciones, de las cuales las dos de los extremos se subdividen en 3 fracciones de aproximadamente 2 X 0,85 que son cosechados una cada 7 días para pruebas de calidad nutricional, de la división central restante se descartan los 0.5 m de cada extremo, quedando un área de muestreo de 4,25 m², la cual se cosecha en su totalidad para determinar producción de materia seca (MS).

Cuarto análisis:

Los análisis de esta sección corresponde a material recolectado en la sabana inundable del municipio de Arauca por diversos autores, datos que están disponibles en la base de datos de Alimento (Agrosavia 2018) y fueron determinados mediante NIR.

2.4.3 Variables evaluadas

- **Composicion nutricional**

El material forrajero de las tres colectas realizadas se cosechó, deshidrató y procesó en diferentes laboratorios para determinar la materia seca (MS), su composición química y la digestibilidad.

Materia seca (MS):

La primera colecta de material forrajero se secó en horno de ventilación (Binder RedLINE 4.10 CU. FT.) mediante el método 930.15 (AOAC, 2012) llevándolas a 65°C por 48 horas en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia sede Orinoquía, una segunda colecta se procesó mediante el mismo método en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá llevándolas a 65°C por 48 horas en horno de ventilación forzada (Yamato Fiber due DF62), la tercera colecta de material se secó en horno de convención (Caloric) hasta peso constante en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Arauca.

Proteína Cruda (PC), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA), Extracto etéreo (EE), Cenizas (CZ), lignina (LIG), digestibilidad de la MS (DMS), digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS):

La primera y segunda colecta de material forrajero se procesaron en el Laboratorio Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y de

Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, se realizaron los siguientes análisis; proteína cruda (PC) mediante método 991.20 (AOAC, 2012), fibra detergente neutra y fibra detergente ácida (FDN y FDA) mediante método de Ankom modelo 200 (ANKOM Technology Corp), cenizas (CZ) mediante método 942.05 (AOAC, 2012) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), por el método de Tilley y Terry (1963).

Las tres colectas se procesaron mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano con equipo NIRS DS2500 FOSS en el laboratorio de Agrosavia sede Tibaitatá, para la predicción de la MS, Proteína cruda (PC), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA), Cenizas (CZ), Lignina (LG), extracto etéreo (EE) y digestibilidad de la MS (DMS)

Macro y micro minerales

La primera y segunda colecta se procesó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, donde se determinaron:

Macro-minerales

Fósforo (P) mediante método 4.8.14 (AOAC, 2005), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Sodio (Na) mediante método 968.08 (AOAC, 2005).

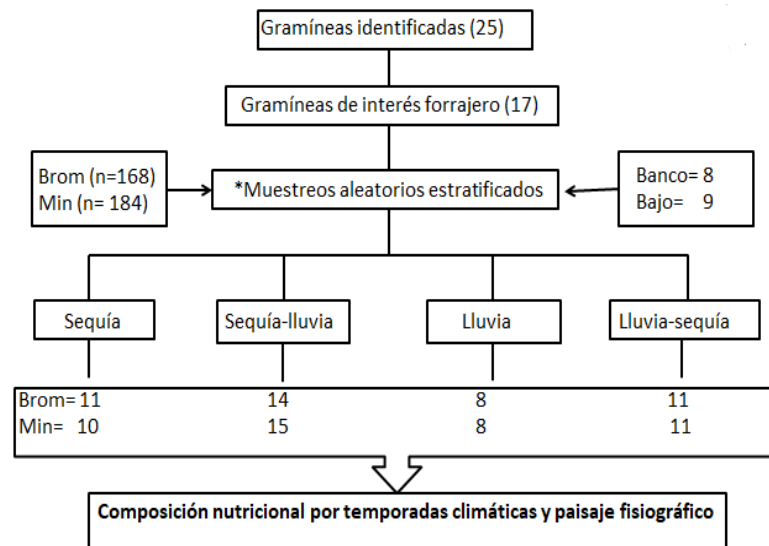
Micro-minerales

Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) mediante método 968.08 (AOAC, 2005).

La tercera colecta y adicionalmente la primera y la segunda se procesaron mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano con equipo NIRS DS2500 FOSS en el laboratorio de Agrosavia sede Tibaitatá, prediciendo los valores de los macro y micro minerales anteriormente citados y adicionalmente el Azufre (S).

Los análisis de calidad nutricional fueron realizados para cada especie presente en las diferentes temporadas climáticas y paisaje fisiográfico, no obstante debido a la presencia de especies estacionales y la senescencia por exceso de inundación o de seca de algunas especies y para poder aplicar un análisis estadístico robusto, los resultados se presentan de forma general por temporada climática y paisaje fisiográfico, sin discriminar por especies individualmente, siendo los datos representativos de la zona del banco y del bajo de la sabana inundable en cada una de las temporadas climáticas evaluadas.

Figura 2-1: Esquema análisis nutricional



Brom: análisis bromatológico
Min: análisis mineral

Especies forrajeras analizadas

Especies del Bajo: *Hymenachne donacifolia*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Leersia hexandra*, *Andropogon bicornis*, *Acroceras zizanioides*, *Steinchisma laxum*, *Sacciolepis myuros*, *Reimarochloa acuta*, y *Panicum trichoides*

Especies del Banco: *Axonopus pupussi*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum notatum*, *Eragrostis acutiflora*, *Cynodon dactylon*, *Axonopus compressus*, *Otachyrium versicolor*, y *Sporobolus jacquemontii*.

2.4.4 Analisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante un Modelo Mixto Lineal Generalizado (GLMM), el cual permite evaluar variables con una distribución no normal utilizando medidas estimadas. Se empleó el procedimiento GLIMMIX del software SAS (9.4) donde los efectos fijos correspondieron a la tipología del paisaje y estacionalidad (E) frente al comportamiento de variables estructurales y funcionales descrito previamente. El efecto aleatorio fue la especie. Posterior a la determinación de la presencia de diferencias significativas con $P < 0,05$, se utilizó para separar las medias la prueba de rangos múltiples de Tukey-Kramer.

El modelo GLIMMIX utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk} \quad (\text{Ecuación 1.0})$$

Dónde:

- μ = Media global
- i = Efecto fijo de la tipología del Paisaje producción i th (Bajo y Banco),
- j = Efecto fijo estacionalidad j th (seca, seca- lluvia, lluvia y lluvia seca)
- k = Efecto aleatorio de la especie k th
- el error residual específico ijk th unidad experimental

El diseño experimental utilizado en el ensayo de la tercera colecta es de bloques completos al azar con parcelas divididas, donde la parcela es la especie y las subparcela la edad de rebrote (Anexo B).

Después de obtenido los resultados de los análisis nutricionales, estos se analizaron estadísticamente y se presentaron en conjunto como un solo dato nutricional por temporada climática y no como especie individual.

- **Diseñar una suplementación mineral teniendo en cuenta información previa de las características de composición químicas de las especies forrajeras y requerimientos minerales en la ganadería de cría.**

Se utilizó como modelo animal una vaca en lactancia e 380 Kg de peso corporal (PC), con producción diaria de 3 Kg de leche y 0,1 Kg de ganancia diaria de peso, de igual modo se utilizó un animal desteto de 200 Kg de PC con 0,5 Kg de ganancia diaria de peso, ambos de la raza cebú en condiciones de pastoreo en el trópico.

Para la formulación de la sal mineralizada se tuvieron en cuenta los coeficientes de absorción de los minerales en los forrajes y en las materias primas como se relaciona a continuación:

Tabla 2-1: Coeficientes de absorción de minerales en forraje y en la fuente mineral, composición mineral y disponibilidad de las fuentes de minerales utilizadas

Mineral	Coeficiente de absorción (%)		Disponibilidad (Kg/Kg)	
	Coeficiente de absorción en fuentes minerales	Coeficiente de absorción en forrajes	Mineral en Suplemento	Disponibilidad en Suplemento
Ca	56,8	40	39	56,8
Mg	35,5	30	60	35,5
P	58	65	16	58
K	48,4	48,4	-	48,4
Na	37,1	-	40	37,1
S	77,3	77,3	95	-

Co	86,8	-	50	86,8
Cu	73,5	-	25	73,5
I	75	-	80	100
Fe	73,4	-	53	73,4
Mn	43,9	-	-	43,9
Se	48,7	-	42	48,7
Zn	66,8	-	50	66,8

Adaptado de BR - CORTE 2016, NRC 2000, Spears 2003

De igual modo se determinó el consumo de materia seca potencial de cada tipo de animal utilizando las siguientes formulas:

Tabla 2-2: Formulas para determinar consumo de materia seca (CMS)

Ternero desteto	Vaca lactancia
$PCJ \text{ (kg)} = 0,8800 \times PC^{1,0175}$	$PCJ \text{ (kg)} = 0,88 \times PC^{1,0175}$
$PCVZ \text{ (kg)} = 0,8126 \times PCJ^{1,0134}$	$PCVZ \text{ (kg)} = 0,8507 \times PCJ^{1,0002}$
$GPCVZ \text{ (kg)} = 0,9630 \times GMD^{1,0151}$	$GPCVZ \text{ (kg)} = 0,936 \times GMD$
$CMS \text{ (kg/día)} = -2,7878 + 0,08789 \times PC^{0,75} + 5,0487 \times GMD - 1,6835 \times GMD^2$	$CMS \text{ (g/kg PCJ)} = 27,259 - (13,861 \times \exp^{(-0,836 \times SL)}) - (0,317 \times SL) + (0,606 \times GMD)$

PC = Peso corporal; PCJ: Peso corporal en ayuno; PCVZ Peso corporal sin contenido gastrointestinal; GPCVZ Ganancia de peso del cuerpo vacío; SL = Semana de lactancia; GMD: Ganancia diaria de peso.

Fuente: BR - CORTE, 2016

Determinado el consumo de materia seca se realizan los cálculos de los requerimientos minerales para cada tipo de animal con las formulas planteadas a continuación:

Tabla 2-3: Macrominerales

Mineral	Mantenimiento	Crecimiento ternero	Crecimiento vaca	Lactancia
----------------	----------------------	----------------------------	-------------------------	------------------

(mg/Kg PC)		(g/Kg)		
Ca	15,4*	$GPCVZ \times (147 \times PCVZ^{-0,50})$	$GPCVZ \times (147 \times PCVZ^{-0,50})$	1,100
P	13,5	$GPCVZ \times (38,6 \times PCVZ^{-0,36})$	$GPCVZ \times (54,4 \times PCVZ^{-0,4484})$	0,070
Mg	5,9	$GPCVZ \times (0,3466 \times PCVZ^{0,0113})$	$GPCVZ \times (1,4 \times PCVZ^{-0,3227})$	0,770
Na	6,3	$GPCVZ \times (5,594 \times PCVZ^{-0,2998})$	$GPCVZ \times (1,4 \times PCVZ^{-0,0575})$	0,700
K	23,5	$GPCVZ \times (0,9463 \times PCVZ^{0,1216})$	$GPCVZ \times (3,1 \times PCVZ^{-0,2142})$	0,200
S	10,4	$GPCVZ \times (0,03 \times PCVZ^{0,8900})$	$GPCVZ \times (0,03 \times PCVZ^{0,8900})$	0,300

PC: peso corporal en Kg.

Adaptado de: BR - CORTE, 2016

*NRC 2000

Tabla 2-4: Microminerales

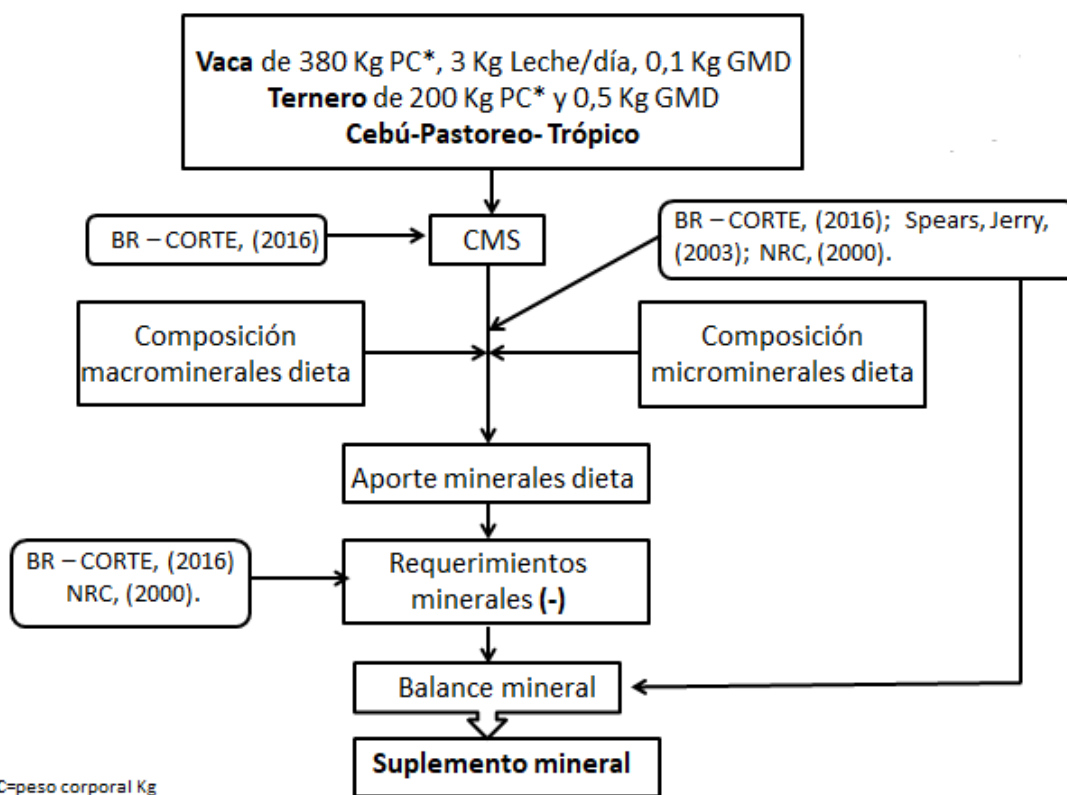
Mineral	Mantenimiento	Crecimiento ternero	Crecimiento vaca	Lactancia
(mg/Kg PC)				(g/Kg)
Cu	0,0956	$GPCVZ \times (1,25 \times PCVZ^{0,33})$	$GPCVZ \times (1,25 \times PCVZ^{0,33})$	0,0023
co	0,0135	$GPCVZ \times (0,045 \times PCVZ^{-0,023})$	$GPCVZ \times (0,045 \times PCVZ^{-0,023})$	0,02
Fe	0,2942	$GPCVZ \times (14,0 \times PCVZ^{0,24})$	$GPCVZ \times (14,0 \times PCVZ^{0,24})$	0,03
Mn	0,1849	$GPCVZ \times (0,07 \times PCVZ^{0,80})$	$GPCVZ \times (0,07 \times PCVZ^{0,80})$	0,0141
Se	0,00372	$GPCVZ \times (1,07 \times PCVZ^{-0,07})$	$GPCVZ \times (1,07 \times PCVZ^{-0,07})$	
Zn	0,3344	$GPCVZ \times (1,16 \times PCVZ^{0,86})$	$GPCVZ \times (1,16 \times PCVZ^{0,86})$	

I 50 **

PC: peso corporal en Kg

Adaptado de: BR - CORTE, 2016
**NRC 2000 (mg/Kg MS)

Figura 2-2: Esquema cálculo de consumo de materia seca (CMS), aportes y requerimientos minerales y suplemento nutricional



2.5 Resultados

2.5.1 Identificar taxonómicamente las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica

Tabla 2-5: Principales gramíneas de interés forrajero presentes en el banco

Nombre Científico	Nombre común local	Analizadas*
<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	Guaratara	x
<i>Sporobulus jacquemontii</i> Kunth	Cutupena	x
<i>Otachyrium versicolor</i> (Doll)	Pasto blanco	
<i>Eragrostis acutiflora</i> (Kunth) Nees	ND	x
<i>Andropogon cf. leucostachyus</i> Kunth	ND	
<i>Paspalum notatum</i> Fluggé	Gramma	x
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P Beauv	Gramma	x
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Estrella	x
<i>Paspalum sp</i>	Pasto negro	x
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	ND	
<i>Andropogon hypogynus</i> Hack	ND	
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Gramma	

*Con frecuencia y en cantidad suficiente para colecta (De interés forrajero local)

ND= No determinado

Tabla 2-6: Principales gramíneas de interés forrajero presentes en el bajo

Nombre Científico	Nombre común local	Analizadas*
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Lambedora	x
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	Paja de agua	x
<i>Steinchisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga	ND	x
<i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy	ND	x
<i>Hymenachne donacifolia</i> (Raddi) Chase	ND	x
<i>Sacciolepis myuros</i> (Lam.) Chase	ND	x
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Rabo de vaca	x
<i>Sorghastrum setosum</i> (Griseb.) Hitchc	Saeta lisa	x
<i>Reimarochloa acuta</i> (Fluggé) Hitchc	Falsa carretera	x
<i>Paspalum repens</i> P.J. Bergius	ND	
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	ND	x
<i>Louisiella elephantipes</i> (Nees ex Trin).	Arrocillo macho	
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx	ND	

*Con frecuencia y en cantidad suficiente para colecta (De interés forrajero local)
ND= No determinado

Como se muestra en las tabla 2.5 y 2.6 en total se identificaron con familia, género y especie 24 gramíneas, 11 en la posición fisiográfica del banco y 13 en el bajo, el inventario de gramíneas obtenido en el presente estudio, supera los reportados por Ocampo y Peñuela, (2014) con 16 especies, Peñuela *et al.*, (2011, 2012) con 20 y 17 especies respectivamente, los tres reportes para la sabana inundable de Casanare, en contraste Pérez y Vargas (2001) en las sabanas de departamento de Arauca reportaron un total de 34 especies de gramíneas presentes en los diferentes paisajes fisiográficos. Los anteriores reportes inventariaron un reducido número de especies, posiblemente al enfoque forrajero que tienen para los bovinos. En Arauca, el más reciente estudio publicado sobre especies nativas reporta 12 gramíneas (Mijares *et al.*, 2019), probablemente por la extensión del área estudiada (50 hectáreas).

Se presenta el primer reporte para las sabanas inundables del departamento de Arauca de la especie *Hymenachne donacifolia* (Raddi) Chase.

2.5.2 Clasificar la vía metabólica y el potencial forrajero según especie y posición fisiográfica

Tabla 2-7: Especies presentes en el banco

Nombre Científico	Vía metabólica	Potencial forrajero*
<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	C ₄	A
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P Beauv	C ₄	A
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	C ₄	A
<i>Paspalum</i> sp	C ₄	A
<i>Otachyrium versicolor</i> (Doll)	C ₃	A
<i>Sporobulus jacquemontii</i> Kunth	C ₄	M
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	C ₄	M
<i>Eragrostis acutiflora</i> (Kunth) Nees	C ₃	M
<i>Paspalum notatum</i> Fluggé	C ₄	M
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	C ₄	B
<i>Andropogon hypogynus</i> Hack	C ₄	B
<i>Andropogon cf. leucostachyus</i> Kunth	C ₄	B

*A=alto, M=medio, B= bajo

Tabla 2-8: Especies presentes en el bajo

Nombre Científico	Vía metabólica	Potencial forrajero*
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	C ₃	A
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	C ₃	A
<i>Steinchisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga	C ₃ -C ₄	A
<i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy	C ₃	A
<i>Hymenachne donacifolia</i> (Raddi) Chase	C ₃ -C ₄	A
<i>Sacciolepis myuros</i> (Lam.) Chase	C ₃	A
<i>Reimarochloa acuta</i> (Fluggé) Hitchc	C ₄	A
<i>Louisiella elephantipes</i> (Nees ex Trin).	C ₃	A
<i>Paspalum repens</i> P.J. Bergius	C ₄	A
<i>Sorghastrum setosum</i> (Griseb.) Hitchc	C ₄	M
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	C ₃	M
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx	C ₄	M
<i>Andropogon bicornis</i> L.	C ₄	B

Como se muestra en la tablas 2.7 y 2.8, de las 25 especies gramíneas nativas de interés forrajero identificadas en condiciones de sabana inundable, 15 poseen metabolismo fotosintético tipo C₄, 8 del tipo C₃, y 2 poseen metabolismo intermedio (C₃-C₄), lo que representa en un 60, 32 y 8% respectivamente de las especies identificadas.

Según el paisaje fisiográfico, de las especies identificadas, el 52 % se presentan en el bajo y el 48% en el banco, siendo esta una distribución casi homogénea entre posiciones fisiográficas según especies.

Respecto a la vía fotosintética en relación al paisaje; de las 8 especies con metabolismo tipo C₃, el 25 % se presentan en el banco y el restante 75% en el bajo, de las 15 con vía fotosintética tipo C₄, el 33,3 % se presentan en el bajo y el 63,7 % restante corresponden a especies que sobreviven y se desarrollan adecuadamente en el paisaje fisiográfico de banco, de las especies con metabolismo fotosintético intermedio (C₃-C₄), el 100% de estas (2 especies), se presentan en el bajo.

Tabla 2-9: Distribución porcentual de las especies nativas según potencial forrajero

	PF*	#	%
Total	A	14	56
	M	7	28
	B	4	16
Total		25	100

*Alto, medio, bajo

De las 25 especies identificadas, el 74% hace referencia a especies clasificadas como de medio y alto potencial forrajero, y el 16% de las especies de potencial forrajero bajo (Tabla 2-9).

Tabla 2-10: Distribución porcentual de las especies nativas del banco, según potencial forrajero (PF)

	PF*	#	%
Banco	A	5	41,7
	M	4	33,3
	B	3	25,0
Total		12	100,0

Como se observa en la tabla 2-11, el 75% de las especies anlizadas tienen potencial forrajero medio – alto, lo cual es favorable para la selección en pastoreo por parte del animal.

Tabla 2-11: Distribución porcentual de las especies nativas del bajo, según potencial forrajero (PF)

	PF*	#	%
Bajo	A	9	69,2
	M	3	23,1
	B	1	7,7
Total		13	100

Como se muestra en la tabla 2-11 el 92% de las especies reportadas poseen un potencial forrajero medio – alto, lo que indica una alta posibilidad de ser seleccionadas para su consumo por el animal en pastoreo.

Tabla 2-12: Distribución de las especies según vía fotosintética y potencial forrajero (PF)

PF *	Vía Fotosintética (#)		
	C ₄	C ₃	C ₃ -C ₄
A	8	4	2
M	3	4	
B	4		
Total	15	8	2

*Alto, medio, bajo

Como se puede apreciar en la tabla 2-12, del total de las especies con vía fotosintética tipo C₄, 53,3% son de alto potencial forrajero, 20%, de mediano y 26,7% de bajo potencial. En las especies tipo C₃, el 50% de las especies se clasifican como de alto potencial y el restante 50%, son especies de mediano potencial forrajero. El 100% de las especies con metabolismo intermedio se clasifican como de alto potencial forrajero.

2.5.3 Determinar la calidad nutricional de las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica y variaciones estacionales

La composición nutricional de las especies nativas se presenta en dos tablas, la primera (tabla-2-13) muestra los resultados de las variables proteína bruta (PB), materia seca (MS), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), la segunda (tabla 2-14), expone los valores encontrados para extracto etéreo (EE), lignina (LG), cenizas (Cz) y digestibilidad de la materia seca (DMS).

Tabla 2-13: Composición nutricional según temporada climática

Época	Lluvia	Lluvia-Seca	Seca	Seca-Lluvia
Variable (%)				
PB	10,5 ± 0,4 ^B	8,8 ± 0,6 ^{bC}	8,4 ± 0,6 ^C	12,9 ± 0,4 ^A
MS	27,1 ± 0,7 ^B	27,4 ± 1,0 ^B	31,6 ± 1,0 ^A	24,9 ± 0,7 ^B
FDN	61,7 ± 0,6 ^B	65,7 ± 0,9 ^A	63,2 ± 0,9 ^{AB}	62,0 ± 0,6 ^B
FDA	32,3 ± 0,4 ^{CB}	33,7 ± 0,7 ^{AB}	35,1 ± 0,7 ^A	30,7 ± 0,5 ^C

^{A,B,C} Letras diferentes en la misma fila en mayúscula, indican diferencias significativas (P<0.05).

^{a,b,c} Letras diferentes en la misma fila, con una de ellas en minúscula indica que existe tendencia hacia el valor con letra mayúscula (P<0.1).

Materia Seca (MS)

Efecto de época sobre la a MS

La época seca presentó los valores mayores de esta variable, y presenta diferencias significativas respecto a las demás temporadas climáticas, y estas últimas entre sí no presentan diferencias.

Proteína Bruta (PB)

Efecto de época sobre la PB

La transición de seca-lluvia presentó los mayores valores y diferencias significativas respecto a las demás temporadas, en la época de lluvia se presentaron valores menores, no encontrándose diferencias significativas respecto a la época de lluvia-seca, pero si con la época seca, la transición lluvia-seca respecto a la época seca no presentó diferencias significativas tampoco, pero presentó una tendencia a ser mas afín a la época seca que a la época de lluvia. Ver tabla 2-13

Fibra Detergente Neutra (FDN)*Efecto de época sobre la FDN*

En la época de lluvia-seca se presentó el mayor valor y esta época respecto a la de seca son similares estadísticamente entre sí, en lluvia-seca en relación a seca-lluvia y lluvia presentan diferencias estadísticas y la época de lluvias es similar estadísticamente de seca y seca-lluvia.

Fibra Detergente Neutra (FDA)*Efecto de época sobre la FDA*

En la tabla 2-13 se muestra que en la época seca se presentaron los mayores valores para esta variable y esta temporada en relación a la de seca-lluvia no presentaron diferencias, la seca con lluvia y seca-lluvia presentaron diferencias estadísticas, la lluvia-seca presentó diferencia en relación a la seca-lluvia, y la seca-lluvia es similar a lluvia y presentó diferencias con seca y lluvia-seca.

Tabla 2-14: Composición nutricional según temporada climática

Época	Lluvia	Lluvia-Seca	Seca	Seca-Lluvia
Variable (%)				
EE	1,6 ± 0,04 ^A	1,4 ± 0,06 ^B	1,6 ± 0,06 ^{Ab}	1,7 ± 0,04 ^A
Cz	8,8 ± 0,2	8,6 ± 0,4	8,9 ± 0,4	9 ± 0,3
LG	8,7 ± 0,19 ^B	8,8 ± 0,29 ^B	10,1 ± 0,29 ^A	7,4 ± 0,2 ^C
DMS	55,8 ± 0,9 ^B	51,1 ± 1,4 ^C	51,7 ± 1,4 ^{bC}	60,0 ± 1,0 ^A

A,B,C Letras diferentes en la misma fila en mayúscula, indican diferencias significativas (P<0.05).

a,b,c Letras diferentes en la misma fila, con una de ellas en minúscula indica que existe tendencia hacia el valor con letra mayúscula ($P < 0.1$).

Extracto Etereo (EE)

Efecto de época sobre la EE

En la tabla 2-14 se muestra que en la temporada seca-lluvia se presentó el mayor valor, esta temporada respecto a la lluvia y a la seca son similares, y presentó diferencias con lluvia-seca, esta última es similar a seca y presentó diferencias significativas con lluvia y lluvia-seca. La seca aunque es similar estadísticamente con los demás paisajes fisiográficos, presentó tendencia mayor a parecerse a los valores de lluvia-seca.

Cenizas (Cz)

Efecto de época sobre la Cz

En relación a las diferentes épocas climáticas, la variable en mención no presentó diferencias estadísticas entre sí. Ver tabla 2-14.

Lignina (LG)

Efecto de época sobre la LG

Los valores mayores se presentan en la época seca y esta temporada presentó diferencias significativas respecto a los demás paisajes, la lluvia y lluvia-seca son similares entre sí y estas dos fueron diferentes significativamente a la seca-lluvia, la cual es diferente a los demás paisajes fisiográficos.

Digestibilidad de la materia seca (DMS)

Efecto de época sobre la DMS

En la tabla 2-14 se evidencia que en la temporada de seca-lluvia presentó el mayor valor de DMS, y presentó diferencias estadísticas en relación a los demás paisajes, la lluvia es similar a la época seca y presentó diferencias con la lluvia-seca y seca-lluvia, la lluvia-seca es similar a la seca, la seca aunque similar a la lluvia-seca y lluvia, presentó tendencia hacia los valores de la época de lluvia.

Tabla 2-15: Composición nutricional según paisaje fisiográfico

Paisaje fisiográfico	Bajo	Banco
Variable (%)		
PB	11,0 ± 0,3	9,3 ± 0,5
MS	28,2 ± 0,5	27,3 ± 0,8
FDN	61,2 ± 0,4	64,3 ± 0,7
FDA	32,2 ± 0,3	33,7 ± 0,5

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni tendencias entre los paisajes fisiográficos del bajo y banco para las variables PB, MS, FDN y FDA, ver tabla 2-15.

Tabla 2-16: Composición nutricional según paisaje fisiográfico

Paisaje fisiográfico	Bajo	Banco
Variable (%)		
EE	1,8 ± 0,3 ^x	1,4 ± 0,05 ^x
Cz	9,6 ± 0,2	8,1 ± 0,3

LG	8,8 ± 0,1	8,8 ± 0,2
DMS	55,6 ± 0,7	53,7 ± 1,1

^{x,y} Letras iguales en la misma fila, en minúscula indica que existe tendencia a ser diferentes (P<0.1).

Para la variable EE no presentó diferencias significativas en relación a los dos paisajes fisiográficos, pero se evidenció una tendencia a ser similares entre sí. Para Cz, LIG y DMS no se presentan diferencias según la posición fisiográfica.

2.5.4 Composición mineral

- **Composición macro-mineral según temporada climática**

Tabla 2-17: Composición macro-mineral según temporada climática

Época	Lluvia	Lluvia-Seca	Seca	Seca-Lluvia
Variable (%)				
K	1,6 ± 0,6 ^A	1,3 ± 0,08 ^B	1,3 ± 0,8 ^B	1,7 ± 0,06 ^A
Na	0,03 ± 0,003 ^A	0,02 ± 0,004 ^B	0,03 ± 0,004 ^{AB}	0,04 ± 0,003 ^A
Ca	0,26 ± 0,02 ^B	0,15 ± 0,02 ^C	0,35 ± 0,02 ^A	0,21 ± 0,02 ^{bC}
P	0,2 ± 0,01 ^{AB}	0,15 ± 0,02 ^C	0,18 ± 0,01 ^{BC}	0,21 ± 0,01 ^A
Mg	0,25 ± 0,01 ^{AB}	0,22 ± 0,01 ^B	0,25 ± 0,01 ^{AB}	0,27 ± 0,01 ^A
S	0,16 ± 0,01	0,14 ± 0,002	0,11 ± 0,02	0,16 ± 0,01

^{A,B,C} Letras diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas (P<0.1).

^{a,b,c} Letras diferentes en la misma fila, con una de ellas en minúscula indica que existe tendencia hacia el valor con letra de igual denominación

Potasio (K)

Efecto de época sobre el K

Los mayores valores se presentaron en la transición de seca-lluvia, y esta temporada es similar estadísticamente a la de lluvia y estos dos fueron diferentes de seca y lluvia-seca, los cuales no presentaron diferencias entre ellos. Ver tabla 2-17.

Sodio (Na)

Efecto de época sobre el Na

En la tabla 2-17 se muestran que los valores en general son muy bajos, sin embargo el más alto se presentó en la temporada de seca-lluvia y esta no presentó diferencias significativas con la lluvia y la seca, con la lluvia-seca presentaron diferencias significativas, la seca y lluvia-seca no presentaron diferencias entre ellas, la lluvia-seca presentó diferencias con la lluvia y la seca-lluvia.

Calcio Ca

Efecto de época sobre el Ca

El máximo valor encontrado para el Ca se presentó en la época de seca, y este presenta diferencias significativas con las demás temporadas climáticas. La época de lluvia presentó similitud respecto a la época de seca-lluvia y presentó diferencias significativas con la lluvia-seca, la lluvia-seca no presenta diferencias estadísticas con la seca-lluvia, y esta es diferente a la lluvia y seca. Aunque la seca-lluvia es similar a lluvia y a seca, presentó tendencia hacia los valores de lluvia. Ver tabla 2-17.

Fósforo P

Efecto de época sobre el P

En la transición de seca-lluvia se presentó el mayor valor, presentando similitud con la época de lluvia y diferencias significativas con la seca y lluvia-seca, la época de seca es similar a lluvia y lluvia seca, la lluvia-seca es similar a lluvia y a seca y diferente a lluvia y seca-lluvia

Magnesio (Mg)

Efecto de época sobre el Mg

Como se observa en la tabla 2-9 la época de seca-lluvia se presentaron los mayores valores, y no presentaron diferencias con la lluvia y con la seca, respecto a la lluvia seca, se presentaron diferencias significativas, y la lluvia-seca es similar a la lluvia y la seca.

Azufre (S)

Efecto de época sobre el S

No se presentaron diferencias estadísticas entre temporadas climáticas. Ver tabla 2-17.

- **Composición micro-mineral según temporada climática**

Tabla 2-18: Composición micro-mineral según temporada climática

Época	Lluvia	Lluvia-Seca	Seca	Seca-Lluvia
Variable (mg/Kg)				
Fe	276 ± 20 ^A	259 ± 28 ^A	138 ± 28 ^B	332 ± 19 ^A
Mn	184 ± 26 ^C	342 ± 37 ^A	209 ± 36 ^{BC}	303 ± 25 ^{AB}
Cu	28 ± 2 ^A	7 ± 3 ^B	6 ± 3 ^B	10 ± 2 ^B
Zn	34,9 ± 4 ^B	39 ± 6 ^B	31,5 ± 6 ^B	59 ± 4 ^A

A,B,C Letras diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas (P<0.1).

a,b,c Letras diferentes en la misma fila, con una de ellas en minúscula indica que existe tendencia hacia el valor con letra de igual denominación

Hierro (Fe)

Efecto de época sobre el Fe

En la tabla 2-18 se observa que en la transición de seca-lluvia, se presentó el mayor valor, siendo similar estadísticamente con las épocas de lluvia y lluvia-seca, presentando diferencias significativas con la seca, y esta última a su vez es diferente a la lluvia y la lluvia-seca

Manganeso (Mn)

Efecto de época sobre el Mn

En la transición de lluvia-seca se presentaron los máximos valores de esta variable, como se muestra en la tabla 2-18, siendo similar estadísticamente con la época de seca-lluvia, y esta última es similar estadísticamente a la seca y diferente a la lluvia, la lluvia es diferente a la lluvia-seca y la seca-lluvia.

Cobre (Cu)

Efecto de época sobre el Cu

Los mayores valores se presentaron en la época de lluvias, y esta época difiere significativamente de las otras tres, que en conjunto no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Ver tabla 2-18.

Zinc (Zn)

Efecto de época sobre el Zn

En la transición de seca-lluvia se presentó el máximo valor encontrado, y existen diferencias significativas en relación a las demás épocas climáticas, las cuales no presentaron diferencias entre ellas.

Tabla 2-19: Composición macro-mineral según paisaje fisiográfico

Época	Bajo	Banco
Variable (%)		
K	1,49 ± 0,04	1,46 ± 0,062
Na	0,03 ± 0,002	0,03 ± 0,003
Ca	0,27 ± 0,01 X	0,23 ± 0,016 Y
P	0,21 ± 0,004 X	0,17 ± 0,008 Y
Mg	0,24 ± 0,005 X	0,26 ± 0,009 x
S	0,14 ± 0,008	0,15 ± 0,0013

X, Y Letras diferentes en la misma fila en mayúscula, indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

a,b,c Letras iguales en la misma fila, con una de ellas en minúscula indica que existe tendencia hacia el valor con letra mayúscula ($P < 0.1$).

En relación al paisaje fisiográfico, el K, Na, Mg, y S no presentaron diferencias significativas entre sí, el Ca y P presentaron diferencias entre paisajes fisiográficos, siendo los valores mayores correspondientes al bajo.

Tabla 2-20: Composición micro-mineral según paisaje fisiográfico

Época	Bajo	Banco
Variable (mg/Kg)		
Fe	270,7 ± 13,77	231,9 21,96
Mn	201,3 ± 17,90 Y	317,3 ± 28,56 X

Cu	12,0 ± 1,46	13,4 ± 2,33
Zn	42,1 ± 3,03	39,9 ± 4,83

X, Y Letras diferentes en la misma fila en mayúscula, indican diferencias significativas (P<0.05).

El Fe, Cu y Zn no se presentaron diferencias estadísticas según la posición fisiográfica, el Mn presentó diferencias significativas, siendo el banco la posición con mayor concentración de este mineral.

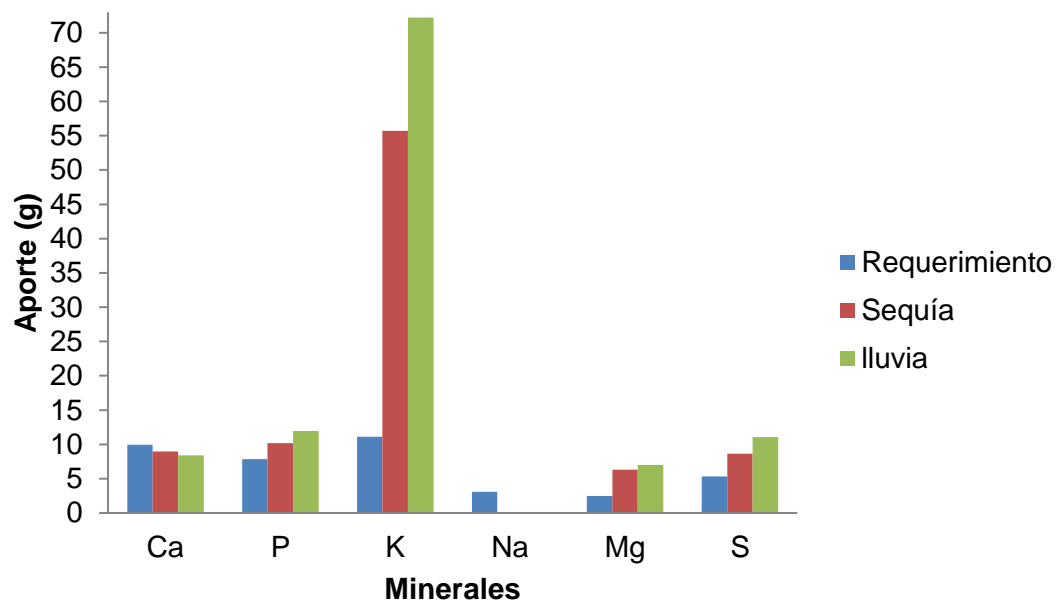
2.5.5 Diseñar una suplementación mineral teniendo en cuenta información previa de las características de composición química de las especies forrajeras y requerimientos minerales en la ganadería

- **Sales minerales por temporada y por tipo de animal**

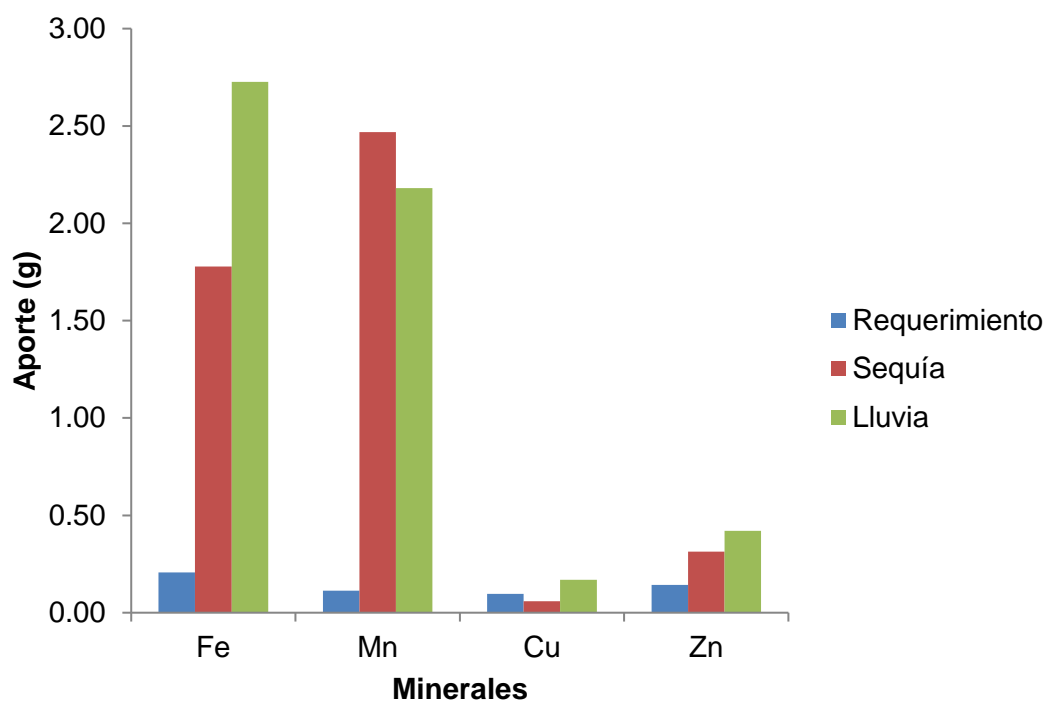
De acuerdo a las características de composición mineral de las gramíneas nativas analizadas, a las variaciones estacionales presentadas a lo largo del año, al consumo diario de forraje calculado y en comparación con los requerimientos del animal, se determinó el balance mineral nutricional para dos tipos de animales: ternero desteto (200 Kg y 0,5 Kg de Ganancia Media Diaria - GMD) y vaca lactante (380 Kg, 0,1 Kg de GMD y 3 Kg de leche/día), ambos de raza cebú, en condiciones de pastoreo en el trópico, de igual modo se dividió el año en dos temporadas climáticas (seca y lluvia) basado en las variaciones minerales estacionales presentadas anteriormente, como se evidencia a continuación:

Vaca en lactancia

Figura 2-3: Balance macominerales

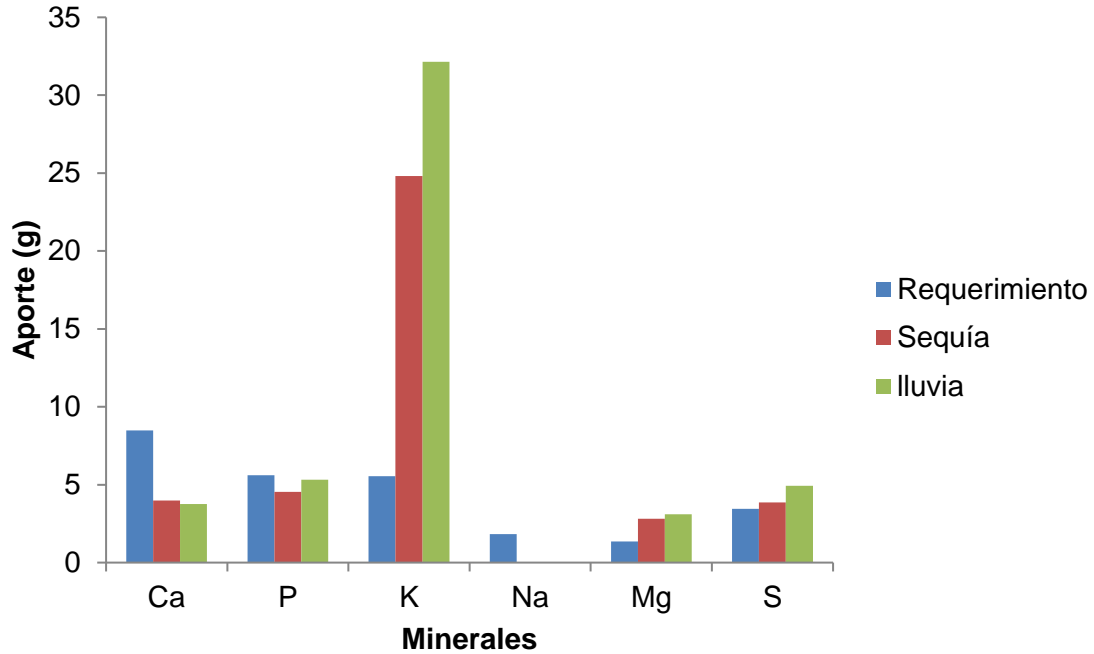


El P, K, Mg y S son suplidos por los forrajes nativos en lluvias y en época seca, no así el Ca, y el Na, los cuales deben ser suplementados mediante el suministro de sal mineral en ambas temporadas climáticas.

Figura 2-4: Balance microminerales

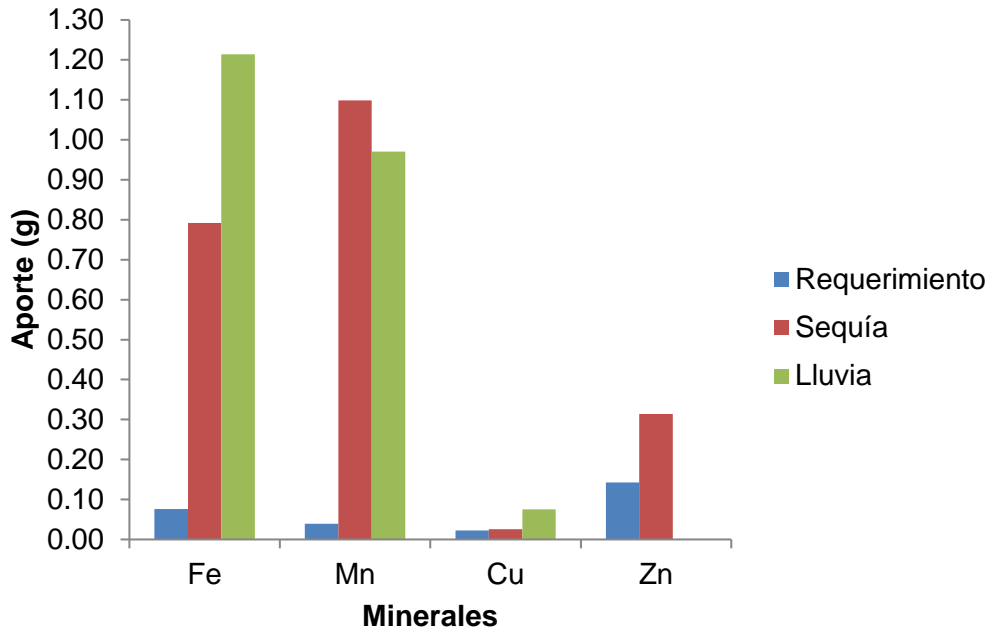
Con relación a los microminerales evaluados en la vaca en lactancia, los requerimientos de Fe, Mn, Cu y el Zn son cubiertos por el aporte mineral forrajero en la temporada de lluvias, y en la seca debe suplementarse Cu que se presenta deficitario.

Ternero destete

Figura 2-5: Balance macrominerales

El ternero desteto con el consumo de los forrajes nativos suple los requerimientos de K, Mg y S en las dos temporadas climáticas, no siendo así para los minerales Ca, el P y Na son deficitarios en la dieta, haciéndose necesaria la suplementación de estos en la sal tanto en la época de lluvias como en la seca.

Figura 2-6: Balance microminerales



El ternero desteto en ambas temporadas climáticas suple sus requerimientos de minerales traza con el aporte mineral de los forrajes nativos como se evidencia en la gráfica.

Las fuentes de minerales utilizadas para la formulación son: sal común, carbonato de calcio, fosfato tricálcico, sulfato de cobre, carbonato de cobalto, selenito de sodio y dihidruro de etilendiamina (EDDY).

De tal manera y con base en los coeficientes de absorción y la composición mineral de las fuentes escogidas, se diseñaron 2 sales; una para temporada seca (Lluvia-seca y seca) y otra para la temporada de lluvias (seca-lluvia y lluvia) que al ser para dos tipos de animales, se originan las 4 sales que se muestran en las tablas 2-10, 2-11, 2-12 y 2-13. Se incluyó en la formulación final los microminerales I, Co y Se, que no fueron determinados en los forrajes, realizando el cálculo para el requerimiento completo y poder presentar la formulación integral de la sal, para el tipo de animal y temporada climática determinada, y no generar confusión en el lector, al percibir que se deba prescindir de su utilización es la sabana inundable.

Tabla 2-21: Sal mineral para vaca en lactancia en la temporada seca

(25g)**

Mineral	(%)
Ca	6,7
Na	33
Co	0,054
Cu	0,21
I	0,018
Se	0,012

**Dosis recomendada

Tabla 2-22: Sal mineral para vaca en lactancia en la temporada de lluvia

(28g)**

Mineral	(%)
Ca	9,5
Na	30
Co	0,05
I	0,016
Se	0,011

**Dosis recomendada

Tabla 2-23: Sal mineral para el ternero desteto en la temporada seca

(35g)**

Mineral	(%)
Ca	22
P	5,3
Na	14
Co	0,01
I	0,007
Se	0,006

**Dosis recomendada

Tabla 2-24: Sal mineral para el ternero desteto en la temporada de lluvia

(35g)**

Mineral	(%)
Ca	24
P	1,4
Na	14
Co	0,01
I	0,006
Se	0,007

Las sales minerales están planteadas para ser usadas además del tipo de animal, en la dosis recomendada según los cálculos realizados, cronológicamente según temporada climática de la siguiente forma:

Sal de época seca: Esta época comienza en el mes de octubre y finaliza concluido el mes de marzo.

Sal de época de lluvia: Esta época comienza el mes de abril y termina cuando concluye el mes de septiembre

2.6 Discusión

2.6.1 Identificar taxonómicamente las gramíneas de interés forrajero según su posición fisiográfica

Como se muestra en las tabla 2-5 y 2-6 de las 24 gramíneas que se identificaron con familia, género y especie, 11 se presentan en la posición fisiográfica del banco y 13 en el bajo, el inventario de gramíneas obtenido en el presente estudio, supera los reportados por Ocampo y Peñuela, (2014) con 16 especies, Peñuela *et al.*, (2012) con 20 especies, Peñuela *et al.*, (2011) con 17 especies, los tres reportes para la sabana inundable de Casanare, en contraste Pérez y Vargas, (2001) en las sabanas de departamento de Arauca reportaron un total de 34 especies de gramíneas presentes en los diferentes paisajes fisiográficos. En Arauca el más reciente estudio publicado sobre especies nativas reporta 12 gramíneas (Mijares *et al.*, 2019), probablemente por la extensión del área estudiada (50 hectáreas).

La diversidad de gramíneas presentes en la sabana inundable de Arauca es amplia, aunque el conocimiento local es escaso, ya que del total de las especies estudiadas el 44% no poseían un nombre común local, lo cual indica el grado de desconocimiento del productor, el obrero y la comunidad en general.

Se registraron un total de 16 géneros pertenecientes a la familia Poaceae, según la posición fisiográfica en el banco se encontró 7 géneros con 11 especies y el bajo presentó 11 géneros con 13 especies. El género con mayor número de especies fue *Paspalum* (4 especies), seguido por *Andropogon* (3 especies), los géneros *Panicum*, *Hymenachne* y *Axonopus* fueron representados por 2 especies cada uno, los demás géneros identificados estaban compuestos por una sola especie. Fernández *et al.*, (2015), reportan un inventario de gramíneas de 19 géneros y 31 especies en un estudio realizado en los departamentos de Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada. Vera, (2017), encontró 6 géneros y 6 especies de gramíneas para las sabanas

inundables del departamento de Arauca (Cravo Norte y Puerto Rondón). En concordancia a estas cifras Pinzón *et al.*, (2017), reportaron que los pastizales presentan gran diversidad de géneros y especies (201 géneros/363 especies), siendo superado solamente por los bosques (291 géneros/450 especies), datos obtenidos en los municipios de Arauca, Arauquita, Cravo Norte y Puerto Rondón y considerando la diversidad de familias presentes. Estos mismos autores encontraron que la familia Poaceae presentaba un mayor número de géneros y especies (50 géneros/ 101 especies) respecto a las otras familias inventariadas. La distribución de la familia Poaceae es cosmopolita, considerándose que aproximadamente el 25% de la superficie terrestre está cubierta por pastizales conformados principalmente por esta familia (Blair *et al.*, 2014).

Estudios locales indican que la riqueza de géneros es mayor en la zona de Arauca, mientras que la riqueza de especies por familia es menor y la representación de los géneros con pocas especies, es mayor en Arauca que en resto de la Orinoquia Colombiana Pinzón *et al.*, (2017).

2.6.2 Clasificar la vía metabólica y el potencial forrajero según especie y posición fisiográfica

Vía metabólica

Las gramíneas del trópico generalmente poseen metabolismo fotosintético tipo C₄ (Lecomte *et al.*, 2011, Robinson *et al.*, 2006) las de clima templado habitualmente poseen vía fotosintética C₃ (Robinson *et al.*, 2006). No obstante algunas especies C₃ en particular se presentan en condiciones tropicales (Santos *et al.*, 2013, Mulder y Ellis, 2000) y otras tipo C₄ pueden presentarse en climas templados (Taylor *et al.*, 2009, Ludlow, 1985) así mismo algunas plantas se encuentran clasificadas con metabolismo intermedio respecto la ruta fotosintética (C₃-C₄) (Kawakita *et al.*, 2018).

De la totalidad de las especies identificadas el 60, 32 y 8% corresponden a especies con vía fotosintética C₄, C₃, e intermedias (C₃-C₄), respectivamente (Kawakita *et al.*, 2018,

De Gennaro y Scataglini, 2012, Taylor *et al.*, 2009, Mulder y Ellis, 2000, Killeen y Hinz, 1992, Klink y Joly, 1989, Santos *et al.*, 2013, Ellis, 1986).

En el paisaje fisiográfico las especies C_3 , el 75 y 25% se presentan en el bajo y banco respectivamente, de las especies con vía C_4 , el 33,3 % se presentan en el bajo y el 66,7 % en el banco, esto puede explicarse por la mayor eficiencia en el uso del agua en las especies C_4 , las cuales han colonizado y prosperado mucho mejor en las zonas altas (bien drenadas) de la topografía de la sabana inundable y las especies con metabolismo C_3 habitan preferiblemente los bajos donde el suministro de agua es más prolongado durante el año (Samuel *et al.*, 2009). Aunque las especies C_4 poseen mayor capacidad de producción de MS por unidad de área y tiempo (Lecomte *et al.*, 2011), Así mismo las C_4 , presentan una mayor eficiencia en el uso del agua, el P, y el N (Ghannoum *et al.*, 2008).

La importancia de las especies con metabolismo C_3 , radica en que en la sabana inundable de Arauca la mayor proporción del área corresponde al paisaje de bajo (Pérez y Vargas, 2001) y es en esta posición donde se encuentra la mayoría de las especies con metabolismo fotosintético tipo C_3 , y estas especies presentan una mayor concentración de PC, menor FDN y mayor DMS frente a las de tipo C_4 , (Archimède *et al.*, 2011, Raymond *et al.*, 2004).

El reemplazo de la flora nativa en busca de mejorar la productividad animal o un cambio en la proporción de especies con metabolismo fotosintético C_3 y C_4 , puede afectar la funcionalidad de los nichos ecológicos (Shuli *et al.*, 2008), la disminución de la competencia (Shuli *et al.*, 2005), llegar a impactar en los ciclos hidrológicos y de nutrientes en general (Epstein, 2002), e incluso aumentar la emisión de gases efecto invernadero (Archimède *et al.*, 2011).

Estos cambios pueden afectar los organismos y microorganismos relacionados con estas especies (hongos, micro y meso fauna) o consumidores del follaje y semillas (Aizen, 2003), estos cambios en las relaciones inter-especies ocurridos como la relación entre el polinizador y las plantas, pueden suscitar la extinción de especies, tanto vegetales como de otros organismos asociados a la planta (Aizen, 2007).

Potencial Forrajero (PF)

De la totalidad de las especies identificadas, el 84% corresponden a especies de medio y alto potencial forrajero (Santos *et al.*, 2013, Barreto *et al.*, 2012, Pérez y Vargas, 2001), lo que es importante por que condiciona positivamente la selección de estas por parte del animal en pastoreo (Kawakita *et al.*, 2018).

Las especies que se presentan en el bajo aproximadamente el 92,3% son de alto y medio potencial forrajero, las que habitan el banco el 75% corresponden a esa misma calificación. De las especies con vía fotosintética C₃, todos son de mediano y alto potencial forrajero, las de tipo C₄, el 73% corresponden a dicha clasificación.

El conocimiento del potencial forrajero de las especies nativas presentes en la sabana inundable es fundamental para el adecuado manejo pastoril de las mismas, en procura de mantener una diversidad florística que aporte una mejor composición nutricional, a la vez que se ofrece a los animales, forrajes que serán altamente seleccionados por ellos en los diferentes paisajes fisiográficos, no solamente con esto mejora los índices de productividad animal, si no que preserva la sabana inundable del municipio de Arauca en las condiciones menos intervenidas posibles, sin fragmentar el ecosistema (Ocampo y Peñuela, 2014, Peñuela *et al.*, 2011, Mejía 2011, Pérez y Vargas, 2001).

2.6.3 Composición bromatológica

Proteína Bruta (PB)

Efecto de época y de paisaje fisiográfico sobre la PB

Los valores de proteína bruta (PB) en todas las épocas climáticas y paisaje fisiográfico, se encuentran por encima del valor crítico (7%) reportado para el correcto funcionamiento del rumen (Van Soest, 1994) y adecuado consumo voluntario (Milford y Minson, 1965). Los menores valores se presentan en la época de Seca y Lluvia-Seca, el máximo valor

se presentó en la transición seca-lluvia y en la lluvia, siendo estos valores discrepantes con lo reportado por (Tejos, 1997), en sabanas inundables de Venezuela para la especie *Hymenachne amplexicaulis*, en donde encontró que le época transición se presentan los mayores valores de proteína, seguido de seca y finalmente lluvia. De igual forma en Brasil se reportan mayores concentraciones de PB para la especie *Leersia hexandra*, en época de seca respecto a lluvias (Comastri, 1984). Para la especie *Axonopus purpusii*, que crece en los bancos de sabana donde no está sujeta a inundación y la capacidad de campo del suelo se pierde rápidamente en la seca; (Tejos, 2002) reporta una mayor concentración de PB en la época de lluvias (7,3%) y menor en seca (5,9%), por su parte (Pott *et al.*, 1989) encontraron menores valores de PB en la época lluvias respecto a la seca. En la base de datos de Agrosavia (Alimentro, 2018), para pastos nativos del municipio de Arauca; se reportan para *Axonopus compressus* mayores valores de PB en la época de seca, respecto a las otras temporadas, lo cual es contrario a lo encontrado en el presente estudio, para la especie *Cynodon dactylon* el comportamiento en orden descendente es seca, seca-lluvia, lluvia y lluvia-seca en relación a la concentración de proteína, para *Axonopus purpusii*, la mayor concentración se presentó en la época de lluvia-seca seguido por la época de lluvia y finalmente en seca. Como se evidencia, se presentan discrepancias respecto a estudios realizados en otros países y los ejecutados en el departamento de Arauca, se presume que estas variaciones en relación a los resultados del ensayo pueden ser porque en el mismo se utilizaron los datos de 18 especies, mientras los reportes citados son de una especie por autor.

En el estudio realizado por Vargas *et al.*, (1998) en sabana inundable del municipio de Arauca, encontraron diferencias para PB respecto al paisaje fisiográfico, siendo en orden descendente la concentración más alta en estero, seguida por bajo, banqueta y banco, lo cual no coincide con lo encontrado en el presente estudio donde no se presentaron diferencias significativas para esta variable en relación al paisaje fisiográfico. De igual modo difieren de los publicados por Hesse *et al.*, (2008), quienes reportan que el pasto que crece en áreas húmedas tuvo una menor concentración de proteína cruda ($P = 0.036$) que el forraje en áreas secas.

En relación a la época climática, la mayor concentración se encuentra en la época de seca-lluvia (9,3%), seguida por la época de lluvia-seca (6,65), lluvia (6,6%) y seca (5,56%) (Vargas *et al.*, 1998), solamente en la época de seca-lluvia según el reporte

anterior, el animal podría suplir sus requerimientos, para las demás temporadas la concentración de nitrógeno en el rumen no es suficiente para el adecuado funcionamiento del mismo (Milford y Minson, 1965), lo cual difiere de lo encontrado en la presente investigación posiblemente porque el estudio de Vargas *et al.*, (1998) tomó muestras por posición fisiográfica sin discriminar entre especies y el presente estudio tomó las principales especies forrajeras de cada posición fisiográfica.

Los resultados presentados en este estudio coinciden con las variaciones estacionales en proteína reportados por (Brandstetter *et al.*, 2016, Onyeonagu *et al.*, 2013, Safari *et al.*, 2011, Abusuwar y Ahmed, 2010, Camacho *et al.*, 2010, Anele *et al.*, 2009, Yayneshet *et al.*, 2009; Hessle *et al.*, 2008, Fulkerson *et al.*, 2007, Tedonkeng *et al.*, 2006, Hassen *et al.*, 2006, Tedonkeng *et al.*, 2006, Salem, 2005, Ammar *et al.*, 2004, Evitayani *et al.*, 2004, Maas *et al.*, 2001, Prabowo *et al.*, 1991, Walsh y Birrell, 1987, Norman, 1963). Los cuales encontraron que la concentración de estas disminuye en la época seca y aumenta con las lluvias.

Brandstetter *et al.*, (2016) reportaron que en verano, primavera y otoño, las condiciones climáticas más favorables para la producción de forraje dieron lugar a una mayor producción de hojas, con una mayor CP en Brasil, Buxton, (1996) describe que la masa de hojas se reduce con el crecimiento acelerado y consecuencia de la senescencia de las primeras hojas, la proteína generalmente es removida de estas, disminuyendo la concentración en la planta en general con el avance de la temporada de seca (alta luminosidad) donde perecen los forrajes en el trópico. Yayneshet *et al.*, 2009) reportaron que el bajo valor de PC registrado durante la estación seca puede relacionarse, por lo tanto, probablemente con el estrés hídrico y la producción lenta de fotosintatos que ocurrían regularmente durante el periodo de seca

Los valores entre especies y ubicaciones geográficas son muy variados lo cual es concordantes con lo publicado por Prabowo *et al.*, (1991) quienes encontraron diferencias entre regiones, posiblemente en gran medida por las concentraciones y disponibilidad de nutrientes en el suelo; los reportados por Safari *et al.*, (2011) en Tanzania en donde el contenido de PC de las especies de gramíneas estuvo significativamente influenciado por las especies ($P = 0.01$) y la temporada ($P = 0.004$);

los publicados por Yayneshet *et al.*, (2009), Nasrullah *et al.*, (2003), quienes encontraron que los valores de PC fueron influenciados significativamente por la estación climática y la especie ($p < 0,01$) y los publicados por Anele *et al.*, (2009) quienes reportaron variaciones de composición química entre especies de árboles consumidos por los rumiantes en la época seca ($P < 0.001$), en Nigeria.

Anele *et al.*, (2009) reportaron mayor contenido de PC durante la estación seca temprana en comparación con las otras dos estaciones, lo cual se origina como resultado de un mayor contenido de humedad y una mayor absorción de nitrógeno que la acumulación de materia seca. Los contenidos más bajos de PC durante la estación seca media y tardía pueden deberse en gran medida al estrés por humedad experimentado por los árboles durante este período y la acumulación de estructuras de fibra lignocelulósica de las plantas, que diluyen el nitrógeno.

Adicionalmente al efecto de la estación y la especie, se presentan variaciones para PC como efecto del año de cosecha, ($p < 0,01$) (Nasrullah *et al.*, 2003).

Según los datos obtenidos en el presente estudio, la concentración de proteína no sería una limitante para la producción animal (Milford y Minson, 1965), lo cual es inconsistente con los parámetros zootécnicos bajos que se reportan, posiblemente, según las observaciones realizadas, la deficiencia nutricional que condiciona la productividad animal se deba parcialmente a una restricción en el consumo de MS en la época crítica de la seca, más que a la composición química.

Materia Seca (MS)

Efecto de época y paisaje fisiográfico sobre la MS

En la época de seca exhiben los mayores valores de esta variable, presentado diferencias significativas con las demás temporadas climáticas, las cuales entre sí no presentan diferencias. La variación del porcentaje de materia seca en los forrajes en seca coincide con lo reportado por (Safari *et al.*, 2011, Abegunde *et al.*, 2011, Abusuwar y Ahmed, 2010, Anele *et al.*, 2009, Norman, 1963), quienes encontraron un menor valor en la temporada de lluvias e inicio de la seca en relación al forraje recolectado en seca. De igual forma para la especie *A. purpusii*, en la base de datos de Agrosavia (Alimento,

2018) se evidencia el marcado aumento del porcentaje de materia seca en *Cynodon dactylon* y *Steinchisma laxum*, en la medida que se disminuyen las lluvias y se agudiza la sequía en el municipio de Arauca, coincidiendo con la tendencia encontrada en el estudio presente en 18 gramíneas nativas analizadas.

Anele *et al.*, (2009) reportaron en Nigeria para árboles multipropósito, que los mayores contenidos de MS observados durante el final de la estación seca puede ser el resultado de una actividad fotosintética reducida, probablemente debido a menores niveles de humedad experimentados durante la estación seca tardía en relación con el principio de esta estación.

Con relación a los paisajes fisiográficos no se observaron diferencias significativas para la variable materia seca.

Fibra Detergente Neutra (FDN)

Efecto de época y paisaje fisiográfico sobre la FDN

La mayor concentración de FDN en los forrajes se presentó en la época de lluvia-seca, disminuyendo gradualmente en seca, seca—lluvia y finalmente la menor concentración se presentó en la época de lluvia (Safari *et al.*, 2011, Yayneshet *et al.*, 2009, Walsh y Birrell, 1987) también encontraron similar comportamiento durante la temporada seca. (Evitayani *et al.*, 2004) reportan que la FDN aumentó significativamente ($p < 0.05$) en la estación seca. (Brandstetter *et al.*, 2016) reportan mayor % de FDN en la época seca al igual que (Hessle *et al.*, 2008), quienes publicaron que el FDN presentó concentraciones (g/Kg), de 480b, 654a y 627a ($P < 0.001$), primavera, verano, otoño respectivamente. (Salem, 2005) reporta que en invierno, la *Acacia saligna* tenía una fibra detergente neutra más baja, (Tedonkeng *et al.*, 2006) en Camerun, encontraron que los niveles de FDN de la materia orgánica (FDNmo), fueron mayores en la estación seca en comparación con la estación lluviosa en todos los forrajes, al igual que Yayneshet *et al.*, 2009.

Así mismo Yayneshet *et al.*, 2009 reportaron que la variación estacional dentro de la especie en los parámetros de fibra de especies de gramíneas evaluadas se caracterizaron por valores más bajos ($P = 0.00$) medidos durante las temporadas largas y secas.

Henry *et al.*, (2000) encontraron que los valores de resistencia al corte de las gramíneas evaluadas fueron generalmente altos durante el verano y bajos durante el invierno, estos se ha asociado en ocasiones a la concentración de FDN, FDA y hemicelulosa (Nguyen *et al.*, 1982).

Nasrullah *et al.*, (2003) publicaron que se presentaron variaciones en el contenido de FDN, como efecto del año de cosecha. La digestibilidad del FDN presenta variaciones según estación climática y especie ($p < 0,01$).

En Santa Helena de Goiás en el verano, primavera y otoño, las condiciones climáticas más favorables para la producción de forraje dando lugar a una mayor producción de hojas, con menor contenido de fibra en estas temporadas, (Brandstetter *et al.*, 2016).

Datos publicados por Agrosavia (Alimento, 2018) para *Axonopus purpusii* en la sabana del municipio de Arauca, el mayor valor de FDN coincide con los encontrados en el presente estudio, para *Acroceras zizanioides*, el mayor valor reportado es en la seca igual que el presente estudio. Vargas *et al.*, 1998, en el municipio de Arauca reportaron 50,4%, 59,1%, 61,7% y 62,0%, para las épocas de lluvia-seca, seca, seca-lluvia, lluvia respectivamente, igual comportamiento al encontrado en el presente estudio.

Los mismos autores reportaron diferencias entre paisaje fisiográficos, obteniendo en orden descendente mayor concentración de FDN en el banco, seguido por la banqueta, bajo y estero, en la investigación presente no se encontraron diferencias significativas entre paisajes. Es fundamental mencionar que el estudio de Vargas *et al.*, (1998), muestrearon los paisajes como un solo forraje, es decir no discriminaron entre especies, razón que posiblemente influyó en la divergencia de los dos resultados, ya que entre temporadas climáticas se comportó de igual manera en ambos estudios. Hessle *et al.*, (2008) reportan que el pasto en áreas húmedas tuvo una mayor concentración de fibra detergente neutra ($p = 0.011$) que el forraje en áreas secas.

La composición química fue influenciada además por la especie (Evitayani *et al.*, 2004). La FDN está constituida de celulosa, hemicelulosa, lignina, proteína ligada a lignina y sílice (Batista *et al.*, 1999). El conocimiento de la concentración de esta fracción es fundamental porque puede ser utilizada para predecir el consumo voluntario en bovinos

(Mertens, 1984, 1987), y de esta forma generar estrategias para la optimización de los recursos forrajeros para la producción bovina.

Resultados distintos son publicados por Brandstetter *et al.*, (2016) en Brasil, los cuales reportan que la concentración de FDN fue significativamente más alta en invierno y no fueron significativamente diferentes entre otoño, primavera y verano ($P > 0.05$) en Santa Helena de Goiás. Los autores reportaron que posiblemente esto sea el resultado de un menor macollamiento y aparición de nuevas hojas durante el invierno, debido a las menores temperaturas presentadas

Fibra Detergente Neutra (FDA)

Efecto de época y paisaje fisiográfico sobre la FDA

La FDA presenta el menor valor en la época seca-lluvias, incrementando la concentración en las siguientes temporadas hasta un máximo en la época seca, al igual que el FDN similar comportamiento reportan (Safari *et al.*, 2011, Fulkerson *et al.*, 2007, Hassen *et al.*, 2006, Coumo *et al.*, 1996). En análisis realizados a una gramínea nativa (*Cynodon dactylon*) en el municipio de Arauca, se reporta un comportamiento diferente de esta variable, siendo el mayor valor encontrado en la época de lluvia-seca, seguido de la época de lluvia, la seca-lluvia y con el menor valor en la época seca (Alimentro, 2018), Esta misma especie según Soares *et al.*, (2002) presentaron una concentración mayor en la época de lluvias y menor en temporada seca, lo cual contradice lo encontrado en el presente estudio, igual comportamiento presentan los datos publicados por Agrosavia (Alimentro, 2018) para la especie *Axonopus compressus* y *Acroceras zizanioides*, en sabana inundable del municipio de Puerto Rondón departamento de Arauca. , Evitayani *et al.*, (2004), encontraron que las variaciones en el FDA están influenciada por la especie forrajera, además de las condiciones climáticas entre otras, lo cual explica parcialmente las diferencias entre especies dentro de la misma ubicación geográfica Así mismo publicaron porcentajes de FDA para (*Steinchisma laxum*), encontrándose en orden descendente según lluvia-seca, lluvia, seca y seca-lluvia respectivamente (Alimentro, 2018).

Evitayani *et al.*, (2004) en Sumatra reportaron que la FDA fue mayor en temporada seca, y además la composición química fue influenciada por la especie, lo que puede dilucidar en algo las variaciones presentadas entre especies para la misma ubicación geográfica. Valores concordantes con los presentadas en esta investigación pueden ser consultado en la publicación de Tedonkeng *et al.*,(2006), en Camerún; los cuales reportan que los niveles de FDAom fueron mayores en la estación seca en comparación con la estación lluviosa en todos los forrajes. De igual modo (Salem, 2005) publicó que en el invierno, la *Acacia saligna* tenía FDA más baja, que en otras estaciones ($P < 0.05$), así mismo Evitayani *et al.*, (2004), encontraron que la FDA fue de aproximadamente 26.5 de la MS, en la estación húmeda, y aumentaron significativamente ($p < 0.05$) en la estación seca. Datos similares publicaron (Walsh y Birrell, 1987), en donde la FDA tuvo menor concentración en invierno (36-41%) que en verano (50-58%); por su parte Safari *et al.*, (2011) en Tanzania encontraron que se presentaban bajas concentraciones de FDA en las estaciones lluviosa y media seca en comparación con la estación seca tardía, los autores atribuyen este fenómeno a que posiblemente a la lignificación y engrosamiento de la pared celular, la cual aumentan con la madurez de la planta a medida que avanza la temporada seca.

(Henry *et al.*, 2000), reportaron que los valores de la resistencia al corte de las gramíneas fueron generalmente altos durante el verano y bajos durante el invierno y esto se asocia generalmente con altas concentraciones de FDA (Nguyen *et al.*, 1982), lo cual apoya los resultados presentados en el actual estudio.

Adicionalmente a las variaciones entre épocas climáticas, se presentan variaciones para FDA como efecto del año de cosecha, y diferencias entre especie ($p < 0,01$). (Nasrullah *et al.*, 2003).

En el presente estudio, en los dos paisajes fisiográficos no se observaron diferencias entre sí para esta variable. Las diferencias principales se evidencian como se menciona anteriormente entre las diferentes épocas climáticas, esto debido a la influencia de la disponibilidad o restricción hídrica, la cual aumenta o restringe el crecimiento de la planta y por consiguiente la concentración de los compuestos de la pared celular que se incluyen dentro de la FDA (Yayneshet *et al.*, 2009). La otra posible causa de las diferencias se puede deber al efecto de la especie individual, ya que entre especies es común encontrar diferentes composiciones químicas entre ellas (Nasrullah *et al.*, 2003)

Resultados contrarios reporta Brandstetter *et al.*, (2016) en Brasil; en donde los contenidos de FDA fueron significativamente más altos en invierno y no fueron significativamente diferentes entre otoño, primavera y verano ($P > 0.05$). Este puede ser el resultado de un menor macollamiento y la aparición de nuevas hojas durante el invierno debido a las temperaturas más bajas, según los autores.

Extracto Etereo (EE)

Efecto de época y paisaje fisiográfico sobre el EE

El extracto etéreo para las gramíneas analizadas presentó una concentración menor en la temporada de seca y seda-lluvia, siendo diferente a las otras dos épocas climáticas, las cuales presentan similitud y valores inferiores a la seca.

Resultados diferentes a los publicados por Brandstetter *et al.*, (2017) para *Cynodon dactylon* en Brasil, los cuales reportaron el valor más bajo para la época de invierno con diferencias significativas y similitud entre las otras tres temporadas climáticas restantes ($P < 0.05$).

En Colombia, en el municipio de Arauca Agrosavia reporta un comportamiento de mayor a menor en seca lluvia, seca, lluvia y lluvia seca para *Cynodon dactylon*, para *Axonopus purpusii* la mayor concentración se presenta en lluvia seca, seguido de seca lluvia, lluvias y seca, para *Andropogon bicornis*, *Acroceras zizanioides*, presentan mayor concentración en seca, y menor en lluvias, para *A compressus* en orden descendente es seca lluvia, seca, lluvia, para *Steinchisma laxum* la concentración es mayor en lluvia seca, seca lluvia, seca y lluvia, presentándose diferencias entre las especies y entre los resultados del presente estudio, el cual maneja promedio de diferentes gramíneas forrajeras.

Comportamiento similar al presente estudio reportan Tedonkeng *et al.*, (2006) en Camerún los cuales encontraron que los niveles de EE fueron más altos en *B. ruziziensis* y *C. calothyrsus* durante la temporada de lluvias ($P < 0.05$). Igualmente Onyeonagu y Eze, (2013) en Nigeria reportaron que el % de grasa en las gramíneas fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en la temporada de lluvias que en la estación seca.

El EE es generalmente más bajo en la seca que en lluvias, en Sumatra, aunque con grandes variaciones entre especies (Evitayani *et al.*, 2004), lo cual explica las variaciones entre los reportes, incluso dentro de la misma ubicación geográfica.

Los cambios en la cantidad más importante aún en la diversidad de compuestos lipídicos influye sobre las características de la leche y sus subproductos (Fedele *et al.*, 2005). Esta variable no presentó diferencias significativas en relación a los dos paisajes fisiográficos, pero se evidencia tendencia a ser diferentes entre sí.

Cenizas (Cz)

Efecto de época y paisaje fisiográfico sobre las Cz

En la presente investigación, la concentración de cenizas no tuvo diferencias significativas entre épocas climáticas. Lo que contrasta con los reportes de (Onyeonagu y Eze, 2013) quienes en un estudio en Nigeria, las cenizas en las especies analizadas presentaron diferencias significativas entre lluvia y seca, siendo mayor en temporada de lluvias ($P < 0.05$), igual comportamiento al reportado por Evitayani *et al.*, (2004).

Bernardis *et al.*, 2005, reportaron para *Sorghastrum setosum* en Argentina un valor máximo de $8,84 \pm 0,07$ en la primavera y $8,31 \pm 0,23$ en el verano, presentándose diferencias significativas, siendo diferente a lo encontrado en el presente estudio respecto al comportamiento estacional. De igual forma (Hassen *et al.*, 2006) encontraron diferencias para la concentración de cenizas, siendo más alta en la primavera, respecto al otoño.

En Colombia, Agrosavia publicó en la base de datos (Alimento, 2018) para la especie *A. pupusii* en orden descendente siendo mayor el valor para la época lluvia-seca, seguida por la lluvia y por último con menor % en la seca, para el caso del *C. dactylon* la mayor concentración la presentó la seca-lluvia, seguida de la seca, la lluvia y por último la temporada de lluvia-seca con el menor valor.

Onyeonagu y Eze, (2013) en Nigeria reortaron que existen diferencias significativas entre especies. Lo cual puede explicar, las variaciones entre los reportes de los diferentes autores.

De la misma manera que no se presentan diferencias entre épocas, entre paisajes fisiográficos tampoco existen diferencias estadísticas en el presente estudio.

Según la literatura citada, desde el punto de vista nutricional, el porcentaje de Cz no ofrece una medida estimada confiable para inferir en la composición mineral. Razón por la cual se aborda cada mineral en forma individual más adelante.

Lignina (LG)

Efecto de época y paisaje fisiográfico sobre la LG

El mayor valor de lignina encontrado en este estudio corresponde la época de seca, presentando diferencias significativas con las otras temporadas climáticas. Coincidiendo con lo reportado por Tedonkeng *et al.*, (2006) en Camerún ($P < 0.01$), y Smith *et al.*, (1998) en Nueva Zelanda. De igual modo Anele *et al.*, (2009) en Nigeria encontraron una mayor acumulación de fibra lignocelulósica en las plantas en la estación seca. Yayneshet *et al.*, (2009) evaluando cinco especies de gramíneas, reportaron que la concentración de lignina durante la temporada de lluvias prolongadas fue menor que las concentraciones medidas en temporadas posteriores. Evitayani *et al.*, (2004) reportaron que la lignina fue de aproximadamente 6.1% de MS, en la estación húmeda, y aumento significativamente ($p < 0.05$) en la estación seca. (Salem, 2005), reporta que en el invierno, la *Acacia saligna* tenía una lignina más baja, que en otras temporadas climáticas.

En pastos de otoño Maas *et al.*, (2001), encontraron concentraciones significativamente más bajas de lignina ($P < 0.05$) en comparación con los pastos de primavera. Esto posiblemente es debido a que la lignina aumenta con la maduración o las altas temperaturas (Patton y Gmsricfg, 1942)

Agrosavia (Alimento, 2018) reporta para la especie *Steinchisma laxum* en el municipio de Arauca, una concentración mayor en la época lluvias seguido por la temporada de seca, lluvia-seca y finalmente con el menor valor seca-lluvia, en contraste para la especie

de banco A. purpusii, la mayor concentración de lignina se presentó en la época seca-lluvia, seguido de lluvia, seca y el valor más bajo para temporada de lluvia seca.

La lignina es el componente de la pared celular mas asociado con la reducción de la digestibilidad de la fibra del forraje (Van Soest, 1994), por lo cual la concentración de lignina se asocia con unas tasas de crecimiento más bajas (Patton y Gmsricfg, 1942).

En investigaciones se ha encontrado que la lignina puede ser utilizada para predecir el consumo voluntario (Allinson y Osbourn, 1970, Minson, 1990, Sullivan, 1964).

En el presente estudio no se encontraron diferencias en la concentración de lignina respecto al paisaje fisiográfico, pero si entre época climática, por lo cual el conocimiento de dicha composición y su dinámica durante el año es importante para generar estrategias de pastoreo en busca de cosechar una mejor calidad de forraje por el animal.

Digestibilidad de la materia seca (DMS)

Efecto de época sobre la DMS

Las valores más elevados de la DMS en la presente investigación se presentaron en seca lluvia y en lluvia, le época de seca y lluvia seca presentaron los valores mas bajos en este parámetro. Resultados que coinciden con los publicados por Aparicio *et al.*, (2007) y Tejos, (2002) en Venezuela para *H. amlexicaulis*. Similares reportes publicaron Evitayani *et al.*, (2004) en donde la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (IVDMD) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) aumentaron significativamente en la estación húmeda ($p < 0.05$) en Sumatra. Así mismo Anele *et al.*, (2009), publicaron que la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) fue mayor al comienzo de la estación seca, disminuyendo con su avance en Nigeria.

Yayneshet *et al.*, (2009), reportaron que la variación estacional dentro de la especie en la IVDMD los valores en pastos nativos se caracterizaron por grandes valores medidos durante la larga temporada de lluvia, que significativamente contrastaron con valores bajos medidos durante la temporadas baja de lluvias y secas. Hubo una tendencia lineal general hacia la disminución IVDMD con el avance de la temporada seca, según Yayneshet *et al.*, (2009), esto puede deberse a la existencia de diferencias contrastantes en la etapa de madurez y posiblemente mayores diferencias climáticas y edáficas regionales.

La IVDMD baja presentada en gramíneas en la época de seca y las estaciones de poca lluvia, se puede atribuir al posible efecto inhibitorio de la lignina y el aumento en la proporción de FDN (Yayneshet *et al.*, 2009).

Ammar *et al.*, (2004), reportaron que los coeficientes de digestibilidad y los parámetros de la cinética de producción de gas tendieron a disminuir desde la primavera hasta el otoño, mientras que los contenidos de la pared celular siguieron la tendencia opuesta. Estas variaciones estacionales fueron más pronunciadas en tallos que en hojas, coincidiendo con lo reportado por Brandstetter *et al.*, (2016).

Por otro lado son opuestos a los publicados por Soares *et al.*, (2002), quienes reportaron mayor DMS en la época de seca y menor en lluvias para *P notatum*.

De igual modo los resultados son discrepantes en algunas temporadas y concordantes con otras según datos publicados por Agrosavia (Alimento, 2018), los cuales para *A purpusii* en la época de lluvia-seca, se presenta la mejor DMS, seguido por lluvia y seca como menor valor, para *C dacylon* encontraron que la mayor DMS se evidenció en la temporada seca-lluvias, seguido de seca-lluvia y lluvia finalmente, para el caso de *S laxum* los mayores valores reportados corresponden a la época de lluvia seca, seguido por seca y lluvia como la época con menor valor de DMS.

En relación con la temporadas climáticas la DMS del presente estudio son discrepantes con lo reportado para las sabanas del municipio de Arauca por Vargas *et al.*, (1998), donde la mayor digestibilidad se presentó en la época de seca lluvias, seguido por seca, lluvias y lluvia seca. Estos mismo autores encontraron que el bajo exhibe mayores valores de DMS respecto al bajo, lo cual no concuerda con los resultados de la presente investigación, donde no se encontraron diferencias estadísticas respecto al paisaje fisiográfico.

Anele *et al.*, (2009), reportaron que el efecto de la especie en este parámetro fue significativo en un estudio en Nigeria, de igual forma Yayneshet *et al.*, (2009) publicaron que los valores de DIVMS fueron influenciados significativamente por la especie, razón

por la cual los datos reportado por los diferentes autores presentan discrepancias y similitudes entre especies.

La maduración del forraje influencia la calidad del forraje, disminuyendo la digestibilidad. También es influenciado por factores como la fertilidad del suelo, radiación solar, cambios de un año a otro, estaciones climáticas, lugares geográficos. La temperatura alta aumenta el crecimiento y disminuye la relación tallo/hoja, y la digestibilidad, estrés hídrico moderado, generalmente mantiene la calidad de los forrajes por más tiempo (Buxton, 1996). Razones que posiblemente expliquen las diferencias encontradas.

La DMD del forraje durante la etapa de pastoreo puede variar considerablemente y está relacionada con los cambios en la composición química, particularmente en la fibra, contenido de lignina y sílice. (Evitayani *et al.*, 2004b). El contenido de lignina aumenta con las altas temperaturas y la maduración del forraje y se relaciona directamente con la indigestibilidad de los forrajes, por ende esta disminuye con la maduración de las gramíneas evaluadas. Esto posiblemente por la acción misma de la lignina sobre los componentes de la pared celular, asociándose a estos y haciéndolos menos digestibles, también parece posible que la digestión se pueda retardar a través de la inhibición local de enzimas digestivas debido a la acción tóxica de los grupos fenólicos resultantes de la descomposición parcial de la lignina (Patton y Gmsricfg, 1942), lo cual coincide con las temporadas climáticas con menor DMS en el presente estudio, respecto a contenido de lignina y DMS reportados.

2.6.4 Composición mineral

Macrominerales

Potasio (K)

Efecto de época y el paisaje sobre el K

Para esta variable, la época de seca lluvia fue la que presentó los mayores valores, siendo similar estadísticamente a la época de lluvia, a su vez estas dos temporadas

presentaron diferencias significativas con las restantes temporadas, las cuales entre sí son similares estadísticamente. Valores que concuerdan con los publicados por Onyeonagu *et al.*, (2013), quienes encontraron que el contenido de K en las gramíneas y leguminosas fue significativamente mayor ($P < 0.05$) durante la lluvia que en la estación seca. (Metson y Saunders, 1978) en Nueva Zelanda, reportaron que los niveles más altos de K ocurrieron a finales del invierno, con un pico a principios de la primavera, y los niveles más bajos a principios de verano.

Los resultados anteriores discrepan con los reportado por (Tejos, 2002) para *Axonopus purpusii*, en donde el orden descendente fue; lluvia, transición y seca, y para *H. amplexicaulis*, con transición, lluvia y seca como menor valor.

Así mismo se presentaron diferencias respecto a los reportes en el municipio de Arauca, por parte de Agrosavia (Alimento, 2018) para *Steinchisma laxum*, en la cual el mayor valor fue en la temporada seca-lluvia, seguida por lluvia-seca, lluvia y finalmente por seca; para *Andropogon bicornis*, en el cual la seca-lluvia presentó el valor mayor, seguido por la seca y lluvia finalmente; así como para *Cynodon dactylon*, el cual la seca, seca lluvia fueron los dos valores más altos, seguidos por la temporada de lluvia y lluvia seca, posiblemente por efecto de la especie vegetal Evitayani *et al.*, (2004).

De igual modo se presentan diferencias respecto a lo publicado por Kumagai *et al.*, (1996), quienes reportaron que el K encontrado en su estudio era suficiente para satisfacer requerimiento de los animales y era más alto en la temporada seca que en lluvias. Sowande *et al.*, (2008) en África occidental reportaron que en los pastos naturales dominados por *Panicum maximum*, el K en el forraje estuvo por encima del nivel crítico.

En relación al paisaje fisiográfico, el K no presentó diferencias significativas entre sí, en el presente estudio.

Khan *et al.*, (2006), Evitayani *et al.*, (2004), Nasrullah, *et al.*, (2004), reportaron que la composición mineral se ve influenciada además de la temporada climática por la especie.

Prabowo *et al.*, (1991), reportaron que se presentan diferencias entre localidades respecto a la concentración de minerales.

Orden *et al.*, (1999), encontraron que las variaciones estacionales en los minerales puede deberse a cambios en el régimen hídrico, luminosidad y temperatura principalmente, la etapa de crecimiento y a parte de la planta (Minson, 1990). Kumagai *et al.*, (1990) en Indonesia reportaron que no se presentaron diferencias significativas entre temporadas, pero si entre lugares de muestreo.

Las razones anteriores pueden explicar las diferencias entre los reportes de los diversos autores incluso para la misma localidad y especies evaluadas.

En todos los casos las concentraciones halladas en el presente trabajo son suficientes para satisfacer los requerimientos del animal según los requerimientos publicados por Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000.

Sodio (Na)

Efecto de época y el paisaje sobre el Na

El valor más alto se presenta en la temporada de seca-lluvia y esta no presenta diferencias significativas con la lluvia y la seca, con la lluvia-seca presentaron diferencias significativas, la temporada seca y lluvia-seca no presentaron diferencias entre ellas, la lluvia-seca presentaron diferencias con la lluvia y la seca-lluvia.

Reportes de Agrosavia (Alimento, 2018) para *A. purpusii*, publica que el mayor valor de Na se encontró en la época de lluvia, seguido de lluvia-seca y seca; para *C. datylon*, al mayor porcentaje fe en la seca, seguido de la lluvia-seca, lluvia y finalmente la seca-lluvia, la misma página publica que para *A. compressus*, la época seca presenta mayor valor de Na seguido por la temporada de lluvia, para *A. bicornis*, la seca presentaron el mayor valor, luego la seca-lluvia y finalmente la época de lluvia; en el caso de *S. laxum*, la época de seca-lluvia, presenta mayor concentración de Na, seguido por le temporada de lluvi-seca, lluvia y por último en la seca.

Reportes poco concordantes con lo publicado por Kumagai *et al.*, (1996) en Tailandia, donde el Na presentó valores de 0,009 y 0,66% en la temporada de lluvia y seca

respectivamente. Kumagai *et al.*, (1990) no encontraron diferencias entre temporadas, pero si diferencias significativas entre lugar de muestreo, lo cual está relacionado con la fertilidad y composición mineral de los suelos.

Nasrullah *et al.*, (2004) reportaron que el Na ($p < 0,001$), presentó variación según especie.

Prabowo *et al.*, (1991) en Indonesia encontraron que el Na era deficiente en ambas estaciones. Y encontraron diferencias entre regiones, posiblemente en gran medida por las concentraciones y disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Las diferencias entre autores y sitios de muestreo, puede responder las inquietudes generadas por la variación de los resultados obtenidos en la presente investigación.

En el presente estudio al igual que Prabowo *et al.*, (1991), encontraron que el Na es deficiente en todas las épocas climáticas, razón por la cual debe ser suplementado para un mejor desempeño animal en pastoreo.

Las posiciones de banco y bajo no representaron diferencias significativas entre sí para el sodio.

Calcio Ca

Efecto de época y el paisaje sobre el Ca

El máximo valor encontrado para el Ca se presenta en la época de seca, seguido por la lluvia, la seca lluvia y con el menor valor para la época de lluvia seca.

Sowande *et al.*, (2008) encontraron resultados similares a este estudio, en donde el Ca mostró la concentración más baja para la estación húmeda, pero estando en todas las estaciones por encima de los niveles requeridos en África occidental, (Kumagai *et al.*, 1996). Igualmente, encontraron que el Ca era suficiente para satisfacer requerimiento, este era mayor en la temporada de seca. Eviyayani *et al.*, (2004) en Sumatra, reportaron igual dinámica de este mineral, con una concentración de minerales mostraron que *C. plectostachyus* y *P. maximum* en la estación seca tenían un Ca más alto que los de otras especies. Metson y Saunders, (1978) en Nueva Zelanda reportaron que para el Ca, los

valores más altos ocurrieron en verano y los más bajos a mediados del invierno, siendo similar a los del presente estudio. Sin embargo, Walsh & Birrell, 1987 encontraron que en los pastos dominantes, la escasez de calcio (0.14-0.25% DM) era más probable en el verano cuando la energía y las proteínas también eran deficientes, según requerimientos publicados por Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000.

Reportes contrarios a los del presente estudio se presentan en las publicaciones de (Kumagai *et al.*, 1990) en Indonesia los cuales reportan que el Ca fue significativamente más alto en estación lluviosa que en la seca ($P < 0,001$), igual comportamiento reportaron (Khan *et al.*, 2006), en donde el Ca disponible fue más bajo ($p < 0.01$) durante la temporada seca, respecto de la temporada húmeda. (Orden *et al.*, 1999) presentaron similar comportamiento con una mayor concentración de Ca en la temporada húmeda y más bajo en la seca en Filipinas.

Diferentes reportes se evidencian en la publicación de Agrosavia (Alimento, 2018), en donde para *H. amplexicaulis*, la mayor concentración de Ca se dio en la temporada de transición, seguido por la seca y con el más bajo valor en lluvia; para *A. purpusii*, el comportamiento fue en la temporada de lluvia seca la mayor concentración, seguido para la lluvia y seca; para esta misma especie (Tejos, 2002), reportó mayor porcentaje de Ca en los forrajes en la temporada de transición, seguido por la seca y lluvia con menor valor. Agrosavia (Alimento, 2018) para *C. dactylon*, publicó que la temporada de seca lluvia presentaba el mayor valor, seguido por la época lluvia seca, seca y con menor valor en la de lluvia; también para *A. bicornis*, la temporada con el mejor valor fue la seca lluvia, seguida de la seca y finalmente la temporada de lluvia.

En la presente investigación el Ca en todas las temporadas no es suficiente para satisfacer las necesidades de los animales, aunque en la seca los niveles son adecuados, la restricción y la calidad de la oferta forrajera genera deficiencia de este mineral según requerimientos publicados por Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000.

Prabowo *et al.* 1991 en Indonesia reportaron al igual que este estudio que existe deficiencia de Ca en ambas estaciones y encontraron diferencias entre regiones, posiblemente en gran medida por las concentraciones y disponibilidad de nutrientes en el suelo. Caso contrario es el de Khan *et al.*, (2006) para el Suroeste de Punjab, Pakistán

en donde los forrajes tenían diferentes concentraciones de Ca y fueron ligeramente más altos que los niveles mínimos recomendados en las dietas de rumiantes.

(Nasrullah *et al.*, 2004), reportaron que el Ca, presentó variación según especie ($p < 0,001$), y al año de recolección ($p < 0,05$). Lo cual puede estar relacionado con las variaciones encontradas en las diferentes publicaciones.

Estas variaciones en los niveles de Ca entre los hallazgos en este estudio con los valores reportados en la literatura podrían explicarse en parte por diferentes especies forrajeras, composición de especies, etapa de madurez y estación, y variaciones en las características del suelo debido a la ubicación de las diferentes pasturas, relación tallo-hoja recolectados, nivel de nutrientes químicos en el suelo y disponibilidad de los mismos (Khan *et al.*, 2006).

Para este mineral se presentan diferencias significativas entre los paisajes fisiográficos, siendo mayor en bajo que el banco con $0,27 \pm 0,01$ para el bajo y $0,23 \pm 0,016$ para el banco, coincidiendo con los datos publicados por Vargas *et al.*, 1998, para este mineral. No obstante la concentración encontrada no satisface las necesidades de los animales en pastoreo, según requerimientos nutricional y disponibilidad de los minerales de los forrajes para el animal dados por Costa e Silva *et al.*, 2016; NRC, 2000, siendo mayor la necesidad en la temporada de lluvias que en la de seca.

Fósforo (P)

Efecto de época sobre el P

La mayor concentración de (P) en los forrajes evaluados se presentó en la temporada de seca lluvia, seguida por la de lluvia, lluvia seca y por último la época de seca. Los datos presentados son semejantes a los reportados por Sowande *et al.*, 2008, en África occidental en donde en los pastos nativos dominados por *Panicum maximum*, el P estuvo por encima del nivel crítico, excepto P durante la estación seca. (Onyeonagu *et al.*, 2013) reportaron que el contenido de P de las gramíneas y leguminosas fue significativamente mayor ($P < 0,05$) durante la lluvia que en la estación seca. Así mismo en Indonesia (Kumagai *et al.*, 1990) encontraron que el P fue significativamente más alto en estación

lluviosa que en la seca ($P < 0,001$). Sowande *et al.*, 2008, reportan que el P mostró la concentración más baja para la estación seca, Así mismo, Walsh y Birrell, 1987, encontraron que en los pastos de pasto dominantes, la escasez de fósforo (0.11-0.24% DM) fueron probables en el verano cuando la energía y las proteínas también eran deficientes según requerimientos publicados por Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000.

El P es más alto en la temporada de lluvias que en la seca, y presenta variaciones entre especies. Norman, 1963, reporta que la concentración de P se incrementa luego de la caída de lluvias, y disminuye con el avance de la seca; igual comportamiento reportan Tedonkeng *et al.*, 2006 en Camerún.

Prabowo *et al.*, 1991, reportaron deficiencia de P en ambas estaciones y una concentración menor de P en la seca. Estos autores encontraron que se presentan diferencias entre regiones, posiblemente en gran medida por las concentraciones y disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Kumagai *et al.*, 1990, reportaron que el contenido de P varía entre localidades de Indonesia y una de las principales causas de la variación en el contenido de P se atribuye a las diferentes especies presentadas entre localidades, así mismo estos autores reportan que el P presentó diferencias significativas entre lugar de muestreo. Orden *et al.*, 1999, en Filipinas publicó que los bajos depósitos de P en el suelo, parecen influenciar el nivel reducido de este en el forraje. El P ($p < 0,01$), presentó variación respecto al año de recolección, (Nasrullah *et al.*, 2004).

Vargas *et al.*, 1998 reportaron diferencias en la concentración de P en los forrajes entre las temporadas de seca lluvias y lluvias, siendo mayor en la primera respecto a las lluvias. Así mismo presentan diferencias entre los paisajes fisiográficos, siendo mayor en el bajo y menor en el banco, igual comportamiento con diferencias estadísticas entre sí, se presentaron en el estudio actual.

Dados los valores del presente estudio y teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales para cebuínos y la biodisponibilidad de los minerales de los forrajes para el rumiante adulto (Costa e Silva *et al.*, 2016), y los requerimientos publicados por (NRC, 2000) se evidencia la necesidad de suplementar este mineral, en mayor proporción en el verano que en el invierno, para un mejor desempeño animal.

Magnesio (Mg)

Efecto de época y paisaje sobre el Mg

El mayor valor de Mg se presentó en la época de seca lluvia, seguido por la época de lluvia, la seca y con menor concentración la temporada de lluvia seca, siendo esta última diferente a las demás estaciones climáticas. Comportamiento similar a los reportados por; Agrosavia (Alimento, 2018) para *A. purpusii*, la cual presentó el mayor valor de Mg en la temporada de lluvia, seguido por la lluvia seca y por último la temporada de seca en Colombia.

Tejos, 1997 reporta para *H. amplexicaulis*, mayor concentración en la transición y seca, lluvia. Agrosavia (Alimento, 2018), para *C. dactylon*, mayor valor en la seca lluvia, seguido de la lluvia seca, la seca y por último en la temporada de lluvia; para *A. compressus*, mayor valor en seca menor en lluvias; para *A. bicornis*, mayor en seca lluvia, seca y finalmente en época de lluvia; para *S. laxum*, el mayor valor en la época de lluvia seca, seguido por la seca, seca lluvia y por último la temporada de lluvia.

Varios de los reportes citados en este estudio contradicen lo encontrado en el mismo, ya que según Kumagai *et al.*, 1996, el Mg es suficiente para satisfacer requerimiento y es más alto en la temporada de seca que en lluvias; en Nueva Zelanda (Metson y Saunders, 1978) encontraron que para Mg, los valores más altos ocurrieron en verano y los más bajos a mediados del invierno. Evitayani *et al.*, 2004 en Sumatra, reportaron que los contenidos de Mg eran casi similares, pero tenían tendencia a ser más bajos en la época seca que en la de lluvias seca.

El Mg presentó efecto de estación ($p < 0,001$), siendo menor en la temporada de lluvias, posiblemente por las lixiviación de minerales del suelo (Nasrullah *et al.*, 2004), estos mismo autores publicaron que el Mg presentó variación respecto al año de recolección ($p < 0,01$).

Por su parte, Khan *et al.*, 2006, reportaron que los forrajes al Suroeste de Punjab, Pakistán, tenían diferentes concentraciones de Mg, y fueron ligeramente más alto que los niveles mínimos recomendados en las dietas de rumiantes; los resultados en la

composición química del suelo indicaron que el pH del suelo era ácido. Las concentraciones de magnesio intercambiables en el suelo fueron mayores ($p < 0.01$) durante la estación seca que durante la estación húmeda (Khan *et al.*, 2006).

Kumagai *et al.*, 1990, en Indonesia publicaron que el Mg presentó diferencias significativa entre lugar de muestreo. Sowande *et al.*, 2008, en África occidental en pastos naturales dominados por *Panicum maximum*, el Mg estuvo por encima del nivel crítico.

Dadas las evidencias variadas de los múltiples autores, y basado en las publicaciones de Prabowo *et al.*, 1991, los cuales encontraron diferencias entre localidades respecto a la concentración de minerales. Las realizadas por Orden *et al.*, 1999, reportaron que las variaciones estacionales en los minerales puede deberse a cambios en el régimen hídrico, luminosidad y temperatura principalmente. Así mismo, Khan *et al.*, 2006, reportan que encontraron diferencias significativas de concentración de minerales entre las diferentes especies en el mismo lugar. Estos mismo autores reportan que durante el invierno, se encontraron mayormente contenidos minerales más altos que en verano tanto en suelos como en forrajes, y en general hubo una tendencia a la disminución de los micro-minerales forrajeros con el tiempo de muestreo paralelo al avance de la madurez, lo que sugiere la necesidad de la suplementación de estos minerales a los rumiantes el fin de las temporadas (Khan *et al.*, 2006). También, Eviyayani *et al.*, 2004, en Sumatra, publicaron que los minerales y la composición química fueron influenciados además de la temporada por la especie, se concluye que los resultados obtenidos en los diferentes forrajes y los publicados en el presente estudio, presentan variaciones naturales inherentes a las causas citadas anteriormente.

En los paisajes fisiográficos no se presentaron diferencias estadísticas significativas, pero si se evidencia tendencia a ser diferentes.

Según el requerimiento de Mg debe suplementarse levemente para animales en lactancia por que el suministro de este mineral por parte de los forrajes se encuentran por debajo, según las concentraciones encontradas en esta investigación, los requerimientos nutricionales y la disponibilidad del mineral en el forraje dados por (Costa e Silva *et al.*, 2016) y los requerimientos publicados por (NRC, 2000).

Azufre (S)*Efecto de época y paisaje sobre el S*

No se presentaron diferencias estadísticas entre temporadas climáticas, pero en la seca los valores son marginales ($0,11 \pm 0,017$). Agrosavia (Alimento, 2018) publicó para *A. purpusii*, mayor concentración en la seca, seguida por la temporada de lluvia y por último la época de lluvia seca; para *C.dactylon*, mayor concentración en la temporada lluvia seca, luego se a, lluvia y finalmente se a lluvia; para *A. compressus*, mayor concentración en la temporada de lluvia y menor seca; para *A. bicornis*, mayor en seca lluvia, seguido por seca y por último lluvia y para *S. laxum*, mayor concentración de S en la temporada de seca lluvia, lluvia, seca y lluvia seca con menor valor.

Una tendencia notable en la concentración S en el forraje, es el evidente descenso durante el invierno (Roche *et al.*, 2009). Contrariamente Minson, 1990, reportó que la variación en la concentración de azufre en los forrajes no está muy dilucidada, pero al estar correlacionado con la proteína, se espera una disminución en este elemento en la temporada de se a.

La concentración de azufre en los forrajes varía ampliamente dependiendo de la disponibilidad de nitrógeno y fósforo del suelo (Underwood y Suttle, 1999).

Orden *et al.*, 1999, en Filipinas encontraron que el S en leguminosas fue más alto durante la temporada de lluvias ($p < 0,05$). Se presentaron diferencias entre localidades respecto a la concentración de minerales (Prabowo *et al.*, 1991).

Las variaciones estacionales en los minerales pueden deberse a cambios en el régimen hídrico, luminosidad y temperatura principalmente (Orden *et al.*, 1999). Khan *et al.*, 2006, encontraron diferencias significativas de concentración de minerales entre las diferentes especies en el mismo lugar.

Durante el invierno, se encontraron mayormente contenidos minerales más altos que en verano tanto en suelos como en forrajes (Khan *et al.*, 2006). Los minerales y la composición química fueron influenciados además por la especie (Evitayani, *et al.*, 2004).

Entre paisajes fisiográficos no se presentaron diferencias estadísticas, en el presente estudio.

El S según las concentraciones reportadas en esta investigación y los requerimientos nutricionales, además de la disponibilidad del elemento en los forrajes para el rumiante adulto según (Costa e Silva et al., 2016, NRC, 2000), no existe necesidad de suplementar con azufre a los animales en pastoreo en el municipio de Arauca.

Microminerales

Hierro (Fe)

Efecto de época y paisaje sobre el Fe

Las mayores concentraciones en la seca lluvia, seguidos por la lluvia, lluvia seca, y no presentan diferencias entre sí, y estas tres temporadas si presentan diferencias con la seca, la cual presentó los valores más bajos de este mineral. Comportamiento concordante con lo reportado por Khan *et al.*, 2006 y por Kumagai *et al.*, 1989 en Indonesia.

Khan *et al.*, 2008, encontraron que las concentraciones medias de Fe en el forraje variaron de 118.50 mg / kg a 220.30 mg / kg durante el invierno, mientras que varió de 108.34 mg / kg a 132.16 mg / kg durante la temporada de verano. Se encontró que con la maduración gradual del forraje, hubo una disminución en la concentración de Fe en el forraje durante la temporada de invierno

Prabowo *et al.*, 1991 reportaron que se presentaron diferencias entre localidades respecto a la concentración de minerales. El Fe no es deficiente en ambas temporadas, estos autores encontraron algunas correlaciones entre el hierro en forrajes y el suelo ($r=0,268$ $p<0,5$)

La concentración de Fe en el forraje muestra una variación significativa en entre temporadas de muestreo ($P < 0.01$), (Khan *et al.*, 2008).

El contenido de micro minerales variaba entre los forrajes de pastoreo. Los forrajes tenían niveles de Fe considerablemente superiores a los requeridos. Suroeste de Punjab, Pakistán (Khan *et al.*, 2006).

Datos opuestos a los aquí publicados reportan Kumagai *et al.*, 1996, con menor concentración en la temporada de lluvias, al igual que Orden *et al.*, 1999, en Philipinas. Entre los paisajes fisiográficos no se presentaron diferencias estadísticas para esta variable.

El hierro en todas las estaciones climáticas se presenta por encima de los niveles de requerimiento (Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000), sin llegar a ser tóxico, pero sí influenciando la absorción de otros minerales como el Cu y el Zn. Dada esta característica no se hace necesario suplementar con este mineral e los bovinos en pastoreo en el municipio de Arauca.

Manganeso (Mn)

Efecto de época y paisaje sobre el Mn

El Mn se presentó en mayor concentración en la época de lluvia seca y seca lluvia, y los valores más bajos en la temporada de seca y lluvia. Estos datos son coincidentes con los encontrados por Khan *et al.*, 2008, quienes reportaron que el Mn en el forraje evidenció marcadas oscilaciones ($P < 0,001$) en todos los períodos de muestreo con una reducción en su nivel con la madurez del forraje durante el invierno, mientras que lo contrario sucedió en la temporada de verano. El efecto estacional en el forraje en Mn no fue significativo ($P > 0.05$), durante el invierno se registró una concentración más alta de Mn que durante el verano (Khan *et al.*, 2008).

Khan *et al.*, 2006, encontraron que el Mn fluctuaba considerablemente con el tiempo en ambas temporadas. El efecto estacional fue no significativo ($p > 0.05$), los niveles de Mn en forraje estuvieron por encima del nivel crítico durante ambas temporadas y fueron suficientes para cumplir con los requisitos de animales (Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000).

Prabowo *et al.*, 1991 encontraron que se presentan diferencias entre localidades respecto a la concentración de minerales. Mayores deficiencias de Mn en la temporada de seca que en lluvias. Este mismo autor afirma que se presentan diferencias entre localidades respecto a la concentración de minerales.

Las variaciones estacionales en los minerales puede deberse a cambios en el régimen hídrico, luminosidad y temperatura principalmente (Orden *et al.*, 1999). Khan *et al.*, 2006, encontraron que existen diferencias significativas de concentración de minerales entre las diferentes especies en el mismo lugar.

Las razones expuestas anteriormente ratifican las causas de las variaciones presentadas dentro de los diferentes reportes.

Entre el banco y el bajo se presentaron diferencias significativas, siendo el banco la posición con mayor cantidad de este mineral.

La concentración de Mn en los forrajes nativos de la sabana inundable del municipio de Arauca y su contraste con el requerimiento nutricional y disponibilidad del mineral en el forraje según lo indicado por (Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000), no es necesaria la suplementación con este mineral y tampoco se presenta en cantidades tóxicas para el animal.

Cobre (Cu)

Efecto de época y paisaje sobre el Cu

Los mayores valores se presentaron en la época de lluvias, y esta época difieren significativamente de las otras tres temporadas, que entre sí no presentaron diferencias estadísticas.

Estos datos son coincidentes con los reportados en la literatura por (Kumagai *et al.*, 1996), Orden *et al.*, 1999, en Filipinas encontraron mayor concentración de Cu en gramíneas, en la estación húmeda, al igual que Khan *et al.*, 2006, los cuales reportaron además del mismo comportamiento de Cu, una variación de este mineral en el forraje con un efecto significativo de la estación climática ($p < 0,001$). Así como una disminución

gradual con el avance de la maduración en el nivel de Cu durante ambas temporadas. (Khan *et al.*, 2006,2008).

Khan *et al.*, 2008, reportaron que las concentraciones medias de Cu en el forraje variaron de 20,12 mg / kg a 32,28 mg / kg durante el invierno y de 10,76 mg / kg a 26,60 mg / kg durante la temporada de verano. La temporada y el intervalo de muestreo afectaron significativamente al Cu de forraje ($P < 0.01$).

Los valores de Cu del forraje pueden verse afectados por un pH bajo en el suelo, lo cual aumenta la solubilidad del hierro, y esto a su vez reduce la absorción de Cu por las plantas, o al recolectar forrajes en etapa avanzada de madurez. Se ha sugerido que la concentración de este elemento está inversamente relacionada con el aumento de madurez de la planta (Khan *et al.*, 2008, McDowell *et al.*, 1983).

Respecto a la posición fisiográfica, el Cu no presentó diferencias estadísticas entre banco y bajo.

Khan *et al.*, 2007, encontraron que el Cu del suelo se afecta significativamente por los cambios estacionales, así mismo reportaron mayor concentración en invierno que en el verano. Y es satisfactorio en el invierno, pero en el verano se encuentra en niveles marginales que generan deficiencia leve.

Las altas concentraciones de hierro en la presente investigación producen una absorción menor del Cu por las plantas (McDowell *et al.*, 1983), complicando aún más la deficiencia natural presentada en los forrajes nativos del municipio de Arauca, y dadas las concentraciones marginales de este mineral en las tres temporadas climáticas (lluvia seca, seca lluvia y seca), las necesidades de los rumiantes y la disponibilidad del mineral para los animales en los forrajes (Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000), la suplementación con una fuente de Cu es necesaria para el mejor desempeño animal en condiciones de sabana inundable de Arauca.

Zinc (Zn)

Efecto de época sobre el Zn

En la transición de seca lluvia se presentó el máximo valor encontrado, y existen diferencias significativas en relación a las demás épocas climáticas, las cuales no presentan diferencias entre ellas. Para forrajes nativos de la sabana inundable de Arauca Agrosavia (Alimento, 2018) los datos publicados son similares al presente estudio; para la especie *S. laxum*, mayor concentración en la temporada de seca lluvia, seguido por la de lluvia seca, lluvia y seca con el valor más bajo, para *A. bicornis*, la época de seca lluvia presentó los mayores valores, seguido por la seca y finalmente la lluvia, para el caso de *C. dactylon*, la temporada de seca lluvia presentó mayores valores, seguido por la seca, la lluvia seca, y con menor valor la temporada de lluvia.

Khan *et al.*, 2006, reportaron que la concentración de Zn varió significativamente durante diferentes temporadas ($P < 0.001$). El Zn en invierno fue mayor que en verano.

Las concentraciones Zn en el forraje se vieron afectadas significativamente ($P < 0.001$) por las estaciones. Sus concentraciones variaron de 52.5 mg / kg a 75.2 mg / kg durante el invierno y de 28.5 mg / kg a 55.3 mg / kg durante la temporada de verano (Khan *et al.*, 2008).

Metson y Saunders, 1978, en Nueva Zelanda reportaron niveles de zinc más altos en verano, las diferencias en Zn por efecto de especies (gramíneas vs leguminosas), las variaciones estacionales no fueron contundentes en ese estudio. Safari *et al.*, 2011, en Tanzania encontraron que el Zinc presentó variaciones significativas entre especies ($P = 0.002$).

En el Suroeste de Punjab, Pakistán, Khan *et al.*, 2006, encontraron que los forrajes tenían niveles ligeramente bajos de Zn a moderado en comparación con los requisitos dietéticos recomendados de los rumiantes. Prabowo *et al.*, 1991, reportaron que se presentaron diferencias entre los lugares de muestreo respecto a la concentración de minerales y una mayor deficiencia de Zinc en lluvias que en época seca 52 y 32 % respectivamente. Además encontraron algunas correlaciones entre el zinc en forrajes y el suelo ($r = 0,369$, $P < 0,01$). Respecto a la posición fisiográfica, el contenido de Zn no presentó diferencias significativas en las dos posiciones analizadas.

El zinc puede ser más soluble y susceptibles a la lixiviación en suelos de pH bajo y áreas de alta precipitación (Khan *et al.*, 2006).

Según concentración de este mineral en los forrajes, los requerimientos nutricional y la absorción del Zn por parte del rumiante (Costa e Silva *et al.*, 2016, NRC, 2000), la suplementación con este mineral no es necesaria en ninguna temporada climática, aunque es fundamental evaluar más profundamente las relaciones con el hierro y el pH del suelo, además del nivel freático para tomar una decisión frente a la suplementación con una fuente de zinc en condiciones de sabana inundable del municipio de Arauca.

2.6.5 Diseñar una suplementación mineral teniendo en cuenta información previa de las características de composición química de las especies y requerimientos minerales en la ganadería de cría

El escaso conocimiento acerca de la variación espacial y temporal de los paisajes fisiográficos y su relación con la dinámica hídrica, hace más compleja, la generación y adopción de un plan de manejo genérico (Vélez-T, 2019, Santos *et al.*, 2004), manifestándose la necesidad de producir recomendaciones maleables de acuerdo a la respuesta de la sabana inundable a la dinámica de inundación, Santos *et al.*, (2002).

Botacio y Garmendia, (1997) encontraron que en sabanas inundables de Venezuela, la suplementación mineral mejora la tasa de preñez del 30,7 a 61,2 % en la temporada seca y de 32 a 60% en la temporada de lluvias, reduce los abortos del 11 a 4,4 % en la época seca y del 12,1 al 5,1% en la temporada de lluvias. Del mismo modo en sabanas de Venezuela, Obispo *et al.*, (2002) lograron aumentar la ganancia diaria de peso en 28% y reducir la mortalidad en 81% con el suministro de sal mineralizada frente a la sal común ganadera.

En el presente estudio se concibieron dos recomendaciones de sal mineral para cada tipo de animal planteado, una para la temporada seca y otra para lluvia, por las variaciones en la composición mineral de los forrajes nativos.

Para la vaca en lactancia se recomienda incluir calcio y sodio en las dos temporadas climáticas, siendo mayor la necesidad de calcio en lluvias, y el cobre es deficitario en la época seca, lo cual coincide con lo encontrado por Chicco y Godoy 2002, Torres *et al.*, 1994. Haciéndose indispensable realizar la suplementación por medio de la sal para garantizar un adecuado desempeño y salud animal.

En el ternero desteto, el calcio, el fósforo, y el sodio se deben suplementar en ambas temporadas climáticas, presentándose mayor deficiencia de fósforo y ligeramente menor de calcio en la temporada seca, coincidiendo con lo reportado por Obispo *et al.*, 2002, Sequera y Lopez, 1999, para el fósforo, el cual es más deficiente en esta temporada.

Al igual que el presente estudio, el sodio es deficiente según lo reportado por Chicco y Godoy, (2002, 2005) en sabanas de Venezuela. El magnesio de los forrajes nativos satisface los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo en la sabana inundable de Arauca, coincidiendo con lo publicado por (Chicco y Godoy 2002) en sabanas inundables de Venezuela. Estos mismos autores encontraron valores altos de azufre, considerados raros y coinciden parcialmente con los del presente estudio, ya que contrario a lo esperado, no se evidenció la necesidad de suplementar este mineral. El hierro y el manganeso se encontraban muy por encima de los requerimientos nutricionales, no siendo necesaria su suplementación, por lo cual se presume se debería incluir un valor marginal de Cu en la formulación de manera general para mitigar la reducción en la absorción, Torres *et al.*, 2006.

2.7 Conclusiones

La sabana inundable de Arauca exhibe una amplia oferta de gramíneas forrajeras nativas, con una marcada presencia de la ruta fotosintética C₃, con medio a alto potencial forrajero, las cuales tienen concentraciones minerales que fluctúan estacionalmente, siendo la temporada seca la más crítica nutricionalmente, ocasionándose de esta forma la necesidad de suplementar los minerales encontrados como deficientes en cada una de las temporadas climáticas y tipo de animal en relación de suministrar una única sal completa durante todo el año.

2.8 Recomendaciones

Realizar experimentos de esta índole con una mayor cantidad de especies (gramíneas-leguminosas), determinando la proporción especies en oferta y consumidas, y con una mayor frecuencia de muestreos por temporada.

Determinar la proporción de los paisajes fisiográficos presentes.

Probar de forma controlada las formulaciones propuestas en condiciones de pastoreo, para determinar su impacto productivo y económico en la producción en ganadera local.

Incluir azufre en la formulación de la sal mineral

2.9 Referencias

Archimède H, Eugène M, Marie Magdeleine C, Boval M, Martin C, Morgavi D P, Lecomte P, Doreau, M. (2011). Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 59–64. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003.

(AOAC), International, A. of O. A. C. (2012). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Recovery studies*, 17th edn. Byrd Richmond, VA.

(ICA), I. colombiano A. (2019). Censo pecuario nacional. Retrieved from <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>

(PBA), P. bovino A. (2017). Contextos, fundamentos y desarrollos en la implementación de un programa balance dietario para los sistemas de producción bovina tipicados en el departamento de Arauca. Arauca: PBA.

Abegunde, T; Babayemi, O; and Akinsyinu, A. (2011). Abegunde et al 2011 Nutritive value assessment of ficus polita and panicum maximum at varying proportions using an in vitro gas production method in the dry ad west seasons. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(1), 35–39.

Abusuwar, A. and, & Ahmed, E. (2010). Seasonal variability in nutritive value of ruminant diets under open grazing system in the semi-arid rangeland of Sudan (South Darfur State) Dept . of Arid land Agriculture , Faculty of Meteorology , Environment and Arid land Agric ., Ennhod Desert Shee. *Agriculture and Biology Jorunal of North America*, 1(2), 243–249.

Alimento. (2018). AGROSAVIA.pdf. Retrieved from <http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/AlimenTro/Home/Index?ReturnUrl=%2FNetCorpoicaMVC%2Falimento>

Allinson, D. and, & Osbourn, D. (1970). The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. *The Journal of Agricultural Science*, 74(1), 23–36. <https://doi.org/10.1017/S0021859600020918>

Ammar, H., López, S., González, J. S., & Ranilla, M. J. (2004). Seasonal variations in the chemical composition and in vitro digestibility of some Spanish leguminous shrub species.

Animal Feed Science and Technology, 115(3–4), 327–340.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.03.003>

Anele, U; Arigbede, O; Sudekum, K; Onic, O; Jolaosho, A; Olanite, J; Adeosun, A; Dele, P; Ike, K and Akinola, O. (2009). Seasonal chemical composition, in vitro fermentation and in sacco dry matter degradation of four indigenous multipurpose tree species in Nigeria. *Animal Feed Science and Technology*, 154(1–2), 47–57.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.07.007>

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*. Official Methods of Analysis of AOAC international (Vol. 18th editi).

Araujo, S., Simao, M., Araújo, B y Santos, S. (2017). Avaliação de Pastagem Nativa em Áreas Inundáveis com Predominância de *Hymenachne amplexicaulis* no Pantanal, MS. Corumbá: EMBRAPA.

Barreto, A., Catusus, L. y, & Acosta, Z. (2012). Gramíneas y leguminosas naturales y/o naturalizadas de la provincia de Camagüey, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 21(1), 15–46. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.24FD00D5&lang=es&site=eds-live>

Batista de souza, G., de Araujo, a., Mitsuko, L e Rocha, L. (1999). Método alternativo de fibra em detergente neutro e detergente ácido. Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA. Retrieved from <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/46109/4/PROCIGBS199900154.pdf>

Bernardis, A., Roig, C. and, & M, B. (2005). Productividad y Calidad de los Pajonales de *Sorghastrum setosum* (Griseb.) Hitchc. en Formosa, Argentina. *Agricultura Técnica*, 65(2). <https://doi.org/10.4067/s0365-28072005000200007>

Blair, J., Nippert, J., Briggs, J. (2014). Grassland ecology. En Monson, R. K. (Ed.), *Ecology and the Environment, The Plant Sciences* 8 (pp. 390-421). Nueva York, Estados Unidos: Springer-Verlag

BOLFORD; Mostacedo, B y Todds, F. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia. Santa Cruz: Proyecto BOLFORD. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4353017>

Botero, E y Padilla, A. (2016). Análisis de perfil competitivo de la cadena productiva carne-lácteos del departamento de Arauca. *Revista Unimar*, 34(2), 163–174. Retrieved from <http://www.ojseditorialumariana.com/index.php/unimar/article/view/1248/pdf>

Brandstetter, E. et al 2017. (2017). Production and quality of Jiggs bermudagrass forage on Holstein cow milk production and quality parameters under an intermittent grazing system. *Canadian Journal of Animal Science (CJAS)*, 1–31. Retrieved from <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/82809/1/cjas-2016-0136.pdf>

Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forage and influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science Technology*, 59, 37–49.

Camacho, L. M., Rojo, R., Salem, A. Z. M., Provenza, F. D., Mendoza, G. D., Avilés, F., & Montañez-Valdez, O. D. (2010). Effect of season on chemical composition and in situ degradability in cows and in adapted and unadapted goats of three Mexican browse species. *Animal Feed Science and Technology*, 155(2–4), 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.12.001>

Cardoso, E., Araújo, S., Barioni, W. (2003). Efeitos da Queima na Produção e Valor Nutritivo da Matéria Seca em Área de *Andropogon bicornis*. Pantanal: EMBRAPA.

Chacón-Moreno, E. (2007). Ecological and spatial modeling: Mapping ecosystems, landscape changes, and plant species distribution in Llanos del Orinoco, Venezuela. Production. Wageningen. Retrieved from <https://library.wur.nl/WebQuery/wda/1830239>

Chicco, C. F. y S. Godoy 2002. Nutrición mineral de los bovinos de carne en Venezuela. En: XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. (R. Romero, J. Arango, J. Salomón Eds.) Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp.139-168.

Chicco C y Godoy de León S. Deficiencias minerales y condiciones asociadas en la ganadería de carne de las sabanas de Venezuela. Primer Curso Internacional Sobre Avances en la Nutrición de los Rumiantes 2005. pp. 101-128. Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Edif.- 3 zona universitaria UCV, Apartado de correo 4653, Maracay 2101, Aragua. Venezuela

Clayton, W., Vorontsova, M., Harman, K y Williansom, H. (2018). Grass Base. Retrieved from <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>

Comastri Filho, J. A. (1984). Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. Circular Técnica. Pantanal: EMBRAPA.

Costa e Silva, L. F., Valadares Filho, S. de C., Rotta, P. P., Marcondes, M. I., Zanetti, D., Gionbelli, M. P., Paulino, M. F. (2016). Mineral requirements for beef cattle. In S. de C. V. Filho, L. F. C. e Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti, & L. F. Prados (Eds.), *Exigencias nutricionales de bovinos de corte puros y cruzados* (3ra ed., pp. 213–250). Suprema Gráfica Ltda. Retrieved from <http://www.brcorte.com.br/en/>

Coumo, G., Blouin, D, Corkern, J., McCoy, E and Walz, R. (1996). Plant Morphology and Forage Nutritive Value of Three Bahiagrasses as Affected by Harvest Frequency. *Agronomy Journal*, 88(1), 85–89. <https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800010018x>

Csurhes, S., Mackey, A., Fitzsimmons, L. (1999). *Hymenachne* (*Hymenachne amplexicaulis*) in Queensland. Queensland: Department of Natural Resources and Mines.

Cuesta, P., McDowell, L., Kunkle, E, Bullock, F, Drew, A Wilkinson, N. and M. F. (1993). Seasonal variation of soil and forage mineral concentrations in north florida. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24(3–4), 335–347. <https://doi.org/10.1080/00103629309368803>

DANE. (2016). 3er. Censo Nacional Agropecuario. Tomo II. Resultados. DANE-Ministerio de Agricultura. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Dantas da Silveira, A. (2015). Revisão das espécies do gênero *Axonopus* P. Beauv, série *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) biomas Pampa, Pantanal e Mata Atlântica. Maestría en Botánica. Universidad de Brasilia.

De Gennaro, D and Scataglini, A. (2012). Análisis filogenético del género *sacciolepis* (poaceae, panicoideae, paniceae) con caracteres morfológicos. *Darwiniana*, 50(1), 81–96. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-67932012000100004&lng=es&tlng=en.

Do Nascimento, K. (2006). Monitoramento Espacial de Biomassa e Carbono Orgânico da Vegetação Herbácea de Várzea na Amazônia Central. Universidade Federal do Paraná. Retrieved from https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/4450/TESE_KMNB_06jun2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ellis, R. (1986). Leaf anatomy of the South African *Danthonieae* (Poaceae): XIX. The genus *Prionanthium*. *Bothalia*, 19(2), 243–249. <https://doi.org/10.4102/abc.v19i2.964>

Enríquez, J., Melendéz, F. Bolaños, E y Esqueda, V. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. SAGRAPA.

Epstein, H. E., R. A. Gill, J. M. Paruelo, W. K. Lauenroth, G. J. Jia, and I. C. Burke. 2002. The relative abundance of three plant functional types in temperate grasslands and shrublands of North and South America: Effects of projected climate change. *Journal of Biogeography* 29:875-888.

Espinoza, J., McDowell, L., Wilkinson, N and Martin, F. G. (1991). Monthly variation of forage and soil minerals in central florida. i. macro-minerals. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 22(11–12), 1123–1136. <https://doi.org/10.1080/00103629109368479>

Evitayani, L., Warly, A., Fariani, T., Ichinohe, T., & Fujihara, T. (2004a). Study on Nutritive Value of Tropical Forages in North Sumatra, Indonesia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 17(11), 1518–1523. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/4b6e/6f1312a235ccde15b03ca1ea65fd46d216c4.pdf>

Evitayani, Warly, L., Fariani, A., Ichinohe, T., Abdulrazak, S. A., & Fujihara, T. (2004). Comparative rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in West Sumatra, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(8), 1107–1111. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1107>

Evitayani, Warly, L., Fariani, A., Ichinohe, T., & Fujihara, T. (2004b). Seasonal changes in nutritive value of some grass species in West Sumatra, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(12), 1663–1668. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1663>

Fedele, V., Claps, S., Morone, G., Rubino, R., & Sepe, L. (2005). Seasonal evolution of volatile compounds content and aromatic profile in milk and cheese from grazing goat. *Small Ruminant Research*, 59(2–3), 273–279. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.013>

Fernández, Mateo; Bedoya, Ana María; Madriñán, Santiago. Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana*, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 96-105 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" Bogotá, Colombia

Flora de Argentina. (2019). Flora De Argentina. Retrieved January 28, 2019, from <http://www.floraargentina.edu.ar/detalleespecie.asp?forma=&variedad=&subespecie=&especie=setosum&espcod=13689&genero=Sorghastrum&autor=4386&deDonde=4>

Flórez, H. (2012). Requerimientos y recomendaciones de suplementación con minerales en bovinos. In *En Manejo de la nutrición mineral en sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia*. (pp. 81–112).

Fulkerson, W.J.; Neal, J. S., Barchia, I., Horadagoda, A., & Nandra, K. S. (2007). Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Herbs and grain crops. *Livestock Science*, 114(1), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.04.013>

GBIF Secretariat. (2017). GBIF Backbone Taxonomy. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.126.1.78>

Ghannoum, Oula Paul, M. J., Conroy, J. P., Beale, M. H., Corol, D.-I., & Ward, J. L. (2008). The sensitivity of photosynthesis to phosphorus deficiency differs between C3 and C4 tropical grasses. *Functional Plant Biology*, 35(3), 213. <https://doi.org/10.1071/fp07256>

Giraldo-Cañas, D. y P. P. (2009). Revisión de las especies del género *sporobolus* (poaceae : chloridoideae : sporobolinae) del noroeste de sudamérica : Revision of the genus *Sporobolus* (Poaceae : Chloridoideae : Caldasia, 31(1), 41–76.

Gobernación. (2012). Diagnóstico sectorial. Plan de Desarrollo departamental 2012-2015. Arauca. Arauca: Gobernación Arauca.

Gordon, E y Feo, Y. (2007). Dinámicode crecimiento de *hymenachne amplexicaulis* en un humedalherbáceo en el estado Miranda(VENEZUELA). *ACTA BOT. VENEZ.*, 30(1), 1–18. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=86230101%3E

Goswami, T.; Bhar, R., Jadhav, S; Joardar, S. N. and, & Ram, G. (2005). Role of dietary zinc as a nutritional immunomodulator. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(3), 439–452. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.439>

Grovum, W and Chapman, H. (1989). Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. *British Journal of Nutrition*, 59, 63–72. <https://doi.org/10.1079/bjn19900029>

Hassen, A., Rethman, N. F. G., van Niekerk, W. A., & Tjelele, T. J. (2006). Influence of season/year and species on chemical composition and in vitro digestibility of five *Indigofera* accessions. *Animal Feed Science and Technology*, 136(3–4), 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.09.010>

Henry, D; Simpson, R and Macmillan, R. (2000). a Ustralian J Ournal of. *Australian Journal Agricultural Research*, 51, 823–831. <https://doi.org/10.1071/PP98031>

Hessle, A., Rutter, M., & Wallin, K. (2008). Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Applied Animal Behaviour Science*, 111(1–2), 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.017>

Hopkins, A. and, & Bowiling, P. (1994). Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*, 49(1), 9–20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb01971.x>

IGAC. (2017). Estudio Gneral de Suelos y Zonificación de Tierras Arauca (1st ed.). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Jarvis, S. C., & Austin, A. R. (1983). Soil and plant factors limiting the availability of copper to a beef suckler herd. *The Journal of Agricultural Science*, 101(01), 39–46. <https://doi.org/10.1017/s0021859600036340>

Kawakita, K; Fontana, A; Garcia, M; Rodrigues, R y Tasicio, F. (2018). Poaceae em uma planície de inundação no Brasil: distribuição espacial e conservação. *Rodriguésia*, 69(2), 577–594. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869223>

Kennedy, P and Milligan, L. (1978). Transfer of urea from the blood to the rumen of sheep. *British Journal of Nutrition*, 40(01), 149. <https://doi.org/10.1079/bjn19780105>

Khan, Z., Ashraf, M., Hussain, A and McDowell, L. (2008). A study on seasonal variability of trace elemental status of forages for grazing ruminants. *Journal of Plant Nutrition*, 31(8), 1345–1354. <https://doi.org/10.1080/01904160802224425>

Khan, Z; Hussain, A; Ashraf, M; Ashraf, M.Y; Mcowell and Huchzermeyer, B. (2007). Copper nutrition of goats grazing native and improved pasture with the seasonal variation in a semiarid region of Pakistan. *Small Ruminant Research*, 67(2–3), 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.030>

Khan, Z., Ashraf, M, Ahmad, K., & Mustafa, I and Muhammad, D. (2007). Evaluation of micro minerals composition of different grasses in relation to livestock requirements. *Pakistan Journal of Botany*, 39(3), 719–728. Retrieved from https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/8340741/pjb39%283%29719.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1551804317&Signature=NSajkrCYaoQV24Shs5GAOtyg%2FrA%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DEvaluation_of_micro_minerals_co

Khan, Z., Ashraf, M., Hussain, A and McDowell, L. (2006). Seasonal variation of trace elements in a semiarid veld pasture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37(9–10), 1471–1484. <https://doi.org/10.1080/00103620600585914>

Khan, Z. I., Hussain, A., Ashraf, M., & McDowell, L. R. (2006). Mineral status of soils and forages in southwestern Punjab-Pakistan: Micro-minerals. *ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES*, 19(8), 1139., 19(8), 1139–1147.

Khan, Z. I., Ashraf, M., & Valeem, E. E. (2006). Forage mineral status evaluation: The influence of pastures. *Pakistan Journal of Botany*, 38(4), 1043–1054.

Khan, Z., Hussain, A., Ashraf, M., Valeem, E. and, & Ashraf, M. (2004). Use of pasture and animal samples as indicators of Magnesium status of small ruminants in relation to seasonal fluctuations . *USE OF PASTURE AND ANIMAL SAMPLES AS INDICATORS OF MAGNESIUM. INT. J. BIOL. BIOTECH*, 1(4), 413–422. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Ehsan_Elahi_Valeem/publication/236279099_Use_o

f_pasture_and_animal_samples_as_indicators_of_Magnesium_status_of_small_ruminants_in_relation_to_seasonal_fluctuations/links/00b49517d9bb01be3a000000.pdf

Killeen, T. J., & Hinz, P. N. (1992). Grasses of the precambrian shield region in eastern lowland bolivia. II. Life-form and C3-C4 photosynthetic types. *Journal of Tropical Ecology*, 8(4), 409–433. <https://doi.org/10.1017/S0266467400006738>

Klink, C. A., & Joly, C. A. (1989). Identification and Distribution of C3 and C4 Grasses in Open and Shaded Habitats in Sao Paulo State, Brazil. *Biotropica*, 21(1), 30. <https://doi.org/10.2307/2388438>

Kumagai, H; Ishida, N; Katsumata, H.; Kawashima, R., Yano, H., & Jachja, J. (1990). A study on nutritional status of macro minerals of cattle in Java in Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 3(1), 7–13. <https://doi.org/10.5713/ajas.1990.7>

Kumagai, H; Kato, K; Ishida, N; Ktsumata, M; Jachja, J; Yano, H Kawashima, R. (1989). A Study on Nutritional Status of Trace Minerals in Cattle in Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2(3), 279–280. <https://doi.org/10.5713/ajas.1989.279>

Kumagai, H., Swasdiphanich, S., Prucasri, P., Yimmongkol, S., Rengsirikul, B., & Thammageeratiwong, P. (1996). A study on the mineral status of beef and dairy cattle and buffalo in central Thailand. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*.

Kumar, A. (2010). The Effects of Season on Macro and Micro Mineral Chemistry and Crude Protein of Soil and Pasture Species Grazed by The Fiji Fantastic Sheep in Nausori, Fiji Islands. *Communication Studies. THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC*.

Lecomte, P., Martin, C., Archimède, H., Morgavi, D. P., Eugène, M., Marie Magdeleine, C., ... Boval, M. (2011). Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology*, 166–167, 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003>

Lekeufack, M; Fonkou, T; Ivo Balock, S; Pamo, E and Amougou, A. (2011). Studies on Biomass Yield from *Echinochloa pyramidalis*, E. *Universal Journal of Environmental Research & Technology*, 1(4), 476–485.

Li, G., Helyar, K., Conyers, M., Cregan, P., Cullis, B., Poile, G., Fisher, R., A., & Castleman, L. (2001). Potassium deficiency and its management in a long-term rotation experiment in the south-western slopes New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(4), 497–505. <https://doi.org/10.1071/EA00108>

Ludlow, M. (1985). Photosynthesis and Dry Matter Production in C3 and C4 Pasture Plants, With Special Emphasis on Tropical C3 Legumes and C4 Grasses. *Functional Plant Biology*, 12(6), 557. <https://doi.org/10.1071/pp9850557>

Maas, J; Wilson, G; McCutcheon, S; Lynch, G; Burnahan, D and France, J. (2001). The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. *Journal of Animal Science*, 79(4), 1052. <https://doi.org/10.2527/2001.7941052x>

MABA. (2019). MABA Madream Archipelago Biodiversity Assessment. Retrieved January 27, 2019, from <http://madream.org/symbflora/taxa/index.php?taxon=Axonopus compressus#>

Martens, H. (1983). Saturation kinetics of magnesium efflux across the rumen wall in heifers. *British Journal of Nutrition*, 49(01), 153. <https://doi.org/10.1079/bjn19830020>

Masters, D., Purser, D., Yu, S., Wang, Z., Yang, R., Liu, N., Lu, D., Ren, J and Li, G. (1993). Mineral nutrition of grazing sheep in northern china I. Macro-minerals in pasture, feed supplements and sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 6(1), 99–105.

McDowell, L., Conrad, J., Ellis, G and Loosll, J. (1983). Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Florida: CIAT. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SRcEZVPbVRQC&oi=fnd&pg=PR5&dq=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&ots=Sz392G3YVg&sig=vwOrDRhLSvyE_IjQfaeu_u_Ew2M#v=onepage&q=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&f=false

McDowell, L., Kiatoko, M., Bertrand, J., Chapman, H., & Pate, F., Martin, F. and Conrad, J. (1982). Evaluating the Nutritional Status of Beef Cattle Herds from Four Soil Order Regions of Florida. I. Macroelements, Protein, Carotene, Vitamins A and E, Hemoglobin and Hematocrit. *Journal of Animal Science*, 55(1), 28–37. <https://doi.org/10.2527/jas1982.55128x>

McDowell, L. (1985). Nutrient Requirements of Ruminants. In A. P. I. (London) LTA (Ed.), *In Nutrition of Grasses ruminants in Warm climates*. (Academic P, p. 483370). Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=eE8VqQ9xYHAC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Nutrients+Requeriments+of+Rumiant.+In+Nutrition+of+Grasses+ruminants+in+Warm+climates&ots=8VM_VHW82T&sig=T_hxmzEmF970vbLGTu2k6keMAk#v=onepage&q=Nutrients+Requeriments+of+Rumiant. In McDowell, L. (1996). Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*, 60(3–4), 247–271. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00983-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00983-2)

Mejía, A. (2011). Caracterización de las especies forrajeras nativas (Gramíneas-leguminosas) de mayor consumo en la ganadería de cría en la sabana inundable de Casanare. Universidad de los Llanos.

Mertens, D. (1984). Regulation of forage intake. In C. J. Fahey (Ed.), Forage quality, evaluation and utilization (pp. 450–493). Madison WI: American Society of Agronomy.

Mertens, D. R. (1987). Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64, 1548–1558. Retrieved from <https://scihub.tw/10.2527/jas1987.6451548x>

Metson, A. J., & Saunders, W. M. H. (1978). Seasonal variations in chemical composition of pasture: I. Calcium, magnesium, potassium, sodium, and phosphorus. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 21(2), 341–353. <https://doi.org/10.1080/00288233.1978.10427419>

Mijares Santana FJ, Pérez-Buitrago N, Pérez-Cárdenas NC. 2019. Variación estacional de la composición florística en sabanas inundables en Arauca, Colombia. *Caldasia* 41(2) <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v41n2.70467>.

Milford, R and Minson, D. (1965). Intake of tropical pasture species. In 9 th Int. Grassld. Congr. (p. 815). Sao Paulo.

Minson, D. J. (1990). Ruminant Production and Forage Nutrients. In T. Cunha (Ed.), Forage in Ruminant Nutrition (pp. 1–8). Florida: Academic Press, Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-498310-6.50007-9>

Moniello, G; Infascelli, F; Pinna, W and Camboni, G. (2005). Mineral requirements of dairy sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 4(1), 63–74. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.1s.63>

Morales, J. (2003). Poaceae. In I. Silvia Troyo (Ed.), Manual de plantas de Costa Rica Vol 1. (Vol. 55, pp. 598–821). <https://doi.org/10.1088/0022-3727/20/9/001>

Mulder, C and Ellis, R. (2000). Ecological significance of South-West African grass leaf phytoliths: A climatic response of vegetation biomes to modern aridification trends SIGNIFICANCE OF OF VEGETATION GRASS LEAF: A CLIMATIC RESPONSE TRENDS. In S. W. J. and J. Everett (Ed.), Grasses. Systematic and Evolutions (CSIRO, pp. 246–256). CSIRO. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nocGdY9MViMC&oi=fnd&pg=PA248&dq=E COLOGICAL+SIGNIFICANCE+OF+SOUTH+WEST+AFRICAN+GRASS+LEAF+PHYTOLITHS+:+A+CLIMATIC+RESPONSE+OF+VE GETATION+BIOMES+TO+MODERN+ARIDIFICATION+TRENDS"&ots=I_3aLhBSR7&sig=K2hiq27000JAAMu76](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nocGdY9MViMC&oi=fnd&pg=PA248&dq=E COLOGICAL+SIGNIFICANCE+OF+SOUTH+WEST+AFRICAN+GRASS+LEAF+PHYTOLITHS+:+A+CLIMATIC+RESPONSE+OF+VE GETATION+BIOMES+TO+MODERN+ARIDIFICATION+TRENDS)

Nasrullah, Niimi, M., Akashi, R., & Kawamura, O. (2003). Nutritive evaluation of forage plants grown in South Sulawesi, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(5), 693–701. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.693>

Nasrullah, Niimi, M., Akashi, R., & Kawamura, O. (2004). Nutritive Evaluation of Forage Plants Grown in South Sulawesi, Indonesia II. Mineral Composition. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(1), 63–67. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.63>

Nguyen, H. T., D. A. Sleper, and A. G. M. (1982). Inheritance of Forage Quality and Its Relationship to Leaf Tensile Strength in Tall Fescue1. *Crop Science*, 22, 67–72. <https://doi.org/10.2135/cropsci1982.0011183x002200010015x>

Norman, M. J. T. (1963). The pattern of dry matter and nutrient content changes in native pastures at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 3(9), 119–124. <https://doi.org/10.1071/EA9630119>

NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (T. N. A. Press, Ed.) (Seventh Re). Washington, DC.

Ocampo, A y Peñuela, L. (2014). Enfoque sistémico base fundamental para la productividad de la ganadería de cría en sabana inundable. In S. Ardila., Peñuela L., Ardila, V., Solano, C y Galán (Ed.), *Sabana inundable y ganadería, opción productiva de conservación en la Orinoquia* (p. 117). La imprenta SA.

Ogebe, P., Ayoade, J., McDowell, L., Wilkinson, N. and, & Martin, F. (1995). Mineral concentrations of forages and soils in benue state, nigeria. I macrominerals and forage in vitro organic matter digestibility and crude protein concentrations1. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(13–14), 1995. <https://doi.org/10.1080/00103629509369424>

Ogebe, P; Ayoade, J., & Martin, F and Wilkinson, N. (1995). Mineral concentrations of forages and soils in benue state, nigeria. II. trace minerals, soil ph and organic matter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(13–14), 2009–2021. <https://doi.org/10.1080/00103629509369425>

Onofre, H. (1997). Estrategias para el manejo de la ganaderia bovina en la region inunoable. In C. Jaramillo (Ed.), *Produccion bovina memorias*. Villavicencio: Corpoica.

Onyeonagu, C. C., & Eze, S. M. (2013). Proximate compositions of some forage grasses and legumes as influenced by season of harvest. *African Journal Og Agricultural Research*, 8(29), 4033–4037. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.2484>

Onyeonagu, C. O. P. and, & Eze, S. (2013). Seasonal variation in the anti-nutrient and mineral components of some forage legumes and grasses. *African Journal of Biotechnology*, 12(2), 142–149. <https://doi.org/10.5897/ajb11.1359>

Orden, E; Serra, A; Serra, S; Aganon, C; Cruz, E; Cruz, L and Fujihara, T. (1999). Mineral Concentration in Blood of Grazing goats and Some Forage in Lahar-Laden Area of Central Luzon, Philippines. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 12(3), 422–428.

Patton, A. R., & Gmsricfg, L. (1942). Seasonal Changes in the Lignin and Cellulose. *Journal Animal Science*, 1(1), 22–26. <https://doi.org/10.2527/jas1942.1122>

Peñuela, L., Fernández, A., Castro, F y Ocampo, Á. (2011). Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la orinoquia. (S. Suescún, Ed.), *Biota Colombiana* (La imprent). Villavicencio. <https://doi.org/10.15468/v9vn3a>

Peñuela, L., Ocampo, A., Fernández, A y Castro, F. (2012). Estrategias para el mejoramiento de la productividad ganadera y la conservación de la sabana inundable en la orinoquia. (C. de cooperación interinstitucional Entre: & la corporación autónoma R. de la O. (Corporinoquia) y la fundación M. S. D. The Nature Conservancy (TNC), La fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la fundación biodiversa de España, Eds.). Convenio de cooperación interinstitucional entre: The Nature Conservancy (TNC), La fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la fundación biodiversa de España, la corporación autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia) y la fundación Mario Sa.

Pérez, R., & Vargas, O. (2001). Características De La Sabana Nativa Y Su Potencial De Producción Bovina En La Llanura Inundable De Arauca. *Boletín Técnico (Corporación Colombia de Investigación Agropecuaria (Colombia) 25)*. Arauca: Corpoica. Retrieved from (Bac) Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Pinzón C. C, Rangel-Ch JO, Minorta-Cely V, Aymard C. G. 2017. Riqueza y diversidad de las plantas con flores del área de los humedales y las sabanas inundables del departamento de Arauca, Colombia. *BioLlania Edición Esp.* 15:470–532.

Pott, E., Pott, A., Almeida, I., D., & Brum, P., Comastri-Fliho, J e Tullio, R. (1989). Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. III. Levantamento de macronutrientes no baixo Piquiri. *Pes Agropecuaria Brasil*, 24(11), 1361–1368.

Prabowo, A., McDowell, L., Wilkinson, N and Conrad, J. (1991). Mineral status of grazing cattle in south sulawesi, Indonesia : 2. Microminerals. In *Ruminant Nutrition and Forage Utilization. Asian-Australasian Jorunals of Sciences*, 4(2). <https://doi.org/10.5713/ajas.1991.121>.

Prabowo, A., McDowell, L. R., Wilkinson, N. S., Wilcox, C. J., & Conrad, J. H. (1991). Mineral status of grazing cattle in south sulawesi, Indonesia : . Macrominerals. *Asian-*

Australasian Journal of Animal Sciences, 4(2), 121–130.
<https://doi.org/10.5713/ajas.1991.121>

Rafael Aparicio, Manuel González-Ronquillo, Rene Torres, Luís Astudillo, L. C. y J. C. (2007). Degradabilidad de los pastos lambedora (*Leersia hexandra*) y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) en cuatro épocas del año de una sabana inundable del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 25(3). Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000300014&lng=es&tlng=es.

Raymond, B; Zhong, C; Karowe, D an Spickards, A. (2004). C3grasses have higher nutritional quality than C4grasses under ambient and elevated atmospheric CO₂. *Global Change Biology*, 10(9), 1565–1575. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00833.x>

Rebellato, L., da Cunha, C y Figueira, J. (2012). Respostas da comunidade herbácea ao pulso de inundação no pantanal de poconé, Mato Grosso. *Oecologia Australis*, 16(4), 797–818. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.06>

Rippstein, G. (2001). Caracterización de comunidades vegetales de la altillanura en el centro de investigación agropecuaria Carimagua. In F. Ripstein, G., Escobar, G y Motta (Ed.), *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia* (p. 307). Meta: CIAT.

Robinson, T. F., Sponheimer, M., Roeder, B. L., Passey, B., Cerling, T. E., Dearing, M. D., & Ehleringer, J. R. (2006). Digestibility and nitrogen retention in llamas and goats fed alfalfa, C3 grass, and C4 grass hays. *Small Ruminant Research*, 64(1–2), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.018>

Roche, J. R., Turner, L. R., Lee, J. M., Edmeades, D. C., Donaghy, D. J., Macdonald, K. A., ... Berry, D. P. (2009). Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2. Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Animal Production Science*, 49(3), 200–210. <https://doi.org/10.1071/EA07308>

Rodríguez, L. (2018). ETNOGRAFIA DE LA POBLACIÓN RURAL DEL ECOSISTEMA DE SABANAS INUNDABLES EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA. Universidad Nacional de colombia.

Rodríguez, L. E. (2018). Comunicación personal.

Safari, J., Mushi, D. E., Kifaro, G. C., Mtenga, L. A., & Eik, L. O. (2011). Seasonal variation in chemical composition of native forages, grazing behaviour and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1–2), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.004>

Salem, A. F. Z. M. (2005). Impact of season of harvest on in vitro gas production and dry matter degradability of *Acacia saligna* leaves with inoculum from three ruminant species. *Animal Feed Science and Technology*, 123–124 Pa, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.042>

Samuel, T; Stephen, H; Rees, M; Ripley, B; Woodwad, F. and O. C. (2009). A phylogenetically controlled comparison of leaf nitrogen content in C 3 and C 4 grasses. *New Phytologist*, 185(3), 780–791. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03102.x>

Sánchez, J yVela, J. (1996). Sistema de labranza, variedades de arroz y fertilización nitrogenada en siembras simultaneas de con especies forrajeras en Pucallpa Perú. *Pasturas Tropicales*, 18(1), 19–23.

Santos, S. A., Pott, A., Valls, J. F. M., Crispim, S. M. A., & Berselli, C. (2013). Identificação preliminar de grupos funcionais em pastagens nativas no Pantanal. In *Simposio sobre recursos naturales y socioeconómicos de Pantanal* (p. 4). Pantanal: EMBRAPA. Retrieved from <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/978376/1/RE17.pdf>

Santos, S.A., Crispim, S.M.A., Araújo, S.M., Filho, J.A.C., Cardoso, E.L. 2004. *Princípios de Agroecologia no Manejo das Pastagens Nativas do Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal, pp 35

Santos, S.A., Cardoso, E.L., Silva, R.A.M., Pellegrin, A.O. 2002. *Princípios Básicos para a Produção Sustentável de Bovinos de Corte no Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal, pp 25

Sequera Diego y López-Hernández Danilo. Alternatives for the management of an extensive livestock production located in an ancient flooded savanna, alto apure , Venezuela. *ECOTROPICOS* 12(1):15-24 1999

Shuli Niu, Weixing Liu and Shiqiang Wan. Different growth responses of C3 and C4 grasses to seasonal water and nitrogen regimes and competition in a pot experiment. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 59, No. 6, pp. 1431–1439, 2008 [doi:10.1093/jxb/ern051](https://doi.org/10.1093/jxb/ern051)

Shuli, N., Y. Yanfang, L. Weixing, Z. Lei, H. Jianhui, and S. Wan. 2005. Photosynthetic responses of C3 and C4 species to seasonal water variability and competition. *Journal of Experimental Botany* 56:2867-2876. [doi:10.1093/jxb/eri281](https://doi.org/10.1093/jxb/eri281)

Smith, K. R., Simpson, R. J., Oram, R. N., Lowe, K. F., Kelly, K. B., Evans, P. M., & Humphrey, M. O. (1998). Seasonal variation in the herbage yield and nutritive value of

perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars with high or normal herbage water-soluble carbohydrate concentrations grown in three contrasting Australian dairy environments. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(8), 821–830. <https://doi.org/10.1071/EA98064>

Soares, C., De Andrade, L., & Venturoli, S. (2002). Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. *Maringá*, 24(5), 1377–1384. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v24i0.2385>

Spears, Jerry, (2003). *Journal of Nutrition*. Conference: 11th International Symposium on Trace Elements in Man and Animals, Volume: 133

Sowande, O. S., Odufowora, E. B., Adedokun, A. O., & Egbeyale, L. T. (2008). Blood minerals in wad sheep and goats grazing natural pastures during wet and dry seasons. *Archivos de Zootecnia*, 57(218), 275–278.

Spears, J., Burns, J. and Hatch, P. (1985). Sulfur Fertilization of Cool Season Grasses and Effect on Utilization of Minerals, Nitrogen, and Fiber by Steers. *Journal of Dairy Science*, 68(2), 347–355. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(85\)80831-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)80831-6)

Sullivan, J. (1964). *The chemical composition of forages in relation to digestibility by ruminants*. Washington, DC: usda-ars.

Suttle, N. (1984). The role of a soil X dietary sulphur interaction in the impairment of copper absorption by ingested soil in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 103(1), 81–86. <https://doi.org/10.1017/S0021859600043343>

Suttle, N. (2010). *Minerals nutrient of livestock*. (CABI, Ed.) (4th ed.). CABI Publishing. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SRcEZVPbVRQC&oi=fnd&pg=PR5&dq=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&ots=Sz392G3YVg&sig=vwOrDRhLSvyE_IjQfaeuu_Ew2M#v=onepage&q=The+minerals+nutrient+of+livestock+2010&f=false

Suttle, N. and, & Jones, D. (1989). Recent developments in trace element metabolism and function: trace elements, disease resistance and immune responsiveness in ruminants. *Journal of Nutrition*, 119(7), 1055–1061. <https://doi.org/10.1093/jn/119.7.1055>

Suttle, N. F. (1991). Mineral supplementation of low quality roughages. In I. A. energy Agency (Ed.), *Isotope and Related Techniques in Animal Production and Health* (pp. 101–114). Viena: IAEA. Retrieved from https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/23/019/23019086.pdf#page=113

Tejada, R., McDowell, L., . Martin, F and Conrad, J. (1987). Evaluation of cattle trace mineral status in specific regions of Guatemala. *Trop. Agric*, 64, 55–56.

Tejos, R. (1997). PAJA DE AGUA (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees): Características y Manejo., 12(35), 48–52.

Tejos, R. (2002). SABANAS INUNDABLES Caracterización y Manejo (Litografía). Barquisimeto.

Tendonkeng, F., Fonteh, F. A., Nanda, A. S., Pamo, E. T., Kana, J. R., & Boukila, B. (2006). Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. *Animal Feed Science and Technology*, 135(3–4), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.07.001>

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>

Toledo, J y Schultze-Kraft, R. (1982). Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. In J. Toledo (Ed.), *Manual para la Evaluación Agronómico* (Red Intern, pp. 91–110). Calí: CIAT.

Torres R, Chacón E y Aparicio R. AVANCES EN EL MANEJO DE SABANAS INUNDABLES. II Simposio en Recursos y Tecnologías Alimentarias para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales, PASTCA. 2006 Townsend, R., de Lucena, N y Gomes de Araújo, R. (2012). Pastagens Nativas na Amazônia Brasileira. Rondonia: EMBRAPA. Retrieved from <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/958299/1/doc149pastagensnativas.pdf>

Torres, R., E. Chacón, W. Machado, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 1994. Efecto de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. II Composición proteica y de minerales en planta y suelos. *Zoot. Tropical* 21: 449-466.

Tropicos. (2019). Tropicos Distribution. Retrieved from <http://www.tropicos.org/Name/25509471?tab=distribution>

Underwood, E and Suttle, N. (1999). THE MINERAL NUTRITION OF LIVESTOCK. (CAB International, Ed.) (3rd ed.). CABI Publishing.

Underwood, E. J. (1977). Trace Elements in human and Animal Nutrition. (I. (London) L. Academic Press, Ed.) (Academic P).

USDA. (2019). United States Department of Agricultura Natural Resources conservation Service (USDA-NRCS). Retrieved January 27, 2019, from <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=CYDAValadares> S, Costa L, Giombelli M, Rotta P, MArrcondes M, Chizzotti M, Prados L. 2016. Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados. BR – Corte. Viçosa. Minas Gerais. 3ra Ed

Van Auken, Bush, J and Diamond, D. (1994). No TitleChanges in Growth of Two C4 Grasses (*Schizachyrium scoparium* and *Paspalum plicatulum*) in Monoculture and Mixture: Influence of Soil Depth. *American Journal Botany*, 81(1), 1994.

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Ithaca: Cornell university Press.

Vargas, O y Pérez, R y Rendón, W. (1998). Especies forrajeras nativas e introducidas en la sabana del municipio de Arauca. *Corpoica*.

Vegetti, A. C. (2002). *Oryzeae* (Poaceae). *Candollea*, 57, 251–260. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v72n3/15.pdf>

Velasco-Ryenold, C., Navarro-Alarcón, M., Lopez-G, H., Perez-Valero, Vi and Lopez-Martinez, M. (2008). Total and dialyzable levels of manganese from duplicate meals and influence of other nutrients: Estimation of daily dietary intake. *Food Chemistry*, 109(1), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.025>

Vélez-Terranova M. Estrategias tecnologicas para la intensificación de la productividad ganadera en condiciones de sabanas inundables en la orinoquía colombiana *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 22 (2019): 257-266.

Vera, O, A. (2019). *Flora y vegetación acuática en áreas de la orinoquía colombiana*. (Disertación maestría). Universidad Nacional de Colombia.

Vplants. (2019). Virtual Plants. Retrieved January 27, 2019, from <http://vplants.org/portal/taxa/index.php?taxon=cynodon+dactylon&formsubmit=Search+Terms>,

Walsh, G. L., & Birrell, H. A. (1987). Seasonal Variations in the Chemical Composition and Nutritive Value of Five Pasture Species in South-Western Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27(6), 807–816. <https://doi.org/10.1071/EA9870807>

Wildin, J. (1989). Register of Australian herbage plant cultivars. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(4), 579–580. https://doi.org/10.1071/EA01006_CU

Wilson, A. D. (1966). The tolerance of sheep to sodium chloride in food or drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research*, 17(4), 503–514. <https://doi.org/10.1071/AR9660503>

Yayneshet, T., Eik, L. O., & Moe, S. R. (2009). Seasonal variations in the chemical composition and dry matter degradability of exclosure forages in the semi-arid region of northern Ethiopia. *Animal Feed Science and Technology*, 148(1), 12–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.02.003>

Zhang, X. H., Liu, J., Huang, H. T., Chen, J., Zhu, Y. N., & Wang, D. Q. (2007). Chromium accumulation by the hyperaccumulator plant *Leersia hexandra* Swartz. *Chemosphere*, 67(6), 1138–1143. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.11.014>

Anexos

A. Identificación taxonómica


UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES
HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)

COL - 317
Bogotá D.C., 17 de octubre de 2018

Señores
Proyecto Bovino Arauca PBA
Leonardo Espinosa
Ciudad

Asunto: Identificación Taxonómica muestras

Cordial Saludo,

Me permito dar respuesta a su solicitud referente a la identificación taxonómica de la(s) muestra(s) botánica(s):

Nombre	FAMILIA	No. COL	Colector	No de Colecta	Determinó
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	610330	Leonardo Espinosa	26	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	610331	Leonardo Espinosa	35	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	610332	Leonardo Espinosa	35A	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	POACEAE	610333	Leonardo Espinosa	29	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Eragrostis acutiflora</i> (Kunth) Nees	POACEAE	610334	Leonardo Espinosa	37	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Eragrostis acutiflora</i> (Kunth) Nees	POACEAE	610335	Leonardo Espinosa	27	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Andropogon</i> cf. <i>hypogynus</i> Hack.	POACEAE	610336	Leonardo Espinosa	31	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Andropogon</i> cf. <i>bivenis</i> L.	POACEAE	610337	Leonardo Espinosa	32	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Hymenachne donacifolia</i> (Raddi) Chase	POACEAE	610338	Leonardo Espinosa	33	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Stenichisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga	POACEAE	610339	Leonardo Espinosa	34	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Echinachloa colona</i> (L.) Link	POACEAE	610340	Leonardo Espinosa	28	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Sacciolepis myosuroides</i> (Lam.) Chase	POACEAE	610341	Leonardo Espinosa	36	D. Giraldo-Cañas./2018
<i>Panicum</i> cf. <i>ilichanumiflorum</i> Michx.	POACEAE	610342	Leonardo Espinosa	38	D. Giraldo-Cañas./2018

Carrera 39 No. 45-83, INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES,
HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL) Edificio 425- 2º piso, Oficina 222.
Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 11538 - 11518 Fax: 11538
Correo electrónico: herbarcol_fcbog@unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Sur América



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIASINSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES
HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)

<i>Urochloa aff. plantaginea</i> (Link) R.D. Webster	POACEAE	610343	Leonardo Espinosa	30	D. Giraldo-Cañas /2018
---	---------	--------	-------------------	----	------------------------

Esta certificación no es válida para trámites ante el INVIMA o el ICA. El (Los) pliego(s) testigo(s) quedará(n) como muestra permanente en nuestro herbario.

Cordialmente,

Prof. LUIS CARLOS JIMÉNEZ
Administrador General (E)
Herbario Nacional Colombiano -COL
E-mail: herbacol_fcbog@unal.edu.co

Calle Andrés Bello, Bogotá, P.100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES
HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)

COL - 380
Bogotá D.C., 12 de septiembre de 2016

Señores
PROYECTO BOVINO ARAUCA
Ciudad

Asunto: Identificación Taxonómica muestras

Cordial Saludo,

Me permito dar respuesta a su solicitud referente a la identificación taxonómica de la(s) muestra(s) botánica(s):

Nombre	FAMILIA	No. COL	Colector	No de Colecta	Determinó
<i>Eragrostis acanthiflora</i> (Kunth) Nees	POACEAE	592060	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	20	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	592065	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	01	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Stenochloa laxa</i> (Sw.) Zuloaga	POACEAE	592064	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	04	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Orachyrium versicolor</i> (Döll) Henrad	POACEAE	592063	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	03	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Acrocerus zizanioides</i> (Kunth) Dandy	POACEAE	592062	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	02	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	POACEAE	592061	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	05	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Stenochloa laxa</i> (Sw.) Zuloaga	POACEAE	592060	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	06	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Reinwardtella acuta</i> (Flüggé) Hitchc.	POACEAE	592059	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	07	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	592058	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	08	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Cymbopogon dactyloides</i> (L.) Pers.	POACEAE	592057	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	09	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Ammonia compressa</i> (Sw.) P. Bazar.	POACEAE	592056	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	10	D. Giraldo-Cañas/2016
<i>Ammonia purpurascens</i> (Mez) Chase	POACEAE	592055	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	11	D. Giraldo-Cañas/2016

Carrera 30 No. 45-03, INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES,
"HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)" Edificio 425- 2º piso, Oficina 222
Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 11538 - 11518 Fax: 11538
Correo electrónico: herbario_col@unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Sur América

Marina Beltrán H.C.
23/09/2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES
HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)

Nombre	FAMILIA	No. COL	Colector	No de Colecta	Determinó
<i>Sporobolus jacquemonii</i> Kunth	POACEAE	592054	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	14	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Andropogon cf. leucostachyus</i> Kunth	POACEAE	592053	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	13	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Sorghastrum setosum</i> (Griseb.) Hitchc.	POACEAE	592052	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	12A	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	592051	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	15	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Andropogon bicornis</i> L.	POACEAE	592050	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	16	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Andropogon hypogynus</i> Hack.	POACEAE	592049	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	25	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Paspalum</i> sp.	POACEAE	592048	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	24	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	POACEAE	592047	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	23	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Utricularia</i> sp.	POACEAE	592029	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	22	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Lasiacis elephantipes</i> (Nees ex Trin.) Zuloaga	POACEAE	592028	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	21	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	POACEAE	592027	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	19	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Paspalum repens</i> P.J. Bergius	POACEAE	592025	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	17	D. Giraldo-Cafau/2016
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	POACEAE	592024	Edgar Leonardo Espinosa Restrepo	18	D. Giraldo-Cafau/2016

Esta certificación no es válida para trámites ante el INVIMA o el ICA. El (Los) pliego(s) testigo(s) quedará(n) como muestra permanente en nuestro herbario.

Cordialmente,



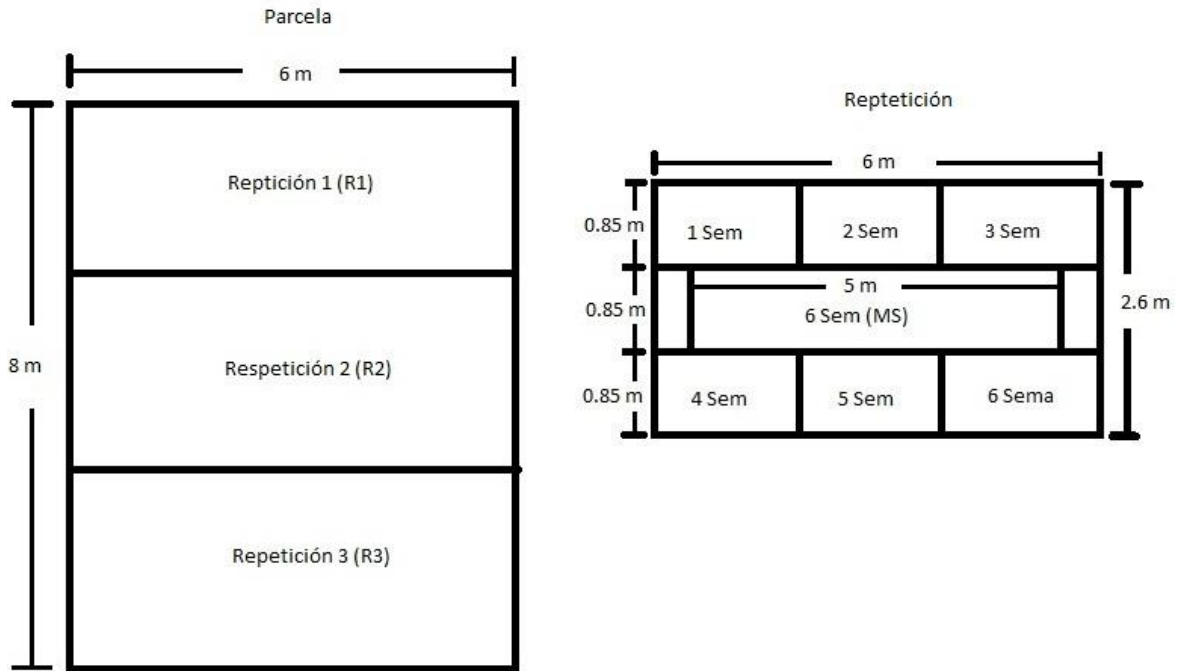
Prof. CARLOS ALBERTO PARRA
Administrador General
Herbario Nacional Colombiano -COL
E-mail: herbacol_fcboq@unal.edu.co

Copia herbario COL
Bogotá, Colombia

Carrera 30 No. 45-03. INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES.
 "HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)" Edificio 425- 2º piso, Oficina 222
 Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext.11535 - 11518 Fax: 11538
 Correo electrónico: herbacol_fcboq@unal.edu.co
 Bogotá, Colombia, Sur América

B. Area experimental (Análisis bromatológico 3)

Tamaño de la parcela, repetición y área de muestreo de la tercera serie de análisis.



Adaptado de: Toledo, J y Schultze-Kraft, R. (1982)

C. Análisis estadístico

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 28

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	PB
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	682.97
AIC (mejor más pequeño)	684.97
AICC (mejor más pequeño)	685.00
BIC (mejor más pequeño)	687.38
CAIC (mejor más pequeño)	688.38
HOIC (mejor más pequeño)	685.94

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 29

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	1399.39
Chi-cuadrado gener. / DF	10.93

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	10.9327	1.3666

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	6.60	0.0005

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	12.0548	0.4772	78	25.26	<.0001
LLUVIA-SECA	10.1759	0.8019	78	12.69	<.0001
SECA	9.5262	0.7215	78	13.20	<.0001
SECA-LLUVIA	12.9502	0.4875	78	26.56	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	1.8789	0.9332	78	2.01	0.0475	0.1919
LLUVIA	SECA	2.5286	0.8651	78	2.92	0.0045	0.0230
LLUVIA	SECA-LLUVIA	-0.8954	0.6822	78	-1.31	0.1932	0.5578
LLUVIA-SECA	SECA	0.6497	1.0788	78	0.60	0.5487	0.9311
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	-2.7743	0.9385	78	-2.96	0.0041	0.0210
SECA	SECA-LLUVIA	-3.4240	0.8708	78	-3.93	0.0002	0.0010

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 30

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador		
SECA-LLUVIA	12.9502	A	A
LLUVIA	12.0548	B	A
		B	
LLUVIA-SECA	10.1759	B	C
			C
SECA	9.5262		C

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 31

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	MS
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	805.18
AIC (mejor más pequeño)	807.18
AICC (mejor más pequeño)	807.21
BIC (mejor más pequeño)	809.58
CAIC (mejor más pequeño)	810.58
HQIC (mejor más pequeño)	808.14

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 32

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	3635.65
Chi-cuadrado gener. / DF	28.40

Estimaciones del parámetro

de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	28.4027	3.5503

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	11.48	<.0001

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	27.4617	0.7692	78	35.70	<.0001
LLUVIA-SECA	25.4124	1.2926	78	19.66	<.0001
SECA	32.6981	1.1630	78	28.12	<.0001
SECA-LLUVIA	24.6965	0.7858	78	31.43	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	2.0493	1.5042	78	1.36	0.1770	0.5265
LLUVIA	SECA	-5.2364	1.3944	78	-3.76	0.0003	0.0019
LLUVIA	SECA-LLUVIA	2.7651	1.0996	78	2.51	0.0140	0.0654
LLUVIA-SECA	SECA	-7.2857	1.7388	78	-4.19	<.0001	0.0004
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	0.7158	1.5127	78	0.47	0.6374	0.9647
SECA	SECA-LLUVIA	8.0016	1.4036	78	5.70	<.0001	<.0001

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 33

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador	
SECA	32.6981	A
LLUVIA	27.4617	B
LLUVIA-SECA	25.4124	B
SECA-LLUVIA	24.6965	B

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 34

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	FDN
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	1418.05
Chi-cuadrado gener. / DF	11.17

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	11.1657	1.4012

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	7.71	0.0001

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	58.3434	0.4874	78	119.70	<.0001
LLUVIA-SECA	62.4765	0.8104	78	77.09	<.0001
SECA	60.6300	0.7292	78	83.15	<.0001
SECA-LLUVIA	60.6052	0.4927	78	123.01	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	-4.1331	0.9457	78	-4.37	<.0001	0.0002
LLUVIA	SECA	-2.2866	0.8771	78	-2.61	0.0109	0.0523
LLUVIA	SECA-LLUVIA	-2.2618	0.6930	78	-3.26	0.0016	0.0087
LLUVIA-SECA	SECA	1.8465	1.0902	78	1.69	0.0943	0.3339
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	1.8713	0.9484	78	1.97	0.0520	0.2071
SECA	SECA-LLUVIA	0.02478	0.8800	78	0.03	0.9776	1.0000

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 36

Procedimiento GLIMMIX

Conservative Tukey-Kramer Grouping for EPOCA Least Squares Means (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador		
LLUVIA-SECA	62.4765	A	A
SECA	60.6300	B	A
SECA-LLUVIA	60.6052	B	A
LLUVIA	58.3434	B	B

La visualización de LINES no refleja todas las comparaciones significativas. Los siguientes pares adicionales son significativamente diferentes: (SECA-LLUVIA,LLUVIA).

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 37

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	FDA
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado

Empezar en Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	717.09
AIC (mejor más pequeño)	719.09
AICC (mejor más pequeño)	719.13
BIC (mejor más pequeño)	721.50
CAIC (mejor más pequeño)	722.50
HQIC (mejor más pequeño)	720.06

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 38

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	1826.91
Chi-cuadrado gener. / DF	14.27

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	14.2727	1.7841

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	7.34	0.0002

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	30.8560	0.5453	78	56.59	<.0001
LLUVIA-SECA	32.8347	0.9163	78	35.83	<.0001
SECA	35.0362	0.8244	78	42.50	<.0001
SECA-LLUVIA	30.9467	0.5570	78	55.56	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	-1.9787	1.0663	78	-1.86	0.0673	0.2557
LLUVIA	SECA	-4.1801	0.9884	78	-4.23	<.0001	0.0004
LLUVIA	SECA-LLUVIA	-0.09070	0.7795	78	-0.12	0.9077	0.9994
LLUVIA-SECA	SECA	-2.2015	1.2326	78	-1.79	0.0780	0.2877
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	1.8880	1.0723	78	1.76	0.0822	0.3001
SECA	SECA-LLUVIA	4.0895	0.9950	78	4.11	<.0001	0.0006

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 39

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador		
SECA	35.0362		A
			A
LLUVIA-SECA	32.8347	B	A

		B
SECA-LLUVIA	30.9467	B
		B
LLUVIA	30.8560	B

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 40

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	EE
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	87.81
AIC (mejor más pequeño)	89.81
AICC (mejor más pequeño)	89.85
BIC (mejor más pequeño)	92.22
CAIC (mejor más pequeño)	93.22
HQIC (mejor más pequeño)	90.78

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 41

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	13.38
Chi-cuadrado gener. / DF	0.10

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.1046	0.01307

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	4.27	0.0076

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	1.8385	0.04667	78	39.39	<.0001
LLUVIA-SECA	1.5229	0.07843	78	19.42	<.0001
SECA	1.6895	0.07057	78	23.94	<.0001
SECA-LLUVIA	1.7150	0.04768	78	35.97	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	0.3156	0.09127	78	3.46	0.0009	0.0048
LLUVIA	SECA	0.1490	0.08460	78	1.76	0.0821	0.2997
LLUVIA	SECA-LLUVIA	0.1235	0.06672	78	1.85	0.0679	0.2575
LLUVIA-SECA	SECA	-0.1666	0.1055	78	-1.58	0.1184	0.3965
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	-0.1921	0.09178	78	-2.09	0.0396	0.1646
SECA	SECA-LLUVIA	-0.02548	0.08516	78	-0.30	0.7656	0.9906

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 42

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador		
LLUVIA	1.8385	A	A
SECA-LLUVIA	1.7150	B	A
SECA	1.6895	B	A
LLUVIA-SECA	1.5229	B	B

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 43

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	Cz
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas 132

Número de observaciones usadas 132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	507.37
AIC (mejor más pequeño)	509.37
AICC (mejor más pequeño)	509.40
BIC (mejor más pequeño)	511.78
CAIC (mejor más pequeño)	512.78
HOIC (mejor más pequeño)	510.34

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 44

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	354.93
---------------------------	--------

Chi-cuadrado gener. / DF 2.77

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Param Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	2.7729	0.3466

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	0.49	0.6899

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	9.4583	0.2403	78	39.35	<.0001
LLUVIA-SECA	9.4806	0.4039	78	23.47	<.0001
SECA	9.9048	0.3634	78	27.26	<.0001
SECA-LLUVIA	9.3898	0.2455	78	38.24	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	-0.02225	0.4700	78	-0.05	0.9624	1.0000
LLUVIA	SECA	-0.4464	0.4357	78	-1.02	0.3087	0.7355

LLUVIA	SECA-LLUVIA	0.06855	0.3436	78	0.20	0.8424	0.9972
LLUVIA-SECA	SECA	-0.4242	0.5433	78	-0.78	0.4373	0.8629
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	0.09081	0.4726	78	0.19	0.8481	0.9975
SECA	SECA-LLUVIA	0.5150	0.4385	78	1.17	0.2438	0.6448

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 45

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador	
SECA	9.9048	A
		A
LLUVIA-SECA	9.4806	A
		A
LLUVIA	9.4583	A
		A
SECA-LLUVIA	9.3898	A

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 46

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	LIG
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	477.44
AIC (mejor más pequeño)	479.44
AICC (mejor más pequeño)	479.47
BIC (mejor más pequeño)	481.84

CAIC (mejor más pequeño) 482.84
 HQIC (mejor más pequeño) 480.40

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 47

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado 280.92
 Chi-cuadrado gener. / DF 2.19

Estimaciones del parámetro
 de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	2.1946	0.2743

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	18.29	<.0001

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	8.8142	0.2138	78	41.22	<.0001
LLUVIA-SECA	8.6871	0.3593	78	24.18	<.0001
SECA	10.1595	0.3233	78	31.43	<.0001
SECA-LLUVIA	7.3839	0.2184	78	33.81	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	0.1271	0.4181	78	0.30	0.7619	0.9902
LLUVIA	SECA	-1.3454	0.3876	78	-3.47	0.0008	0.0046
LLUVIA	SECA-LLUVIA	1.4303	0.3057	78	4.68	<.0001	<.0001
LLUVIA-SECA	SECA	-1.4725	0.4833	78	-3.05	0.0032	0.0163
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	1.3031	0.4205	78	3.10	0.0027	0.0141
SECA	SECA-LLUVIA	2.7756	0.3901	78	7.11	<.0001	<.0001

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 48

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador	
SECA	10.1595	A
LLUVIA	8.8142	B
LLUVIA-SECA	8.6871	B
SECA-LLUVIA	7.3839	C

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 49

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	DMS
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82
Obs máx por asunto	6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado

Varianza del residual Perfilado
Empezar en Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	689.69
AIC (mejor más pequeño)	691.69
AICC (mejor más pequeño)	691.72
BIC (mejor más pequeño)	694.09
CAIC (mejor más pequeño)	695.09
HQIC (mejor más pequeño)	692.65

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 50

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	1474.75
Chi-cuadrado gener. / DF	11.52

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	11.5215	1.4402

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	8.72	<.0001

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	59.1944	0.4899	78	120.82	<.0001
LLUVIA-SECA	57.2882	0.8232	78	69.59	<.0001
SECA	56.0771	0.7407	78	75.71	<.0001
SECA-LLUVIA	60.2702	0.5005	78	120.43	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	1.9061	0.9580	78	1.99	0.0501	0.2007
LLUVIA	SECA	3.1172	0.8881	78	3.51	0.0007	0.0041
LLUVIA	SECA-LLUVIA	-1.0758	0.7004	78	-1.54	0.1286	0.4212
LLUVIA-SECA	SECA	1.2111	1.1074	78	1.09	0.2775	0.6945
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	-2.9820	0.9634	78	-3.10	0.0027	0.0142
SECA	SECA-LLUVIA	-4.1931	0.8939	78	-4.69	<.0001	<.0001

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 51

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador	
SECA-LLUVIA	60.2702	A
		A

LLUVIA	59.1944	B	A
		B	
LLUVIA-SECA	57.2882	B	C
			C
SECA	56.0771		C

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 52

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO1
Variable de respuesta	EB
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	Especie
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EPOCA	4	LLUVIA LLUVIA-SECA SECA SECA-LLUVIA

Número de observaciones leídas	132
Número de observaciones usadas	132

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	5
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	82

Obs máx por asunto 6

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	-359.17
AIC (mejor más pequeño)	-357.17
AICC (mejor más pequeño)	-357.14
BIC (mejor más pequeño)	-354.76
CAIC (mejor más pequeño)	-353.76
HOIC (mejor más pequeño)	-356.20

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 53

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

Chi-cuadrado generalizado	0.41
Chi-cuadrado gener. / DF	0.00

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
----------	-----------	----------------

Residual (VC) 0.003183 0.000398

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EPOCA	3	78	14.45	<.0001

EPOCAMedias de mínimos cuadrados

EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	4.0812	0.008143	78	501.19	<.0001
LLUVIA-SECA	4.0224	0.01368	78	293.96	<.0001
SECA	4.0133	0.01231	78	325.99	<.0001
SECA-LLUVIA	4.0941	0.008318	78	492.18	<.0001

Diferencias de EPOCA medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

EPOCA	EPOCA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SECA	0.05890	0.01592	78	3.70	0.0004	0.0022
LLUVIA	SECA	0.06792	0.01476	78	4.60	<.0001	<.0001
LLUVIA	SECA-LLUVIA	-0.01288	0.01164	78	-1.11	0.2719	0.6866
LLUVIA-SECA	SECA	0.009020	0.01841	78	0.49	0.6255	0.9611
LLUVIA-SECA	SECA-LLUVIA	-0.07178	0.01601	78	-4.48	<.0001	0.0001
SECA	SECA-LLUVIA	-0.08080	0.01486	78	-5.44	<.0001	<.0001

Sistema SAS

00:00 Monday, February 17, 2014 54

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados EPOCA (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

EPOCA	Estimador	
SECA-LLUVIA	4.0941	A
		A
LLUVIA	4.0812	A
LLUVIA-SECA	4.0224	B
		B
SECA	4.0133	B

Analisis minerales

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 1

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDOS
Variable de respuesta	K
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	225.68
AIC (mejor más pequeño)	227.68
AICC (mejor más pequeño)	227.70
BIC (mejor más pequeño)	229.87
CAIC (mejor más pequeño)	230.87

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 2

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	228.54
Chi-cuadrado generalizado	33.31
Chi-cuadrado gener. / DF	0.19

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.1861	0.01967

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	11.09	<.0001
PAISAJE	1	61	0.26	0.6151

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	1.6112	0.05787	61	27.84	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	1.2669	0.08061	61	15.72	<.0001
SEQUIA	1.3040	0.07939	61	16.42	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	1.7248	0.05538	61	31.14	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	0.3444	0.09501	61	3.62	0.0006	0.0032
LLUVIA	SEQUIA	0.3073	0.09575	61	3.21	0.0021	0.0111
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.1136	0.07938	61	-1.43	0.1577	0.4856
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	-0.03707	0.1086	61	-0.34	0.7339	0.9862
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.4579	0.09656	61	-4.74	<.0001	<.0001
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.4208	0.09606	61	-4.38	<.0001	0.0003

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 3

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA-LLUVIA	1.7248	A
LLUVIA	1.6112	A
SEQUIA	1.3040	B
LLUVIA-SEQUIA	1.2669	B

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	1.4948	0.03875	61	38.58	<.0001
Banco	1.4586	0.06182	61	23.59	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	0.03622	0.07167	61	0.51	0.6151	0.6151

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Bajo	1.4948	A
Banco	1.4586	A

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 4

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDOS
Variable de respuesta	Na
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	-832.70
AIC (mejor más pequeño)	-830.70
AICC (mejor más pequeño)	-830.68
BIC (mejor más pequeño)	-828.51
CAIC (mejor más pequeño)	-827.51

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 5

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	-829.83
Chi-cuadrado generalizado	0.09
Chi-cuadrado gener. / DF	0.00

Estimaciones del parámetro de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.000503	0.000053

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	7.41	0.0003
PAISAJE	1	61	0.46	0.5004

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	0.03422	0.003010	61	11.37	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	0.01899	0.004192	61	4.53	<.0001
SEQUIA	0.03273	0.004129	61	7.93	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	0.04262	0.002880	61	14.80	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	0.01523	0.004942	61	3.08	0.0031	0.0159
LLUVIA	SEQUIA	0.001493	0.004980	61	0.30	0.7653	0.9905
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.00840	0.004128	61	-2.03	0.0462	0.1867
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	-0.01374	0.005646	61	-2.43	0.0179	0.0815
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.02363	0.005022	61	-4.71	<.0001	<.0001
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.00989	0.004996	61	-1.98	0.0522	0.2066

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 6

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA-LLUVIA	0.04262	A
		A
LLUVIA	0.03422	A
		A
SEQUIA	0.03273	B A
		B
LLUVIA-SEQUIA	0.01899	B

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	0.03088	0.002015	61	15.32	<.0001
Banco	0.03340	0.003215	61	10.39	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	-0.00253	0.003728	61	-0.68	0.5004	0.5004

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Banco	0.03340	A
		A
Bajo	0.03088	A

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 7

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDOS
Variable de respuesta	Ca
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	-253.28
AIC (mejor más pequeño)	-251.28
AICC (mejor más pequeño)	-251.26
BIC (mejor más pequeño)	-249.09
CAIC (mejor más pequeño)	-248.09

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 8

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	-250.42
Chi-cuadrado generalizado	2.29
Chi-cuadrado gener. / DF	0.01

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.01281	0.001354

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	18.26	<.0001
PAISAJE	1	61	4.82	0.0319

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	0.2618	0.01519	61	17.24	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	0.1548	0.02115	61	7.32	<.0001
SEQUIA	0.3530	0.02083	61	16.94	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	0.2142	0.01453	61	14.74	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	0.1070	0.02493	61	4.29	<.0001	0.0004
LLUVIA	SEQUIA	-0.09120	0.02512	61	-3.63	0.0006	0.0032
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	0.04760	0.02083	61	2.28	0.0258	0.1128
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	-0.1982	0.02849	61	-6.96	<.0001	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.05938	0.02534	61	-2.34	0.0224	0.0995
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	0.1368	0.02521	61	5.51	<.0001	<.0001

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 9

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA	0.3530	A
LLUVIA	0.2618	B
SEQUIA-LLUVIA	0.2142	C B
LLUVIA-SEQUIA	0.1548	C

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	0.2666	0.01017	61	26.22	<.0001
Banco	0.2253	0.01622	61	13.89	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	0.04130	0.01881	61	2.20	0.0319	0.0319

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Bajo	0.2666	A
Banco	0.2253	B

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 10

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDOS
Variable de respuesta	P
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	-562.54
AIC (mejor más pequeño)	-560.54
AICC (mejor más pequeño)	-560.52
BIC (mejor más pequeño)	-558.35
CAIC (mejor más pequeño)	-557.35

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 11

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HOIC (mejor más pequeño)	-559.68
Chi-cuadrado generalizado	0.41
Chi-cuadrado gener. / DF	0.00

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.002277	0.000241

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	7.05	0.0004
PAISAJE	1	61	20.11	<.0001

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	0.2005	0.006401	61	31.33	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	0.1705	0.008917	61	19.12	<.0001
SEQUIA	0.1782	0.008782	61	20.30	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	0.2136	0.006126	61	34.87	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	0.03001	0.01051	61	2.86	0.0059	0.0292
LLUVIA	SEQUIA	0.02229	0.01059	61	2.10	0.0395	0.1632
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.01310	0.008780	61	-1.49	0.1408	0.4485
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	-0.00772	0.01201	61	-0.64	0.5227	0.9176
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.04311	0.01068	61	-4.04	0.0002	0.0009
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.03539	0.01063	61	-3.33	0.0015	0.0078

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 12

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA-LLUVIA	0.2136	A
		A
LLUVIA	0.2005	B
		B
SEQUIA	0.1782	B
		C
LLUVIA-SEQUIA	0.1705	C

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	0.2085	0.004286	61	48.65	<.0001
Banco	0.1730	0.006838	61	25.29	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	0.03556	0.007928	61	4.48	<.0001	<.0001

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Bajo	0.2085	A
Banco	0.1730	B

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 13

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO3
Variable de respuesta	Mg
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	-481.62
AIC (mejor más pequeño)	-479.62
AICC (mejor más pequeño)	-479.60
BIC (mejor más pequeño)	-477.43
CAIC (mejor más pequeño)	-476.43

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 14

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	-478.76
Chi-cuadrado generalizado	0.64
Chi-cuadrado gener. / DF	0.00

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.003578	0.000378

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	4.16	0.0096
PAISAJE	1	61	3.26	0.0758

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	0.2499	0.008025	61	31.15	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	0.2203	0.01118	61	19.71	<.0001
SEQUIA	0.2515	0.01101	61	22.84	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	0.2676	0.007680	61	34.84	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	0.02966	0.01318	61	2.25	0.0280	0.1211
LLUVIA	SEQUIA	-0.00155	0.01328	61	-0.12	0.9074	0.9994
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.01762	0.01101	61	-1.60	0.1146	0.3858
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	-0.03122	0.01505	61	-2.07	0.0423	0.1733
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.04729	0.01339	61	-3.53	0.0008	0.0043
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.01607	0.01332	61	-1.21	0.2323	0.6252

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 15

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador		
SEQUIA-LLUVIA	0.2676	A	A
SEQUIA	0.2515	B	A
LLUVIA	0.2499	B	A
LLUVIA-SEQUIA	0.2203	B	B

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	0.2383	0.005373	61	44.36	<.0001
Banco	0.2563	0.008572	61	29.90	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	-0.01795	0.009939	61	-1.81	0.0758	0.0758

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Banco	0.2563	A
Bajo	0.2383	A

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 16

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDOS
Variable de respuesta	S
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	-321.43
AIC (mejor más pequeño)	-319.43
AICC (mejor más pequeño)	-319.40
BIC (mejor más pequeño)	-317.24
CAIC (mejor más pequeño)	-316.24

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 17

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	-318.56
Chi-cuadrado generalizado	1.57
Chi-cuadrado gener. / DF	0.01

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	0.008755	0.000925

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	2.04	0.1177
PAISAJE	1	61	0.75	0.3910

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	0.1570	0.01255	61	12.51	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	0.1370	0.01749	61	7.84	<.0001
SEQUIA	0.1139	0.01722	61	6.61	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	0.1609	0.01201	61	13.40	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	0.02001	0.02061	61	0.97	0.3353	0.7663
LLUVIA	SEQUIA	0.04313	0.02077	61	2.08	0.0421	0.1723
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.00391	0.01722	61	-0.23	0.8211	0.9958
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	0.02312	0.02355	61	0.98	0.3302	0.7604
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.02392	0.02095	61	-1.14	0.2578	0.6651
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-0.04704	0.02084	61	-2.26	0.0276	0.1196

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 18

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA-LLUVIA	0.1609	A
		A
LLUVIA	0.1570	A
		A
LLUVIA-SEQUIA	0.1370	A
		A
SEQUIA	0.1139	A

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	0.1355	0.008405	61	16.12	<.0001
Banco	0.1489	0.01341	61	11.11	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	-0.01343	0.01555	61	-0.86	0.3910	0.3910

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Banco	0.1489	A
		A
Bajo	0.1355	A

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 19

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO3
Variable de respuesta	Fe
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	2328.18
AIC (mejor más pequeño)	2330.18
AICC (mejor más pequeño)	2330.20
BIC (mejor más pequeño)	2332.37
CAIC (mejor más pequeño)	2333.37

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 20

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	2331.04
Chi-cuadrado generalizado	4204139
Chi-cuadrado gener. / DF	23486.81

Estimaciones del parámetro de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	23487	2482.63

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	10.85	<.0001
PAISAJE	1	61	2.32	0.1332

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	275.96	20.5601	61	13.42	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	258.46	28.6399	61	9.02	<.0001
SEQUIA	138.40	28.2063	61	4.91	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	332.43	19.6765	61	16.89	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	17.5053	33.7572	61	0.52	0.6059	0.9543
LLUVIA	SEQUIA	137.56	34.0170	61	4.04	0.0001	0.0008
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-56.4703	28.2024	61	-2.00	0.0497	0.1984
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	120.06	38.5678	61	3.11	0.0028	0.0146
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-73.9756	34.3069	61	-2.16	0.0350	0.1473
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-194.03	34.1285	61	-5.69	<.0001	<.0001

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 21

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA-LLUVIA	332.43	A
		A
LLUVIA	275.96	A
		A
LLUVIA-SEQUIA	258.46	A
		A
SEQUIA	138.40	B

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	270.69	13.7667	61	19.66	<.0001
Banco	231.94	21.9635	61	10.56	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	38.7495	25.4645	61	1.52	0.1332	0.1332

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Bajo	270.69	A
		A
Banco	231.94	A

Sistema SAS

00:00 Monday, February 17, 2014 22

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDOS
Variable de respuesta	Mn
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	2422.21
AIC (mejor más pequeño)	2424.21
AICC (mejor más pequeño)	2424.24
BIC (mejor más pequeño)	2426.40
CAIC (mejor más pequeño)	2427.40

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 23

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	2425.08
Chi-cuadrado generalizado	7109243
Chi-cuadrado gener. / DF	39716.44

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	39716	4198.16

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	6.36	0.0008
PAISAJE	1	61	12.27	0.0009

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	183.65	26.7361	61	6.87	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	342.19	37.2429	61	9.19	<.0001
SEQUIA	208.59	36.6791	61	5.69	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	302.97	25.5871	61	11.84	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	-158.54	43.8975	61	-3.61	0.0006	0.0034
LLUVIA	SEQUIA	-24.9374	44.2353	61	-0.56	0.5750	0.9424
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-119.32	36.6741	61	-3.25	0.0019	0.0098
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	133.61	50.1532	61	2.66	0.0099	0.0473
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	39.2264	44.6123	61	0.88	0.3827	0.8156
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-94.3797	44.3803	61	-2.13	0.0375	0.1563

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 24

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador		
LLUVIA-SEQUIA	342.19	A	A
SEQUIA-LLUVIA	302.97	B	A
SEQUIA	208.59	B	C
LLUVIA	183.65		C

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	201.34	17.9021	61	11.25	<.0001
Banco	317.36	28.5611	61	11.11	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	-116.02	33.1138	61	-3.50	0.0009	0.0009

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Banco	317.36	A
Bajo	201.34	B

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 25

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARDO3
Variable de respuesta	Cu
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	1525.39
AIC (mejor más pequeño)	1527.39
AICC (mejor más pequeño)	1527.42
BIC (mejor más pequeño)	1529.58
CAIC (mejor más pequeño)	1530.58

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 26

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HOIC (mejor más pequeño)	1528.26
Chi-cuadrado generalizado	47417.23
Chi-cuadrado gener. / DF	264.90

Estimaciones del parámetro de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	264.90	28.0009

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	20.48	<.0001
PAISAJE	1	61	0.27	0.6070

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	28.0597	2.1835	61	12.86	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	6.9872	3.0416	61	2.30	0.0251
SEQUIA	6.0101	2.9955	61	2.01	0.0493
SEQUIA-LLUVIA	9.8013	2.0897	61	4.69	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	21.0726	3.5851	61	5.88	<.0001	<.0001
LLUVIA	SEQUIA	22.0496	3.6126	61	6.10	<.0001	<.0001
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	18.2584	2.9951	61	6.10	<.0001	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	0.9771	4.0960	61	0.24	0.8123	0.9952
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-2.8142	3.6434	61	-0.77	0.4429	0.8666
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-3.7912	3.6245	61	-1.05	0.2997	0.7232

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 27

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
LLUVIA	28.0597	A
SEQUIA-LLUVIA	9.8013	B
LLUVIA-SEQUIA	6.9872	B
SEQUIA	6.0101	B

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	12.0154	1.4620	61	8.22	<.0001
Banco	13.4137	2.3326	61	5.75	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	-1.3983	2.7044	61	-0.52	0.6070	0.6070

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Banco	13.4137	A
Bajo	12.0154	A

Sistema SAS

00:00 Monday, February 17, 2014 28

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.LEONARD03
Variable de respuesta	Zn
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza bloqueada por	ESPECIE
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ESTACION	4	LLUVIA LLUVIA-SEQUIA SEQUIA SEQUIA-LLUVIA
PAISAJE	2	Bajo Banco

Número de observaciones leídas	184
Número de observaciones usadas	184

Dimensiones

Parámetros de cov. R-side	1
Columnas en X	7
Columnas en Z por asunto	0
Asuntos (Bloques en V)	66
Obs máx por asunto	15

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	0
Límites inferiores	0
Límites superiores	0
Efectos fijos	Perfilado
Varianza del residual	Perfilado
Empezar en	Datos

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	1786.01
AIC (mejor más pequeño)	1788.01
AICC (mejor más pequeño)	1788.03
BIC (mejor más pequeño)	1790.20
CAIC (mejor más pequeño)	1791.20

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 29

Procedimiento GLIMMIX

Estadísticos de ajuste

HQIC (mejor más pequeño)	1788.87
Chi-cuadrado generalizado	203348.3
Chi-cuadrado gener. / DF	1136.02

Estimaciones del parámetro
de covarianza

Parm Cov	Estimador	Error estándar
Residual (VC)	1136.02	120.08

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
ESTACION	3	61	6.77	0.0005
PAISAJE	1	61	0.16	0.6944

ESTACIONMedias de mínimos cuadrados

ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
LLUVIA	34.9260	4.5218	61	7.72	<.0001
LLUVIA-SEQUIA	38.4966	6.2987	61	6.11	<.0001
SEQUIA	31.5427	6.2034	61	5.08	<.0001
SEQUIA-LLUVIA	58.8573	4.3274	61	13.60	<.0001

Diferencias de ESTACION medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

ESTACION	ESTACION	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
LLUVIA	LLUVIA-SEQUIA	-3.5706	7.4242	61	-0.48	0.6323	0.9630
LLUVIA	SEQUIA	3.3833	7.4813	61	0.45	0.6527	0.9689
LLUVIA	SEQUIA-LLUVIA	-23.9313	6.2025	61	-3.86	0.0003	0.0015
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA	6.9539	8.4822	61	0.82	0.4155	0.8449
LLUVIA-SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-20.3607	7.5451	61	-2.70	0.0090	0.0434
SEQUIA	SEQUIA-LLUVIA	-27.3146	7.5058	61	-3.64	0.0006	0.0031

Sistema SAS 00:00 Monday, February 17, 2014 30

Procedimiento GLIMMIX

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados ESTACION (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

ESTACION	Estimador	
SEQUIA-LLUVIA	58.8573	A
LLUVIA-SEQUIA	38.4966	B
		B
LLUVIA	34.9260	B
		B
SEQUIA	31.5427	B

PAISAJE Medias de mínimos cuadrados

PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
Bajo	42.0610	3.0277	61	13.89	<.0001
Banco	39.8503	4.8304	61	8.25	<.0001

Diferencias de PAISAJE medias de mínimos cuadrados
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

PAISAJE	PAISAJE	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t	Adj P
Bajo	Banco	2.2107	5.6004	61	0.39	0.6944	0.6944

Tukey-Kramer Agrupamiento para medias de mínimos cuadrados PAISAJE (Alpha=0.05)

LS-medias con la misma letra no son significativamente diferente.

PAISAJE	Estimador	
Bajo	42.0610	A
		A
Banco	39.8503	A

