

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Determinación de los niveles de minerales
presentes en pastos y suero sanguíneo de vacas
lecheras en el Litoral Atlántico de Honduras**

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

presentado por:

Gladis Marissa Matute Estrada

Pedro Samuel Ayala Velásquez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001

Los autores conceden a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

Gladis Marissa Matute Estrada

Pedro Samuel Ayala Velásquez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001

Determinación de los niveles de minerales presentes en pastos y suero sanguíneo de vacas lecheras en el Litoral Atlántico de Honduras

presentado por:

Gladis Marissa Matute Estrada

Pedro Samuel Ayala Velásquez

Aprobada:

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador PIA

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Rolando Barahona, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador de Area Temática

DEDICATORIA
GMME

A Dios todopoderoso por haberme acompañado en todo momento y por abrir las puertas necesarias para alcanzar esta meta.

A mis Padres Luis Armando Matute y Gladis Marina Estrada porque su gran amor, su incondicional apoyo y la confianza que han puesto en mi es lo que me motiva a seguir adelante cada día, los quiero mucho.

A mis Hermanos Luis Armando, Juan José, María José y José Armando este logro es para ustedes. A Vero y Ana María por traer a nuestro hogar la alegría que hacía falta.

A Tomás por todo su cariño y por estar conmigo en los buenos y malos momentos, te quiero.

Al Dr. Rolando Barahona por el apoyo y ánimo que me brindó para alcanzar esta meta.

DEDICATORIA
PSAV

A Dios por sobre todas las cosas.

A mis padres por darme todo su apoyo y comprensión.

A mis hermanas Claudia y Jissela por apoyarme y permitirme ser su ejemplo.

A mi abuelita Teresa por apoyarme y aconsejarme.

AGRADECIMIENTOS GMME

A Dios Padre por que su infinito amor me ha permitido culminar esta meta.

A mis Padres y mis hermanos por todos los sacrificios, por su tiempo y sobre todo por su gran amor. No hay palabras para expresarles lo que siento.

A mis abuelos, tíos y primos que siempre han estado pendientes de mi.

A Tomás por su amor y su paciencia, porque sin él nada sería igual.

Al Dr. Isidro Matamoros por su apoyo en los momentos que más necesite una mano.

Al Dr. Cosenza, Dra. Jeannette Ayestas, y a todo el personal de AgroBioTek Laboratorios por todas las atenciones durante el tiempo que estuve con ustedes.

Al Dr. Rolando Barahona por su apoyo durante estos dos años, gracias porque puso su conocimiento, su tiempo y esfuerzo como ninguno.

A las familias Robles y Rodas y por su valiosa amistad y a la familia Martínez por todas sus atenciones durante mi estadía en Olanchito.

A Doña Martha, José Mendoza y Gerardo Benavides por sus atenciones.

A Marielena Moncada por ser siempre más que una amiga...una hermana.

A mi amigo y compañero de Tesis Pedro Ayala por su esfuerzo y dedicación para completar este trabajo.

A Jenny Castillo por su paciencia y cariño.

A Cristian, Sergio y Demis por todo el tiempo que estuvieron pendientes de mi, por sus cuidados y sobre todo por el cariño que me brindaron.

A los ingenieros Enoc Rodríguez y Américo Rush por su colaboración durante la recolección de muestras y durante el período de trabajo en Olanchito.

A Nelson Merino, Juan Carlos Barahona, Pablo Williams, Denis Portillo, Norman García y todos aquellos que de una u otra forma me ayudaron a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS
PSAV

A mis padres Pedro Pablo Ayala y María Angela Velásquez por darme la vida, apoyarme y querer siempre lo mejor para mí.

A mis hermanas Angela Jissela y Claudia Isabel.

A todos mis tíos por estar pendientes en todo momento y por todo su apoyo.

A Fabiola, por darme su apoyo y preocuparse por mí. Gracias, te quiero.

A Sonia por escucharme y darme sus consejos en todo momento.

A mi compañera de tesis y amiga Gladis Marissa Matute por su dedicación y apoyo en este estudio.

A Nelson Merino por ser un buen compañero y amigo en todo momento.

Al Dr. Barahona por su dedicación, apoyo y esfuerzo en la realización de este estudio.

A mis compañeros de USAID – Leche (Héctor, Waldo, Félix, Graciela y Zoila) por todo lo aprendido y por todo lo compartido.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

**AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES
GMME**

A mis padres en especial por todo su apoyo.

A la Familia Cosenza por financiar la mayor parte de mis estudios en Zamorano durante el Programa de Agrónomo, infinitas gracias.

Al Dr. Humberto Cosenza y Dra. Jannette Ayestas de AgroBioTek Laboratorios por el financiamiento brindado para completar mis estudios durante el Programa de Agrónomo. Por su apoyo y atenciones durante trabajé con ellos y sobre todo por el conocimiento que me brindaron durante ese tiempo.

Al Dr. Isidro Matamoros por permitirme ser parte de su equipo por su ayuda para realizar la Ingeniería en Zamorano.

A USAID – ZAMORANO Componente de producción y procesamiento de leche por el financiamiento brindado durante el Programa de Ingeniero Agrónomo.

A Banco de Occidente y en especial al Sr. Jorge Bueso Arias por su ayuda durante el Programa de Ingeniero Agrónomo.

**AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES
PSAV**

A mis padres por darme parte de mis estudios.

A Recursos Naturales por financiar parte de mis estudios en Zamorano tanto en el Programa de Agrónomo como en el Programa de Ingeniero Agrónomo.

Al Doctor Isidro Matamoros por confiar en mi y brindarme su ayuda.

Al Proyecto USAID – Zamorano por financiarme la mayor parte de los estudios en el Programa de Ingeniero Agrónomo.

RESUMEN

Matute, G.; Ayala, P. 2001. Determinación de los niveles de minerales presentes en pastos y suero sanguíneo de vacas lecheras en el Litoral Atlántico de Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 31 p.

Los requerimientos de suplementación de minerales dependen del nivel de producción y del consumo de forrajes por el rumiante. Los pastos tropicales generalmente son deficientes en minerales. Se realizó un estudio para determinar el contenido de macro y micro minerales en los pastos y en el suero sanguíneo de vacas lecheras en los departamentos de Atlántida, Colón y Yoro. En 12 fincas (seis en Atlántida, tres en Colón y tres en Yoro) se seleccionaron dos animales por cada subgrupo: vacas 90 días pos parto (DPP), vacas 210 DPP, vacas secas (300 DPP), vaquillas, además se incluyó en las fincas de Atlántida un subgrupo de novillos. Se recolectó sangre durante la época lluviosa y una vez durante la seca, las muestras fueron centrifugadas para recolectar el suero, el pasto fue muestreado y secado a 60°C por tres días en un horno de convección. Las concentraciones de minerales fueron determinadas con un espectrofotómetro plasma ICP Optima 3000. Los pastos mostraron niveles deficientes de P, Ca, Na, Zn y S, en los tres departamentos. Pero el Mn y Fe excedieron los requerimientos por los animales y el K, Mg y Cu tuvieron las concentraciones requeridas. En el suero sanguíneo fueron más altos ($P < 0.05$) el Ca y P de las vaquillas y vacas 210 DPP en Colón y Yoro y P y Fe en vaquillas y novillos de Atlántida. Durante la época seca, S, Cu y Na fueron mayores en el valle Aguán y Fe y K en Atlántida. El análisis estratificado de los estados fisiológicos y su contenido mineral requiere de un muestreo más amplio en futuros estudios, así como medir el consumo de alimentos (forrajes y suplementos) para determinar el aporte mineral.

Palabras claves: Deficiencia, estado fisiológico, requerimiento, toxicidad.

Dr. Abelino Pitty

NOTA DE PRENSA

Deficiencias de minerales en pastos muestran los análisis realizados en Litoral Atlántico.

En Honduras, la actividad ganadera es uno de los principales rubros de la actividad agrícola y gran parte (46%) de la producción nacional de leche se lleva a cabo en las 14,118 fincas ubicadas en el Litoral Atlántico. En varios estudios realizados en Florida, Costa Rica y Nicaragua se ha demostrado que los pastos de nuestros países tropicales son generalmente deficientes en minerales y no llegan a satisfacer los requerimientos de los animales.

Para ver si ese es también el caso de los pastos de Honduras, se inició un estudio a finales de 2000 y concluyó a mediados de 2001. Este se llevó a cabo en dos localidades geográficas: el Valle Aguán y el departamento de Atlántida y fue financiado por el proyecto Zamorano-USAID para la Reactivación Agrícola post-Mitch.

Se seleccionaron 12 fincas en la zona, en cada una de ellas se hizo un muestreo de pastos y se obtuvieron también muestras de sangre de los animales para poder comparar las concentraciones de minerales en sangre versus el contenido de minerales en los pastos. Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Standard Fruit Company en La Ceiba.

Las muestras de pastos de los tres departamentos mostraron niveles deficientes de fósforo, calcio, sodio, cinc y azufre. En cambio, los niveles de manganeso e hierro fueron excesivos. A su vez, el potasio, magnesio y cobre tuvieron las concentraciones requeridas por los animales. En comparación en el suero sanguíneo se encontraron deficiencias de calcio y cobre y niveles excesivos de hierro. Se observó además que el contenido de minerales fue menor durante la época lluviosa que durante el verano, por lo que los productores de la zona deben poner especial cuidado en la alimentación de los animales durante esta época o cuando la mayor parte de la dieta proviene de los pastos.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria Gladis Marissa Matute Estrada.....	iv
	Dedicatoria Pedro Samuel Ayala Velásquez.....	v
	Agradecimientos Gladis Marissa Matute Estrada.....	vi
	Agradecimientos Pedro Samuel Ayala Velásquez.....	vii
	Agradecimientos a patrocinadores Gladis Marissa Matute Estrada.....	viii
	Agradecimientos a patrocinadores Pedro Samuel Ayala Velásquez.....	ix
	Resumen.....	x
	Nota de prensa.....	xi
	Contenido.....	xii
	Indice de cuadros.....	xiii
	Indice de anexos.....	xiv
1	INTRODUCCION.....	1
2	MATERIALES Y METODOS.....	2
2.1	Localización.....	2
2.2	Animales.....	3
2.3	Dietas en las fincas.....	3
2.4	Metodología.....	4
2.5	Diseño experimental.....	5
3	RESULTADOS Y DISCUSION.....	6
3.1	Análisis de minerales en el pasto.....	6
3.2	Análisis de minerales en el suero sanguíneo.....	10
3.2.1	Estados fisiológicos.....	10
3.2.2	Fincas.....	11
3.2.3	Epocas.....	12
3.2.4	Fertilidad del suelo.....	13
3.2.5	Comparación de los valores observados contra los normales esperados.....	14
4	CONCLUSIONES.....	18
5	RECOMENDACIONES.....	19
6	BIBLIOGRAFIA.....	20

INDICE DE CUADROS

1.1	Suplementos y pastos ofrecidos a las vacas en producción en las fincas de los departamentos de Colón y Yoro.....	3
1.2	Suplementos y pastos ofrecidos a las vacas en producción en las fincas de Atlántida.....	4
2	Requerimientos minerales de animales típicos en diferentes estados fisiológicos.....	7
3.1	Concentración de minerales en los pastos de Colón y Yoro.....	7
3.2	Concentración de minerales en los pastos de Atlántida.....	8
4.1	Diferencia en el contenido de minerales en los pastos del valle Aguán con los requerimientos de vacas en producción cerca de 90 días pos parto y produciendo 12 litros leche por día.....	9
4.2	Diferencia en el contenido de minerales en los pastos de Atlántida con los requerimientos de vacas en producción de cerca de 90 días pos parto y produciendo 12 litros leche por día.....	10
5	Concentración de minerales en el suero sanguíneo de animales en los diferentes estados fisiológicos en fincas del valle Aguán y Atlántida.....	11
6	Concentración promedio por finca de los minerales en el valle Aguán y Atlántida.....	12
7	Concentración promedio de la de minerales en el suero sanguíneo durante las épocas lluviosa y seca en el valle Aguán y Atlántida.....	13
8	Niveles promedio de minerales presentes en el suero sanguíneo en los departamentos Colón y Yoro.....	13
9	Niveles promedio de los minerales presentes en el suero sanguíneo por topografía de terreno en Atlántida.....	14
10	Comparación de los valores de suero sanguíneo observados contra los valores normales esperados en el valle Aguán y Atlántida.....	14

INDICE DE ANEXOS

1.	Contenido promedio por pasto en los departamentos de Colón y Yoro.....	21
2	Deficiencias de minerales en vacas con 210 DPP en Colón y Yoro.....	22
3	Deficiencias de minerales en vacas con 300 DPP (vacas secas) en Colón y Yoro.....	22
4	Deficiencias de minerales en vaquillas en Colón y Yoro.....	23
5	Concentración de minerales en el suero sanguíneo durante la época de lluvia en los departamentos de Colón y Yoro.....	24
6	Concentración de minerales en el suero sanguíneo durante la época seca en los departamentos de Colón y Yoro.....	25
7	Contenido promedio por pasto en el departamentos de Atlántida.....	26
8	Concentración de minerales en el suero sanguíneo durante el invierno en el departamento de Atlántida.....	27
9	Concentración de minerales en el suero sanguíneo durante la época seca en el departamento de Atlántida.....	28
10	Deficiencias de minerales en vacas de 210 DPP en el departamento de Atlántida.....	29
11	Deficiencias de minerales en vacas de 300 DPP en el departamento de Atlántida.....	29
12	Deficiencias de minerales en vaquillas en el departamento de Atlántida.....	30
13	Deficiencias de minerales en novillos en el departamento de Atlántida.....	30
14	Análisis de las recomendaciones de suplementación con sal mineral Pecutrín para cubrir deficiencias en vacas con 90 DPP.....	31

1. INTRODUCCION

La tecnificación y el ritmo acelerado del progreso de las explotaciones ganaderas, determinan que una mayor necesidad de nutrientes sea requerida por el organismo animal. Estos factores determinan que los alimentos comunes y en especial los forrajes que provienen de terrenos agotados, no puedan proporcionar al ganado los elementos minerales que cada día necesitan en mayor proporción, causando serios trastornos por sus deficiencias.

Una alimentación mineral adecuada es esencial para una buena salud y producción de carne y leche. Las pérdidas y despigmentación de pelo, abortos no infecciosos, diarreas, anemia, pérdida de apetito, anormalidades de los huesos y baja fertilidad son unos de los síntomas que sugieren deficiencias minerales (Vargas y Fonseca, 1989).

Los requerimientos de minerales son altamente dependientes del nivel de producción y del consumo de forrajes por el rumiante en pastoreo. Los factores que reducen el consumo de forrajes como el bajo nivel de proteína (menos del 7.0%), el alto nivel de lignina, y la contaminación con suelo reducen la cantidad de minerales consumidos por el animal (McDowel *et al.*, 1997)

Los pastos tropicales son generalmente deficientes en minerales, en un estudio realizado Costa Rica, se encontraron serias deficiencias en los pastos en Ca, P, S, K y asimismo valores más altos a los requeridos por los animales en Fe y Mg (Vargas y Fonseca, 1989).

En Honduras, la actividad ganadera es uno de los principales rubros de la actividad agrícola y gran parte de la producción nacional de leche (46%) se lleva a cabo en 14,118 fincas ubicadas en el Litoral Atlántico, específicamente en los departamentos de Atlántida, Colón y Yoro (Jara Almonte, 1999). En la mayoría de estas fincas, las condiciones de manejo del ganado son mínimas y algunas prácticas necesarias como la suplementación con minerales generalmente no se llevan a cabo.

Con este estudio se diagnosticó el contenido de macro y micro minerales presentes tanto en los pastos predominantes como en el suero sanguíneo de vacas lecheras de la región del Litoral Atlántico, Honduras. Esto permitió conocer las concentraciones minerales en los pastos y el estatus de éstos en los animales.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION

El experimento se realizó en el valle Aguán y en el departamento de Atlántida. En el valle Aguán, localizado entre los departamentos Yoro y Colón en la costa norte de Honduras, se eligieron tres fincas por cada departamento.

Las tres fincas del departamento de Yoro pertenecen a Enemesio Ponce en la comunidad de Juncal, Armando Sosa en San Francisco y Wilfredo Sosa en Armenia. Estas fincas se encuentran a una elevación promedio de 180 msnm, una precipitación anual entre 1500-1800 mm y una temperatura promedio anual de 27°C. Las fincas del departamento de Colón pertenecen a los señores Luis Ulloa en Ocotes Altos, Víctor Cartagena en Bonito Oriental y Carlos Portillo en Francia, con una elevación promedio de 50 msnm, una precipitación promedio anual de 1600 mm y una temperatura promedio anual de 27°C.

Según Gauggel^a (2000), se puede esperar que los suelos de las tres fincas en el departamento de Yoro sean terrazas con saturación de bases > 35% y con un pH >7.5. En cambio en las tres fincas del departamento de Colón predominan las terrazas con pH entre 5.5 y 6.5, en las dos zonas se encuentran alfisoles, inceptisoles y entisoles, la mayoría de baja fertilidad natural.

En el departamento de Atlántida se incluyeron seis fincas en el corredor comprendido entre Tela y Descombros con una altura promedio de 35 msnm, una precipitación promedio de 2200 mm y una temperatura promedio anual de 28°C. Dichas fincas son las de Jorge Reyes en Mezapita, Andrés Cartagena en Paguales, Sigfrido Burgos en Trípoli, Mario Chirinos en Jutiapa, Jane de Jones en Belaire y la Adolfo Claros en Descombros.

Tres de las fincas seleccionadas (J. Reyes, J. de Jones, A. Claros) tienen terrenos con pendientes que van desde los 20 a 50 grados, mientras que las otras tres tienen terrenos planos con pendientes menores a los 10 grados. Es de esperar que la disponibilidad de nutrientes en las pasturas ubicadas en terrenos quebrados sea más baja puesto que estos suelos son mejor drenados y por lo tanto más lixiviados, disminuyendo su fertilidad y aumentando su acidez, lo que es característico de los suelos rojos (oxisoles). En cambio las fincas con suelos más planos y menos lixiviados tendrían más disponibilidad de nutrientes y un pH más cercano al neutro característico de los inceptisoles (Gauggel^a, 2000).

^a Carlos Gauggel, 2000. Comunicación Personal.

2.2. ANIMALES

En todas las fincas se muestrearon dos animales por cada uno de los siguientes subgrupos: vacas en alta producción con 90 días posparto promedio (DPP), vacas en baja producción (210 DPP), vacas secas (300 DPP) y vaquillas. En las fincas del departamento de Atlántida se incluyeron los novillos como un quinto subgrupo.

La mayoría de los animales muestreados son encastes entre las razas: Brahman, Gyr Lechero, Holstein y Pardo Suizo, con un potencial de producción de leche, pero que debido a prácticas inadecuadas de manejo, solamente producen de 5-10 litros de leche/vaca/día.

2.3 DIETAS EN LAS FINCAS

En los cuadros 1.1 y 1.2 se detallan las dietas ofrecidas en cada finca a las vacas en producción. En la mayoría de los casos, las dietas recibidas por las vacas en producción fueron muy diferentes a las recibidas por el resto de los animales. Por el otro lado, las dietas mostradas en los Cuadros 1.1 y 1.2 son las de mayor contenido de minerales.

Como se puede observar existe una gran variabilidad entre fincas en cuanto a la composición de la dieta y la suplementación mineral ofrecida. De la misma manera, se observó gran variabilidad en términos de producción diaria de leche por finca, lo que quizás está en relación directa con la variabilidad de las dietas ofrecidas.

Cuadro 1.1. Suplementos y pastos ofrecidos a las vacas en producción en las fincas de los departamentos de Colón y Yoro.

Fincas	Pasto Predominante	Suplementos (kg/día)	Sales Minerales Pecutrin : sal común	Producción (L/vaca/día)
V. Cartagena	Rodesia, Guinea	No da	33:67	5.82
L. Ulloa	Brachiaria	Concentrado: 1.8 Melaza: 0.3	33:67	8.35
A. Sosa	Brachiaria, Camerún	Concentrado 1.8	10:90	6.38
W. Sosa	Brachiaria	Melaza 0.5	10:90	4.91
E. Ponce	Brachiaria	Concentrado 1.8 Melaza 0.5	20:80	9.63
C. Portillo	Brachiaria	No da	No da	5.25

Cuadro 1.2 Suplementos y pastos ofrecidos a las vacas en producción en las fincas de Atlántida.

Fincas	Pasto Predominante	Suplementos	Sales Minerales	Producción (L/vaca/día)
A. Cartagena	Brachiaria, King grass 4.2 kg/día	Melaza : urea : coquito : maíz (6:10:67:17) 1 kg/vaca	Pecutrin : sal común (33:67)	6.5
S. Burgos	Ensilaje de sorgo, Brachiaria	Concentrado, 1 kg/2 litros de leche	No da	18.8
Jorge Reyes	Brachiaria	Coquito : melaza (3:1) 2 kg/vaca	Fondosal 10%	4.5
M. Chirinos	Suazi	No da	Pecutrin : sal común (25:75)	4.6
A. Claros	Brachiaria	Pulpa 13.6 kg/día	Pecutrin : sal común (20:80)	4.16
J. de Jones	Brachiaria, Camerún	Urea : melaza (6 : 94) 1 kg/vaca concentrado 1 kg/2 litros de leche	Pecutrin : sal común : azufre (20:75:5)	9.7

2.4 METODOLOGIA

En cada finca se realizaron dos recolecciones de sangre, una en la época lluviosa (noviembre del 2000) y otra en la época seca (abril del 2001). Las muestras se obtuvieron mediante la punción de la base de la cola previa desinfección con alcohol, extrayendo 10 cc por cada animal. Se centrifugaron a 4000 rpm y el suero obtenido fue analizado en el laboratorio de la Standard Fruit Company en La Ceiba, Atlántida.

En el laboratorio, las muestras fueron digeridas con cinco ml de ácido nítrico, dos ml de peróxido en 0.5 g de suero. Esta mezcla se calentó durante 15 minutos a más de 100°C, para destruir la parte orgánica de la muestra y liberar los minerales. El líquido recuperado se llevó a un volumen de 20 ml mediante la adición de agua deionizada.

El contenido de macro y micro minerales en la solución se determinó con un espectrofotómetro plasma ICP Optima 3000. En la cámara de nebulización de dicho aparato la muestra se expuso a una temperatura de 1000°K por 15 segundos lo que da suficiente energía para que dentro de cada mineral los electrones se muevan a la capa de su último orbital (capa de valencia). Al ser removida la fuente de calor, los electrones regresan a su orbital original, liberando energía a determinada longitud de onda dependiendo de cada mineral, la cual es detectada por el aparato. La magnitud de energía liberada es proporcional a la concentración del mineral. La relación entre estas variables

es establecida en curvas de calibración usando estándares de reconocido contenido de minerales. Los resultados son procesados con la ayuda del paquete de software Winlab[®].

Las muestras de pastos se obtuvieron en los potreros pastoreados durante el período de muestreo de sangre. Estas muestras se secaron a 60°C en un horno de convección por tres días para ser posteriormente molidas. La determinación de minerales en estas muestras se realizó de la misma manera como en las muestras de sangre, con la excepción de que se usaron 3 ml de ácido nítrico, 2 ml de peróxido y 0.4 g de muestra.

Se usó el programa que acompaña al libro de requerimientos del ganado de leche (NRC, 2001) para la realización de la simulación de los requerimientos minerales de los animales dependiendo del estado fisiológico y de características como ser distancia que caminan los animales ya sea para pastorear o tomar agua, peso, ganancia diaria de peso, producción de leche por día y gestación.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos de concentración de minerales en suero sanguíneo se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS[®] (2000), usando departamento, época finca y estado fisiológico como clases. En el caso de las muestras del departamento de Atlántida se usó topografía en lugar de departamento. Para la separación de medias se utilizó el procedimiento SNK con un alfa de 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. ANALISIS DE MINERALES EN EL PASTO

Dependiendo de su estado fisiológico, los animales tienen diversos requerimientos de minerales, tanto para el crecimiento, preñez y producción de leche. La satisfacción de estos requerimientos depende en gran medida del contenido de minerales en los pastos, de la forma química en que éstos están presentes y el nivel de suplementación en la dieta ya sea en la sal mineral como en el resto de los alimentos. La forma química en que se presentan los minerales es muy importante al momento de ofrecer suplementos al animal, ya que unas formas tienen mayor disponibilidad que otra, así como es necesario tomar en cuenta el nivel de absorción de cada mineral por parte del animal.

Puesto que el estado fisiológico y el nivel de producción afectan los requerimientos minerales, se decidió estimar los requerimientos para cada uno de los cinco subgrupos de animales muestreados en este estudio. Para esto se utilizó el programa que acompaña al libro Requerimientos del ganado de leche (NRC, 2001). Se usó un animal Pardo Suizo en pastoreo, caminando cuatro km al día y a una temperatura ambiente de 28°C. Se estimó un consumo diario de 2% del peso vivo para todos los animales. Los resultados de esta simulación se presentan en el cuadro 2.

Como se puede observar en el cuadro 2, los animales que requieren las más altas concentraciones de minerales en la dieta son las vacas de mayor producción. Sin embargo, en el caso de los micro minerales los animales requiriendo concentraciones dietéticas más altas son los animales en crecimiento (vaquillas y novillos). Debe notarse que los requerimientos totales (g/día) de los animales adultos son mayores a los de los animales en crecimiento, pero debido a que el consumo de materia seca de los animales en crecimiento es menor, los contenidos de minerales que esos animales requieren en la dieta son más altos. Por el otro lado, las vacas secas son generalmente el grupo animal requiriendo las menores concentraciones dietéticas de minerales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Requerimientos minerales de animales típicos en diferentes estados fisiológicos según el NRC (2001).

Estado Fisiológico	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
	g/kg de MS					mg/kg de MS				
Vacas lactación ¹	4.03	11.36	9.46	0.46	2.00	40.59	19.23	6.99	0.82	3380.00
Vacas lactación ²	2.75	9.93	6.40	0.31	2.00	23.48	15.81	2.91	0.90	2747.02
Vacas secas ³	2.47	5.16	4.15	0.24	2.00	18.59	18.26	10.48	0.86	1136.20
Vaquillas ⁴	3.50	5.34	7.64	0.31	2.00	33.21	30.57	29.62	0.81	1234.00
Novillos ⁵	4.02	5.43	9.06	0.29	2.00	37.72	34.12	35.71	1.08	1315.00

¹De 409 kg de peso vivo, 90 DPP y produciendo 12 litros de leche por día.

²De 409 kg de peso vivo, 210 DPP, 120 días de preñez y produciendo 5 litros de leche por día.

³De 409 kg de peso vivo, 300 DPP y 210 días de preñez.

⁴De 205 kg de peso vivo y una ganancia de peso vivo de 750 g/día.

⁵De 170 kg de peso vivo y una ganancia de peso vivo de 750 g/día.

Se encontró una gran variabilidad en las concentraciones de minerales en los pastos más comunes de la zona (Cuadros 3.1 y 3.2). Por ejemplo, en los pastos de los departamentos de Colón y Yoro las concentraciones de potasio y calcio (g/kg de MS) variaron de 9.8 a 27.7 y de 1.9 a 5.7 respectivamente. Asimismo, las concentraciones de hierro y manganeso (mg/kg de MS) variaron de 63 a 830 y de 28 a 247 respectivamente (Cuadro 3.1).

Las diferencias en las concentraciones de minerales en los pastos pueden deberse a diferencias en manejo en las fincas, edad del pasto al momento del pastoreo y el tiempo de permanencia de los animales dentro de estos ya que los minerales devueltos en las heces y orina pueden ser aprovechados por el pasto.

Cuadro 3.1 Concentración de minerales en los pastos de Colón y Yoro.

Finca	Pasto	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		g/kg de MS					mg/kg de MS				
A. Sosa	<i>B. decumbens</i>	2.7	27.7	3.5	2.7	1.3	29	56	88	5	265
A. Sosa	<i>Pennisetum p.</i>	1.9	12.1	1.5	1.6	1.0	39	247	410	3	3991
W. Sosa	<i>Brachiaria</i>	3.1	20.0	5.1	3.4	1.6	39	62	171	5	325
E. Ponce	<i>Digitaria</i>	2.2	17.3	2.6	2.0	1.2	28	28	74	3	110
E. Ponce	<i>B. decumbens</i>	1.9	10.3	5.7	1.8	1.8	40	50	830	9	269
V. Cartagena	<i>Panicum</i>	2.9	21.2	3.2	1.6	2.3	49	80	200	9	124
V. Cartagena	<i>Cynodon</i>	2.0	13.8	2.8	1.5	0.9	43	125	63	4	96
V. Cartagena	<i>Cynodon</i>	2.2	9.8	1.9	1.9	0.8	28	228	237	1	2752
C. Portillo	<i>B. decumbens</i>	1.7	17.7	3.3	2.4	1.6	38	68	178	5	117
C. Portillo	<i>B. decumbens</i>	2.3	13.8	4.0	2.2	2.2	58	84	266	9	104
L. Ulloa	<i>B. decumbens</i>	2.2	24.7	2.8	2.4	1.4	26	102	109	5	517

En los pastos del departamento de Atlántida también se observó una gran variabilidad en su contenido de minerales. Por ejemplo, las concentraciones de azufre y fósforo (g/kg de MS) variaron de 1.0 a 35.0 y de 1.4 a 5.7 respectivamente. Asimismo, las concentraciones de hierro y manganeso (mg/kg de MS) variaron de 62 a 1907 y de 86 a 623 respectivamente (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 Concentración de minerales en los pastos de Atlántida

Finca	Pasto	gr/kg de MS					mg/kg de MS				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
J. Reyes	<i>B. decumbens</i>	2.5	29.8	2.3	2.7	2.0	36	353	62	11	395
J. de Jones	<i>B. decumbens</i>	2.1	24.8	3.7	2.7	1.1	22	99	139	4	29
A. Claros	<i>B. decumbens</i>	1.9	20.4	4.1	4.7	35.0	35	132	480	5	112
A. Cartagena	Pasto Pará	1.4	17.5	1.3	1.6	1.5	42	294	682	5	3777
A. Cartagena	Pasto Jazmín	1.8	24.0	2.6	2.3	2.2	44	378	141	8	2062
A. Cartagena	King Grass	1.4	35.4	3.0	1.7	1.4	12	124	90	5	44
S. Burgos	King Grass	2.8	20.9	2.5	2.1	1.6	37	543	1907	6	1713
M. Chirinos	Suazi	5.9	29.2	4.7	2.4	1.9	42	86	326	7	324
J. de Jones	Suazi (Heno)	2.1	10.3	3.3	1.7	1.0	27	182	131	4	610
S. Burgos	Sorgo (Ensilaje)	2.5	14.7	7.2	4.7	2.0	42	623	1898	9	205
J. Reyes	Pasto Alicia	1.9	22.1	3.6	2.2	2.1	24	192	71	7	101

Con el objeto de determinar en que minerales son deficientes los pastos examinados, se calculó la diferencia entre el contenido de minerales en los pastos (Cuadro 3.1 y 3.2) y los requerimientos de los animales (Cuadro 2). Los resultados de este procedimiento se reportan en el Cuadro 4.1 para los pastos del valle Aguán y en el Cuadro 4.2 para los pastos de Atlántida.

El 100% de los pastos de los departamentos de Colón y Yoro mostraron déficit en sus concentraciones de fósforo y calcio, mientras que el 91% mostró deficiencia en sodio, el 82% en azufre y el 73% fue deficiente en zinc. Por otro lado, en la mayoría de los pastos las concentraciones de manganeso e hierro fueron hasta siete y veinte veces más altas respectivamente que las requeridas por los animales. Por su parte la concentración de potasio cubrió en un 81% de las muestras el requerimiento de los animales y 100% en magnesio y cobre, aparentemente no es necesaria la suplementación de éstos en la dieta (cuadro 1).

Como se muestra en el cuadro 4.2, el 100, el 91, el 91, el 64 y el 54% de los pastos de Atlántida fueron deficientes en calcio, fósforo, sodio, zinc y azufre respectivamente. Como en el caso de los pastos del valle Aguán, las concentraciones de manganeso y hierro fueron generalmente mucho más altas que los requerimientos de estos minerales (hasta 18 y 55 veces respectivamente). De manera similar a lo observado en Colón y Yoro, las concentraciones de potasio, magnesio y cobre en los pastos de Atlántida se mostraron adecuadas para satisfacer los requerimientos animales.

En un estudio comparando el contenido de minerales en la leche y suero sanguíneo de Búfalos de agua y vacunos Charoláis en La Florida, se observó en el 98% de los casos que los pastos fueron deficientes en cobre, 91% en cobalto, 90% en sodio, 85% en selenio, 73% en zinc, 57% en fósforo y 53% en potasio, reforzando la necesidad de proveer un suplemento mineral completo para los animales en pastoreo (Merkel *et al.*, 1989).

En otro estudio similar realizado en la universidad de La Florida tanto los pastos nativos de la zona como los mejorados se encontraron deficientes o con cantidades marginales en sodio, fósforo, potasio, cobre, cobalto y selenio; y se encontró que los pastos de baja calidad tienen menor disponibilidad de minerales que aquellos de mejor calidad (Kunkle *et al.*, 1999).

En un estudio realizado en Costa Rica con condiciones climáticas similares a la zona en estudio, se encontró que los pastos eran deficientes el calcio en el 100% de los casos, 52% en fósforo, 57% en potasio, 100% en Zinc y 100% de las muestras estaban ligeramente por debajo de los requerimientos en cobre. En el 100% de los pastos el hierro, manganeso y magnesio se encontraron sobre los requerimientos de los animales (Vargas y Fonseca, 1989).

Es importante notar que los cálculos y las deficiencias mostradas en los cuadros siguientes, sólo se refieren a vacas produciendo 12 litros de leche por día, en el caso de vacas secas, las deficiencias son menos severas a las mostradas aquí dado su menor requerimiento nutricional (anexo 4).

Cuadro 4.1 Diferencia en el contenido de minerales en los pastos del valle Aguán con los requerimientos de vacas en producción cerca de 90 días pos parto y produciendo 12 litros leche por día.

Fincas	Pasto	g/kg de MS					mg/kg de MS				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
A. Sosa	<i>B. decumbens</i>	-1.3	16.3	-6.0	2.2	-0.7	-11.6	36.8	81.0	4.2	-3115
A. Sosa	Camerún	-2.1	0.7	-8.0	1.1	-1.0	-1.6	227.8	403.0	2.2	611
W. Sosa	Brachiaria	-0.9	8.6	-4.4	2.9	-0.4	-1.6	42.8	164.0	4.2	-3055
E. Ponce	Suazi	-1.8	5.9	-6.9	1.5	-0.8	-12.6	8.8	67.0	2.2	-3270
E. Ponce	<i>B. decumbens</i>	-2.1	-1.1	-3.8	1.3	-0.2	-0.6	30.8	823.0	8.2	-3111
V. Cartagena	Guinea	-1.1	9.8	-6.3	1.1	0.3	8.4	60.8	193.0	8.2	-3256
V. Cartagena	Rodesia	-2.0	2.4	-6.7	1.0	-1.1	2.4	105.8	56.0	3.2	-3284
V. Cartagena	Rodesia	-1.8	-1.6	-7.6	1.4	-1.2	-12.6	208.8	230.0	0.2	-628
C. Portillo	<i>B. decumbens</i>	-2.3	6.3	-6.2	1.9	-0.4	-2.6	48.8	171.0	4.2	-3263
C. Portillo	<i>B. decumbens</i>	-1.7	2.4	-5.5	1.7	0.2	17.4	64.8	259.0	8.2	-3276
L. Ulloa	<i>B. decumbens</i>	-1.8	13.3	-6.7	1.9	-0.6	-14.6	82.8	102.0	4.2	-2863

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (Cuadro 3.1).

Cuadro 4.2. Diferencia en el contenido de minerales en los pastos de Atlántida con los requerimientos de vacas en producción de cerca de 90 días pos parto y produciendo 12 litros leche por día.

Finca	Pasto	g/kg de MS					mg/kg de MS				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
Jorge Reyes	Pasto Alicia	-2.1	10.7	-5.9	1.7	0.1	-16.6	172.8	64.0	6.2	-3279
Jorge Reyes	B. decumbens	-1.5	18.4	-7.2	2.2	0.0	-4.6	333.8	55.0	10.2	-2985
A. Cartagena	King Grass	-2.6	24.0	-6.5	1.2	-0.6	-28.6	104.8	83.0	4.2	-3336
A. Cartagena	Pasto Pará	-2.6	6.1	-8.2	1.1	-0.5	1.4	274.8	675.0	4.2	397
A. Cartagena	Pasto Jazmín	-2.2	12.6	-6.9	1.8	0.2	3.4	358.8	134.0	7.2	-1318
S. Burgos	King Grass	-1.2	9.5	-7.0	1.6	-0.4	-3.6	523.8	1900.0	5.2	-1667
S. Burgos	Sorgo (ensilaje)	-1.5	3.3	-2.3	4.2	0.0	1.4	603.8	1891.0	8.2	-3175
M. Chirinos	Suazi	1.9	17.8	-4.8	1.9	-0.1	1.4	66.8	319.0	6.2	-3056
Jane de Jones	Suazi (heno)	-1.9	-1.1	-6.2	1.2	-1.0	-13.6	162.8	124.0	3.2	-2770
Jane de Jones	B. decumbens	-1.9	13.4	-5.8	2.2	-0.9	-18.6	79.8	132.0	3.2	-3351
A. Claros	<i>B. decumbens</i>	-2.1	9.0	-5.4	4.2	33.0	-5.6	112.8	473.0	4.2	-3268

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (Cuadro 3.2).

3.2. ANALISIS DE LA CONCENTRACION DE MINERALES EN EL SUERO SANGUINEO.

3.2.1. Estados fisiológicos

Uno de los objetivos originales de este estudio fue determinar si existía diferencia en el contenido de minerales entre animales en diferentes estados fisiológicos. La base de esta suposición es la diferencia en requerimientos minerales (Cuadro 2) y las dietas ofrecidas a estos subgrupos.

En el cuadro 5 se reportan las concentraciones promedio de minerales en animales de diferentes estados fisiológicos en ambas zonas geográficas. Para la mayoría de los minerales, las concentraciones en suero sanguíneo de los subgrupos animales estudiados tanto en el valle Aguán como en Atlántida no fueron diferentes.

Sin embargo, en las muestras del valle Aguán, las vaquillas y las vacas de baja producción mostraron niveles más altos de fósforo y calcio que los otros dos subgrupos ($p < 0.05$). A su vez, en las muestras de Atlántida las concentraciones de fósforo e hierro fueron más altas en los animales en crecimiento que en los animales adultos ($p < 0.05$). En cambio, la concentración de azufre en los novillos fue más baja que la del resto de los animales ($p < 0.05$). Estas diferencias pueden deberse a la actividad metabólica asociada con los procesos de crecimiento y en el caso de los animales adultos esto podría deberse a la relación requerimiento - oferta.

Cuadro 5. Concentración de minerales en el suero sanguíneo de animales en los diferentes estados fisiológicos en fincas del valle Aguán y Atlántida.

Estado	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
	g/kg de MS					mg/kg de MS				
Animales muestreados en el valle Aguán										
Vacas 90 DPP	117 ^b	205 ^a	78.6 ^b	25.6 ^a	1089 ^a	1.33 ^a	0.05 ^a	1.96 ^a	0.51 ^a	3269 ^a
Vacas 210 DPP	132 ^a	207 ^a	81.3 ^{ab}	26.5 ^a	1073 ^a	2.17 ^a	0.19 ^a	2.09 ^a	0.49 ^a	3295 ^a
Vacas secas	112 ^b	215 ^a	78.8 ^b	26.0 ^a	1090 ^a	1.85 ^a	0.07 ^a	2.73 ^a	0.51 ^a	3234 ^a
Vaquillas	127 ^a	228 ^a	83.8 ^a	24.8 ^a	1041 ^a	1.90 ^a	0.06 ^a	3.42 ^a	0.53 ^a	3273 ^a
Animales muestreados en el departamento de Atlántida										
Vacas 90 DPP	117 ^b	175 ^a	68.8 ^a	23.6 ^a	1029 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	2.4 ^b	0.52 ^a	3081 ^a
Vacas 210 DPP	116 ^b	178 ^a	69.8 ^a	23.7 ^a	1021 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	2.2 ^b	0.60 ^a	3018 ^a
Vacas secas	104 ^b	177 ^a	70.4 ^a	24.1 ^a	1072 ^a	0.03 ^a	0.00 ^a	4.5 ^b	0.51 ^a	3087 ^a
Vaquillas	122 ^{ab}	195 ^a	72.4 ^a	22.8 ^a	1023 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	8.6 ^{ab}	0.40 ^a	3104 ^a
Novillos	136 ^a	191 ^a	73.9 ^a	22.2 ^a	939 ^b	0.00 ^a	0.00 ^a	14.9 ^a	0.57 ^a	3077 ^a

a, b Medias en la misma columna dentro de cada segmento, seguida por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$).

3.2.2. Fincas

Debido a que tanto las dietas (Cuadros 1.1 y 1.2) como las concentraciones de minerales en los pastos (Cuadros 3.1 y 3.2) y en los suelos fueron diferentes, se comparó la concentración de minerales entre las fincas estudiadas. Esta comparación mostró que en las fincas del valle Aguán y Atlántida no existieron diferencias significativas en las concentraciones de la mayoría de los minerales (Cuadro 6).

Sin embargo se puede notar que entre las fincas del valle Aguán hubo diferencias en las concentraciones de calcio, potasio y zinc ($p < 0.05$). Por su parte, también hubo diferencias entre las fincas de Atlántida en las concentraciones de fósforo, calcio e hierro ($p < 0.05$). No hay una explicación simple para estas diferencias, dado que estos resultados están enmascarados por las diferencias en las dietas, composición de los pastos y tipo y nivel de suplementación de minerales en cada finca.

Cuadro 6. Concentración promedio por finca de los minerales en el suero sanguíneo en el valle Aguán y en Atlántida.

Fincas	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
	ppm									
Valle Aguán										
A. Sosa	122 ^a	193 ^c	79.5 ^{abc}	26.2 ^a	1073 ^a	4.60 ^a	0.24 ^a	2.76 ^a	0.51 ^a	3211 ^a
C. Portillo	119 ^a	223 ^b	83.1 ^{ab}	27.1 ^a	1061 ^a	1.47 ^b	0.10 ^a	2.43 ^a	0.41 ^a	3313 ^a
E. Ponce	130 ^a	188 ^c	78.4 ^{bc}	25.3 ^a	1102 ^a	0.76 ^b	0.05 ^a	2.37 ^a	0.56 ^a	3276 ^a
L. Ulloa	122 ^a	250 ^a	81.3 ^{ab}	24.0 ^a	1058 ^a	0.95 ^b	0.06 ^a	3.56 ^a	0.50 ^a	3274 ^a
V. Cartagena	120 ^a	225 ^b	84.3 ^a	26.2 ^a	1068 ^a	1.77 ^b	0.07 ^a	1.91 ^a	0.56 ^a	3288 ^a
W. Sosa	117 ^a	201 ^{bc}	75.6 ^c	25.6 ^a	1079 ^a	1.31 ^b	0.05 ^a	2.17 ^a	0.49 ^a	3231 ^a
Departamento de Atlántida										
A. Cartagena	122 ^{ab}	184 ^a	68.9 ^{ab}	23.0 ^a	1008 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	10.30 ^{ab}	0.49 ^a	2999 ^a
S. Burgos	114 ^{ab}	176 ^a	65.2 ^b	22.6 ^a	1029 ^a	0.05 ^a	0.00 ^a	1.61 ^{bc}	0.61 ^a	3052 ^a
J. Reyes	128 ^a	190 ^a	72.9 ^a	22.7 ^a	1022 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	4.03 ^{bc}	0.53 ^a	3143 ^a
M. Chirinos	107 ^b	176 ^a	71.6 ^a	23.9 ^a	1033 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.46 ^c	0.50 ^a	3089 ^a
A. Claros	118 ^{ab}	175 ^a	71.4 ^a	24.9 ^a	1043 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	2.50 ^{bc}	0.49 ^a	3038 ^a
J. de Jones	105 ^b	181 ^a	73.0 ^a	24.4 ^a	1031 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	12.34 ^a	0.56 ^a	3088 ^a

a, b, c Medias en la misma columna dentro de cada segmento, seguida por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$).

3.2.3. Epocas

En vista de que tanto el consumo como la disponibilidad de pasto pueden variar en la época lluviosa y seca, se decidió comparar la concentración de minerales en los sueros obtenidos en ambas épocas.

Como se puede observar en el cuadro 7, en las muestras del valle Aguán en la época seca el contenido de potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre, y sodio fue más alto que el de la lluviosa ($P < 0.05$). En cambio el contenido de zinc de la época lluviosa fue 100 veces más alto que el de la época seca ($P < 0.05$). Por otro lado no se observaron tantas diferencias en los sueros obtenidos en ambas épocas en Atlántida, a excepción de las concentraciones de potasio y hierro que fueron más altas en la época seca ($p < 0.05$). Esto puede deberse a que en la época seca los pastos crecen más lentamente que en la lluviosa, lo que resulta en una mayor concentración de minerales en los tejidos vegetales en la época seca. Desafortunadamente en este estudio no se pudo contar con los análisis de pastos de las dos épocas para las dos zonas en estudio.

Cuadro 7. Concentración promedio de minerales en el suero sanguíneo durante las épocas lluviosa y seca en el valle Aguán y Atlántida.

Epoca	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
	ppm									
Valle Aguán										
Lluviosa	121 ^a	207 ^b	78.3 ^b	24.4 ^b	1060 ^b	3.45 ^a	0.09 ^a	2.90 ^a	0.42 ^b	3167 ^b
Seca	123 ^a	221 ^a	83.1 ^a	27.2 ^a	1089 ^a	0.03 ^b	0.09 ^a	2.15 ^a	0.60 ^a	3377 ^a
Departamento de Atlántida										
Lluviosa	118 ^a	171 ^b	71.5 ^a	23.7 ^a	1037 ^a	0.01 ^a	0.00 ^a	0.84 ^b	0.55 ^a	3087 ^a
Seca	115 ^a	188 ^a	69.8 ^a	23.3 ^a	1018 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	8.05 ^a	0.51 ^a	3057 ^a

a, b Medias en la misma columna dentro de cada segmento, seguida por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$).

3.2.4. Fertilidad del suelo

Uno de los criterios que se utilizó en la selección de fincas fue la fertilidad de los suelos. Como se discutió en la introducción, se puede esperar que por diferencias de pH y de material parental los suelos de Yoro y de Colón difieran en fertilidad. Asimismo dada la diferencia en niveles freáticos y susceptibilidad a la erosión también se puede esperar que la fertilidad de los suelos en terrenos quebrados sea diferente a aquella de suelos en terrenos planos.

Sin embargo dentro de este estudio, la comparación de las diferencias entre fincas en los departamentos de Colón y Yoro (Cuadro 8) y de las fincas con terrenos quebrados y planos en Atlántida (Cuadro 9) se dificulta, debido a que los supuestos efectos de fertilidad de suelos están enmascarados con los efectos debidos a diferencias en manejo dentro de las fincas (pastos y composición de la dieta).

Cuadro 8. Niveles promedio de minerales presentes en el suero sanguíneo por departamentos en Colón y Yoro.

Departamento	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
	ppm									
Yoro	124 ^a	193 ^b	78.1 ^b	25.7 ^a	1086 ^a	2.26 ^a	0.11 ^a	2.46 ^a	0.53 ^a	3242 ^b
Colón	120 ^a	233 ^a	82.9 ^a	25.8 ^a	1062 ^a	1.40 ^a	0.07 ^a	2.62 ^a	0.49 ^a	3292 ^a

a, b Medias en la misma columna dentro de cada segmento, seguida por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$).

Cuadro 9. Niveles promedio de los minerales presentes en el suero sanguíneo por topografía de terreno en Atlántida.

Topografía	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
	ppm									
Plano	115 ^a	179 ^a	68.9 ^b	23.2 ^a	1022 ^a	0.01 ^a	0.00 ^a	4.52 ^a	0.53 ^a	3045 ^a
Quebrado	119 ^a	183 ^a	72.5 ^a	23.8 ^a	1031 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	5.77 ^a	0.52 ^a	3098 ^a

a, b Medias en la misma columna dentro de cada segmento, seguida por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$).

3.2.5. Comparación de los valores observados contra los valores normales esperados.

Las concentraciones de minerales en el suero sanguíneo han sido usadas en estudios de nutrición animal a fin de monitorear el estatus nutricional de los animales. Valores que están consistentemente por encima o por debajo de las concentraciones normales sirven para indicar un probable exceso o deficiencia de minerales, aunque ésto no debe considerarse como prueba concluyente de una u otra condición (McDowell *et al.*, 1984).

En el cuadro 10 se reportan los valores promedios, mínimos y máximos observados tanto en el valle Aguán como en Atlántida y se proveen los rangos normales de estos minerales en el suero sanguíneo tal y como se reporta en las tablas de requerimientos del ganado lechero (NRC, 2001).

Cuadro 10. Comparación de los valores observados contra los valores normales esperados en el valle Aguán y Atlántida.

	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
Concentración	ppm									
Concentraciones observadas en el valle Aguan										
Promedio	122	213	80.5	25.8	1074	1.83	0.09	2.54	0.51	3267
Mínimo	112	205	78.6	24.8	1041	1.33	0.05	1.96	0.49	3234
Máximo	132	228	83.8	26.0	1090	1.90	0.19	3.42	0.53	3295
Concentraciones observadas en el departamento de Atlántida										
Promedio	117	181	70.7	23.0	1026	0.005	0.00	5.14	0.52	3072
Mínimo	104	175	68.8	22.2	939	0.00	0.00	2.2	0.40	3018
Máximo	136	195	73.9	24.1	1072	0.03	0.00	14.9	0.60	3104
Rango Normal	48-80	195-390	90-100	18-24	----	0.7-1.3	0.01	1.17-2.0	0.75-1.4	3100-3450

a, b Medias en la misma columna dentro de cada segmento, seguida por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$).

Como se muestra en el cuadro 10, todas las muestras tuvieron concentraciones de calcio menores a las consideradas normales. De los 90-100 ppm de calcio que normalmente se encuentran en suero sanguíneo, 40-45% se encuentra ligado a proteína plasmática

(mayormente a la albúmina), 5% está ligado a compuestos orgánicos como citrato y el resto se encuentra en forma ionizada. De estas tres formas, la que debe mantenerse constante en el plasma entre 40 y 50 ppm es la forma ionizada, ya que de esto depende la actividad normal de nervios y músculos.

Los pastos de la zona no aportan las cantidades necesarias de calcio para el requerimiento de los animales. Sólo un 18% de los pastos examinados tienen suficientes concentraciones de calcio para satisfacer los requerimientos de las vacas secas, que tienen los menores requerimientos de este mineral.

En algunas plantas sometidas a estrés por falta o exceso de agua, el 20- 30% del calcio está ligado a oxalatos o a fitatos, que lo hace no disponible para el animal y es posible que estos compuestos se encuentren en los pastos ya que la zona tiene un alto promedio de precipitación por año.

La concentración de fósforo estuvo por encima del rango normal esperado, esto a pesar de que en todos los pastos estudiados (Cuadros 3.1 y 3.2), las concentraciones de fósforo fueron deficientes. Según Dyrell (1973), determinar las concentraciones reales de fósforo en el suero sanguíneo es muy difícil y hay una tendencia a encontrar valores altos de fósforo en el suero, a pesar de que estas muestras vengan de animales que se han suplementado con cantidades marginales de este mineral.

Condiciones de manejo de las muestras, como alta temperatura y el tiempo entre la obtención de la muestra de sangre y la separación del suero, pueden resultar en hemólisis y afectar las concentraciones de este mineral en el suero obtenido. Esto puede explicar las altas concentraciones de este mineral en comparación al contenido de calcio en este estudio, ya que generalmente se encuentran en proporciones muy similares en el suero sanguíneo.

A pesar de que los valores de cobre reportados en los pastos son elevados (Cuadros 3.1 y 3.2) y aparentemente adecuados para cubrir el requerimiento de todos los grupos de animales en estudio en los tres departamentos (Cuadros 4.1 y 4.2), las concentraciones de cobre en el suero estuvieron por debajo de los valores normales de este mineral (Cuadro 10). La disponibilidad de cobre está asociada a la concentración de molibdeno y azufre en la dieta, ya que estos minerales tienen gran influencia en la absorción del cobre.

Dentro del rumen, el azufre de la dieta puede reaccionar con cobre, formándose precipitados de sulfuro de cobre, lo que disminuye su absorción. Asimismo, el molibdeno y el azufre se pueden combinar en el rumen para formar un compuesto que liga y hace indigerible al cobre. Es de notarse que altas concentraciones de molibdeno en tejido vegetal están asociadas con un pH alcalino del suelo (McDowell, 1983), con lo que se descartaría la intervención de este mecanismo en los animales muestreados en este estudio. Por otro lado, las concentraciones de azufre en los pastos en este estudio (Cuadros 3.1 y 3.2) fueron generalmente menores al nivel de 2 g/kg de MS, valor considerado como deseable para ganado lechero (NRC, 2001). Por su parte las concentraciones de hierro como las observadas en algunos pastos (Cuadros 3.1 y 3.2),

pueden resultar en deficiencias de cobre. Valores tan bajos como 250 a 500 ppm han sido implicados como una causa de deficiencia de cobre en rumiantes.

Las muestras de suero del departamento de Atlántida mostraron concentraciones de manganeso y zinc menores a las esperadas. Altas concentraciones de calcio, fósforo o potasio en la dieta pueden aumentar la excreción de manganeso en las heces, probablemente como resultado de una reducción en su tasa de absorción el cual en la mayoría de las dietas es bajo (0.75%). Dadas las bajas concentraciones de calcio, fósforo y potasio encontradas en los pastos de la zona (Cuadros 3.1 y 3.2), éste no parece el caso de los animales examinados en este estudio. Por otro lado, se ha sugerido que altas concentraciones de hierro reducen la retención de manganeso, lo cual sí podría ser un factor importante para explicar las bajas concentraciones de manganeso observadas en este estudio. Debe considerarse además que el requerimiento de manganeso puede incrementarse si se incrementa la proporción Ca:P en la dieta del animal.

En lo referente a zinc, se ha sugerido que altas concentraciones de cobre, cadmio, calcio, plomo y hierro en la dieta pueden resultar en una disminución en la absorción de zinc. Es probable que las altas concentraciones de hierro observadas en algunos de los pastos de Atlántida (Cuadro 3.2) esten asociadas con esta aparente deficiencia de zinc.

Como podría esperarse por el alto contenido en los pastos, las concentraciones de hierro en las muestras de suero en este estudio fueron más altas que lo esperado (Cuadro 10). A pesar de que el contenido de hierro en los pastos aparentemente es alto, no se generarían problemas de toxicidad, debido a que el hierro es el menos tóxico de los elementos (McDowell, 1983). Por ejemplo, el requerimiento de los terneros se estima en 100 ppm y para los adultos entre 30 y 60 ppm pero el hierro se puede incluir en la dieta a un nivel máximo tolerable de 1000 ppm. Quizás la mayor preocupación con los altos niveles de hierro observados en este estudio, sea la absorción de cobre o zinc, que ya se han discutido.

Los valores del sodio, potasio y azufre encontrados en todos los grupos varían muy poco (Cuadro 10). La concentración de sodio en la sangre, al igual que la de cloro y de potasio, está altamente regulada en el organismo, ya que estos minerales regulan la presión osmótica del cuerpo y la relación ácido-base. Además, estos minerales funcionan como electrolitos en los fluidos corporales y están relacionados con el metabolismo del agua a nivel celular, toma de nutrientes y transmisión de impulsos nerviosos (McDowell, 1997).

La concentración de potasio en los pastos parece suficiente para satisfacer solo los requerimientos en vacas secas, siendo necesaria la suplementación en las vacas en producción y vaquillas para llenar su requerimiento de crecimiento muy similar a las vacas en producción. La absorción del potasio se lleva a cabo en el duodeno, yeyuno e ileon. Este mineral no puede ser almacenado en el organismo y es excretado la orina, por esa razón debe ser suplementado a diario. Se muestran deficiencias de este mineral cuando su concentración está entre 0.06–0.15% MS en la dieta.

Al juzgar por las concentraciones de magnesio en el suero (Cuadro 10), no existieron deficiencias de este mineral en los animales muestreados en este estudio. Las concentraciones de magnesio en los pastos satisfacen los requerimientos de animales en producción, vacas secas, vaquillas y novillos (Cuadros 4.1 y 4.2). El mayor requerimiento para este mineral lo tienen las vacas con 90 DPP promedio y el aporte del pasto llega a ser más de cuatro veces ese requerimiento, ésto parece sugerir que no es necesaria la suplementación con magnesio.

Concentraciones altas de potasio en la dieta afectan la absorción del magnesio, por tanto se esperaría que si se hubieran encontrado deficiencias de potasio, los valores de magnesio pudieran ser más altos. También es importante mencionar que pastos que tienen bajas concentraciones de sodio, al agregarle magnesio a la dieta, aumenta considerablemente la absorción de sodio, y en la mayoría de las fincas este es un elemento de alta disponibilidad. Dietas altas en energía también ayudan a mejorar la absorción del magnesio.

El exceso de magnesio en la dieta no se reconoce como un problema, las tablas de alimentación establecen un 0.4% del total de la dieta como un nivel máximo tolerable. Sin embargo la suplementación con óxido de magnesio en dietas altas en concentrados demostraron que un nivel de 0.8% de magnesio no se traduce en efectos indeseables (McDowell, 1997).

En un estudio realizado en el estado de la Florida mostró que los pastos eran deficientes en Cu (98%), Co (91%), Ca (90%), Se (85%), Zn (73%), P (57%) y K (52%). Los niveles de Ca, Fe, Cu y Zn en el suero sanguíneo de animales cuyas dietas estaban basadas en estos pastos fueron normales y se redujeron a lo largo del período de lactancia, mientras que los de Mg, Cu y Se fueron deficientes (McDowell, 1984).

4. CONCLUSIONES

- Las muestras de pastos mostraron niveles deficientes de fósforo, calcio, sodio, zinc y azufre en los departamentos de Colón, Yoro y Atlántida.
- Las muestras de pastos en su mayoría parecen tener concentraciones de manganeso e hierro más altas a las requeridas por los animales en los tres departamentos en estudio.
- Las muestras de pastos parecen tener las concentraciones adecuadas para satisfacer los requerimientos de los animales de potasio, magnesio y cobre en los tres departamentos en estudio.
- No se encontró diferencia ($P < 0.05$) en la concentración de minerales en el suero sanguíneo en los diferentes estados fisiológicos estudiados, a excepción del calcio y fósforo que fueron mayores en las vaquillas y vacas de baja producción en el valle Aguán. En el departamento de Atlántida el fósforo e hierro fueron mayores en vaquillas y novillos.
- En los suelos estudiados no se encontraron diferencias aun cuando se trató de muestrear diferentes tipos de suelo tanto en pH como en pendiente, a excepción del Ca, Na y K que fueron mayores en las fincas de Colón y Ca en el suelo quebrado en Atlántida.
- En el valle Aguán los niveles en el suero sanguíneo de potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre y sodio fueron mayores durante la época seca y durante la misma época hierro y potasio en el departamento de Atlántida.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de las sales minerales disponibles en el país para determinar su aporte mineral.
- Realizar un análisis de los suplementos para determinar su aporte en la suplementación mineral.
- El análisis estratificado de los estados fisiológicos y su estatus mineral requiere de un muestreo más amplio en estudios futuros.
- En estudios futuros se debe medir el consumo de alimentos (forrajes y suplementos) para determinar el aporte mineral.

6. BIBLIOGRAFIA

- Jara Almonte, M. 1999. Rehabilitación y reactivación de la ganadería de leche en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 71 p.
- Kunkle, W.; Sand, R.; Owen, D. 1999. Effect of Cow Age and Condition on Nutrient Requirements and Management. Accesado 3/7/01. Disponible en <http://www.animal.ufl.edu/short91/kunkle.htm>
- McDowell, L.; Conrad, J.; Ellis, G.; Loosli, J. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Universidad de La Florida. 3 ed. 73 p.
- McDowell, L.; Velásquez, P.; Valle, G. 1997. Deficiencias y toxicidades y su efecto en la producción de rumiantes en el trópico. Universidad de La Florida. Departamento de Zootecnia 3 ed. 86 p.
- Merkel, R.C.; McDowell, L.R.; Popenoe, H.L.; Wilkinson, N.S. 1998. Comparison of the mineral content of milk and blood serum from water buffalo and charolais cattle in Florida. Accesado 3/7/01. Disponible en <http://www.animal.ufl.edu7report/merkel.htm>
- NRC. 2001. Washington D.C. National Academic Press. Seventh Revised Edition. 381 p.
- Vargas, E.; Fonseca, H. 1989. Contenido mineral y proteico de forrajes para rumiantes en pastoreo en Costa Rica. San José, C. R. Editorial Universidad de Costa Rica.

7. ANEXOS

Anexo 1. Contenido de minerales promedio por pasto en los departamentos de Colón y Yoro.

Pasto	Finca	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		g/kg de MS					mg/kg de MS				
Braquiaria	A. Sosa	2.7	27.7	3.5	2.7	1.3	29	56	88	5	265
Braquiaria	W. Sosa	3.1	20.0	5.1	3.4	1.6	39	62	171	5	325
Braquiaria	E. Ponce	1.9	10.3	5.7	1.8	1.8	40	50	830	9	269
Braquiaria	C. Portillo	1.7	17.7	3.3	2.4	1.6	38	68	178	5	117
Braquiaria	C. Portillo	2.3	13.8	4.0	2.2	2.2	58	84	266	9	104
Braquiaria	L. Ulloa	2.2	24.7	2.8	2.4	1.4	26	102	109	5	517
	Promedio	2.3	19.0	4.1	2.5	1.7	38.3	70.3	273.7	6.3	266.2
Suazi	E. Ponce	2.2	17.3	2.6	2.0	1.2	28	28	74	3	110
Camerun	A. Sosa	1.9	12.1	1.5	1.6	1.0	39	247	410	3	3991
Guinea	V. Cartagena	2.9	21.2	3.2	1.6	2.3	49	80	200	9	124
Rodesia	V. Cartagena	2.0	13.8	2.8	1.5	0.9	43	125	63	4	96
Rodesia	V. Cartagena	2.2	9.8	1.9	1.9	0.8	28	228	237	1	2752
	Promedio	2.1	11.8	2.4	1.7	0.9	35.5	176.5	150.0	2.5	1424.0

Anexo 2. Tabla de deficiencias de minerales en pastos para vacas 210 DPP en los departamentos de Colón y Yoro.

Finca	Pasto	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		2.75	9.93	6.40	0.31	2.00	23.48	15.81	2.91	0.90	2747.02
		g/kg de MS					mg/kg de MS				
A. Sosa	Braquiaria	-0.05	17.77	-2.90	2.39	-0.70	5.52	40.19	85.09	4.10	-2482.02
A. Sosa	Camerun	-0.85	2.17	-4.90	1.29	-1.00	15.52	231.19	407.09	2.10	1243.98
W. Sosa	Braquiaria	0.35	10.07	-1.30	3.09	-0.40	15.52	46.19	168.09	4.10	-2422.02
E. Ponce	Suazi	-0.55	7.37	-3.80	1.69	-0.80	4.52	12.19	71.09	2.10	-2637.02
E. Ponce	Braquiaria	-0.85	0.37	-0.70	1.49	-0.20	16.52	34.19	827.09	8.10	-2478.02
V. Cartagena	Guinea	0.15	11.27	-3.20	1.29	0.30	25.52	64.19	197.09	8.10	-2623.02
V. Cartagena	Rodesia	-0.75	3.87	-3.60	1.19	-1.10	19.52	109.19	60.09	3.10	-2651.02
V. Cartagena	Rodesia	-0.55	-0.13	-4.50	1.59	-1.20	4.52	212.19	234.09	0.10	4.98
C. Portillo	Braquiaria	-1.05	7.77	-3.10	2.09	-0.40	14.52	52.19	175.09	4.10	-2630.02
C. Portillo	Braquiaria	-0.45	3.87	-2.40	1.89	0.20	34.52	68.19	263.09	8.10	-2643.02
L. Ulloa	Braquiaria	-0.55	14.77	-3.60	2.09	-0.60	2.52	86.19	106.09	4.10	-2230.02

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.1)

Anexo 3. Tabla de deficiencias de minerales en pastos para vacas a 300 DPP en los departamentos de Colón y Yoro.

Finca	Pasto	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		2.75	9.93	6.40	0.31	2.00	23.48	15.81	2.91	0.90	2747.02
		g/kg de MS					mg/kg de MS				
A. Sosa	Braquiaria	-0.05	17.77	-2.90	2.39	-0.70	5.52	40.19	85.09	4.10	-2482.02
A. Sosa	Camerun	-0.85	2.17	-4.90	1.29	-1.00	15.52	231.19	407.09	2.10	1243.98
W. Sosa	Braquiaria	0.35	10.07	-1.30	3.09	-0.40	15.52	46.19	168.09	4.10	-2422.02
E. Ponce	Suazi	-0.55	7.37	-3.80	1.69	-0.80	4.52	12.19	71.09	2.10	-2637.02
E. Ponce	Braquiaria	-0.85	0.37	-0.70	1.49	-0.20	16.52	34.19	827.09	8.10	-2478.02
V. Cartagena	Guinea	0.15	11.27	-3.20	1.29	0.30	25.52	64.19	197.09	8.10	-2623.02
V. Cartagena	Rodesia	-0.75	3.87	-3.60	1.19	-1.10	19.52	109.19	60.09	3.10	-2651.02
V. Cartagena	Rodesia	-0.55	-0.13	-4.50	1.59	-1.20	4.52	212.19	234.09	0.10	4.98
C. Portillo	Braquiaria	-1.05	7.77	-3.10	2.09	-0.40	14.52	52.19	175.09	4.10	-2630.02
C. Portillo	Braquiaria	-0.45	3.87	-2.40	1.89	0.20	34.52	68.19	263.09	8.10	-2643.02
L. Ulloa	Braquiaria	-0.55	14.77	-3.60	2.09	-0.60	2.52	86.19	106.09	4.10	-2230.02

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.1)

Anexo 4. Cuadro de deficiencias minerales en los pastos para vaquillas en los departamentos de Colón y Yoro.

Finca	Pasto	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		3.50	5.34	7.64	0.31	2.00	33.21	30.57	29.62	0.81	1234.00
		g/kg de MS					mg/kg de MS				
A. Sosa	Braquiaria	-0.80	22.36	-4.14	2.40	-0.70	-4.21	25.43	58.38	4.19	-969.00
A. Sosa	Camerun	-1.60	6.76	-6.14	1.30	-1.00	5.79	216.43	380.38	2.19	2757.00
W. Sosa	Braquiaria	-0.40	14.66	-2.54	3.10	-0.40	5.79	31.43	141.38	4.19	-909.00
E. Ponce	Suazi	-1.30	11.96	-5.04	1.70	-0.80	-5.21	-2.57	44.38	2.19	-1124.00
E. Ponce	Braquiaria	-1.60	4.96	-1.94	1.50	-0.20	6.79	19.43	800.38	8.19	-965.00
V. Cartagena	Guinea	-0.60	15.86	-4.44	1.30	0.30	15.79	49.43	170.38	8.19	-1110.00
V. Cartagena	Rodesia	-1.50	8.46	-4.84	1.20	-1.10	9.79	94.43	33.38	3.19	-1138.00
V. Cartagena	Rodesia	-1.30	4.46	-5.74	1.60	-1.20	-5.21	197.43	207.38	0.19	1518.00
C. Portillo	Braquiaria	-1.80	12.36	-4.34	2.10	-0.40	4.79	37.43	148.38	4.19	-1117.00
C. Portillo	Braquiaria	-1.20	8.46	-3.64	1.90	0.20	24.79	53.43	236.38	8.19	-1130.00
L. Ulloa	Braquiaria	-1.30	19.36	-4.84	2.10	-0.60	-7.21	71.43	79.38	4.19	-717.00

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.1)

Anexo 5. Concentración de minerales en el suero sanguíneo durante la época de lluvia en los departamentos de Colón y Yoro.

Depto.	Finca	Estado	P	Zn	Mn	Fe	Cu	Ca	Mg	Na	K	S
			ppm									
Yoro	A. Sosa	210 DPP	125.05	19.91	2.72	5.11	0.59	73.37	23.65	3159.45	170.45	1007.66
Yoro	A. Sosa	211 DPP	131.29	9.69	0.03	1.94	0.32	77.98	18.25	3097.17	168.78	880.84
Yoro	A. Sosa	90 DPP	114.07	6.95	0.00	3.05	0.56	68.42	19.77	3012.34	150.17	920.97
Yoro	A. Sosa	Seca	91.23	10.15	0.02	2.30	0.39	79.62	20.75	3123.18	197.22	1073.69
Yoro	A. Sosa	Seca	83.96	10.73	0.02	4.02	0.25	74.27	27.29	2991.71	165.67	1057.55
Yoro	A. Sosa	Vaquilla	138.44	11.98	0.04	6.16	0.17	83.42	23.98	3221.59	213.00	1121.16
Yoro	A. Sosa	Vaquilla	138.37	1.84	0.03	4.16	0.50	76.76	19.34	3251.17	179.45	957.04
Yoro	W. Sosa	210 DPP	147.37	1.77	0.00	1.73	0.37	69.56	29.34	3175.13	180.42	984.12
Yoro	W. Sosa	210 DPP	135.86	1.34	0.04	3.87	0.49	75.45	23.50	3200.10	179.73	1076.89
Yoro	W. Sosa	90 DPP	98.58	1.97	0.00	0.97	0.00	67.30	23.64	3230.95	172.34	1141.33
Yoro	W. Sosa	90 DPP	120.78	2.32	0.01	6.68	0.58	72.21	22.29	3230.52	145.64	1056.74
Yoro	W. Sosa	Seca	122.09	4.27	0.02	3.17	0.64	85.40	25.49	3251.75	208.55	1105.06
Yoro	W. Sosa	Seca	104.08	2.75	0.05	1.91	0.38	75.01	26.02	3223.41	238.83	1052.04
Yoro	E. Ponce	90 DPP	129.48	0.62	0.13	4.40	0.25	61.67	24.08	3238.05	170.65	1023.68
Yoro	E. Ponce	90 DPP	91.14	2.77	0.03	2.86	0.51	78.11	26.55	3184.38	205.54	1088.37
Yoro	E. Ponce	210 DPP	134.49	0.55	0.11	3.69	0.37	85.30	16.16	3318.59	172.12	1057.35
Yoro	E. Ponce	210 DPP	163.56	1.19	0.03	4.77	0.27	78.76	25.22	3234.46	170.68	1181.18
Colón	C. Portillo	210 DPP	142.97	3.29	0.28	3.10	0.36	94.63	32.77	3457.69	223.25	1094.73
Colón	C. Portillo	210 DPP	132.57	1.17	0.02	0.97	0.22	79.81	28.27	3075.11	219.08	1088.94
Colón	C. Portillo	90 DPP	127.67	2.23	0.05	1.44	0.19	77.29	22.51	2984.47	215.84	977.68
Colón	C. Portillo	90 DPP	97.59	2.44	0.04	3.20	0.34	80.83	26.47	3173.57	206.40	1142.20
Colón	C. Portillo	Vaquilla	116.36	4.30	0.09	1.37	0.14	93.28	25.20	3211.61	235.21	1065.51
Colón	C. Portillo	Vaquilla	112.48	4.35	0.05	0.27	0.11	82.50	22.60	3117.05	233.98	940.14
Colón	C. Portillo	Seca	127.47	2.49	0.01	2.91	0.14	73.25	28.52	3161.32	203.80	1138.61
Colón	C. Portillo	Seca	111.08	3.18	0.03	0.60	0.21	74.78	27.14	3025.51	209.95	1043.14
Colón	V.Cartagena	Seca	135.26	2.45	0.07	4.77	0.23	83.07	24.07	3082.66	191.69	1108.64
Colón	V.Cartagena	Seca	110.59	1.40	0.04	0.97	0.07	89.75	24.93	3220.59	198.62	1067.28
Colón	V.Cartagena	210 DPP	133.99	2.70	0.02	1.37	0.67	78.40	27.25	3168.52	215.02	1074.77
Colón	V.Cartagena	210 DPP	104.06	6.75	0.01	0.42	0.13	76.27	24.75	3092.18	187.75	1145.23
Colón	V.Cartagena	90 DPP	108.99	1.82	0.00	1.59	1.16	77.61	24.09	3172.68	277.66	1096.49
Colón	V.Cartagena	90 DPP	118.63	4.49	0.03	0.18	0.39	75.14	25.04	3092.73	201.99	1106.03
Colón	V.Cartagena	Vaquilla	132.92	4.79	0.05	0.90	0.56	84.38	23.63	3163.59	210.01	1074.80
Colón	V.Cartagena	Vaquilla	132.57	4.76	0.01	4.88	0.35	80.48	23.77	3113.60	346.35	1050.45
Colón	L. Ulloa	90 DPP	123.57	1.15	0.01	2.34	0.37	84.69	22.76	3168.85	183.94	1073.27
Colón	L. Ulloa	90 DPP	130.80	1.92	0.01	1.58	0.57	74.74	21.58	3168.15	188.42	989.96
Colón	L. Ulloa	210 DPP	146.41	2.54	0.01	1.57	0.26	85.42	21.17	3136.23	214.93	1050.02
Colón	L. Ulloa	210 DPP	119.00	1.20	0.00	2.31	0.53	72.40	21.17	3135.28	180.42	1027.50
Colón	L. Ulloa	Seca	121.96	1.91	0.05	2.80	0.55	78.32	25.31	3115.48	305.28	1101.48
Colón	L. Ulloa	Seca	102.42	0.98	0.03	2.18	0.39	70.23	22.43	3105.81	279.74	1092.43
Colón	L. Ulloa	Vaquilla	100.61	2.91	0.02	7.12	0.35	76.20	23.58	3075.67	343.01	1093.79
Colón	L. Ulloa	Vaquilla	119.82	1.44	0.02	4.39	0.78	83.18	24.60	3145.20	337.71	1006.70
Yoro	A. Sosa	90 DPP	112.76	2.28	0.03	2.30	0.62	84.65	22.47	3223.38	181.67	1074.12
Yoro	E. Ponce	Vaquilla	120.08	2.74	0.05	1.73	0.41	80.26	26.06	3346.98	180.21	1045.03
Yoro	E. Ponce	Vaquilla	111.91	1.48	0.06	6.50	0.42	78.28	29.46	3264.02	185.94	1156.60
Yoro	E. Ponce	Vaquilla	101.71	1.25	0.03	5.18	0.34	81.64	27.01	3215.68	172.30	1134.21
Yoro	E. Ponce	Seca	136.07	1.15	0.07	3.95	0.59	69.91	33.08	3077.77	173.90	1047.73
Yoro	E. Ponce	Seca	136.88	1.13	0.04	4.94	1.33	70.97	25.36	3245.82	186.98	1057.14
Yoro	E. Ponce	Vaquilla	123.85	0.84	0.00	1.72	0.65	77.15	21.99	3203.70	196.63	1028.90
Colón	V. Cartagena	Vaquilla	122.94	0.86	0.04	1.85	0.80	86.63	21.65	3124.96	183.20	951.30
Colón	V. Cartagena	Seca	106.88	0.78	0.01	1.06	0.71	81.97	24.31	3159.41	179.48	1122.33

Anexo 6. Concentración de minerales en el suero sanguíneo durante la época de verano en los departamentos de Colón y Yoro.

Depto.	Finca	Etapas	P	Zn	Mn	Fe	Cu	Ca	Mg	Na	K	S
			ppm									
Colón	V. Cartagena	Vaca Seca	130.50	0.00	0.11	3.67	0.58	81.51	24.63	3355.08	191.98	1048.58
Colón	V. Cartagena	Vaca Seca	115.92	0.00	0.09	0.01	0.63	87.70	27.27	3606.35	218.60	1160.18
Colón	V. Cartagena	Vaquilla	102.64	0.00	0.07	0.54	0.71	92.22	23.17	3496.39	219.04	1000.42
Colón	V. Cartagena	Vaquilla	100.27	0.00	0.08	2.44	0.53	88.73	26.29	3390.35	228.20	1041.62
Colón	V. Cartagena	210 DPP	121.98	0.00	0.11	2.54	0.63	92.41	31.08	3369.91	240.93	1073.84
Colón	V. Cartagena	211 DPP	130.92	0.00	0.17	2.53	0.56	92.22	31.49	3506.50	253.15	1165.18
Colón	V. Cartagena	90 DPP	131.03	0.00	0.14	1.84	0.97	83.47	33.60	3493.26	226.86	1050.52
Colón	V. Cartagena	< 150 dpp	109.24	0.00	0.07	1.90	0.59	83.83	29.05	3439.21	241.57	934.91
Colón	C. Portillo	Vaquilla	111.12	0.00	0.14	2.35	1.06	87.47	26.72	3458.95	231.39	875.67
Colón	C. Portillo	210 DPP	124.07	0.00	0.10	2.38	0.59	88.40	26.63	3441.31	223.72	1073.51
Colón	C. Portillo	90 DPP	117.51	0.00	0.05	2.32	0.41	82.12	28.40	3528.82	233.61	1171.61
Colón	C. Portillo	90 DPP	111.29	0.00	0.15	1.02	0.57	77.27	26.21	3471.38	188.10	983.57
Colón	C. Portillo	210 DPP	94.65	0.00	0.12	3.12	0.44	80.13	26.15	3596.93	218.00	1066.42
Colón	C. Portillo	Vaquilla	156.91	0.00	0.14	5.11	0.62	88.56	28.01	3411.70	220.75	1043.80
Colón	C. Portillo	Vaca Seca	107.52	0.00	0.16	4.14	0.45	85.37	29.73	3428.84	289.44	1115.22
Colón	C. Portillo	Vaca Seca	114.08	0.00	0.09	4.65	0.76	84.05	28.69	3468.62	213.67	1159.61
Colón	L. Ulloa	Vaquilla	134.19	0.00	0.14	3.15	0.74	82.69	23.43	3379.65	224.07	968.69
Colón	L. Ulloa	Vaca Seca	110.62	0.00	0.15	2.34	0.36	86.74	24.17	3550.23	299.35	1033.41
Colón	L. Ulloa	Vaquilla	135.78	0.15	0.03	11.08	0.70	86.54	23.60	3462.78	217.96	1094.27
Colón	L. Ulloa	Vaca Seca	131.82	0.00	0.11	8.85	0.22	80.41	22.72	3443.66	252.13	963.98
Colón	L. Ulloa	90 DPP	115.88	0.99	0.09	1.06	0.56	84.16	27.97	3371.63	221.56	1138.39
Colón	L. Ulloa	90 DPP	131.71	0.00	0.12	1.49	0.55	87.60	27.14	3429.49	252.81	1129.76
Colón	L. Ulloa	210 DPP	123.25	0.00	0.10	2.30	0.69	84.20	28.09	3471.94	275.18	1129.51
Colón	L. Ulloa	210 DPP	98.86	0.00	0.07	2.37	0.45	83.05	24.55	3224.76	229.68	1028.51
Yoro	A. Sosa	210 DPP	158.86	0.00	0.13	0.94	0.70	81.86	32.67	3365.40	233.17	1184.06
Yoro	A. Sosa	210 DPP	130.05	0.00	0.20	0.87	0.56	83.59	35.06	3325.12	209.38	1130.90
Yoro	A. Sosa	90 DPP	135.03	0.00	0.06	1.88	0.56	82.80	27.25	3296.67	196.57	1160.02
Yoro	A. Sosa	90 DPP	95.91	0.00	0.12	0.84	0.40	88.71	31.33	3316.63	198.89	1261.89
Yoro	A. Sosa	Vaca Seca	101.21	0.00	0.15	2.04	0.69	77.58	28.74	3077.59	195.28	1069.75
Yoro	A. Sosa	Vaca Seca	98.98	0.00	0.07	1.47	0.70	84.35	30.27	3353.05	176.70	1199.51
Yoro	A. Sosa	Vaquilla	158.02	0.00	0.06	3.86	0.73	73.10	26.16	3223.80	244.33	994.71
Yoro	A. Sosa	Vaquilla	137.05	0.00	0.10	3.26	0.45	81.45	32.50	3343.98	211.27	1075.91
Yoro	W. Sosa	210 DPP	129.04	0.00	0.11	1.27	0.68	76.42	25.97	3251.66	210.92	1033.39
Yoro	W. Sosa	210 DPP	136.67	0.00	0.12	0.63	0.70	82.21	29.00	3358.56	224.77	1049.55
Yoro	W. Sosa	90 DPP	127.94	0.00	0.03	2.97	0.54	83.15	27.71	3429.43	229.98	1200.21
Yoro	W. Sosa	90 DPP	97.57	0.00	0.04	0.71	0.45	74.40	27.48	3214.63	238.31	1080.05
Yoro	W. Sosa	Vaca Seca	70.38	0.00	0.08	0.00	0.56	70.52	20.81	2972.72	181.90	1085.00
Yoro	E. Ponce	210 DPP	139.05	0.00	0.04	0.00	0.68	79.20	26.66	3440.63	173.36	1050.28
Yoro	E. Ponce	210 DPP	166.53	0.00	0.11	0.38	0.54	80.90	28.04	3476.73	205.02	1103.47
Yoro	E. Ponce	90 DPP	125.14	0.00	0.00	0.51	0.53	81.32	23.11	3284.73	202.59	1180.66
Yoro	E. Ponce	90 DPP	131.59	0.00	0.02	0.00	0.54	76.01	24.08	3292.75	186.06	1163.56
Yoro	E. Ponce	Vaca Seca	107.78	0.00	0.08	0.06	0.62	75.97	22.19	3231.84	172.25	1130.48
Yoro	E. Ponce	Vaca Seca	98.72	0.00	0.03	1.26	0.93	73.66	28.33	3262.66	203.29	1161.32
Yoro	E. Ponce	Vaquilla	177.78	0.00	0.01	0.71	0.54	91.78	25.54	3350.23	214.86	1030.65
Yoro	E. Ponce	Vaquilla	143.04	0.00	0.08	0.00	0.59	90.91	22.41	3315.95	205.24	1191.80

Anexo 7. Contenido de minerales por pasto en el departamento de Atlántida.

Finca	Pasto	g/kg					mg/kg				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
J. Reyes	Brachiaria	2.5	29.8	2.3	2.7	2.0	36	353	62	11	395
A. Cartagena	Pasto Pará	1.4	17.5	1.3	1.6	1.5	42	294	682	5	3777
A. Cartagena	Pasto Jazmín	1.8	24.0	2.6	2.3	2.2	44	378	141	8	2062
J. de Jones	Brachiaria	2.1	24.8	3.7	2.7	1.1	22	99	139	4	29
A. Claros	Brachiaria	1.9	20.4	4.1	4.7	35.0	35	132	480	5	112
	Promedio	1.9	23.3	2.8	2.8	8.4	35.8	251.2	300.8	6.6	1275.0
A. Cartagena	King Grass	1.4	35.4	3	1.7	1.4	12	124	90	5	44
S. Burgos	King Grass	2.8	20.9	2.5	2.1	1.6	37	543	1907	6	1713
	Promedio	2.1	28.15	2.8	1.9	1.5	24.5	333.5	998.5	5.5	878.5
M. Chirinos	Suazi	5.9	29.2	4.7	2.4	1.9	42	86	326	7	324
J. de Jones	Suazi (Heno)	2.1	10.3	3.3	1.7	1.0	27	182	131	4	610
	Promedio	4.0	19.8	4.0	2.1	1.5	34.5	134.0	228.5	5.5	467.0
J. Reyes	Pasto Alicia	1.9	22.1	3.6	2.2	2.1	24	192	71	7	101
S. Burgos	Sorgo (Ensilaje)	2.5	14.7	7.2	4.7	2	42	623	1898	9	205

Anexo 8. Concentración de minerales en animales en invierno en el departamento de Atlántida.

Fincas	E. Fisiológico	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		ppm									
A. Cartagena	90 días	128,25	202,50	71,11	23,61	1211	0,00	0,00	0,00	1,08	3237
A. Cartagena	90 días	120,39	190,88	62,84	24,99	1009	0,00	0,00	0,00	0,43	3198
A. Cartagena	210 días	127,75	148,89	58,92	18,91	873	0,00	0,00	0,00	0,41	2621
A. Cartagena	210 días	141,26	175,95	68,60	25,17	1075	0,00	0,00	0,00	0,52	3156
A. Cartagena	vaca seca	125,34	181,50	69,56	23,70	1087	0,00	0,00	0,00	0,49	3161
A. Cartagena	vaca seca	136,90	155,68	60,77	30,46	1238	0,00	0,00	2,56	0,43	2990
A. Cartagena	vaquillas	134,24	170,48	73,34	25,04	1092	0,00	0,00	0,00	0,58	3290
A. Cartagena	vaquillas	136,95	175,99	70,40	23,65	975	0,00	0,00	0,00	0,28	3157
S. Burgos	90 días	129,17	136,77	66,15	27,12	1054	0,00	0,00	0,00	0,54	3108
S. Burgos	90 días	124,70	139,26	72,63	27,64	1096	0,00	0,00	0,00	0,77	3072
S. Burgos	210 días	108,71	153,51	68,64	28,44	1066	0,00	0,00	0,00	0,65	3106
S. Burgos	210 días	108,30	208,33	64,72	21,02	1007	0,00	0,00	3,37	0,70	2888
J. Reyes	90 días	137,75	172,42	72,97	23,24	1013	0,00	0,00	0,00	0,66	3131
J. Reyes	90 días	104,86	198,71	75,42	22,69	1066	0,00	0,00	2,40	0,69	3119
J. Reyes	210 días	166,27	186,19	66,46	24,61	1126	0,00	0,00	0,00	0,43	3141
J. Reyes	210 días	118,74	183,87	80,31	23,27	1094	0,00	0,00	0,00	0,45	3310
J. Reyes	vaquillas	100,31	157,29	73,30	23,84	923	0,00	0,00	0,00	0,51	3062
J. Reyes	vaquillas	82,65	139,81	71,26	23,15	983	0,00	0,00	0,62	0,62	3006
J. Reyes	novillos	168,22	183,74	80,75	19,42	1057	0,00	0,00	0,00	0,41	3284
J. Reyes	novillos	139,96	210,97	76,05	24,14	934	0,00	0,00	0,00	0,39	3233
M. Chirinos	90 días	77,81	118,35	72,20	23,48	1018	0,00	0,00	2,40	0,77	3077
M. Chirinos	90 días	115,59	149,33	72,70	23,93	1096	0,00	0,00	0,00	0,49	3076
M. Chirinos	210 días	96,84	185,25	66,57	23,95	966	0,00	0,00	0,00	0,50	2947
M. Chirinos	210 días	92,28	137,79	74,66	21,39	970	0,00	0,00	0,00	0,50	3052
M. Chirinos	vaca seca	79,75	142,57	68,07	22,45	980	0,00	0,00	0,00	0,28	3215
M. Chirinos	vaca seca	102,45	152,26	71,92	24,23	1047	0,00	0,00	0,04	0,43	3218
M. Chirinos	vaquillas	130,99	199,83	79,81	21,91	1097	0,00	0,00	0,00	0,54	2981
M. Chirinos	vaquillas	103,20	164,16	75,72	21,55	982	0,00	0,00	0,00	0,40	3117
M. Chirinos	novillos	114,75	122,55	66,53	21,39	803	0,00	0,00	0,00	0,98	2851
A. Claros	90 días	132,03	216,79	74,04	23,89	1036	0,00	0,00	1,34	0,32	3067
A. Claros	90 días	117,36	150,33	72,86	24,36	975	0,00	0,00	0,29	0,59	3068
A. Claros	210 días	85,71	168,41	73,66	22,79	1073	0,00	0,00	0,48	0,57	3174
A. Claros	210 días	131,10	219,92	85,13	25,44	1131	0,00	0,00	4,84	0,77	3065
A. Claros	vaca seca	104,06	191,01	71,15	20,37	1054	0,00	0,00	4,80	0,63	2819
A. Claros	vaca seca	119,41	209,91	73,98	25,52	1090	0,00	0,00	6,13	0,57	3051

Anexo 9. Concentración de minerales en pasto en la época seca en el departamento de Atlántida.

Fincas	E. Fisiológico	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		ppm									
A. Cartagena	90 días	105,28	180,58	76,60	26,60	1072,02	0,00	0,00	0,00	0,60	3093,30
A. Cartagena	90 días	78,13	123,75	47,97	13,98	644,51	0,00	0,00	24,92	0,03	1984,52
A. Cartagena	210 días	112,53	205,10	77,01	27,24	1036,40	0,00	0,00	20,62	0,71	2740,99
A. Cartagena	210 días	97,33	157,97	69,79	19,49	958,82	0,00	0,00	0,24	0,65	2921,06
A. Cartagena	vaca seca	124,56	257,92	72,32	19,73	1093,69	0,00	0,00	0,00	0,94	3129,13
A. Cartagena	vaca seca	119,86	198,09	71,44	24,03	1068,23	0,00	0,00	38,29	0,36	3109,91
A. Cartagena	vaquillas	134,94	202,13	72,91	21,18	955,69	0,00	0,00	27,24	0,17	3127,09
A. Cartagena	vaquillas	126,98	191,57	73,42	19,07	907,04	0,00	0,00	29,93	0,24	2974,32
A. Cartagena	novillos	118,37	197,74	71,02	22,64	908,77	0,00	0,00	21,75	0,40	3061,40
A. Cartagena	novillos	133,40	187,44	72,36	24,47	942,80	0,00	0,00	19,90	0,58	3035,62
S. Burgos	90 días	104,59	206,03	67,22	20,13	972,98	0,00	0,00	4,62	0,54	3300,10
S. Burgos	90 días	129,22	181,62	63,61	21,88	1018,94	0,00	0,00	2,16	0,48	3128,54
S. Burgos	210 días	94,16	154,16	65,24	23,12	970,14	0,00	0,00	0,00	0,77	3033,95
S. Burgos	210 días	92,14	143,20	50,48	16,24	822,65	0,00	0,00	4,98	0,51	2386,87
S. Burgos	vaca seca	103,94	191,82	65,37	19,90	1093,89	0,59	0,00	0,00	0,79	3034,57
S. Burgos	vaca seca	109,83	154,40	71,02	21,55	1139,71	0,00	0,00	2,94	0,52	3130,84
S. Burgos	vaquillas	107,18	217,99	67,87	21,06	1070,25	0,00	0,00	0,00	0,49	3305,36
S. Burgos	vaquillas	150,06	225,34	59,68	23,19	1033,13	0,00	0,00	1,24	0,54	3131,12
J. Reyes	90 días	138,18	243,46	70,76	24,49	1077,49	0,00	0,00	4,60	0,50	3214,47
J. Reyes	90 días	150,50	209,47	70,44	23,79	992,77	0,00	0,00	0,00	0,63	3145,36
J. Reyes	210 días	126,36	201,37	73,94	23,51	1059,20	0,00	0,00	1,97	0,60	3091,69
J. Reyes	210 días	126,27	212,35	65,72	21,49	1124,17	0,00	0,00	3,70	0,40	3170,53
J. Reyes	vaca seca	107,10	167,91	70,73	23,55	1047,68	0,00	0,00	0,00	0,56	3179,56
J. Reyes	vaca seca	91,63	165,18	71,46	19,99	1022,91	0,00	0,00	6,72	0,46	3069,19
J. Reyes	vaquillas	101,63	195,52	72,97	23,16	1011,60	0,00	0,00	35,27	0,44	3020,33
J. Reyes	novillos	178,66	186,19	72,61	19,39	866,31	0,00	0,00	7,23	0,56	3022,56
J. Reyes	novillos	136,77	212,79	74,74	21,98	978,89	0,00	0,00	6,05	0,64	3238,76
M. Chirinos	90 días	74,11	209,80	66,50	22,00	933,11	0,00	0,00	0,00	0,33	3138,86
M. Chirinos	90 días	147,31	199,96	73,10	23,42	1135,88	0,00	0,00	2,90	0,31	3165,36
M. Chirinos	210 días	134,51	189,50	76,18	25,36	1037,36	0,00	0,00	0,33	1,58	3205,15
M. Chirinos	210 días	142,87	207,79	69,52	24,47	921,84	0,00	0,00	0,00	0,33	3197,29
M. Chirinos	vaca seca	91,46	180,99	69,40	26,79	1181,70	0,00	0,00	0,81	0,37	3194,92
M. Chirinos	vaca seca	92,49	203,40	70,80	29,06	1238,45	0,00	0,00	0,00	0,13	3002,13
M. Chirinos	vaquillas	112,56	196,95	73,13	24,66	1093,80	0,00	0,00	0,00	0,13	3061,58
M. Chirinos	vaquillas	120,26	236,20	70,59	26,98	1051,49	0,00	0,00	1,29	0,46	3019,87
A. Claros	90 días	140,82	141,36	64,40	22,12	1021,86	0,00	0,00	0,39	0,39	3051,63
A. Claros	90 días	100,68	146,88	61,82	26,89	990,87	0,00	0,00	0,00	0,17	3059,16
A. Claros	210 días	121,48	162,34	67,02	27,72	1087,78	0,00	0,00	2,31	0,38	3023,00
A. Claros	210 días	124,93	171,75	68,00	29,38	1043,02	0,00	0,00	3,27	0,50	2998,47
A. Claros	vaca seca	120,88	151,41	73,10	25,41	973,48	0,00	0,00	3,62	0,47	3043,44
J. De Jones	90 días	91,54	176,55	72,14	25,86	1171,87	0,00	0,00	3,55	0,73	3222,09
J. De Jones	90 días	121,13	163,80	66,33	22,90	1021,62	0,00	0,00	2,24	0,40	3129,43
J. De Jones	210 días	110,39	181,58	70,14	22,20	929,88	0,00	0,00	0,38	0,61	2985,46
J. De Jones	210 días	103,99	155,31	76,02	27,10	1091,30	0,00	0,00	2,02	0,55	3179,57
J. De Jones	vaca seca	93,37	178,49	71,22	25,75	1110,24	0,00	0,00	8,76	0,51	3097,88
J. De Jones	vaca seca	73,22	176,30	71,44	28,24	994,59	0,00	0,00	11,06	0,65	3141,94
J. De Jones	vaquillas	104,80	171,86	78,76	22,68	1054,24	0,00	0,00	4,73	0,43	3175,11
J. De Jones	vaquillas	123,10	189,63	72,25	22,53	973,95	0,00	0,00	11,46	0,52	2988,29
J. De Jones	novillos	124,28	207,53	73,97	24,49	981,81	0,00	0,00	63,89	0,62	2921,04
J. De Jones	novillos	107,86	208,39	77,46	22,05	981,90	0,00	0,00	15,29	0,57	3042,29

Anexo 10. Deficiencias minerales en pastos para vacas de 210 DPP en el departamento de Atlántida

Finca	Pasto	g/kg					mg/kg				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		2,75	9,93	6,40	0,31	2,00	23,48	15,81	2,91	0,90	2747
J. Reyes	Pasto Alicia	-0,9	12,2	-2,8	1,9	0,1	0,5	176,2	68,1	6,1	-2646
J. Reyes	Brachiaria	-0,3	19,9	-4,1	2,4	0,0	12,5	337,2	59,1	10,1	-2352
A. Cartagena	King Grass	-1,4	25,5	-3,4	1,4	-0,6	-11,5	108,2	87,1	4,1	-2703
A. Cartagena	Pasto Pará	-1,4	7,6	-5,1	1,3	-0,5	18,5	278,2	679,1	4,1	1030
A. Cartagena	Pasto Jazmín	-1,0	14,1	-3,8	2,0	0,2	20,5	362,2	138,1	7,1	-685
S. Burgos	King Grass	0,0	11,0	-3,9	1,8	-0,4	13,5	527,2	1904,1	5,1	-1034
S. Burgos	Sorgo (Ensilaje)	-0,3	4,8	0,8	4,4	0,0	18,5	607,2	1895,1	8,1	-2542
M. Chirinos	Suazi	3,1	19,3	-1,7	2,1	-0,1	18,5	70,2	323,1	6,1	-2423
J. de Jones	Suazi (Heno)	-0,7	0,4	-3,1	1,4	-1,0	3,5	166,2	128,1	3,1	-2137
Jane de Jones	Brachiaria	-0,7	14,9	-2,7	2,4	-0,9	-1,5	83,2	136,1	3,1	-2718
A. Claros	Brachiaria	-0,9	10,5	-2,3	4,4	33,0	11,5	116,2	477,1	4,1	-2635

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.2)

Anexo 11. Deficiencias minerales en pastos para vacas de 300 DPP en el departamento de Atlántida.

Finca	Pasto	g/kg					mg/kg				
		P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		2,47	5,16	4,15	0,24	2,00	18,59	18,26	10,48	0,86	2747
Jorge Reyes	Pasto Alicia	-0,6	16,9	-0,6	2,0	0,1	5,4	173,7	60,5	6,1	-2646
Jorge Reyes	Brachiaria	0,0	24,6	-1,9	2,5	0,0	17,4	334,7	51,5	10,1	-2352
A. Cartagena	King Grass	-1,1	30,2	-1,2	1,5	-0,6	-6,6	105,7	79,5	4,1	-2703
A. Cartagena	Pasto Pará	-1,1	12,3	-2,9	1,4	-0,5	23,4	275,7	671,5	4,1	1030
A. Cartagena	Pasto Jazmín	-0,7	18,8	-1,6	2,1	0,2	25,4	359,7	130,5	7,1	-685
S. Burgos	King Grass	0,3	15,7	-1,7	1,9	-0,4	18,4	524,7	1896,5	5,1	-1034
S. Burgos	Sorgo (Ensilaje)	0,0	9,5	3,0	4,5	0,0	23,4	604,7	1887,5	8,1	-2542
M. Chirinos	Suazi	3,4	24,0	0,5	2,2	-0,1	23,4	67,7	315,5	6,1	-2423
Jane de Jones	Suazi (Heno)	-0,4	5,1	-0,9	1,5	-1,0	8,4	163,7	120,5	3,1	-2137
Jane de Jones	Brachiaria	-0,4	19,6	-0,5	2,5	-0,9	3,4	80,7	128,5	3,1	-2718
A. Claros	Brachiaria	-0,6	15,2	-0,1	4,5	33,0	16,4	113,7	469,5	4,1	-2635

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.2)

Anexo 12. Deficiencias minerales en pastos para vacas de vaquillas en el departamento de Atlántida.

Finca	Pasto	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		g/kg					mg/kg				
		3,50	5,34	7,64	0,31	2,00	33,21	30,57	29,62	0,81	1234
Jorge Reyes	Pasto Alicia	-1,6	16,8	-4,0	1,9	0,1	-9,2	161,4	41,4	6,2	-1133
Jorge Reyes	Brachiaria	-1,0	24,5	-5,3	2,4	0,0	2,8	322,4	32,4	10,2	-839
A. Cartagena	King Grass	-2,1	30,1	-4,6	1,4	-0,6	-21,2	93,4	60,4	4,2	-1190
A. Cartagena	Pasto Pará	-2,1	12,2	-6,3	1,3	-0,5	8,8	263,4	652,4	4,2	2543
A. Cartagena	Pasto Jazmín	-1,7	18,7	-5,0	2,0	0,2	10,8	347,4	111,4	7,2	828
S. Burgos	King Grass	-0,7	15,6	-5,1	1,8	-0,4	3,8	512,4	1877,4	5,2	479
S. Burgos	Sorgo (Ensilaje)	-1,0	9,4	-0,4	4,4	0,0	8,8	592,4	1868,4	8,2	-1029
M. Chirinos	Suazi	2,4	23,9	-2,9	2,1	-0,1	8,8	55,4	296,4	6,2	-910
Jane de Jones	Suazi (Heno)	-1,4	5,0	-4,3	1,4	-1,0	-6,2	151,4	101,4	3,2	-624
Jane de Jones	Brachiaria	-1,4	19,5	-3,9	2,4	-0,9	-11,2	68,4	109,4	3,2	-1205
A. Claros	Brachiaria	-1,6	15,1	-3,5	4,4	33,0	1,8	101,4	450,4	4,2	-1122

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.2)

Anexo 13. Deficiencias minerales en pastos para vacas de novillos en el departamento de Atlántida.

Finca	Pasto	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
		g/kg					mg/kg				
		4,02	5,43	9,06	0,29	2,00	37,72	34,12	35,71	1,08	1315
Jorge Reyes	Pasto Alicia	-2,1	16,7	-5,5	1,9	0,1	-13,7	157,9	35,3	5,9	-1214
Jorge Reyes	Brachiaria	-1,5	24,4	-6,8	2,4	0,0	-1,7	318,9	26,3	9,9	-920
A. Cartagena	King Grass	-2,6	30,0	-6,1	1,4	-0,6	-25,7	89,9	54,3	3,9	-1271
A. Cartagena	Pasto Pará	-2,6	12,1	-7,8	1,3	-0,5	4,3	259,9	646,3	3,9	2462
A. Cartagena	Pasto Jazmín	-2,2	18,6	-6,5	2,0	0,2	6,3	343,9	105,3	6,9	747
S. Burgos	King Grass	-1,2	15,5	-6,6	1,8	-0,4	-0,7	508,9	1871,3	4,9	398
S. Burgos	Sorgo (Ensilaje)	-1,5	9,3	-1,9	4,4	0,0	4,3	588,9	1862,3	7,9	-1110
M. Chirinos	Suazi	1,9	23,8	-4,4	2,1	-0,1	4,3	51,9	290,3	5,9	-991
Jane de Jones	Suazi (Heno)	-1,9	4,9	-5,8	1,4	-1,0	-10,7	147,9	95,3	2,9	-705
Jane de Jones	Brachiaria	-1,9	19,4	-5,4	2,4	-0,9	-15,7	64,9	103,3	2,9	-1286
A. Claros	Brachiaria	-2,1	15,0	-5,0	4,4	33,0	-2,7	97,9	444,3	3,9	-1203

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (Cuadro 2) de las concentraciones de minerales presentes en cada pasto (cuadro 3.2)

Anexo 14. Análisis de las recomendaciones de suplementación con sal mineral Pecutrín para cubrir deficiencias en vacas con 90 DPP.

Contenido de minerales en Pecutrín

	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
g/kg	181	0.009	243.3	10.8	2.73	4.5	1	1	2	20.06
Ofrecido en Pecutrín con dos consumos por día										
en 40 g	7.24	4E-04	9.73	0.43	0.109	0.18	0.04	0.04	0.08	0.80
en 80 g	14.48	8E-04	19.46	0.86	0.218	0.36	0.08	0.08	0.16	1.60

Requerido para cubrir las deficiencias en pastos del Valle del Aguán

	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	Na
Mínimo	7.36	NA	31.08	Pasto	1.63	0.0049	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	5.14
Máximo	18.81	NA	62.17	Pasto	9.81	0.1194	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	26.86

Consumo requerido de Pecutrín, g/día

Mínimo	40.67	NA	127.74	Pasto	597.07	1.09	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	256.27
Máximo	103.94	NA	255.52	Pasto	3593.41	26.53	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	1339.20

Requerido para cubrir las deficiencias en pastos del departamento de Atlántida

Mínimo	14.72	NA	18.18	Pasto	0.82	0.03	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	13.63
Máxima	21.268	NA	67.08	Pasto	8.18	0.23	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	27.40

Consumo requerido de Pecutrín, g/día

Mínimo	81.33	NA	74.72	Pasto	300.37	6.67	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	679.57
Máximo	117.50	NA	275.71	Pasto	2996.34	52.00	Exc. Pasto	Exc. Pasto	Pasto	1366.12

NA = No Aporta cantidades significativas de Potasio

Exc. = Exceso