

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

***“ALGUNAS SALES Y SUPLEMENTOS MINERALES DE FUENTES ORGÁNICAS E  
INORGÁNICAS DISPONIBLES EN PANAMÁ Y EL EFECTO DE DOS DE ELLAS  
SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA DE HEMBRAS BOVINAS”***

REALIZADO POR:

MARYELIS ELIDA CASTILLO CABALLERO

CÉDULA 4-803-291

PROFESOR ASESOR

ING. ALEX D. SAMUDIO MSc.

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

ALGUNAS SALES Y SUPLEMENTOS MINERALES DE FUENTES ORGÁNICAS E  
INORGÁNICAS DISPONIBLES EN PANAMÁ Y EL EFECTO DE DOS DE ELLAS  
SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA DE HEMBRAS BOVINAS.

TRABAJO DE TESIS SOMETIDO PARA  
OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PERMISO DE PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL

O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO EN LA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

MSC. ALEX D. SAMUDIO

---

DIRECTOR

DR. EDIL E. ARAÚZ

---

JURADO

DR. REINALDO DE ARMAS.

---

JURADO

## **DEDICATORIA**

A mis padres que gracias a su educación me enseñaron el valor de las cosas y es por ellos que quiero cumplir todos mis objetivos. Gracias por su amor, esfuerzo y por hacer de mí una buena persona, solo me queda retribuirles todo lo que me han brindado y lograr que se sientan orgullosos de mí, como yo lo estoy de ustedes.

A mis hermanos y hermana que siempre me brindaron su amor, apoyo y compañía.

A Eduardo Oscar Zapata por acompañarme en esta parte de mi formación, por todo su amor y apoyo en momentos difíciles.

A José A. Rivera G. (Q.E.P.D) quien en su facultad de jefe me apoyo, me motivo y proporciono muchas herramientas para el desarrollo de los procesos llevados a cabo en este trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por todo lo brindado y por permitirme culminar mi carrera profesional.

A mi asesor Ing. Alex D. Samudio, quien con su experiencia, conocimiento y motivación ha sido un gran apoyo durante la realización de este trabajo de investigación.

A los profesores Edil E. Araúz, Reinaldo de Armas y Reinaldo Vargas por su colaboración y apoyo en la realización de los procesos y por la bibliografía suministrada que me permitió afianzar mis conocimientos.

A José Aníbal Lorenzo por darme la oportunidad de iniciar mi proceso de investigación y formación profesional en su finca, en la cual pude tener experiencias que contribuyeron a mi crecimiento como profesional.

## INDICE GENERAL

Contenido

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS .....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXO.....	XIV
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVOS .....	8
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO I .....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
1.1 Suplementación de minerales en la producción bovina. ....	9
1.2 Carencias y desequilibrios minerales en ganado bovino.....	9
1.3 Los forrajes y el aporte de minerales .....	10
1.4 Requerimientos minerales de los bovino.....	11
1.5 Los minerales y su importancia en la nutrición animal. ....	11

1.6 Los minerales se pueden dividir en dos grandes grupos .....	12
1.6.1 Macrominerales.....	12
1.6.1.1 Calcio.....	12
1.6.1.2 Fósforo.....	13
1.6.1.3 Magnesio .....	14
1.6.1.4 Potasio.....	14
1.6.2 Microminerales.....	15
1.6.2.1 Cobalto .....	15
1.6.2.2 Cobre .....	15
1.6.2.3 Zinc.....	15
1.6.2.4 Selenio.....	16
1.7 Fuentes minerales y biodisponibilidad de los elementos minerales para la suplementación mineral. ....	17
1.7.1 Fuentes orgánicas e inorgánicas .....	18
1.7.1.1 Metal aminoácidos .....	19
1.7.1.2 Proteinatos.....	19
1.7.1.3 Quelatos .....	20
1.7.2 Biodisponibilidad del Fósforo (P).....	20
1.7.3 Biodisponibilidad de Cobalto (Co).....	21
1.7.4 Biodisponibilidad del Cobre (Cu).....	21

1.7.5 Biodisponibilidad del Selenio (Se).....	22
1.7.6 Biodisponibilidad del Zinc (Zn) .....	22
1.8 Importancia de los minerales en funciones fisiológicas de la hembra bovina.....	23
1.8.1 Fisiología reproductiva de la hembra bovina.....	23
1.9 Relación nutrición-fertilidad en novillas. ....	25
CAPÍTULO II .....	27
METODOLOGÍA.....	27
2.1 Materiales y métodos .....	27
2.2 Diseño experimental .....	29
2.3 Las variables analizadas fueron.....	40
2.3.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP) (kg).....	40
2.3.2 Dinámica folicular.....	40
CAPÍTULO III .....	41
3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
3.1.1 Análisis de Fuentes fosfóricas, porcentajes de Fósforo en sales y suplementos minerales. ....	41
3.2 Contenido de Fosforo según la fuente mineral en sales y suplementos minerales. ....	47
3.3 Contenido de fosforo según categorización. ....	49

3.4 Análisis Bromatológico .....	51
3.5 Evolución del peso Corporal .....	53
3.6 Dimensiones Ováricas .....	55
3.6.1 Longitud del ovario derecho (cm).....	55
3.6.2 Ancho del ovario derecho (cm). .....	57
3.6.3 Longitud del ovario izquierdo (LOI cm). .....	59
3.7 Efecto de las fuentes fosfóricas minerales sobre el ancho y largo del ovario derecho e izquierdo.....	62
3.8 Desarrollo de la Dinámica Folicular.....	65
3.8.1 Número de folículos en el Ovario Derecho (NFOD).....	65
3.8.2 Tamaño de folículos en el Ovario Derecho (ODTF).....	66
3.8.3 Número de Folículos en el Ovario Izquierdo (OINF).....	68
3.8.4 Tamaño de Folículos en el Ovario Izquierdo (OITF).....	70
3.9 Efecto de tratamiento, época y peso corporal sobre la población folicular.....	71
CAPÍTULO IV .....	75
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES .....	76
LITERATURA CITADA.....	77

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1.</b> Fases del Ciclo Estral de la Hembra Bovina. .....	24
<b>Tabla 2.</b> Clasificación según la fuente de fósforo y la condición química.....	<b>42</b>
<b>Tabla 3.</b> Clasificación según la fuente de fósforo y la condición química, muestreo por aquellas alternativas cuyas fuentes no han sido definidas según el anuncio comercial.....	44
<b>Tabla 4.</b> Distribución del muestreo de los suplementos y sales minerales según la fuente de fósforo declarada en el anuncio comercial.....	45
<b>Tabla 5.</b> Indicadores estadísticos descriptivos del contenido de fósforo según las fuentes minerales declaradas para su distribución como suplemento o sales minerales en.....	48
<b>Tabla 6.</b> Descriptores estadísticos del contenido de fósforo en las fuentes comercializada en Panamá según su categorización en Sal Mineral y Premezcla Mineral.....	50
<b>Tabla 7.</b> Análisis Bromatológico de Brachiaria Humícola y Brachiaria Brizantha.....	52

<b>Tabla 8.</b> Composición de las Sales Minerales (%) en tratamiento.....	53
<b>Tabla 9.</b> Composición de Mezclas de sales minerales.....	53
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza del peso corporal en kg (PCKG).....	54
<b>Tabla 11.</b> Efecto del Fósforo sobre la longitud del ovario derecho cm.....	56
<b>Tabla 12.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario derecho (cm).....	58
<b>Tabla 13.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el largo del ovario izquierdo (cm).....	59
<b>Tabla 14.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el largo del ovario izquierdo (cm).....	61
<b>Tabla 15.</b> Medias y tendencia de la longitud del ovario derecho durante los 63 días de la exposición al suplemento mineral.....	63
<b>Tabla 16.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el número de folículos presentes en el ovario derecho (NFOD).....	65

<b>Tabla 17.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el tamaño de folículos en el ovario derecho.....	67
<b>Tabla 18.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre la cantidad de folículos. 1% (P<.01) 5% (P<.05) 10% (p<.10) .....	69
<b>Tabla 19.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el tamaño folicular en el ovario izquierdo.....	70
<b>Tabla 20.</b> Medias y tendencia de la longitud del ovario derecho durante los 63 días de la exposición al suplemento mineral.....	72
<b>Tabla 21.</b> Correlaciones de Pearson.....	73

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfica 1.</b> Distribución de los suplementos y sales minerales según la fuente de fósforo.....	43
<b>Gráfica 2.</b> Distribución de las muestras según la fuente de fosforo declarada en la etiqueta comercial.....	46
<b>Gráfica 3.</b> Evolución del Peso en el tiempo de exposición a fuentes minerales.....	55
<b>Gráfica 4.</b> Evolución de la longitud del ovario derecho según el tiempo del consumo del fosforo en los tratamientos orgánico e inorgánicos.....	57
<b>Gráfica 5.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario derecho (cm).....	58
<b>Gráfica 6.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre la longitud del ovario izquierdo (cm).....	60
<b>Gráfica 7.</b> Efecto de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario.....	62
<b>Gráfica 8.</b> Análisis de varianza del número de folículos en el ovario derecho izquierdo (cm).....	66
<b>Gráfica 9.</b> Análisis de medias del tamaño de folículos en el ovario derecho.....	68

<b>Gráfica 10.</b> Análisis de medias del número de folículos del ovario izquierdo.....	68
<b>Gráfica 11.</b> Análisis de medias del tamaño de folículos en el Ovario Izquierdo.....	71

## ÍNDICE DE ANEXO

Figura 1. Novillas a las que se les ofreció Sal Orgánica T1. ....	87
Figura 2. Pasto Brachiaria Humidícula ofrecido al T1. ....	88
Figura 3. Novillas sometidas a T2 a base de suplemento inorgánico.....	88
Figura 4. Pasto Brachiaria Brizantha ofrecido al T2. ....	89

# **ALGUNAS SALES Y SUPLEMENTOS MINERALES DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS DISPONIBLES EN PANAMÁ Y EL EFECTO DE DOS DE ELLAS SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA DE HEMBRAS BOVINAS.**

**Maryelis E. Castillo C. 2022.** Algunas Sales Y Suplementos Minerales De Fuentes Orgánicas E Inorgánicas Disponibles En Panamá Y El Efecto De Dos De Ellas Sobre La Actividad Ovárica De Hembras Bovinas. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, David Chiriquí, Panamá.

## **RESUMEN**

En la mayoría de las regiones tropicales no existen forrajes de buena calidad nutricional debido a factores adversos como agentes edafológicos y clima, por ende, la suplementación mineral es esencial para optimizar el desarrollo adecuado en los bovinos. Es por ello que se buscó determinar la disponibilidad de sales y suplementos minerales en el mercado nacional, encontrándose una disponibilidad de 49 fuentes de suplementación, de las cuales 18 correspondieron a suplementos y 31 a sales; estas al ser clasificada según su fuente mineral, fuente fosfórica y concentraciones de alta, media y baja, encontramos que en su mayoría cumplen con un perfil bajo. De estas un 81.62% fueron de fuente inorgánica y 18.4% de fuente orgánica. De esta clasificación se escogió una sal de fuente orgánica y un suplemento de fuente inorgánica, ambas ajustándose a un perfil con 9.0% P 0.45% de Zn y 0.15% de Cu y así establecer el nivel nutricional deseado y determinar su eficiencia sobre la ganancia de peso y la actividad ovárica. Se hizo un ajuste 15 días antes del estudio donde los animales fueron desparasitados y sometidos a la

adaptación de consumo de las fuentes minerales y ajustar su consumo diario que estuvo alrededor de los 90 g/anim./día. El estudio se realizó en Mata Rica, Distrito de Gualaca, provincia de Chiriquí. Se utilizaron 16 hembras bovinas de cruce con Brahaman, determinando su ganancia diaria de peso cada 30 días, se monitoreó la actividad ovárica cada 21 días por ultrasonografía. Se evaluaron dos tratamientos, T1 con sal de fuente orgánica, T2 con suplemento de fuente inorgánica. Cada tratamiento dispuso de 8 animales. El diseño experimental fue mediante análisis de varianza en SAS y Chi cuadrado. No se encontró diferencia significativa sobre la varia de peso corporal ( $P > 0.8868$ ). Se encontró diferencia significativa del tiempo  $Pr < 0.0001$  sobre la longitud y  $Pr > 0.0001$  sobre el ancho del ovario derecho a los 42 días de exposición a fuentes minerales. Se encontró diferencia significativa del tiempo sobre la longitud ( $Pr < 0.0001$ ) y ancho ( $Pr > 0.0001$ ) en el ovario izquierdo. El tiempo tuvo efecto significativo ( $Pr > 0.007$ ) en el tamaño de folículos y cantidad de folículos ( $Pr > 0.001$ ) del ovario derecho. Se encontró cambios en el número de folículos a través del tiempo ( $Pr > 0.003$ ) y en la interacción tratamiento por tiempo ( $Pr > 0.05$ ). Se encontraron cambios según la fuente mineral ( $Pr > 0.02$ ) y el tiempo de exposición ( $Pr < 0.0001$ ) sobre el tamaño de folículos del ovario izquierdo El T1 tuvo efecto sobre la cantidad de cuerpos lúteos ( $p = 0.001$ ). Estos resultados indican un posible efecto estacional sobre el desarrollo de la población folicular y presencia de cuerpos lúteos, esto a su vez modulado por la condición corporal de las novillas y por consecuente sobre la respuesta reproductiva.

Palabras Claves. **Minerales, actividad ovárica, ganancia de peso, época estacional, suplementación, requerimiento.**

## **SOME SALTS AND MINERAL SUPPLEMENTS FROM ORGANIC AND INORGANIC SOURCES AVAILABLE IN PANAMA AND THE EFFECT OF TWO OF THEM ON THE OVARIAN ACTIVITY OF BOVINE FEMALES.**

**Maryelis E. Castillo C. 2022.** Some Salts And Mineral Supplements From Organic And Inorganic Sources Available In Panama And The Effect Of Two Of Them On The Ovarian Activity Of Female Bovines. Zootechnical Agricultural Engineer Thesis. Faculty of Agricultural Sciences, David Chiriquí, Panama.

### **ABSTRACT**

In most tropical regions there are no forages of good nutritional quality due to adverse factors such as soil agents and climate, therefore, mineral supplementation is essential to optimize proper development in cattle. That is why we sought to determine the availability of salts and mineral supplements in the national market, finding an availability of 49 sources of supplementation, of which 18 corresponded to supplements and 31 to salts; When these are classified according to their mineral source, phosphorous source, and high, medium, and low concentrations, we find that most of them meet a low profile. Of these, 81.62% were from an inorganic source and 18.4% from an organic source. From this classification, a salt from an organic source and a supplement from an inorganic source were chosen, both adjusting to a profile with 9.0% P, 0.45% Zn and 0.15% Cu, thus establishing the desired nutritional level and determining its efficiency on the gain of weight and ovarian activity. An

adjustment was made 15 days before the study where the animals were dewormed and subjected to the adaptation of consumption of mineral sources and adjust their daily consumption that was around 90 g/animal/day. The study was carried out in Mata Rica, District of Gualaca, province of Chiriquí. Sixteen bovine females crossbred with Brahman were used, determining their daily weight gain every 30 days, ovarian activity was monitored every 21 days by ultrasonography. Two treatments were evaluated, T1 with salt from an organic source, T2 with a supplement from an inorganic source. Each treatment had 8 animals. The experimental design was through analysis of variance in SAS and Chi square. No significant difference was found on the range of body weight ( $P > 0.8868$ ). A significant difference was found in the time  $Pr < 0.0001$  on the length and  $Pr > 0.0001$  on the width of the right ovary at 42 days of exposure to mineral sources. Significant time difference was found on length ( $Pr < 0.0001$ ) and width ( $Pr > 0.0001$ ) in the left ovary. Time had a significant effect ( $Pr > 0.007$ ) on the size of follicles and number of follicles ( $Pr > 0.001$ ) of the right ovary. Changes were found in the number of follicles over time ( $Pr > 0.003$ ) and in the treatment-by-time interaction ( $Pr > 0.05$ ). Changes were found according to the mineral source ( $Pr > 0.02$ ) and the exposure time ( $Pr < 0.0001$ ) on the size of the follicles of the left ovary. T1 had an effect on the number of corpora lutea ( $p = 0.001$ ). These results indicate a possible seasonal effect on the development of the follicular population and the presence of corpora lutea, this in turn modulated by the body condition of the heifers and consequently on the reproductive response.

**Keywords. Minerals, ovarian activity, weight gain, seasonal period, supplementation, requirement.**

## INTRODUCCIÓN

En nuestra región tropical la mayoría de los pastos presentes no satisfacen las necesidades minerales en los animales en pastoreo, todo esto como consecuencia de limitaciones climáticas y del tipo de suelo que impone restricciones nutricionales a los pastos. La cantidad mineral de las pasturas representa una limitante de importancia en los sistemas de producción, así como también el tipo de suelo, la deficiencia de las prácticas de fertilización, la utilización de suplementos minerales de baja calidad y los aumentos de los requerimientos minerales en los animales determinan, en muchas explotaciones ganaderas las deficiencias minerales en los sistemas de alimentación (Salamanca, 2010)

Se ha encontrado que la carencia o desequilibrio de minerales en el suelo se refleja en el valor nutritivo de los pastos y esto es una de las causas que afectan la producción, reproducción y la salud; alterando procesos metabólicos, la eficiencia de la fertilidad, la funcionalidad de las biomoléculas y los tejidos. Todo esto se manifiesta según Garmendia, (2006) en tasas de concepción bajas, un porcentaje de abortos que puede alcanzar al 10% y una edad y peso al primer servicio y al primer parto que están fuera de los valores eficientes para una ganadería productiva. Por esta razón es de mucha importancia la intervención de los minerales en el metabolismo general orgánico y de esta manera se logre un óptimo crecimiento y mejoras en los aspectos productivos.

También es importante resaltar que el alcance de la eficiencia productiva y reproductiva se ven favorecidas con el ofrecimiento de los minerales en la dieta de

los animales, lo cual, según autores como Acharya et al., (1968); Blodd et al., (1986); Bavera (1987); Jackson et al., (1988); Gooneratne et al., (1989) sustentan que gran parte de las disminuciones que se suscitan en la producción de los rumiantes por deficiencia de estos nutrientes se debe a una baja eficiencia en la conversión alimenticia, debido a una menor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes.

En cuanto al estatus mineral en nuestros pastos, en nuestro país existen estudios que datan de 1995 hasta el 2019 que incluyen pastos de 9 de las 10 provincias de nuestra geografía nacional que nos revelan los niveles de minerales Fosforo(P), Zinc (Zn), Cobalto(Co), Selenio(Se), Cobre (Cu), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) Sodio (Na), Hierro (Fe), Manganeso (Mn); se han introducido recientemente las mediciones de selenio y cobalto, estos últimos específicamente en la provincia de Chiriquí. De estos elementos minerales se encontró en cada una de las áreas y pastos estudiados que los elementos más limitantes son Selenio (Se), Cobalto (Co), Cobre (Cu). Fosforo (P), Zinc (Zn), según el orden de mayor a menor deficiencia. (Samudio 1995).

Los minerales que tienen un efecto de mayor impacto son el calcio y el fósforo, por sus intervenciones en actividades biológicas y fisiológicas (National Research Council 2001). El fósforo es un mineral que se encuentra deficiente en las pasturas del trópico, es por ello, que el ganadero se ve obligado a suplementarlo (Kawas et al.,1993). La disponibilidad de ciertos minerales varía según la época del año, como ocurre con el potasio en períodos secos, donde se reduce la disponibilidad con la maduración de la planta, y al brindar forrajes de baja calidad generalmente se

suplementa con nitrógeno no proteico (urea), lo cual genera una demanda de elementos en conjunto como el potasio y el azufre, por ser precursores de crecimiento y desarrollo de la flora ruminal.

**Fosbovi Reproducción®** es una sal mineral de alta tecnología carbo amino fosfo quelatado, formulado con cromo y fuentes minerales en forma inorgánica y orgánica (molécula TQ) seleccionadas y de alta biodisponibilidad.

**Biomin Vitaminado®** es un suplemento mineral con un alto perfil en sus niveles de Fosforo, formulado con fosfato di cálcico de fuentes minerales inorgánicas de buena biodisponibilidad.

Suplementar la oferta de minerales adecuada se vuelve una excelente alternativa y en cuanto a los requerimientos, estos varían de acuerdo con el peso, edad, composición racial, el tipo de explotación y el consumo del suplemento (Salamanca 2010).

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General

- Determinar la disponibilidad de sales y suplementos minerales de fuentes orgánicas e inorgánicas en el mercado nacional y evaluar el efecto de dos de ellas sobre el desarrollo de la actividad ovárica y ganancia diaria de peso en un grupo de novillas.

### Objetivos Específicos

- Clasificar las sales y suplementos minerales según su fuente mineral.
- Evaluar las fuentes y niveles de fósforo presente en las sales y suplementos minerales.
- Establecer la calidad nutricional según la concentración de minerales.
- Determinar la eficiencia de dos mezclas minerales sobre la actividad ovárica y ganancia diaria de peso.

# **CAPITULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Suplementación de minerales en la producción bovina.**

Según Salamanca (2010), la mayoría de los pastos de las regiones tropicales no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales en pastoreo, todo esto como consecuencia de las limitaciones climáticas y el tipo de suelo los cuales restringen la disponibilidad de los nutrientes para los pastos. Dichas deficiencias son a causa de la escasa disponibilidad de minerales en el suelo, afectando así la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y contribuyendo con el bajo crecimiento de las plantas.

### **1.2 Carencias y desequilibrios minerales en ganado bovino**

Los minerales en el organismo animal son elementos inorgánicos que pueden estar formando parte de una sal o combinados con otros elementos propios de compuestos orgánicos como el carbono, hidrógeno, oxígeno ó nitrógeno (Underwood, 1983). Según lo encontrado por Spears, (1998); Engelhardt and Breves, (2005), ellos están en una proporción del 2 % al 5 % del peso total del animal como compuestos inorgánicos, y tienen funciones esenciales tanto en la estructura de tejidos y biomoléculas, como en el propio metabolismo animal.

Según Salamanca (2010), las deficiencias de minerales dependen de la ubicación geográfica, el tipo y la calidad del suelo afectan el contenido mineral del forraje. Se ha encontrado que la carencia de minerales en el suelo se manifiesta en el valor nutritivo de los pastos causando una baja productividad y problemas de reproducción

del ganado bovino; lo cual se ve reflejado en tasas de concepción no mayor a 45%, un porcentaje de abortos que puede alcanzar al 10% y una edad y peso al primer servicio y al primer parto que están fuera de los valores eficientes para una ganadería productiva.

Los hatos más afectados son aquellos en los que la alimentación es exclusivamente a base de pasturas y/o forrajes conservados de mala calidad (Corbellini y Carrillo, 1985). De igual manera, el incremento en la producción lleva a que los requerimientos nutricionales sean cada vez más altos y el potencial genético suele transformarse en un factor negativo sino va acompañado de una dieta adecuada (Mc Dowell y Conrad, 1984; Corbellini y Carrillo, 1985).

### 1.3 Los forrajes y el aporte de minerales

Dado que el proceso productivo bovino se basa en la máxima utilización del forraje es necesario estudiar todos los factores que afectan el contenido de nutrientes de esta (figura 1).

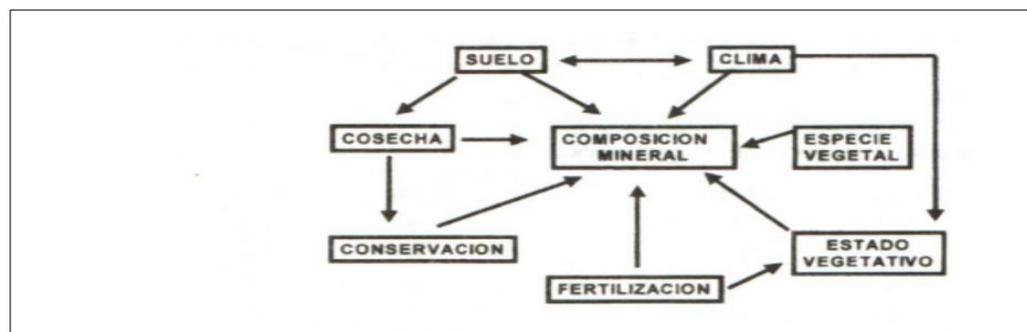


Figura 1. Variación de la composición mineral de los forrajes. Garmendía (2006)

Se muestra (figura 1) que el suelo en conjunto con la especie de forraje disponible y la fertilización, son los factores más comunes que afectan el contenido mineral de las pasturas, por lo que pocas cantidades de minerales en el suelo afectan a los forrajes directamente de dos maneras; una es reduciendo la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y a través del bajo crecimiento de la planta. Sin embargo, la mayoría de las veces se afectan ambos. También es necesario indicar que muchas veces el aporte adecuado de yodo, selenio y cobalto en el suelo para un óptimo crecimiento vegetal es insuficiente para completar los requerimientos de los animales (Underwood, 1977).

#### **1.4 Requerimientos minerales de los bovino.**

En los bovinos las actividades fisiológicas van directamente asociadas tanto a la producción como a la reproducción, como lo es la presencia de ciclo estrales gestación, lactación y crecimiento son exigentes desde el punto de vista mineral y requieren un suministro constante y adecuado de los mismos. Así, estos procesos establecen la necesidad de cuantificar los minerales requeridos ya que condiciones de subnutrición afectan considerablemente la respuesta animal Garmendia, J. (2006).

#### **1.5 Los minerales y su importancia en la nutrición animal.**

Según Vanegas, (2013) los minerales son considerados como el tercer grupo de nutrientes limitante en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales. Las funciones generales de los minerales dentro del organismo de acuerdo con Salamanca, (2010) son:

- Reproducción (P, Zn, Cu, Mn, Co, Se y I).
- Funciones de los minerales con los microorganismos ruminales
- Procesos energéticos y de reproducción celular (P).
- Son activadores de enzimas microbianas (Mg, Fe, Zn, Cu y Mb).

Según el mismo autor, los trastornos causados por los desequilibrios de minerales (deficiencias o excesos) en suelos y en los forrajes han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreo en nuestro trópico. Como indica Salamanca, (2010) en su artículo el buen suministro de sales minerales en diferentes regiones tropicales ha incrementado el porcentaje de partos de 10 al 50% y han disminuido los abortos de 10% a valores menores de 1%.

## **1.6 Los minerales se pueden dividir en dos grandes grupos**

### **1.6.1 Macrominerales**

Según Bauer, Rush y Rasby, (2009), los Macrominerales requeridos por el bovino son Ca, P, Mg, Na, Cl, K y S, son necesarios en la dieta a razón de gramos por día. Los que tienen importancia son el calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K) y azufre (S).

#### **1.6.1.1 Calcio**

Es requerido para una normal coagulación de la sangre, mantener la excitabilidad neuromuscular, para activar enzimas, mantener la permeabilidad de las membranas y además para formar los huesos, desarrollar los dientes y producir leche, es decir que puede considerarse como un elemento multifuncional ( Mufarrege, 2002.).

Este mismo autor sustenta que la deficiencia de este mineral puede causar:

- Se ve afectado el crecimiento óseo normal, esto causa retardo en el crecimiento y desarrollo, raquitismo.
- Osteomalacia en vacas lecheras adultas, con debilitamiento y quebraduras de huesos; y el síndrome denominado Fiebre de la leche o Paresia del parto, en lecheras y también en vacas de cría, caracterizada por una caída del animal que, si no es tratado adecuadamente, puede causarle la muerte.

Dentro de los cinco minerales más limitantes en nuestro país se encuentra el P.

#### **1.6.1.2 Fósforo**

El fósforo (P) es un mineral esencial para el metabolismo del organismo animal, es un componente del ATP y los ácidos nucleicos, este también tiene una influencia directa con el funcionamiento de los microorganismos del rumen, especialmente aquellos que digieren la celulosa, en el metabolismo de las proteínas y la utilización de la energía de los alimentos. Como componente de estas sustancias con importancia biológica, el fósforo juega un papel central en el metabolismo celular y energético (Rebollar y Mateos, s.f).

Según Vanegas Arboleda, (2013) su deficiencia causa:

- Pérdida de peso.
- Enflaquecimiento progresivo.
- Reducción en la producción de leche.

### **1.6.1.3 Magnesio**

Es muy importante para el aprovechamiento de la energía, pues interviene en el metabolismo de lípidos y carbohidratos activando algunas enzimas como los fosfatos orgánicos, es requerido para la oxidación celular en las mitocondrias y ejerce una influencia potente en la actividad neuromuscular. A través de su papel en la activación enzimática, el magnesio estimula el músculo y la irritabilidad nerviosa (contracciones), está involucrado en la regulación del balance ácido-base intracelular y juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos (Bauer, Rush y Rasby, 2009).

Estos mismos autores exponen que sus deficiencias pueden causar:

- Crecimiento retardado.
- Irritabilidad.
- Tetania.
- Anorexia.
- Falta de coordinación muscular y motora.

### **1.6.1.4 Potasio**

Gerardo y Villanueva, (2010) sustentan que es esencial para el almacenamiento de N, como constituyente de las proteínas musculares, en la pérdida de tejido muscular se pierden ambos, la reposición debe incluir, además de los aminoácidos, K para fijar el N. Regula la transferencia de nutrientes a través de las membranas de las células, forma parte de los ribosomas, activa algunas encimas intracelulares, contribuye a la formación de las células sanguíneas. Sus deficiencias pueden causar retardo de crecimiento, tetania muscular, disminución del consumo y pérdida de peso.

## **1.6.2 Microminerales**

Los de importancia son el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu), Iodo (I), selenio (Se) y cobalto (Co). La carencia de estos oligoelementos puede pasar inadvertidas, ya que muchas veces más de una deficiencia puede afectar a un mismo proceso y en consecuencia los síntomas son inespecíficos (Bauer, Rush y Rasby, 2009).

### **1.6.2.1 Cobalto**

Se encuentra principalmente como constituyente de la vitamina B12, entre los síntomas de sus deficiencias esta la pérdida de apetito, reducción de la lactancia, crecimiento retardado o pérdida de peso corporal seguido de anemia y eventualmente la muerte. Toxicidad: El nivel tóxico es de 60 mg/kg de la ración Chacón, (2013).

### **1.6.2.2 Cobre**

Según Acedo y González, (s.f) este tiene influencia en la fertilidad, la activación enzimática y es un factor de crecimiento en animales jóvenes. Donde sus deficiencias pueden causar alteración del sistema inmunitario, problemas de fertilidad y alteraciones óseas.

### **1.6.2.3 Zinc**

Este es un componente esencial de una gran cantidad de enzimas y activador de varios procesos relacionados al metabolismo de carbohidratos proteínas y ácidos nucleicos. Bauer, Rush y Rasby (2009), sustentan que su deficiencia causa en machos se ven más afectados sus funciones reproductivas, provoca infertilidad con

alteraciones en el último estadio de formación de espermatozoides, se detiene el crecimiento testicular y cese de la espermatogénesis.

#### **1.6.2.4 Selenio**

El selenio es un componente esencial de la enzima glutatión peroxidasa y como tal sirve para proteger los tejidos y membranas contra un daño oxidativo. También el selenio participa en la biosíntesis de ubiquinona (coenzima Q, involucrada en el transporte electrónico intracelular) e influencia la absorción y retención de la vitamina E (Vanegas Arboleda, 2013). Según lo expuesto por Cappa, (2013) dice que la carencia de selenio puede actuar sobre la actividad reproductora de hembras y machos, limitar el crecimiento, causa un característico tipo de distrofia, causa de retención de placenta y deprimir el sistema inmunitario.

Por otra parte, según Salamanca, (2010) en muchas ocasiones los ganaderos suministran suficiente cantidad de minerales para suplir los requerimientos de los animales, pero la deficiencia se sigue presentando; esto en la mayoría de los casos se debe a interferencias entre diferentes factores que un mineral pueda interferir en el metabolismo de otro haciendo que el mineral no pueda ser utilizado por el animal. Estas interferencias se presentan en el suelo, en la planta, en los alimentos y en el animal, y es un aspecto al que se le resta importancia en la nutrición mineral en el trópico, todo este proceso se conoce como sinergia e interferencia de minerales.

Figura 2.

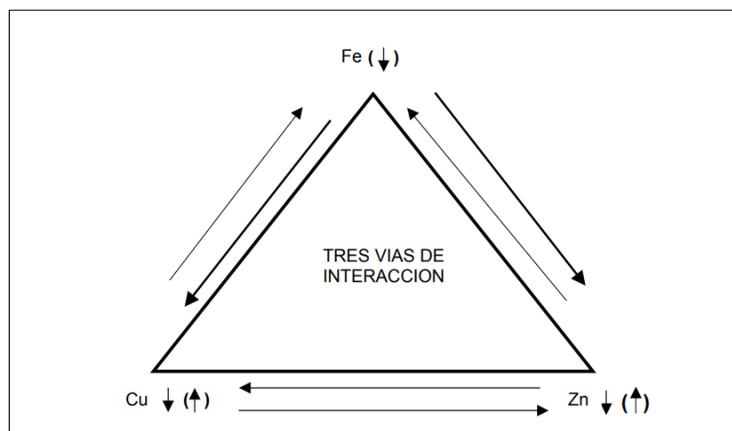


Figura 2. Antagonismo recíproco entre hierro, cobre y zinc. Chicco, C., & Godoy, S. (2016).

El sinergismo se da cuando dos o más elementos provocan un aumento de absorción de un mineral y la interacción antagonica ocurre cuando un elemento mineral inhibe la absorción de otro en el aparato digestivo, produciendo efectos en el metabolismo; las interferencias minerales son muy importantes y, quizás, las más desconocidas en relación con la nutrición mineral en los trópicos. (Godoy et al., 2006).

### **1.7 Fuentes minerales y biodisponibilidad de los elementos minerales para la suplementación mineral.**

Según Ciria et al., (2005), las fuentes minerales pueden darse a través de las cantidades contenidas en los alimentos y en los suplementos minerales, dado que los bovinos no los pueden sintetizar y las necesidades deben ser cubiertas por los alimentos que ingieren, ya que el agua y el suelo solo proporcionan pequeñas cantidades. Egaña, (1995) sustenta que, al referirnos a la parte utilizada, se está indicando aquella fracción del compuesto mineral que fue incorporado en el suplemento mineral, o bien está incluido en los alimentos, que es solubilizado y

absorbido en el tracto gastrointestinal del rumiante, donde la fracción o parte del compuesto mineral que es aprovechado por el animal se define como 'biodisponibilidad' del elemento o compuesto mineral.

### **1.7.1 Fuentes orgánicas e inorgánicas**

Las fuentes inorgánicas se encuentran comúnmente en la naturaleza o se forman a partir de fuentes naturales, estas no van unidas a una molécula portadora y se suministran como una premezcla mineral. La biodisponibilidad de las fuentes de minerales como sulfatos y cloruros es mayor que la de los óxidos. Una excepción es el óxido de Mg, que tiene buena absorción (55%), pero en los óxidos de Cu y Fe es baja (15%) (CORPOICA et al., 2012).

Por el contrario, las fuentes de minerales orgánicos se caracterizan por la presencia de un aminoácido o carbohidrato portador del mineral traza que se quiere suministrar; esto es a través de un proceso llamado quelación donde la molécula orgánica portadora se une químicamente al mineral traza de interés. Los minerales que se suplementan en forma orgánica son: Cu, Co, Zn, Mn, Fe, Mg, I y Se. Estas características de las fuentes orgánicas tienen mayor biodisponibilidad que las fuentes inorgánicas (CORPOICA et al., (2012).

Normalmente las sales inorgánicas como los óxidos, sulfatos, y carbonatos son adicionados a la dieta para proveer la cantidad deseada para cumplir con los requerimientos del animal. Estas son partidas en distintos grados durante la digestión para "liberar" iones y luego ser absorbidas. Sin embargo, puede formar complejos con otras moléculas de la dieta, y no estar disponibles para el animal, es por lo que la disponibilidad de los elementos puede variar sustancialmente. A causa de estos

problemas, los niveles provistos en la dieta son frecuentemente más altos que el mínimo requerido para un desempeño óptimo, resultando frecuentemente en una sobreoferta y un gasto innecesario con el obvio impacto ambiental. Muchas sales existen en la naturaleza como proteínatos y quelatos (Spain, 1993).

Según este mismo autor los quelatos pueden utilizar péptidos o aminoácidos como caminos metabólicos, esto previene la competencia entre minerales por el mismo camino metabólico. No sólo su biodisponibilidad es por ende mayor, sino que estas formas minerales son transportadas más rápidamente aumentando su absorción intestinal. Ellas son más estables y son protegidas bioquímicamente de reacciones adversas con otros compuestos de la dieta que puedan reducir su tasa de absorción.

Según la Clasificación presentada en el estudio por Valdivieso, (2017) tenemos las siguientes fuentes orgánicas:

#### **1.7.1.1 Metal aminoácidos**

Según lo expuesto por Bolajil, (2001), la unión entre el quelado y el glutatión se realiza entre el grupo amino de aquel y el grupo carboxilo de éste. En el caso de los metioninatos la quelación se efectúa entre los grupos amino y carboxilo de la metionina (con cargas negativas) con el ion metálico (con dos cargas positivas), los cuales se absorben mediante el denominado transporte activo, requiriendo ATP (energía) para su plena realización.

#### **1.7.1.2 Proteínatos**

Estos son compuestos formados a base de proteínas y algunos minerales: puede haber proteínatos derivados de leche, sin lactosa y adicionados con minerales como

zinc y hierro. Según Valdivieso, (2017) por lo general cumplen múltiples funciones en el organismo, como constituyentes de las membranas biológicas, hormonas, vitaminas solubles en grasas. La diferencia con las proteínas es que estas últimas son parte de la "materia prima" para preparar estos alimentos.

### **1.7.1.3 Quelatos**

En lo expuesto por Valdivieso, (2017), los minerales quelatados tienen cerca del 90% de absorción, ya que su función primordial es proteger o encapsular a los microorganismos para evitar las interferencias en su paso por el rumen, teniendo además otro beneficio, el cual es multiplicar la flora bacteriana. Por el contrario los proteínados, son fuentes minerales con la adición de NNP, para facilitar la formación de proteína bacteriana, su efecto se hace más aceptable cuando los micro minerales son quelatados u orgánicos, ya que tienen mejor respuesta en la época seca, que es para lo que son recomendados (facilitar digestión de fibra).

### **1.7.2 Biodisponibilidad del Fósforo (P).**

Según la NRC, (2001) la eficiencia o biodisponibilidad de absorción del P se estima en 90% para terneros lactantes y 78% para terneros entre 100 y 200 kg. Con respecto a los alimentos, la eficiencia de absorción es menor en los forrajes (64%) que en los concentrados (70%). En los suplementos minerales, la eficiencia de absorción es del 80% para fosfato de amonio, 85% en fosfato de di cálcico y 90% para fosfato de Na, por lo que la eficiencia en la absorción de este se ve influenciada por los niveles de P consumidos dado que un exceso de este en la dieta reduce la eficiencia de absorción de P inorgánico y el que se recicla en la saliva.

### **1.7.3 Biodisponibilidad de Cobalto (Co)**

Según lo expuesto por Valdivieso, (2017) este mineral juega un papel fundamental en el rumen de los bovinos, ya que es de suma importancia para la síntesis de la Vitamina B12 y esta a su vez es utilizada por los microorganismos del rumen para la producción de propionato, el cual es utilizado para la síntesis de glucosa. Por lo que su función principal es suministrar un sustrato a los microorganismos del rumen para la elaboración de vitamina B, paso muy importante en la conversión del propionato a glucosa, donde la absorción en el intestino delgado es deficiente, por lo que, en la dieta solo el 3% es utilizado directamente para la síntesis de la vitamina B12. De Alba, (2003), menciona que en los rumiantes la síntesis se realiza en el rumen y la absorción en el intestino delgado, en comparación con los monogástricos la síntesis se hace en el intestino grueso y la absorción en el ciego inmediatamente sale del organismo disminuyendo la utilidad. Las fuentes de cobalto son las gramíneas que contienen entre 0,1 y 0,25 mg / kg, las leguminosas, los alimentos concentrados son bajos en cobalto y ricos en vitamina B12.

Espinoza, (2004), indica que los rumiantes tienen mayores requerimientos que los monogástricos debido a que parte del cobalto se desperdicia en la síntesis microbiana de compuestos orgánicos, Los rumiantes requieren además más vitamina que interviene en el metabolismo de ácido propiónico.

### **1.7.4 Biodisponibilidad del Cobre (Cu).**

Es muy probable que dietas con menos de 10 ppm de Cu cubran los requerimientos del hato bovino; pero las dietas concentradas poseen usualmente mayor cantidad de Cu que los forrajes. (Gómez Rendón et al., 2019)

Según Bauer et al., (2009) los requerimientos de cobre son mayores cuando la concentración de los antagonistas naturales como el Mo, S y Fe se encuentra incrementada, la absorción de Cu también se disminuye en presencia de ácido fítico y Zn, por lo tanto, es recomendable acompañar el suministro de Cu con aminoácidos, ya que estos favorecen su absorción. En lo expuesto por Rincón, Baquero y Flórez, (2012) se debe tomar en cuenta que la ingestión de pasto con tierra cuando la disponibilidad de forraje en la pradera es baja, puede disminuir hasta el 50% la absorción de Cu.

#### **1.7.5 Biodisponibilidad del Selenio (Se)**

Según NRC, (2001) la digestibilidad aparente del Se en los forrajes y concentrados está entre 30% y 60%. Algunos alimentos tienen una alta concentración de selenio; como lo es, la harina de pescado tiene una concentración de más de 1 mg de Se/kg de MS, pero su eficiencia de absorción es baja. De igual manera, la absorción del selenio se ve influenciada por el exceso de Ca y S en la dieta (Rincón, Baquero y Flórez, 2012).

Según Eliseche, (2005) la mayoría de los compuestos hidrosolubles (selenitos, selenatos y organocompuestos) en los rumiantes los valores se ven reducidos a un 30-35 % debido a la reducción del selenito a selenio elemental por acción de la microflora ruminal.

#### **1.7.6 Biodisponibilidad del Zinc (Zn)**

La (NRC, 2001) sustenta que la concentración de Zn en la leche es de 4 mg/kg. Aproximadamente el 50% del Zn en la leche se absorbe, pero la adición de proteína

de soya reduce su absorción a la mitad. La eficiencia de absorción del Zn es del 15%. Por cada kg de aumento de peso se retienen 24 mg de Zn. Durante la gestación, el feto y el útero retienen 12 mg/d y este valor se duplica al final de la gestación.

Rincón, Baquero y Flórez, (2012) sustentan que una concentración elevada de Ca y Fe en la dieta afecta la absorción de Zn y aumenta sus requerimientos; además, el Cu y el Zn son antagonistas entre sí. Los bovinos en pastoreo y bajo condiciones de estrés se deben suplementar con Zn.

## **1.8 Importancia de los minerales en funciones fisiológicas de la hembra bovina**

### **1.8.1 Fisiología reproductiva de la hembra bovina**

Cuando una hembra bovina alcanza la etapa de la pubertad ocurren cambios en su aparato reproductivo debido al incremento de sus niveles hormonales. Posteriormente se presentan cambios hormonales que generan la presentación de un celo o calor cada 21 días denominándose esto el ciclo estral, que se encuentra regulado por la interacción de varios órganos como el eje hipotálamo-hipófisis, el ovario y el útero (Pereira et al., 2013).

Según Abreu et al., (2017); el sistema nervioso central es el encargado del funcionamiento del aparato reproductivo ya que este produce hormonas que viajan por vía sanguínea y tienen su efecto en el tracto reproductivo, provocando entre otros el crecimiento de folículos y la secreción de estrógenos, que cuando son altos se conoce como celo o calor.

En la tabla1 se muestra que la pubertad en hembras esta influenciada por factores como la selección y manejo de las hembras de reemplazo que involucran decisiones que afectan la productividad futura de un rebaño. Por consiguiente, los programas para desarrollar novillas se han enfocado sobre los procesos fisiológicos que influyen la pubertad. La pubertad en novillas está influida por la raza (Ojha, Grewal, Singh, Pal, 2018), plano de nutrición y crecimiento (Marie,2008, Tan, 2019), bioestimulación (Sharmal, Joshp, Das, Hussain. 2019) y clima (Kandeel, Megahed, Constable, 2019).

<b>Fase</b>	<b>Día</b>	<b>Duración</b>	<b>Evento</b>
<b>Estro</b>	0	10-12 horas	Maduración Folicular. Altos niveles de Estrógenos y pico de LH. Aceptación del macho.
<b>Metaestro</b>	1-3	5-7 días	Ovulación (dentro de las 12-18 horas), formación del Cuerpo hemorrágico que no responde a la PGF2 $\alpha$
<b>Diestro</b>	5-18	10-15 días	Maduración del Cuerpo Lúteo –Altos niveles de Progesterona
<b>Proestro</b>	19-21	3 días	Regresión del Cuerpo Lúteo, maduración del folículo e incremento de estrógenos

*Tabla 1. Fases del Ciclo Estral de la Hembra Bovina. Perdomo M, & Murillo L, & Peña L, & Carvajal J. (2017).*

La edad a pubertad es más importante como una característica productiva cuando las novillas son apareadas para parir a los 3 años, especialmente en sistemas que manejan una temporada de servicio limitada (Mehdi y Dufrasne, 2016). Estos mismos autores definen la pubertad como la primera manifestación de celo en la hembra, la cual es acompañada por el desarrollo de un cuerpo lúteo. En la hembra prepuberal bovina, esto involucra la transición de un estado de inactividad ovárica a otro donde ocurren ovulaciones regulares. La edad al primer cuerpo lúteo en novillas Brahman se ha reportado que oscila en un rango de 14 a 27 meses.

La edad al primer servicio y la tasa de preñez en novillas es dependiente del número de éstas que muestra actividad estral en los primeros 21 días de inicio de la temporada de servicio (Tan M, 2019), en consecuencia, la edad a pubertad es un factor clave en la determinación de la tasa de preñez en novillas. Este mismo autor sustenta que las recomendaciones de manejo que actualmente se sugieren indican que las novillas Brahman, criadas en un ambiente adecuado, deben ser apareadas a los 2 años, para parir por primera vez a los 3 años. Sin embargo, estas metas no se logran en la mayoría de las explotaciones cebuinas en condiciones tropicales.

### **1.9 Relación nutrición-fertilidad en novillas.**

En el medio tropical, el manejo de las crías bovinas está relacionado con los factores ambientales y nutricionales, responsables del inicio de la función reproductiva, por ello si se afecta el crecimiento o la ganancia diaria de peso (GDP), se modificará la Edad al Primer Servicio (EPS), la cual se correlaciona a su vez con el peso al nacimiento, edad y peso al destete o la Ganancia Diaria de Peso (GDP), junto con factores de riesgo como las prácticas de manejo de potreros, de alimentación, el sistema de explotación, la zona y clima de la finca, y el tipo racial predominante (González S., Madrid B., Goicochea LL., González V., & Rodríguez U., 2007)

Según Galina (2005), una restricción nutricional en las novillas, tiene que ver con su futura eficiencia reproductiva, pues inicialmente afecta su desarrollo corporal, ocasionando un retardo en la pubertad, y más específicamente sobre la foliculogénesis, máxime si existe un balance energético negativo, pues esto conduce a un estado anéstrico en las hembras por no desarrollar un tamaño adecuado del folículo dominante, su maduración y su capacidad de ovulación, dado por la

inhibición de la secreción de hormona luteinizante (LH), reducción en la secreción de la IGF-1 y por lo tanto en la concentración de glucosa sanguínea, así como también ocasiona un retardo en la pubertad en novillas (Córdova, Sánchez, Leal, & Muñoz, 2010).

## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales y métodos

Para realización de este estudio, se procedió a la obtención de datos (fuente y perfil mineral) de sales y suplementos comerciales disponibles a nivel nacional solicitando información de etiquetas y dosificación de los fabricantes de los productos; a casas agropecuarias, seguidamente se determinó según sus niveles de concentración de minerales, cuales son sales y suplementos, de igual manera se clasificaron como orgánicos e inorgánicos basándonos en sus fuentes minerales, fuentes fosfóricas y luego fueron categorizados en rangos de aportes, siendo así considerado el siguiente perfil Bajo P < 12%, Zn 0.40-0.50% y Cu 0.10-0.20 %, un perfil medio de P 12-16%, Zn 0.50-0.80 %, Cu 0.20-0.30% y perfil bueno de P 16-21%, Zn 0.80-1.0%, Cu 0.30-0.40% para suplementos. Para sales un perfil bajo de P <5%, Zn < 0.30%, Cu <0.10%, un perfil medio P 5-7%, Zn 0.30-0.40%, Cu 0.10-0.12%, y un perfil bueno P 7-9%, Zn 0.40-0.60% y Cu 0.12-0.20%.

Para determinar una buena alternativa de suplementación entre las fuentes orgánicas e inorgánicas para la evaluación en campo, se escogió una sal mineral con un aporte de fósforo en un 9.0% como fosfato Bicálcico, y sus microminerales Zn 0.45%, Cu 0.15% y demás de fuentes orgánicas, al igual que un suplemento mineral de igual fuente fosfórica que en su mezcla con NaCl (sal común) alcanzara iguales niveles de Zn y Cu que la sal orgánica y sus demás elementos aportados de origen inorgánico. Estas fuentes minerales se ofrecieron a libre consumo en saleros no

techados en ambos tratamientos por un período de adaptación de 15 días para balancear los requerimientos nutricionales de manera eficiente y asegurar un mejor aprovechamiento de los minerales.

El muestreo de pastos se realizó en la estación lluviosa del año, este muestreo consistió en tomar de 8 a 10 submuestras de cada pasto, tomadas de la parte fresca del pasto, en las áreas de pastoreo inmediatamente inicia la ocupación. Las áreas muestreadas no se les considero fertilización dado que, esta es una práctica poco realizada en la finca. Metodología indicada como colaboración por parte de Msc. Ing Alex D. Samudio.

El estudio se realizó en la comunidad de Mata Rica, Corregimiento de Rincón, Distrito de Gualaca, provincia de Chiriquí. Como parte del estudio se utilizaron 16 unidades experimentales, hembras bovinas de cruce con Brahaman, con edades 15-32 meses de edad aptas para la reproducción, con buena condición corporal y sanitaria, las cuales fueron pesados, desparasitados y asignados aleatoriamente a dos tratamientos el T1 con 8 unidades experimentales a las que se les ofreció minerales de fuentes orgánicas y el T2 con igual número de unidades experimentales a las que se les ofreció minerales de fuentes inorgánicas. Los pesos y actividad ovárica fueron determinados en los períodos 0, 30, 60 y 90 días mediante cinta métrica pesadora y ultrasonido respectivamente, realizadas como colaboración de parte de Profesor Reinaldo de Armas.

## 2.2 Diseño experimental

El ensayo se dividió en dos partes. La primera parte evaluó la calidad de las sales y suplementos minerales orgánicos e inorgánicos disponibles en el mercado y la segunda parte evaluó la actividad ovárica y la ganancia de peso de las 16 novillas.

Los análisis estadísticos fueron realizados, aplicados con adaptaciones por Edil E Arauz mediante:

- Análisis Clasificadorio de la encuesta según la fuente de fósforo
- Análisis Univariado en SAS del contenido de Fósforo.
- Análisis de Varianza.
- Análisis de Correlaciones.

### Diseño Factorial

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_k + (AB)_i + e_{ijk}$$

Donde  $Y_{ijk}$ = Variable paramétrica dependiente del animal jmo en el tratamiento imo según el periodo de la mo de la evaluación (dimensiones de los ovarios, números de folículos, tamaño folicular).

$A_i$ = Tratamientos (imo=1 (Fuente Orgánica) y 2 (Fuente Inorgánica)).

$B_k$ = Factor tiempo del estudio (kmo= 0,21,42 y 63 días)

$(AB)_i$ = Interacción del tiempo por el tratamiento.

$E_{ijk}$ =Residuo experimental

La suma de cuadrado utilizada fue el tipo III y los niveles de significancia mínimos fueron al 5% ( $P < .05$ ) indicando que el máximo error permitido en ALS inferencias e interpretaciones fue del 5% respectivamente.

La base de Datos de la encuesta realizada fue analizada mediante **Fuente: SAS**

**(2004) Statistical Analysis System, Raleigh, NC, USA.**

## **B, PROGRAMA MATRICIAL PARA SAS**

DATA DARLLE1;

INPUT MNO FDP FDPPN CDPORC;

CARDS;

1	FBI	1	4.18
2	FBI	1	7.8
3	FBI	1	8.0
4	FBI	1	16
5	FBI	1	4
6	FBI	1	1.5
7	FBI	1	1
8	FBI	1	2.5
9	FBI	1	0.6
10	FBI	1	8.5
11	FBI	1	5
12	FBI	1	8
13	FBI	1	9
14	FBI	1	1.5
15	FBI	1	9
16	FBI	1	8.7
17	FBI	1	5
18	FBI	1	3
19	FBI	1	16
20	FBI	1	16
21	FBI	1	16.8
22	FBI	1	0.1
23	FBI	1	10
24	FBI	1	5.5
25	FBI	1	1.4
26	FBI	1	9.5
27	FBI	1	8.0
28	FBI	1	16.3
29	FBI	1	4.4
30	FBI	1	6.5
31	FBI	1	2.0
32	FMDI	2	5
33	FMDI	2	1.9
34	FMDI	2	7
35	FMDI	2	6
36	FMDI	2	5.5
37	FMDI	2	7.5

38	FMDI	2	1
39	FMDO	3	18
40	FMDO	3	14
41	FMDO	3	16
42	FMDO	3	8.7
43	FBO	4	9
44	FBO	4	3.36
45	FBO	4	18
46	FMO	5	18
47	FMO	5	15
48	FBIO	6	17
49	FMI	7	14

PROC PRINT;

PROC UNIVARIATE; VAR CDPPORC; BY FDPPN;

TITLE 'ANALISIS DSCRIPTIVO DEL CONTENIDO DE FOSFORO SEGUN LA FUENTE MINERAL TESIS DARYELLIS CASTILLO';

RUN;

## RESULTADOS DEL SAS

### ANALISIS DESCRIPTIVO DEL CONTENIDO DE FÓSFORO SEGUN LA FUENTE MINERAL.

Obs	MNO	FDP	FDPPN	CDPPORC
1	1	.	1	4.18
2	2	.	1	7.80
3	3	.	1	8.00
4	4	.	1	16.00
5	5	.	1	4.00
6	6	.	1	1.50
7	7	.	1	1.00
8	8	.	1	2.50
9	9	.	1	0.60
10	10	.	1	8.50
11	11	.	1	5.00
12	12	.	1	8.00
13	13	.	1	9.00
14	14	.	1	1.50
15	15	.	1	9.00
16	16	.	1	8.70
17	17	.	1	5.00
18	18	.	1	3.00
19	19	.	1	16.00
20	20	.	1	16.00
21	21	.	1	16.80
22	22	.	1	0.10

23	23	.	1	10.00
24	24	.	1	5.50
25	25	.	1	1.40
26	26	.	1	9.50
27	27	.	1	8.00
28	28	.	1	16.30
29	29	.	1	4.40
30	30	.	1	6.50
31	31	.	1	2.00
32	32	.	2	5.00
33	33	.	2	1.90
34	34	.	2	7.00
35	35	.	2	6.00
36	36	.	2	5.50
37	37	.	2	7.50
38	38	.	2	1.00
39	39	.	3	18.00
40	40	.	3	14.00
41	41	.	3	16.00
42	42	.	3	8.70
43	43	.	4	9.00
44	44	.	4	3.36
45	45	.	4	18.00
46	46	.	5	18.00
47	47	.	5	15.00
48	48	.	6	17
49	49	.	7	14

**Evolución del peso corporal en hembras sin suplemento y con suplemento**

**mineral**

**Programa En SAS Para El Análisis Factorial  
Aplicado Y Con Adaptaciones Por Edil E Arauz (Enero, 2023)**

**DATA DARYET3;  
INPUT TRAT REP A B PCKG LOD AOD LOI AOI;  
CARDS;**

**DATOS EN LA MATRIZ.....**

**PROC PRINT;  
PROC GLM;  
CLASSES TRAT A B;  
MODEL PCG LOD AOD LOI AOI = A B A\*B/SS3;**

```

MEANS A*B/TUKEY;
PROC GLM;
CLASSES TRAT;
MODEL PCKG LOD AOD LOI AOI = TRAT/SS3;
MEANS TRAT/TUKEY;
RUN;
PRESENTACION MATRICIAL PARA SAS

```

```

DATA DARYEL3;
INPUT TRAT REP A B PCKG LOD AOD LOI AOI;
CARDS;

```

1	1	1	0	340	2.5	2	2	1.5
1	2	1	0	375	3	2	2	.5
1	3	1	0	357	2.5	1.5	1.5	1
1	4	1	0	504	2	0.5	2	.5
1	5	1	0	384	1.5	1	2	1.5
1	6	1	0	438	1.5	1	1.5	1
1	7	1	0	283	1	0.8	1.0	.8
1	8	1	0	287	1.5	1	1.5	1
2	1	1	21	350	2	1.5	1.5	1
2	2	1	21	381	2.5	1.5	2.5	1.5
2	3	1	21	363	2.5	1.5	1.5	1
2	4	1	21	513	3	2	2	1.5
2	5	1	21	392	3	3	3	2
2	6	1	21	445	2.5	1.5	1.5	1
2	7	1	21	295	1	0.8	1	0.5
2	8	1	21	295	2	1	2	1
3	1	1	42	368	4	3	3	2
3	2	1	42	407	3.5	2.5	3	2.5
3	3	1	42	381	3	2	2.5	2
3	4	1	42	513	3	2.5	4	3.5
3	5	1	42	392	4	3	3.5	3
3	6	1	42	445	3	2.5	3	2
3	7	1	42	295	2	1.5	2	1.5
3	8	1	42	325	4	3	3.5	2.5
4	1	1	63	363	3.5	2.5	3.5	2.5
4	2	1	63	433	4	2.5	4	3
4	3	1	63	400	3	2	3	2
4	4	1	63	501	4	3	3	2
4	5	1	63	401	4	2.5	3.5	2.5
4	6	1	63	500	4	2.5	3	2
4	7	1	63	325	2.5	2	2	1.5
4	8	1	63	350	3.5	2.5	3.5	2
5	1	2	0	407	3	2	2	.5
5	2	2	0	422	2.5	2	2	2
5	3	2	0	318	1.5	1	2.5	1.5

5	4	2	0	342	1.5	1.5	2	1
5	5	2	0	309	2	0.5	2	.5
5	6	2	0	435	1.5	1	1.5	1
5	7	2	0	392	1.5	1	1	.8
5	8	2	0	334	1.5	1	1.5	1
6	1	2	21	413	3	2.5	2	2
6	2	2	21	433	3	2	3	3
6	3	2	21	325	2	2.5	1	1
6	4	2	21	350	1.5	1	2	2
6	5	2	21	325	2.5	2	1.5	1.5
6	6	2	21	445	2	2	1.5	1.5
6	7	2	21	400	1.5	1	1.5	1.5
6	8	2	21	344	1.5	1	1.5	1.5
7	1	2	42	463	4	2.5	4	3
7	2	2	42	413	4	3	3.5	3
7	3	2	42	361	4	2.5	4	3
7	4	2	42	388	3	2	3	2
7	5	2	42	391	4.5	3	3.5	2.5
7	6	2	42	438	3.5	2.5	2.5	2
7	7	2	42	403	2.4	2	2.5	2
7	8	2	42	338	2.5	1.5	2	2
8	1	2	63	463	4	3	3.5	3
8	2	2	63	425	4	3	4	3
8	3	2	63	350	3	2.5	3	2
8	4	2	63	433	3	2.5	2.5	2
8	5	2	63	391	3.5	3	3	2.5
8	6	2	63	425	3	2	2.5	2
8	7	2	63	475	2.5	2	2.5	1.5
8	8	2	63	319	2.5	2	2.5	1.5

```

PROC PRINT;
PROC GLM;
CLASSES TRAT A B;
MODEL PCKG LOD AOD LOI AOI = A B A*B/SS3;
MEANS A*B/TUKEY;
PROC GLM;
CLASSES TRAT;
MODEL PCKG LOD AOD LOI AOI = TRAT/SS3;
MEANS TRAT/TUKEY;
RUN;

```

## A. Matriz introducida y utilizada

### Sistema SAS

Obs	TRAT	REP	A	B	PCKG	LOD	AOD	LOI	AOI
1	1	1	1	0	340	2.5	2.0	2.0	1.5
2	1	2	1	0	375	3.0	2.0	2.0	0.5
3	1	3	1	0	357	2.5	1.5	1.5	1.0
4	1	4	1	0	504	2.0	0.5	2.0	0.5
5	1	5	1	0	384	1.5	1.0	2.0	1.5
6	1	6	1	0	438	1.5	1.0	1.5	1.0
7	1	7	1	0	283	1.0	0.8	1.0	0.8
8	1	8	1	0	287	1.5	1.0	1.5	1.0
9	2	1	1	21	350	2.0	1.5	1.5	1.0
10	2	2	1	21	381	2.5	1.5	2.5	1.5
11	2	3	1	21	363	2.5	1.5	1.5	1.0
12	2	4	1	21	513	3.0	2.0	2.0	1.5
13	2	5	1	21	392	3.0	3.0	3.0	2.0
14	2	6	1	21	445	2.5	1.5	1.5	1.0
15	2	7	1	21	295	1.0	0.8	1.0	0.5
16	2	8	1	21	295	2.0	1.0	2.0	1.0
17	3	1	1	42	368	4.0	3.0	3.0	2.0
18	3	2	1	42	407	3.5	2.5	3.0	2.5
19	3	3	1	42	381	3.0	2.0	2.5	2.0
20	3	4	1	42	513	3.0	2.5	4.0	3.5
21	3	5	1	42	392	4.0	3.0	3.5	3.0
22	3	6	1	42	445	3.0	2.5	3.0	2.0
23	3	7	1	42	295	2.0	1.5	2.0	1.5
24	3	8	1	42	325	4.0	3.0	3.5	2.5
25	4	1	1	63	363	3.5	2.5	3.5	2.5
26	4	2	1	63	433	4.0	2.5	4.0	3.0
27	4	3	1	63	400	3.0	2.0	3.0	2.0
28	4	4	1	63	501	4.0	3.0	3.0	2.0
29	4	5	1	63	401	4.0	2.5	3.5	2.5
30	4	6	1	63	500	4.0	2.5	3.0	2.0
31	4	7	1	63	325	2.5	2.0	2.0	1.5
32	4	8	1	63	350	3.5	2.5	3.5	2.0
33	5	1	2	0	407	3.0	2.0	2.0	0.5
34	5	2	2	0	422	2.5	2.0	2.0	2.0
35	5	3	2	0	318	1.5	1.0	2.5	1.5
36	5	4	2	0	342	1.5	1.5	2.0	1.0
37	5	5	2	0	309	2.0	0.5	2.0	0.5
38	5	6	2	0	435	1.5	1.0	1.5	1.0
39	5	7	2	0	392	1.5	1.0	1.0	0.8
40	5	8	2	0	334	1.5	1.0	1.5	1.0
41	6	1	2	21	413	3.0	2.5	2.0	2.0

42	6	2	2	21	433	3.0	2.0	3.0	3.0
43	6	3	2	21	325	2.0	2.5	1.0	1.0
44	6	4	2	21	350	1.5	1.0	2.0	2.0
45	6	5	2	21	325	2.5	2.0	1.5	1.5
46	6	6	2	21	445	2.0	2.0	1.5	1.5
47	6	7	2	21	400	1.5	1.0	1.5	1.5
48	6	8	2	21	344	1.5	1.0	1.5	1.5
49	7	1	2	42	463	4.0	2.5	4.0	3.0
50	7	2	2	42	413	4.0	3.0	3.5	3.0
51	7	3	2	42	361	4.0	2.5	4.0	3.0
52	7	4	2	42	388	3.0	2.0	3.0	2.0
53	7	5	2	42	391	4.5	3.0	3.5	2.5
54	7	6	2	42	438	3.5	2.5	2.5	2.0
55	7	7	2	42	403	2.4	2.0	2.5	2.0
56	7	8	2	42	338	2.5	1.5	2.0	2.0
57	8	1	2	63	463	4.0	3.0	3.5	3.0
58	8	2	2	63	425	4.0	3.0	4.0	3.0
59	8	3	2	63	350	3.0	2.5	3.0	2.0
60	8	4	2	63	433	3.0	2.5	2.5	2.0
61	8	5	2	63	391	3.5	3.0	3.0	2.5
62	8	6	2	63	425	3.0	2.0	2.5	2.0
63	8	7	2	63	475	2.5	2.0	2.5	1.5
64	8	8	2	63	319	2.5	2.0	2.5	1.5

## B. Verificación de los factores y niveles de la matriz

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
TRAT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
A	2	1 2
B	4	0 21 42 63

Número de observaciones 64

## C. Análisis de varianza

Sistema SAS

Procedimiento GLM

**RESULTADOS EN SAS DEL ANALISIS DE CORRELACION DE TODAS LAS  
VARIABLES CUANTITATIVAS POR TARATMIENTO EN EL TIEMPO DE 63 DIAS.**

**MATRIZ DE DATOS Y EL PROGRAMA PARA SAS**

**DATA MAYEL5;**

**INPUT TRAT REP FACTORA FACTORB PCKG GDPTKG GDPDKG LOD AOD**

**LOI AOI ODNF ODTF OINF OITF;**

**CARDS;**

1	1	1	0	340	-	2.5	2.5	2	1.5	5	3	5	3	
1	2	1	0	375	-	3.0	3.0	2	0.5	1	7	8	4	
1	3	1	0	357	-	2.5	2.5	1.5	1.0	1	10	5	3	
1	4	1	0	504	-	2.0	2.0	2.0	0.5	7	3	1	5	
1	5	1	0	384	-	1.5	1.5	2.0	4.5	1	5	1	5	
1	6	1	0	438	-	1.5	1.5	1.5	0.5	6	3	1	4	
1	7	1	0	283	-	1.0	1.0	1.0	0.8	5	3	5	3	
1	8	1	0	287	-	1.5	1.5	1.5	1.0	5	3	2	5	
2	1	1	21	350	10	0.48	2	1.5	1.5	1	1	0.5	1	5
2	2	1	21	381	6	0.29	2.5	1.5	2.5	1.5	1	0.8	10	
4														
2	3	1	21	363	6	0.29	2.5	1.5	1.5	1	0	0	0	0
2	4	1	21	513	9	0.43	3	2	2	1.5	0	0	0	0
2	5	1	21	392	8	0.38	3	3	3	2	0	0	1	0.6
2	6	1	21	445	7	0.33	2.5	1.5	1.5	1	0	0	0	0
2	7	1	21	295	12	0.57	1	0.8	1	.5	4	4	4	4
2	8	1	21	295	8	0.38	2	1	2	1	7	4	6	6
3	1	1	42	368	18	0.86	4	3	3	2	1	10	1	6
3	2	1	42	407	26	1.24	3.5	2.5	3	2.5	0	0	1	8
3	3	1	42	381	18	0.860	3	2	2.5	2	1	8	1	7
3	4	1	42	513	0	0	3	2.5	4	3.5	6	5	0	0
3	5	1	42	392	0	0	4	3	3.5	3	0	0	2	6
3	6	1	42	445	0	0	3	2.5	3	2	1	7	1	7
3	7	1	42	295	0	0	2	1.5	2	1.5	5	4	1	5
3	8	1	42	325	30	1.24	4	3	3.5	2.5	1	9	1	8
4	1	1	63	363	-5	-0.24	3.5	2.5	3.5	2.5	1	0.7	1	
1														
4	2	1	63	433	26	1.24	4	2.5	4	3	1	0.8	1	0.5
4	3	1	63	400	19	0.90	3	2	3	2	1	0.9	1	0.5
4	4	1	63	501	-12	-0.57	4	3	3	2	0	0	4	4
4	5	1	63	401	9	0.43	4	2.5	3.5	2.5	0	0	1	
0.8														
4	6	1	63	500	55	2.62	4	2.5	3	2	0	0	0	0
4	7	1	63	325	30	1.43	2.5	2	2	1.5	14	0.5	1	
0.5														
4	8	1	63	350	25	1.19	3.5	2.5	3.5	2	0	0	0	0

5	1	2	0	407	-	3	2	2	0.5	1	8	5	3	
5	2	2	0	422	-	2.5	2	2	2	1	8	5	5	
5	3	2	0	318	-	1.5	1	2.5	1.5	1	5	1	6	
5	4	2	0	342	-	1.5	1.5	2	1	1	10	6	4	
5	5	2	0	309	-	2	0.5	2	0.5	1	5	6	4	
5	6	2	0	435	-	1.5	1	1.5	1	1	4	1	4	
5	7	2	0	392	-	1.5	1	1	0.8	6	3	1	5	
5	8	2	0	334	-	1.5	1	1.5	1	6	3	5	3	
6	1	2	21	413	6	0.29	3	2	2	0.5	1	1	1	5
6	2	2	21	433	11	0.52	2.5	2	2	2	0	0	1	0.5
6	3	2	21	325	7	0.33	1.5	1	2.5	1.5	1	5	0	0
6	4	2	21	350	8	0.38	1.5	1.5	2	1	1	0.7	1	
0.8														
6	5	2	21	325	16	0.76	2	0.5	2.0	.5	1	8	1	5
6	6	2	21	445	10	0.48	1.5	1	2.5	1	1	0.5	1	4
6	7	2	21	400	8	0.38	1.5	1	1	0.8	1	0.5	2	3
6	8	2	21	344	10	0.48	1.5	1	1.5	1	1	0.5	1	
0.5														
7	1	2	42	463	50	2.38	3	2.5	2	2	5	5	2	6
7	2	2	42	413	-20	-0.95	3	2	3	3	0	0	1	6
7	3	2	42	361	36	1.71	2	2.5	1	1	1	10	1	10
7	4	2	42	388	38	1.81	1.5	1	2	2	5	4	5	5
7	5	2	42	391	66	3.14	2.5	2	1.5	1.5	2	8	1	
10														
7	6	2	42	438	-7	-0.33	2	2	1.5	1.5	1	8	4	4
7	7	2	42	403	3	0.14	1.5	1	1.5	1.5	5	4	5	4
7	8	2	42	338	-6	-0.28	1.5	1	1.5	1.5	4	4	1	6
8	1	2	63	463	0	0	4	3	35.	3	1	10	1	8
8	2	2	63	425	12	-0.57	4	3	4	3	1	0.8	1	10
8	3	2	63	350	-11	-0.52	3	2.5	3	2	1	10	1	
0.8														
8	4	2	63	433	45	2.14	3	2.5	2.5	2	1	0.8	1	
0.8														
8	5	2	63	391	0	0	3.5	3	3	2.5	1	1	1	0.8
8	6	2	63	425	-13	0.62	3	2	2.5	2	4	0.5	1	
0.8														
8	7	2	63	475	72	3.43	2.5	2	2.5	1.5	1	0.5	1	
0.5														
8	8	2	63	319	-19	-0.90	2.5	2	2.5	1.5	1	0.5	1	
0.4														

```

PROC PRINT;
PROC CORR; VAR PCKG GDPTKG GDPDKG LOD AOD LOI AOI ODNF ODTF
OINF OITF; BY FACTORA;
TITLE 'ANALISIS DE CORRELACION POR OVARIO PARA CADA TRATAMIENTO
EN EL TIEMPO 0 A 63 DIAS';
RUN;

```

## RESULTADOS DEL SAS Edil E Arauz

### ANÁLISIS DE CORRELACION POR OVARIO PARA CADA TRATAMIENTO EN EL

#### TIEMPO 0 A 63 DIAS

Obs TRAT REP A B PCKG GDPTKG GDPDKG LOD AOD LOI AOI  
ODNF ODTF OINF OITF

1	1	1	1	0	340	.	2.50	2.5	2.0	1.5	5.0	3	5.0	3	1.0
2	1	3	1	0	357	.	2.50	2.5	1.5	1.0	1.0	10	5.0	3	1.0
3	1	5	1	0	384	.	1.50	1.5	2.0	4.5	1.0	5	1.0	5	1.0
4	1	7	1	0	283	.	1.00	1.0	1.0	0.8	5.0	3	5.0	3	1.0
5	2	1	1	21	350	10	0.48	2.0	1.5	1.5	1.0	1	0.5	1	5.0
6	2	2	1	21	381	6	0.29	2.5	1.5	2.5	1.5	1	0.8	10	4.0
7	2	3	1	21	363	6	0.29	2.5	1.5	1.5	1.0	0	0.0	0	0.0
8	2	4	1	21	513	9	0.43	3.0	2.0	2.0	1.5	0	0.0	0	0.0
9	2	5	1	21	392	8	0.38	3.0	3.0	3.0	2.0	0	0.0	1	0.6
10	2	6	1	21	445	7	0.33	2.5	1.5	1.5	1.0	0	0.0	0	0.0
11	2	7	1	21	295	12	0.57	1.0	0.8	1.0	0.5	4	4.0	4	4.0
12	2	8	1	21	295	8	0.38	2.0	1.0	2.0	1.0	7	4.0	6	6.0
13	3	1	1	42	368	18	0.86	4.0	3.0	3.0	2.0	1	10.0	1	6.0
14	3	2	1	42	407	26	1.24	3.5	2.5	3.0	2.5	0	0.0	1	8.0
15	3	3	1	42	381	18	0.86	3.0	2.0	2.5	2.0	1	8.0	1	7.0
16	3	4	1	42	513	0	0.00	3.0	2.5	4.0	3.5	6	5.0	0	0.0
17	3	5	1	42	392	0	0.00	4.0	3.0	3.5	3.0	0	0.0	2	6.0
18	3	6	1	42	445	0	0.00	3.0	2.5	3.0	2.0	1	7.0	1	7.0
19	3	7	1	42	295	0	0.00	2.0	1.5	2.0	1.5	5	4.0	1	5.0
20	3	8	1	42	325	30	1.24	4.0	3.0	3.5	2.5	1	9.0	1	8.0
21	4	1	1	63	363	-5	-0.24	3.5	2.5	3.5	2.5	1	0.7	1	1.0
22	4	2	1	63	433	26	1.24	4.0	2.5	4.0	3.0	1	0.8	1	0.5
23	4	3	1	63	400	19	0.90	3.0	2.0	3.0	2.0	1	0.9	1	0.5
24	4	4	1	63	501	-12	-0.57	4.0	3.0	3.0	2.0	0	0.0	4	4.0
25	4	5	1	63	401	9	0.43	4.0	2.5	3.5	2.5	0	0.0	1	0.8
26	4	6	1	63	500	55	2.62	4.0	2.5	3.0	2.0	0	0.0	0	0.0
27	4	7	1	63	325	30	1.43	2.5	2.0	2.0	1.5	14	0.5	1	0.5
28	4	8	1	63	350	25	1.19	3.5	2.5	3.5	2.0	0	0.0	0	0.0
29	5	1	2	0	407	.	3.00	2.0	2.0	0.5	1.0	8	5.0	3	5.0
30	5	3	2	0	318	.	1.50	1.0	2.5	1.5	1.0	5	1.0	6	5.0
31	5	5	2	0	309	.	2.00	0.5	2.0	0.5	1.0	5	6.0	4	5.0
32	5	7	2	0	392	.	1.50	1.0	1.0	0.8	6.0	3	1.0	5	5.0
33	6	1	2	21	413	6	0.29	3.0	2.0	2.0	0.5	1	1.0	1	5.0
34	6	2	2	21	433	11	0.52	2.5	2.0	2.0	2.0	0	0.0	1	0.5
35	6	3	2	21	325	7	0.33	1.5	1.0	2.5	1.5	1	5.0	0	0.0
36	6	4	2	21	350	8	0.38	1.5	1.5	2.0	1.0	1	0.7	1	0.8
37	6	5	2	21	325	16	0.76	2.0	0.5	2.0	0.5	1	8.0	1	5.0

38	6	6	2	21	445	10	0.48	1.5	1.0	2.5	1.0	1	0.5	1	4.0
39	6	7	2	21	400	8	0.38	1.5	1.0	1.0	0.8	1	0.5	2	3.0
40	6	8	2	21	344	10	0.48	1.5	1.0	1.5	1.0	1	0.5	1	0.5
41	7	1	2	42	463	50	2.38	3.0	2.5	2.0	2.0	5	5.0	2	6.0
42	7	2	2	42	413	-20	-0.95	3.0	2.0	3.0	3.0	0	0.0	1	6.0
43	7	3	2	42	361	36	1.71	2.0	2.5	1.0	1.0	1	10.0	1	10.0
44	7	4	2	42	388	38	1.81	1.5	1.0	2.0	2.0	5	4.0	5	5.0
45	7	5	2	42	391	66	3.14	2.5	2.0	1.5	1.5	2	8.0	1	10.0
46	7	6	2	42	438	-7	-0.33	2.0	2.0	1.5	1.5	1	8.0	4	4.0
47	7	7	2	42	403	3	0.14	1.5	1.0	1.5	1.5	5	4.0	5	4.0

## 2.3 Las variables analizadas fueron.

### 2.3.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP) (kg).

Para determinar la ganancia diaria de peso entre los tratamientos establecidos, se registró el peso individual de cada animal, en cada tratamiento con una cinta métrica pesadora al inicio y al final de cada periodo. Este indicador se obtuvo del peso final menos el peso inicial dividiendo ese resultado entre el número de días del periodo, según la ecuación 1.

$$GDP = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{Días del Periodo}}$$

### 2.3.2 Dinámica folicular

La determinación del tamaño y de la forma ovárica y folicular se realizó mediante biometría indirecta, por estimación táctil a través del recto. La biometría indirecta se efectuó mediante la estimación del tamaño y la forma de los ovarios y folículos a través del recto realizada por un mismo experto debidamente entrenado y con vasta experiencia clínica. Para limitar la posibilidad de errores de medición solo se registró el diámetro mayor de los ovarios ya fuese redondeado o alargado. Los ovarios se clasificaron en pequeños (1-1,5 cm), medianos (1,5 a 2,5 cm) y grandes (>2,5 cm).

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

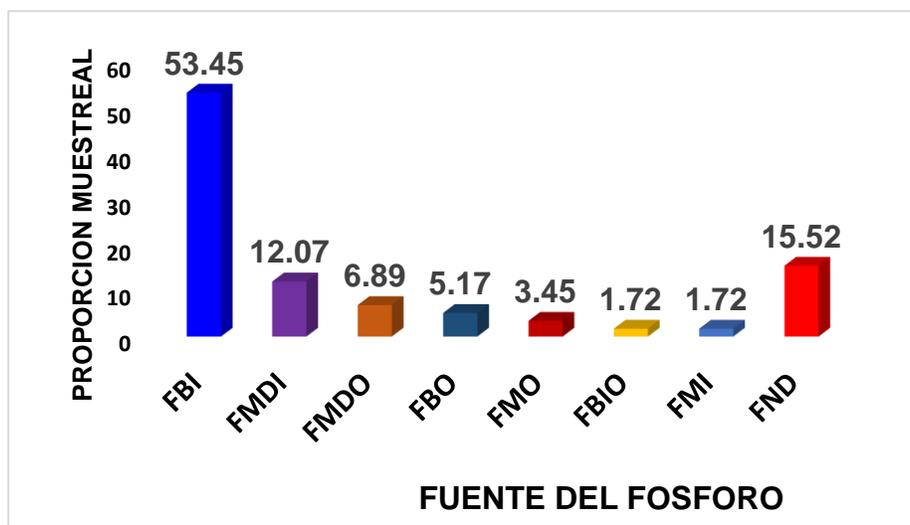
#### **3.1.1 Análisis de fuentes fosfóricas, porcentajes de fósforo en sales y suplementos minerales.**

Como puede observarse en la Tabla 2, se obtuvo un tamaño muestral de 58 sales y suplementos minerales; dentro de estas, según su clasificación se obtuvo una variedad de 7 categorías en cuanto a las fuentes de fósforo y la condición química (orgánica- inorgánica) de las mismas. Donde según la población muestral la fuente de fósforo más utilizada en la confección de suplementos y sales minerales es la fuente de Fosfato Bicálcico Inorgánico (FBI) 53.45% (Gráfica 2), seguido a esta también se encontró un 12.07% de utilización de fuentes Monodiválcico inorgánicas; significa entonces que la mayoría de las sales y suplementos minerales disponibles en el mercado presentan una baja biodisponibilidad, situación que como ya se ha indicado, influye directamente en la capacidad para que sean aprovechados de manera eficiente a nivel intestinal teniendo así repercusiones en la producción y reproducción.

**Tabla 2. Clasificación según la fuente de fósforo y la condición química.**

Fuente fosfórica	Condición química	Código Psas	Categoría	Muestras	Proporción Muestreal (%)	Observaciones
Fosfato Bicálcico	Orgánica	FBO	1	3	5.17	
Fosfato Bicálcico	Inorgánica	FBI	2	31	53.45	
Fosfato Monocálcico	Orgánico	FMO	3	2	3.45	
Fosfato mono y Dicálcico	Inorgánico	FMDI	4	7	12.07	
Fosfato mono y Dicálcico	Orgánico	FMDO	5	4	6.89	
Fosfato Bicálcico	Inorgánico orgánico	FBIO	6	1	1.72	
Fosfato mono cálcico inorgánico	Inorgánico	FMI	7	1	1.72	
Fuente no definida	Fuente no definida	FND	8	9	15.52	Excluir del estudio por fuente de fósforo
Tamaño Muestreal				58	100.00	
Muestras efectivas				49	84.48	

**Gráfica 1. Distribución de los suplementos y sales minerales según la fuente de fósforo.**



Muestra	FBI	FMDI	FMDO	FBO	FMO	FBIO	FMI
DESCRIPCION	Fosfato Bicálcico Inorgánico	Fosfato Mono Dicálcico Inorgánico	Fosfato mono Dicálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico Inorgánico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Inorgánico

Sin embargo, el estudio no contempló aquellas sales y mezclas minerales cuyas fuentes fosfóricas no estaban definidas (FND) las cuales representan un 15.52% del muestreo (gráfica 2), por lo que las mismas fueron depuradas obteniendo así un total de 49 muestras efectivas (tabla 3 y 4) y por lo que la mayor fuente fosfórica utilizada es la fuente de fósforo inorgánica 63.26% (Gráfica 2). Estos datos indican que, aunque se cuenta con una gran variedad de sales y suplementos minerales a nivel nacional, no todas declaran las fuentes de fósforo y demás macro y microminerales en sus etiquetas comerciales, influyendo así en el desconocimiento de la

composición química de las mismas, lo que restringe garantizar que las mismas suplan las necesidades de los bovinos en pastoreo al momento de ser ofrecidas.

**Tabla 3. Clasificación según la fuente de fósforo y la condición química, muestreo por aquellas alternativas cuyas fuentes no han sido definidas según el anuncio comercial.**

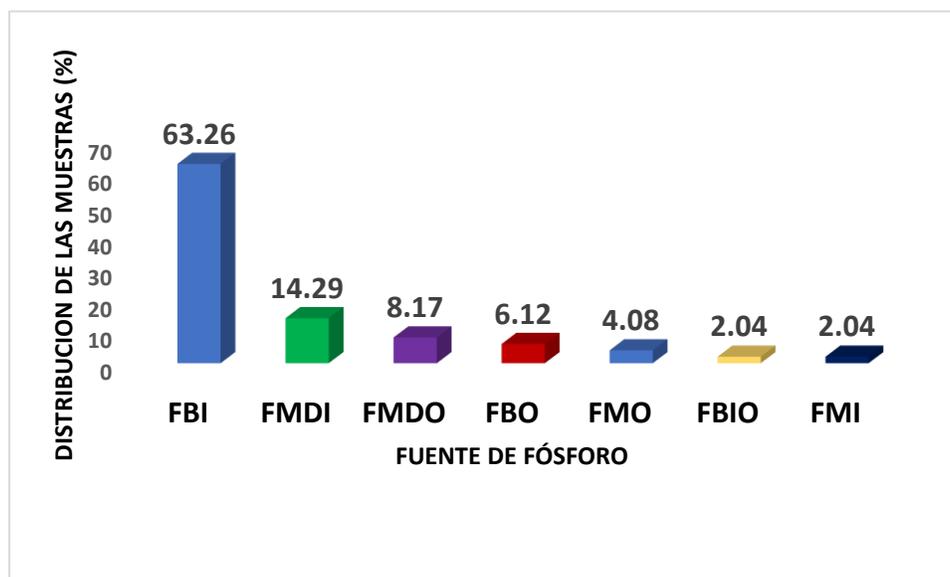
<b>Fuente fosfórica</b>	<b>Condición química</b>	<b>Código psas</b>	<b>Categoría</b>	<b>Muestras</b>	<b>Proporción muestral (%)</b>	<b>Observaciones</b>
Fosfato Bicálcico	Inorgánico	FBI	1	31	63.26	
Fosfato mono y Dicálcico	Inorgánico	FMDI	2	7	14.29	
Fosfato mono y Dicálcico	orgánico	FMDO	3	4	8.17	
Fosfato Bicálcico	orgánico	FBO	4	3	6.12	
Fosfato Monocálcico	Orgánico	FMO	5	2	4.08	
Fosfato Bicálcico	Inorgánico orgánico	FBIO	6	1	2.04	
Fosfato mono cálcico orgánico	Fosfato Monocálcico orgánico	FMO	7	1	2.04	
Tamaño muestral con fuente definida				49	100	

**Tabla 4. Distribución del muestreo de los suplementos y sales minerales según la fuente de fósforo declarada en el anuncio comercial.**

<b>Muestra</b>	<b>FBI</b>	<b>FMDI</b>	<b>FMDO</b>	<b>FBO</b>	<b>FMO</b>	<b>FBIO</b>	<b>FMI</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Fosfato Bicálcico o Inorgánico	Fosfato Mono Dicálcico o Inorgánico	Fosfato mono Dicálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico o Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico o Inorgánico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Inorgánico
<b>MUESTRAS</b>	FBI	FMDI	FMDO	FBO	FMO	FBIO	FMI
1	4.18	5	18	9	18	17	14
2	7.8	1.9	14	3.36	15		
3	8.0	7	16	18			
4	16	6	8.7				
5	4	5.5					
6	1.5	7.5					
7	1	1					
8	2.5						
9	0.6						
10	8.5						
11	5						
12	8						
13	9						
14	1.5						
15	9						
16	8.7						
17	5						
18	3						
19	16						
20	16						
21	16.8						
22	0.1						
23	10						
24	5.5						
25	1.4						

26	9.5						
27	8.0						
28	16.3						
29	4.4						
30	6.5						
31	2.0						
<b>CODIGO</b>	<b>FBI</b>	<b>FMDI</b>	<b>FMDO</b>	<b>FMO</b>	<b>FMO</b>	<b>FBIO</b>	<b>FMI</b>
SUBTOTAL	31	7	4	3	2	1	1
Proporción Muestreal %	63.26	14.29	8.17	6.12	4.08	2.04	2.04

**Gráfica 2. Distribución de las muestras según la fuente de fosforo declarada en la etiqueta comercial.**



Muestra	<b>FBI</b>	<b>FMDI</b>	<b>FMDO</b>	<b>FBO</b>	<b>FMO</b>	<b>FBIO</b>	<b>FMI</b>
DESCRIPCION	Fosfato Bicálcico Inorgánico	Fosfato Mono Dicálcico Inorgánico	Fosfato mono Dicálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico Inorgánico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Inorgánico

### **3.2 Contenido de fósforo según la fuente mineral en sales y suplementos minerales.**

Los indicadores estadísticos para el contenido de fosforo según la fuente mineral en las sales y suplementos (tabla 5) mostraron diferencia significativa para la fuentes de Fosfato Bicálcico Inorgánica (FBI) al .1% ( $P < .001$ ) 7.65\*\*\*, de igual manera para la fuente Fosfato Monocálcico Inorgánico (FMDI) con una diferencia significativa entre las muestras al .1% ( $P < .001$ ) 5.16\*\*\*, lo que indica que los valores en el contenido de fosforo en estas fuentes de fósforos fue diferente y las demás categorías no difieren dado que tienen valores muy cercanos.

Del mismo modo, según el perfil de clasificación de las sales y suplementos minerales según su aporte, en su mayoría cumplen con un perfil bajo 24, medio 4 y 23 de buen perfil. En cuanto a la fuente mineral se obtuvo que 10 de estas son de fuente mineral orgánica y 39 de fuente inorgánica.

**Tabla 5. Indicadores estadísticos descriptivos del contenido de fósforo según las fuentes minerales declaradas para su distribución como suplemento o sales minerales en Panamá.**

<b>Contenido de fósforo (%) según la fuente mineral en los suplementos y sales minerales distribuidos en Panamá</b>							
<b>Descriptores Estadísticos</b>	<b>FBI</b>	<b>FMDI</b>	<b>FMDO</b>	<b>FBO</b>	<b>FMO</b>	<b>FBIO</b>	<b>FMI</b>
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>	<b>(5)</b>	<b>(6)</b>	<b>(7)</b>
Observaciones	31	7	4	3	2	1	1
Media	6.96	4.84	14.17	10.12	16.5	17	14
Mediana	6.50	5.50	15.00	9.00	16.5	17	14
Moda	8.00	-	-	-	-	17	14
Desv. Típica	5.06	2.48	3.99	7.38	2.12	-	-
Asimetría	0.66	-0.79	-1.06	0.67	-	-	-
Coef. Variación	72.76	51.23	28.21	72.96	12.86	-	-
Curtosis	-0.44	-0.89	1.15	-	-	-	-
Error Estándar	0.91	0.94	1.99	4.26	1.50	-	-
T Estudiantizada	7.65 <sup>***</sup>	5.16 <sup>***</sup>	7.09 <sup>**</sup>	2.37 <sup>ns</sup>	11 <sup>*</sup>	-	-

**\*Hay diferencias significativas entre las muestras al 5% (P<.05).**

**\*\*Hay diferencias significativas entre las muestras al 1% (P<.01).**

**\*\*\*Hay diferencias significativas entre las muestras al .1% (P<.001).**

Los espacios con – significan valores no determinables por valor N según SAS.

Muestra	FBI	FMDI	FMDO	FBO	FMO	FBIO	FMI
DESCRIPCION	Fosfato Bicálcico Inorgánico	Fosfato Mono Dicálcico Inorgánico	Fosfato mono Dicálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Orgánico	Fosfato Bicálcico Inorgánico Orgánico	Fosfato Mono Cálcico Inorgánico

### 3.3 Contenido de fósforo según categorización.

Para el contenido de fósforo (tabla 6) según su categorización se obtuvo un total de 31 sales y 18 suplementos o premezclas minerales según su perfil de aporte de Fósforo, Zinc y Cobre, encontrándose que tanto para las sales como para las premezclas sus muestras fueron consistentes en su contenido de fósforo. Por otra parte, se obtuvo que para los suplementos se mostró una asimetría negativa -0.084 lo que indica que la distribución de las muestras estuvo sesgada con respecto a su media por lo que estos se encontraron por debajo de la consistencia referencial; en este mismo sentido, se encontró una curtosis negativa para ambas categorías indicando que la distribución de las muestras no fue elevada.

**Tabla 6. Descriptores estadísticos del contenido de fósforo en las fuentes comercializada en Panamá según su categorización en Sal Mineral y Premezcla Mineral.**

<b>Contenido de Fosforo (%) de las Fuentes comerciales distribuidas en Panamá.</b>		
<b>Descriptores Estadísticos</b>	<b>SAL MINERAL</b>	<b>PREMEZCLA MINERAL (SUPLEMENTO)</b>
Observaciones	31	18
Media	6.99	10.31
Mediana	7.00	9.75
Moda	8.00	5.00
Desviación Típica	± 5.08	± 5.85
Asimetría	0.74	- 0.084
Coef. Variación %	72.76	56.79
Curtosis	-0.222	-1.49
Error Estándar	0.914	1.38
T Estudiantizada	7.65 (P<.0001)	7.47 (P<.0001)
Mínimo típico de P	1.91	4.46

Máximo típico de P	12.07	16.16
Muestras subtípicas	6 (19.35%)	1 (5.56%)
Muestras sobre típicas	5 (16.13%)	1 (5.56%)
Muestra atípicas	11 (35.48%)	2 (11.11%)
Muestras típicas	20 (64.52%)	16 (88.89%)

### 3.4 Análisis Bromatológico

Tal como se observa en la tabla 6, el pasto *Brachiaria Humidícola* presentó un buen nivel promedio en cuanto a Materia Seca (MS) 25.6%, al igual que el pasto *Brachiaria Brizantha* con 26.5%. Como puede verse, el nivel de Fosforo (P) 0.22%, de Cobre (Cu) 0.15 ppm y de Zinc (Zn) 23.0 ppm en el pasto *B. Humidícula* ofrecido al T1 suplementado con sal orgánica, presentó valores aceptables muy cercanos a los niveles promedios de esta especie en nuestra provincia.

De la misma manera el pasto *B. Brizantha* ofrecido al T2 suplementado a base de fuentes inorgánicas se obtuvo que para estos mismos minerales, niveles un poco más elevados; para el Fosforo (P) 0.22%, Zinc (Zn) 25.79 ppm y Cobre (Cu) 0.37ppm, que de igual manera se mantienen en los niveles promedios de microminerales, aunque ambos pastos presentaron déficit en el Calcio (Ca), tomando como referencia los niveles promedios de macrominerales expresado por Samudio (2016), que para los minerales Cu, P y Zn contenido en los pastos todo valor inferior a 10ppm, 0.30% y 30ppm respectivamente es considerado deficiente. Para los demás elementos, todos se aproximan a los niveles promedios aceptables,

por lo que se debe tomar siempre en cuenta mantener una buena disponibilidad de pastos.

En ambos casos ambas pasturas mostraron el nivel mínimo necesario para una adecuada actividad fermentativa ruminal (1.0% de N), no siendo este nutriente extremo limitante para el estudio. Cabe agregar que la composición bromatológica estuvo dentro de los valores esperados ya que se tuvo en cuenta que la fertilización de los pastos fue baja o casi nula, esto explica las diferencias entre los distintos niveles de minerales dado que, esto influye en el proceso de nitrificación, sobre todo en suelos ácidos, como fue el caso donde se llevó a cabo esta investigación.

**Tabla 7. Análisis Bromatológico de Brachiaria Humícola y Brachiaria Brizantha.**

Descripción	M at. Se ca	Hu me da d	N <i>Nitró geno</i>	P <i>Fosf oro</i>	K <i>Pot asio</i>	Ca <i>Cal cio</i>	Mg <i>Magn esio</i>	Fe <i>Hie rro</i>	Cu <i>Co bre</i>	Mn <i>Mang aneso</i>	Zn <i>Zi nc</i>	Na <i>So dio</i>
	%		PPM									
<b>B. Humid ícula</b>	25.6	74.37	1.01	0.22	1.01	0.14	1.10	168.5	0.15	328.68	23.0	159.19
<b>B. Brizantha</b>	26.5	73.49	1.11	0.22	1.14	0.16	1.01	98.54	0.35	152.75	25.79	116.74

**P.B = N x 6.25**

**Tabla 8. Composición de las Sales Minerales (%) en tratamiento.**

<b>Elementos</b>	<b>Fosfovi reproducción®</b>	<b>Biomin vitaminado®</b>
	<b>Concentración</b>	
<b>Calcio</b>	11.1 min. 13.5 max.	12.71
<b>Fosforo</b>	9.0	9 .0
<b>Sodio</b>	14.1	16.6
<b>Cobre</b>	0.15	0.15
<b>Zinc</b>	0.45	0.45

**Tabla 9. Composición de Mezclas de sales minerales.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulación % o lbs</b>
<b>Biomin Vitaminado®</b>	56.25 %
<b>Sal común</b>	43.71 %
<b>Sulfato de Cobre CuSO<sub>4</sub></b>	0.04 %

La tabla 7 muestra que Biomin Vitaminado® contiene un ingrediente más, ya que, este tratamiento debe ser mezclado con sal común en una relación 1:1.

### **3.5 Evolución del peso Corporal**

El análisis de varianza muestra que no hubo diferencias significativas de las fuentes minerales sobre la variable de peso corporal con ( $Pr > 0.8868$ ) por lo que el peso no estuvo influenciado por los minerales ofrecidos a las novillas, no se encontró diferencia en los tiempos de medición ( $Pr > 0.2775$ ) ni en la interacción tratamiento por tiempo ( $Pr > 0.9957$ ). Por lo que, el cambio observado en el peso corporal de los

animales durante el ensayo no presento diferencia atribuida a los tratamientos, lo cual explica que los aumentos de pesos estuvieron condicionados por el peso inicial y la época estacional, a su vez indica que se tuvo una buena distribución de las novillas entre los tratamientos en cuanto a la edad y peso de las unidades experimentales.

**Tabla 10. Análisis de varianza del peso corporal en kg (PCKG).**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A (Fnt. De fósforo)	1	74.39062	74.39062	0.02	0.8868
B	3	14399.17188	4799.72396	1.32	0.2775
A*B	3	232.29687	77.43229	0.02	0.9957
Error	56	203875.3750	3640.6317		

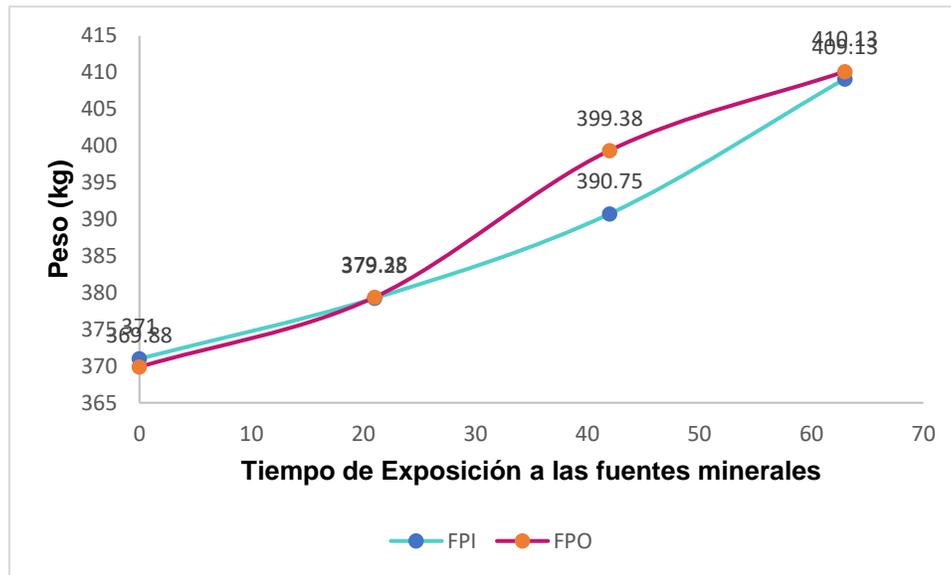
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	14705.8594	2100.8371	0.58	0.7715
Error	56	203875.3750	3640.6317		
Total correcto	63	218581.2344			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PCKG Media
0.067279	15.52655	60.33765	388.6094

\*Factor a nivel 1 fuente de fosforo inorgánico nivel 2 fuente de fosforo orgánico.

\*Factor b (mediciones 0, 21, 42 y 63 días de exposición).

**Gráfica 3. Medias del Peso en el tiempo de exposición a fuentes minerales.**



### 3.6 Dimensiones Ováricas

#### 3.6.1 Longitud del ovario derecho (cm).

Los tratamientos no mostraron diferencias significativas ( $Pr > 0.4929$ ) para ambas fuentes de fósforo. El tiempo mostro diferencias significativas ( $Pr < 0.0001$ ) sobre el tamaño de la longitud del ovario a los 42 días de ofrecidas las fuentes minerales para ambos tratamientos. No se encontró diferencias significativas en la interacción tratamiento por tiempo ( $Pr > 0.6832$ ) (tabla 11).

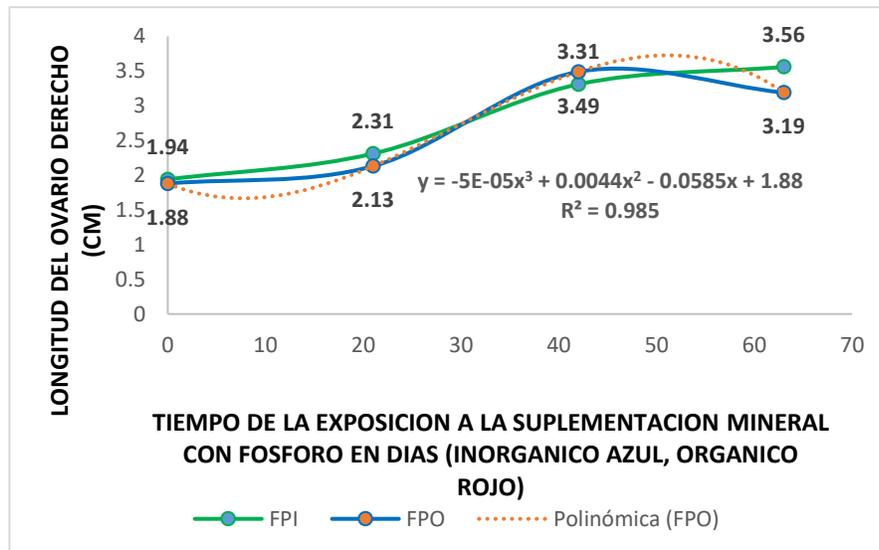
**Tabla 11. Efecto del fósforo sobre la longitud del ovario derecho cm.**

Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A (inorgánico, org.)	1	0.20250000	0.20250000	0.48	0.4929
B (0, 21, 42, 63)	3	28.87625000	9.62541667	22.65	<.0001
A*B	3	0.63875000	0.21291667	0.50	0.6832
Error	56	23.80250000	0.42504464		

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	29.71750000	4.24535714	9.99	<.0001
Error	56	23.80250000	0.42504464		
Total, correcto	63	53.52000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	LOD Media
0.555260	23.92494	0.651954	2.725000

**Gráfica 4. Evolución de la longitud del ovario derecho según el tiempo del consumo del fosforo en los tratamientos orgánico e inorgánicos.**



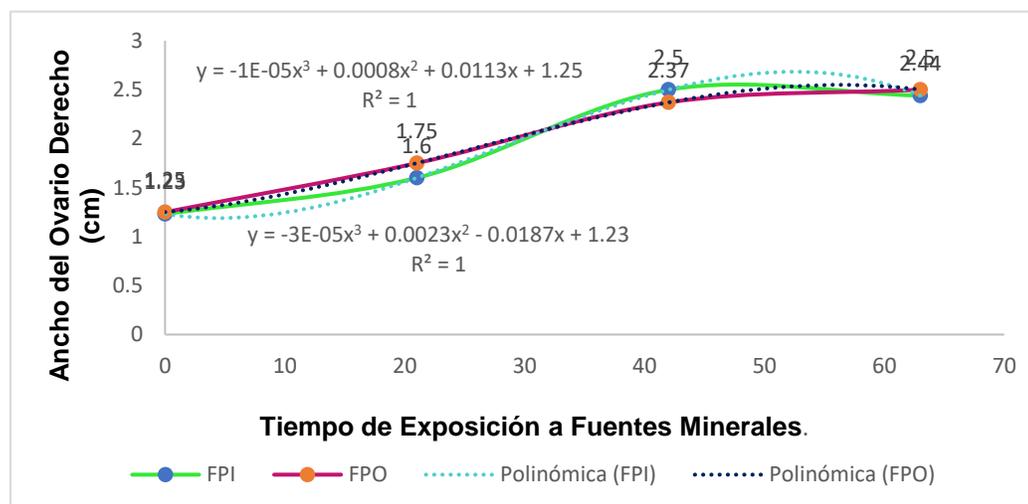
### 3.6.2 Ancho del ovario derecho (cm).

No se encontró diferencias significativas en el ancho del ovario entre las novillas que consumieron sales de fuentes orgánicas e inorgánicas ( $Pr > 0.43$ ). El tiempo mostro diferencias significativa ( $Pr < 0.001$ ) sobre el ancho del ovario. No hubo diferencia significativa en la interacción de tratamiento por tiempo ( $Pr > 0.9096$ ) (Tabla 12).

**Tabla 12. Efecto de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario derecho (cm).**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	0.01265625	0.01265625	0.04	0.8360
B (0, 21, 42, 63)	3	17.43921875	5.81307292	19.86	<.0001
A*B	3	0.15796875	0.05265625	0.18	0.9096
Error	56	16.38875000	0.29265625		
Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	17.60984375	2.51569196	8.60	<.0001
Error	56	16.38875000	0.29265625		
Total correcto	63	33.99859375			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	AOD Media		
0.517958	27.67589	0.540977	1.954688		

**Gráfica 5. Efecto de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario derecho (cm).**



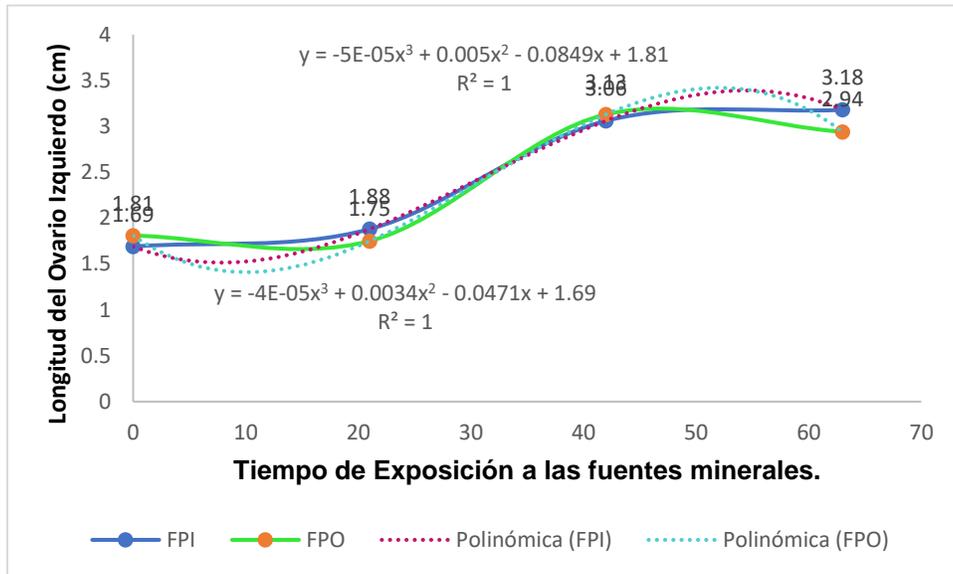
### 3.6.3 Longitud del ovario izquierdo (LOI cm).

Se obtuvo efecto significativo del tiempo sobre la longitud del ovario izquierdo (Pr<0.0001). No se encontró diferencias significativas entre las fuentes de minerales ofrecidas (Pr>0.7493) ni en la interacción tratamiento por tiempo (Pr>0.7911).

**Tabla 13. Efecto de las fuentes minerales sobre el largo del ovario izquierdo (cm).**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	0.03515625	0.03515625	0.10	0.7493
B	3	26.94921875	8.98307292	26.35	<.0001
A*B	3	0.35546875	0.11848958	0.35	0.7911
Error	56	19.09375000	0.34095982		
Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	27.33984375	3.90569196	11.45	<.0001
Error	56	19.09375000	0.34095982		
Total correcto	63	46.43359375			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	LOI Media	
	0.588794	24.03262	0.583918	2.429688	

**Gráfica 6. Efecto de las fuentes minerales sobre la longitud del ovario izquierdo (cm).**



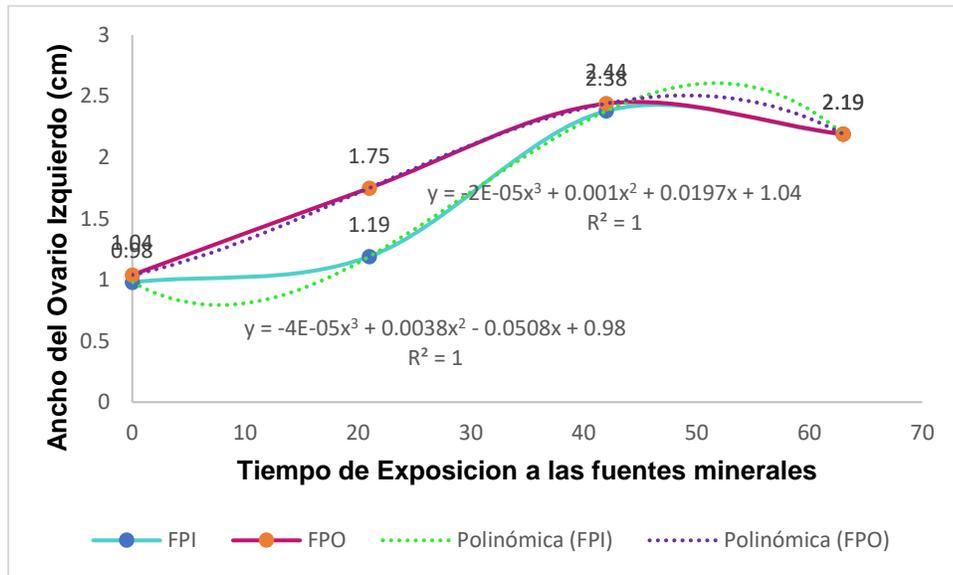
### 3.6.4 Ancho del ovario izquierdo (cm).

Las interacciones tratamientos por tiempo no fueron significativas ( $Pr > 0.3976$ ). No se encontró efecto significativo de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario ( $Pr > 0.1940$ ), se obtuvo diferencia significativa del tiempo sobre el ancho del ovario ( $Pr > 0.0001$ ) (Tabla 14).

**Tabla 14. Efecto de las fuentes minerales sobre el largo del ovario izquierdo (cm).**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	0.47265625	0.47265625	1.73	0.1940
B	3	20.05046875	6.68348958	24.44	<.0001
A*B	3	0.82421875	0.27473958	1.00	0.3976
Error	56	15.31375000	0.27345982		
Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	21.34734375	3.04962054	11.15	<.0001
Error	56	15.31375000	0.27345982		
Total correcto	63	36.66109375			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	AOI Media		
0.582289	29.59131	0.522934	1.767188		

**Gráfica 7. Efecto de las fuentes minerales sobre el ancho del ovario izquierdo (cm).**



### **3.7 Efecto de las fuentes fosfóricas minerales sobre el ancho y largo del ovario derecho e izquierdo.**

Los resultados mediante la biometría gonadal indirecta realizada en las novillas muestran que en estas hembras se presentaron tipos de ovarios diferentes por su tamaño y edad. La frecuencia de ovarios izquierdos pequeños fue parecida entre novillas, no así el de ovarios grandes que fue algo menor y el diámetro mayor no sobrepasó los 4 cm. Dado que los cambios tanto para el ovario derecho e izquierdo no son atribuidos a los tratamientos.

Los resultados en la dimensión del largo del ovario de este estudio son similares con los valores encontrados por Asprón (2004), quien obtuvo una longitud del ovario en un rango de 2.5 a 3 cm, sin mencionar la raza del animal.

Sin embargo, en los estudios de Hernández (2014) y Asprón (2004) no se evaluó el efecto de sales minerales sólo se realizó el estudio morfológico de los órganos del tracto reproductor haciendo énfasis en las dimensiones. Estas diferencias entre resultados obtenidos y comparados se pueden atribuir a varios factores como la raza, estado nutricional, CC, número de partos y edad.

**Tabla 15. Medias y tendencia de la longitud del ovario derecho durante los 63 días de la exposición al suplemento mineral.**

Procedimiento GLM						
Nivel de A	Nivel de B	Nivel de N	-----PCKG-----		-----LOD-----	
			Media	Dev std	Media	Dev std
1	0	8	371.000000	73.9884161	1.93750000	0.67810134
1	21	8	379.250000	73.3810992	2.31250000	0.65123509
1	42	8	390.750000	67.8838293	3.31250000	0.70394298
1	63	8	409.125000	65.5949421	3.56250000	0.56299581
2	0	8	369.875000	49.6946030	1.87500000	0.58248237
2	21	8	379.375000	48.9400143	2.12500000	0.64086994
2	42	8	399.375000	39.9604715	3.48750000	0.77540312
2	63	8	410.125000	53.7917612	3.18750000	0.59386747

A	B	N	-----AOD-----		-----LOI-----	
			Media	Dev std	Media	Dev std
1	0	8	1.22500000	0.55226805	1.68750000	0.37201190
1	21	8	1.60000000	0.67188434	1.87500000	0.64086994
1	42	8	2.50000000	0.53452248	3.06250000	0.62321173
1	63	8	2.43750000	0.32043497	3.18750000	0.59386747
2	0	8	1.25000000	0.53452248	1.81250000	0.45806269
2	21	8	1.75000000	0.65465367	1.75000000	0.59761430
2	42	8	2.37500000	0.51754917	3.12500000	0.74402381
2	63	8	2.50000000	0.46291005	2.93750000	0.56299581

A	B	N	-----AOI-----	
			Media	Dev std
1	0	8	0.97500000	0.38452197
1	21	8	1.18750000	0.45806269
1	42	8	2.37500000	0.64086994
1	63	8	2.18750000	0.45806269
2	0	8	1.03750000	0.50409041
2	21	8	1.75000000	0.59761430
2	42	8	2.43750000	0.49551560
2	63	8	2.18750000	0.59386747

### 3.8 Desarrollo de la Dinámica Folicular.

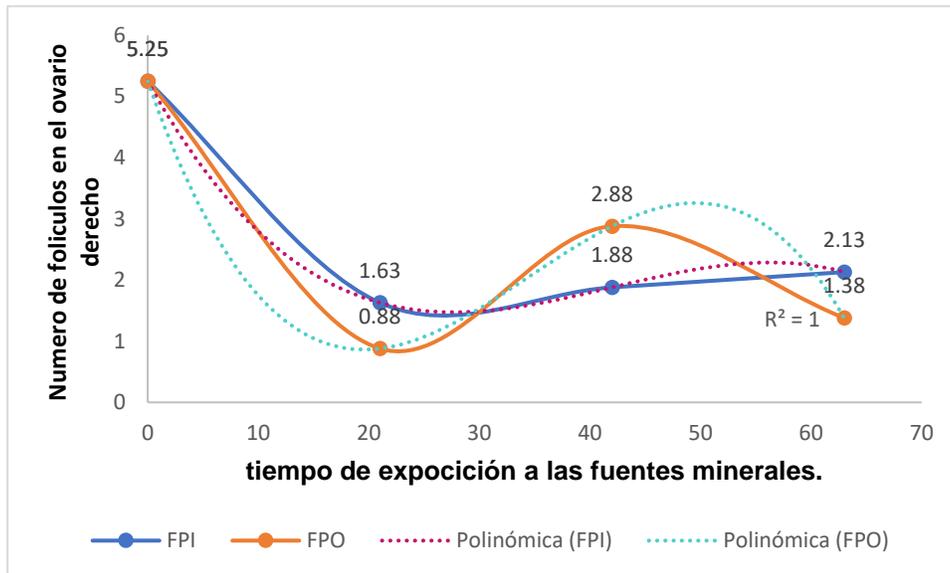
#### 3.8.1 Número de folículos en el Ovario Derecho (NFOD).

No se encontró diferencia entre el efecto de los tratamientos ( $Pr > 0.8654$ ), ni en la interacción de tiempo por tratamiento ( $Pr > 0.7555$ ), se obtuvo cambios en la cantidad de folículos a través del tiempo ( $Pr > 0.007$ ).

**Tabla 16. Efecto de las fuentes minerales sobre el número de folículos presentes en el ovario Derecho (NFOD).**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	0.20000000	0.20000000	0.03	0.8654
B	3	92.17857143	30.72619048	4.46	0.0077
A*B	3	8.21428571	2.73809524	0.40	0.7555
Error	48	330.7500000	6.8906250		
Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	100.6785714	14.3826531	2.09	0.0630
Error	48	330.7500000	6.8906250		
Total correcto	55	431.4285714			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	ODNF Media	
	0.233361	114.8438	2.625000	2.285714	

**Gráfica 8. Análisis de varianza del número de folículos en el Ovario Derecho.**



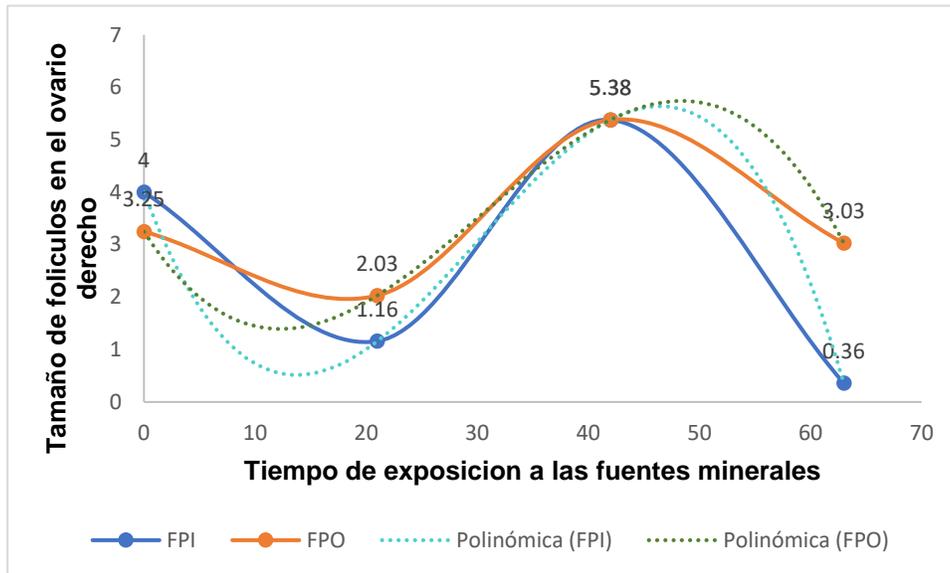
### 3.8.2 Tamaño de folículos en el Ovario Derecho (ODTF).

Se encontró efecto del tiempo sobre la cantidad de folículos presentes ( $Pr > 0.001$ ). No se encontró diferencia significativas de las fuentes minerales fosfóricas sobre el tamaño de folículos ( $Pr > 0.4069$ ) ni en la interacción tratamiento por tiempo ( $Pr > 0.4998$ ). En este mismo sentido se obtuvo un coeficiente de variación elevado (98.72) mostrando así una buena dispersión de los datos obtenidos.

**Tabla 17. Efecto de las fuentes minerales sobre el tamaño de folículos en el ovario derecho.**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	6.1051250	6.1051250	0.70	0.4069
B	3	152.5736607	50.8578869	5.83	0.0018
A*B	3	20.9404464	6.9801488	0.80	0.4998
Error	48	418.5812500	8.7204427		
Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	184.7642857	26.3948980	3.03	0.0102
Error	48	418.5812500	8.7204427		
Total correcto	55	603.3455357			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ODTF Media	
	0.306233	98.72849	2.953040	2.991071	

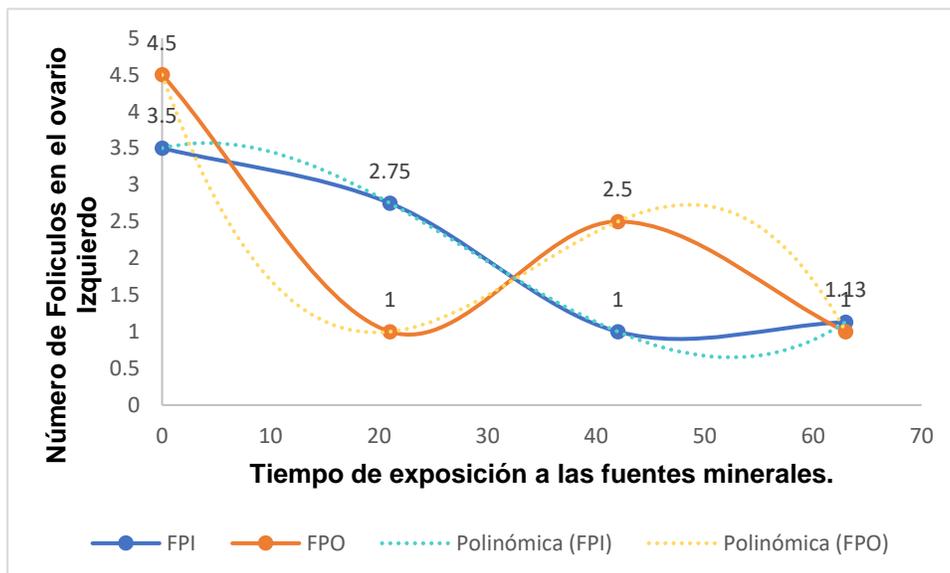
**Gráfica 9. Análisis de medias del tamaño de Folículos en el ovario derecho.**



### 3.8.3 Número de Folículos en el Ovario Izquierdo (OINF).

Los tratamientos no difieren entre ellos ( $Pr > 0.7552$ ), se encontraron cambios en el número de folículos a través del tiempo ( $Pr > 0.003$ ). Se encontró diferencia significativa en la interacción tratamiento por tiempo ( $Pr > 0.05$ ).

**Gráfica 10. Análisis de medias del número de folículos del ovario izquierdo.**



**Tabla 18. Efecto de las fuentes minerales sobre la cantidad de folículos. 1% (P<.01) 5% (P<.05) 10% (p<.10).**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	0.31250000	0.31250000	0.11	0.7452
B	3	46.86607143	15.62202381	5.34	0.0030
A*B	3	23.29464286	7.76488095	2.66	0.0590
Error	48	140.3750000	2.9244792		

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	70.1785714	10.0255102	3.43	0.0047
Error	48	140.3750000	2.9244792		
Total correcto	55	210.5535714			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	OINF Media
0.333305	89.50113	1.710111	1.910714

### 3.8.4 Tamaño de Folículos en el Ovario Izquierdo (OITF).

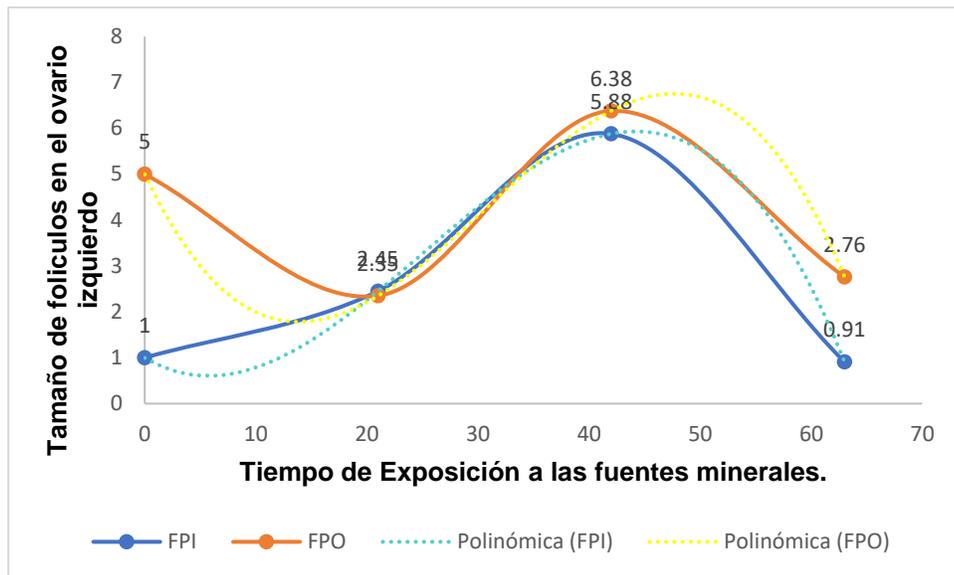
No se encontraron diferencias significativas en la interacción tratamiento por tiempos (Pr > 0.23). Se encontró diferencias significativa en las fuentes minerales (Pr > 0.02).

Se obtuvo diferencias significativas en el tiempo del ensayo (Pr <0.0001).

**Tabla 19. Efecto de las fuentes minerales sobre el tamaño folicular en el ovario izquierdo.**

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
A	1	31.2500000	31.2500000	5.32	0.0254
B	3	175.1460714	58.3820238	9.95	<.0001
A*B	3	26.0871429	8.6957143	1.48	0.2313
Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	221.8760714	31.6965816	5.40	0.0001
Error	48	281.6975000	5.8686979		
Total correcto	55	503.5735714			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	OITF Media	
	0.440603	71.47640	2.422540	3.389286	

**Gráfica 11. Análisis de Medias del tamaño de folículos en el Ovario Izquierdo.**



### **3.9 Efecto de tratamiento, época y peso corporal sobre la población folicular.**

En el análisis de varianza de la población folicular, se observó un efecto significativo ( $p < 0.0001$ ) de los tratamientos sobre el número de folículos en el ovario izquierdo, las interacciones tratamiento por tiempo y por la condición corporal de las novillas. La sal orgánica ofrecida al tratamiento 1, tuvo efecto sobre la cantidad de folículos en el tiempo de los 42 días de ofrecida; al igual que en el tratamiento a base de sal inorgánica, por lo que las sales minerales ofrecidas a ambos tratamientos generaron o indujeron a que se desarrollara la población folicular al cabo de los 42 días, mas no así en el último periodo de 63 días.

La condición corporal tuvo un moderado impacto sobre la actividad folicular, donde se puede decir en términos generales que la condición y presencia de estructuras ováricas determinadas por palpación rectal no mostraron cambios totales que

puedan ser debidos a la suplementación, sino que estuvieron condicionadas a la condición corporal y al tiempo en el que se desarrolló el ensayo.

El hecho de no encontrar diferencias entre tratamientos sobre la población de folículos pequeños en este ensayo, es explicado por Murphy et al., (1991) y Stagg et al., (1995), quienes señalaron que los procesos de crecimiento y desarrollo folicular son independientes del nivel nutricional, pero los eventos finales de maduración folicular requieren de incrementos en la concentración y frecuencia pulsátil de LH (Fortune, 1994; Baruselli et al., 2004), para lo cual influiría los niveles de reservas energéticas del animal, la pérdida o aumento de condición corporal (Bean y Butler, 1997).

**Tabla 20. Medias y tendencia de la longitud del ovario derecho durante los 63 días de la exposición al suplemento mineral.**

Nivel de A	Nivel de B	Nivel de N	-----ODNF-----		-----ODTF-----	
			Media	Dev std	Media	Dev std
1	0	4	5.25000000	3.30403793	4.00000000	2.00000000
1	21	8	1.62500000	2.55999442	1.16250000	1.77598061
1	42	8	1.87500000	2.29518129	5.37500000	3.85217935
1	63	8	2.12500000	4.82367672	0.36250000	0.40333432
2	0	4	5.25000000	2.06155281	3.25000000	2.62995564
2	21	8	0.87500000	0.35355339	2.02500000	2.88926585
2	42	8	2.87500000	2.10017006	5.37500000	3.15945294
2	63	8	1.37500000	1.06066017	3.01250000	4.31655865

A	B	N	-----OINF-----		-----OITF-----	
			Media	Dev std	Media	Dev std
1	0	4	3.50000000	1.00000000	1.00000000	0.00000000
1	21	8	2.75000000	3.65474252	2.45000000	2.54502315
1	42	8	1.00000000	0.53452248	5.87500000	2.58774585
1	63	8	1.12500000	1.24642345	0.91250000	1.29442486
2	0	4	4.50000000	1.29099445	5.00000000	0.00000000
2	21	8	1.00000000	0.53452248	2.35000000	2.13675321
2	42	8	2.50000000	1.85164020	6.37500000	2.38671921
2	63	8	1.00000000	0.00000000	2.76250000	3.88989074

**Tabla 21. Correlaciones de Pearson.**

<b>Parámetros Correlacionados</b>	<b>Suplemento mineral del fosforo con una fuente orgánica</b>	<b>Suplemento mineral del fosforo con una fuente inorgánica</b>
LOD Y AOD	0.867 (P<0.0001)	0.692 (P<0.0001)
LOD Y NFOD	-0.451 (P<0.01)	-0.375(P< 0.005)
LOI y AOD	0.754 (P< 0.0001)	

Tomando en cuenta aquellos parámetros que se correlacionaron, el tratamiento 1 expuesto a la suplementación a base de fuentes minerales inorgánica mostro un cambio significativo sobre la dimensión del largo y ancho del ovario derecho a su vez, sobre el número de folículos del ovario derecho y la longitud del ovario izquierdo. En este mismo sentido el tratamiento 2 a base de fuente mineral orgánica mostro gran significancia sobre el largo, ancho y números de folículos del ovario derecho.

Indicando así que la fuente mineral fosfórica orgánica trabajo mejor en cuanto a correlaciones de la suplementación sobre las dimensiones ováricas y foliculares.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES

- El mercado nacional cuenta con en su mayoría con sales y menos cantidad de suplementos o premezclas minerales, que cumplen en su mayoría un buen perfil en sus concentraciones de macro y microminerales; en su mayoría formulados a base de fuentes minerales inorgánicas y en menor cantidad de fuentes minerales orgánicas.
- La mezcla de fuente mineral orgánica mostro mejor biodisponibilidad, correlación entre variables e indujo a un mejor desarrollo de actividad ovárica.
- Pocas novillas exhibieron actividad luteal durante el periodo de evaluación.
- La suplementación afectó significativamente la población folicular de folículos pequeños en el ovario izquierdo ( $\leq 5\text{mm}$ ).
- El número de cuerpos lúteos observados fue afectado por los tratamientos, pero la mayoría de éstos fueron observados en vacas de mejor condición corporal.
- La condición corporal y la época estacional tuvieron un posible efecto sobre el desarrollo de la actividad folicular.
- Bajo las condiciones experimentales a nivel de finca, con restricciones en la oferta permanente de minerales, la suplementación no logró mejorar sustancialmente la actividad ovárica.

## **RECOMENDACIONES**

Recomendamos en primera instancia que, para elegir cualquiera alternativa de suplementación, estas sean evaluadas y analizadas mediante una ayuda técnica idónea, en la cual se tome en cuenta primeramente la fuente mineral (orgánica e inorgánica) y la concentración mineral (% , ppm), que posean buena palatabilidad, que no generen sinergia y que cumplan con los perfiles requeridos de acuerdo con los niveles minerales presentes en los pastos.

## LITERATURA CITADA

Alba Gómez, Luis O., & Gómez Palmero, Andrés , & Rodríguez Galindo, Arangel , & Silveira Prado, Enrique A. (2006). Tamaño y forma de los Ovarios y del Cérvix De Hembras Cebu De Cuba Y Sus Relaciones Con La Eficiencia Reproductiva. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, VII(3),1-12.[fecha de Consulta 10 de Agosto de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612698005> .

Abreu ACM de, Busato E maciel, Galan tacias gomes bergstein, Bertol melina andrea formighieri, Weiss romildo romualdo. Chapter 2 - Bovine Reproductive Physiology and Endocrinology. 2017;(February). Available from: [www.avidscience.com](http://www.avidscience.com)

Acedo,J. González, R. (s.f). Utilización De Aditivos En Piensos Para Rumiantes: Minerales Forma Orgánica, Levaduras, Enzimas, Ionóforos Y Otros. XIV Curso de Especialización avances en nutrición y alimentación animal. Recuperado de [www.montanba.com.ar/download/37081/utideavi.pdf](http://www.montanba.com.ar/download/37081/utideavi.pdf).

Acharya, A.K., Gupta, S.; Bhattacharya, S. (1968). Studies on serum calcium, inorganic phosphorus and magnesium concentration of blood during pregnancy in different breeds of Indian dairy cattle. Indian J. Dairy Sci. 21: 204- 207.

Asprón J. 2004. Reproducción Bovina. REDVET. [consultado 2022 mayo 17]; 7 (3): 3-7. esp. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030306/030604.pdf>

Bean, S. W.; Butler, W. R. (1997). Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol. Reprod.*, 56:133-142.

Bauer, Rush y Rasby. (2009). *Minerales Y Vitaminas En Bovinos De Carne*. Capítulo 4. Recuperado de [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/118-minerales\\_vitaminas-Nebraska.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf).

Bolajil, C. (2001). Manejo Y Alimentación De La Vaca Lechera Durante El Período Seco Y Sus Implicaciones Durante El Postparto. En: *Nutrición Y Alimentación De Vacas Lecheras*. Universidad del Zulia. Fac. Agron. (Mim.)

Cappa. (2013) *Importancia Y Papel Del Selenio En La Alimentación De Los Bovinos*. Instituto de Zootecnia. Facultad Agraria. Universidad Católica del S. Corazón. Piacanza (Italia). Recuperado de [http://www.bayersanidadanimal.com.mx/index.php?art\\_id=55&categ=12&expand=2/9/12&file=view\\_article.tp](http://www.bayersanidadanimal.com.mx/index.php?art_id=55&categ=12&expand=2/9/12&file=view_article.tp).

Ciria, J., Villanueva Marín, R., & Ciria Garcia de la Torre, J. (2005). Avances En Nutrición Mineral En Bovinos. *IX Seminario de Pastos y Forrajes*, 50–56. [https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/112-Minerales.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/112-Minerales.pdf)

Corbellini, C.N. Y Carrillo, B.J. (1985). Avances En Sanidad Animal Y Su Aplicación En El Diagnóstico Y Control De Enfermedades De Bovinos; *Rev. Arg. Prod. Anim.* 5: 481-504.

Corpoica, Rincón Castillo, Á., Baquero Peñuela, J. E., & Flórez Díaz, H. (2012). *Manejo De La Nutrición Mineral En Sistemas Ganaderos De Los Llanos Orientales*

De Colombia (N.º 16). Produmedios.Org.

[https://www.researchgate.net/profile/Hernando-Florez-Diaz/publication/322810678\\_Manejo\\_de\\_la\\_nutricion\\_mineral\\_en\\_sistemas\\_ganaderos\\_de\\_los\\_Llanos\\_Orientales\\_de\\_Colombia/links/5ef382634585153fb1b0ff36/Manejo-de-la-nutricion-mineral-en-sistemas-ganaderos-de-los-Llanos-Orientales-de-Colombia.pdf#page=81](https://www.researchgate.net/profile/Hernando-Florez-Diaz/publication/322810678_Manejo_de_la_nutricion_mineral_en_sistemas_ganaderos_de_los_Llanos_Orientales_de_Colombia/links/5ef382634585153fb1b0ff36/Manejo-de-la-nutricion-mineral-en-sistemas-ganaderos-de-los-Llanos-Orientales-de-Colombia.pdf#page=81)

Córdova, Y., Sánchez, A., Leal, C., & Muñoz, A. (2010). Causas de infertilidad en ganado bovino. Obtenido de <http://www.agromeat.com/31016/causas-de-infertilidad-en-ganado-bovino>

Chacón Hernández, P.A. (2013) Microminerales En La Reproducción Del Ganado De Leche. Recuperado de <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/Microminerales%20en%20la%20reproduccion%20del%20ganado%20de%20leche.pdf>

Chicco, C., & Godoy, S. (2016). Nutrición Mineral De Los Bovinos De Carne En Venezuela. *ResearchGate*, 139-148. [https://www.researchgate.net/publication/267691261\\_NUTRICION\\_MINERAL\\_DE\\_LOS\\_BOVINOS\\_DE\\_CARNE\\_EN\\_VENEZUELA](https://www.researchgate.net/publication/267691261_NUTRICION_MINERAL_DE_LOS_BOVINOS_DE_CARNE_EN_VENEZUELA)

Depablos, Luis, Ordóñez, Jorge, Godoy, Susmira, & Chicco, Claudio F. (2009). Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 27(3), 249-262. Recuperado en 10 de agosto de 2022, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692009000300004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000300004&lng=es&tlng=es).

De Alba, J. (2003). Alimentación Del Ganado En América Latina. 2a ed. Chihuahua, México. Edit. Fournier. pp 23 -34.

Domínguez, Carlos E., Garmendia, J , & Martínez, Nelson. (2007). Influencia de La Época de Parto, la Condición Corporal y la Suplementación sobre la Actividad Ovárica Postparto de Vacas Mestizas Bajo Pastoreo Mixto en el Norte del Estado Guárico, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 48(1), 37-50. Recuperado en 10 de agosto de 2022, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-65762007000100005&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762007000100005&lng=es&tlng=es).

D. J. Mufarrege. (2002). El calcio en la alimentación del ganado bovino para carne. Recuperado en [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/56-calciocorrientes.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/56-calciocorrientes.pdf)

Egaña, J. I. (1995). Minerales: Los Nutrientes Olvidados De La Alimentación Animal. *Tecno Vet*, 1(N°3). [https://web.uchile.cl/vignette/tecnovet/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D10236%2526ISID%253D429,00.html](https://web.uchile.cl/vignette/tecnovet/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D10236%2526ISID%253D429,00.html)

Eliseche, E. (2005). Selenio - Porqué Es Necesario Considerar Este Micronutriente? Buenos Aires, Laboratorios AGROINSUMOS, 11 p.

Engelhardt, W.V. Breves, G. (2005). Minerales. In: Fisiología VETERINARIA. *Physiologie der Haustiere*. Enku Verlag in MVS media in verlage. Ed por E. Pfeffer y Flachowsky. G. Acribia SA. Zaragoza. España. p. 637-651

Espinoza E. (2004). Efecto Comparativo Del Fósforo Asociado A Vitaminas (Hematofos B12, Complejo B), En El Incremento De Peso De Ganado 120 Vacuno Mejorado En Iquitos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Iquitos: Univ Nacional de la Amazonía Peruana. 85 p.

Fortune, J. E. 1994. Ovarian follicular growth and development in mammals. Biol. Reprod., 50:225- 232.

Galina, M. (2005). MANEJO REPRODUCTIVO EN NOVILLAS CRIADAS EN EL TRÓPICO HÚMEDO. Obtenido de <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgZooG012.pdf>

Garmendia. 2006. Los Minerales En La Reproducción Bovina. Disponible en: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/minerales.pdf>

Gerardo J. Villanueva C. (2010). Nutrición del ganado: Potasio. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/nutricion-ganado-potasiot3018/p0.htm>.

Gómez Rendón, J., Del Campo, M., & González Tous, M. (2019). Algunas Anotaciones Sobre La Importancia Del Cobre En La Reproducción Bovina. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 11(1), 2–4. <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n1.2019.716>

Godoy, S.; Alfaro, C Y Chicco, C.F. (2006). Algunas Interrelaciones Minerales En La Nutrición De Rumiantes A Pastoreo En Las Sabanas De Venezuela. *Revista Digital CENIAP HOY* n° 12. Maracay, Aragua, Venezuela. <http://www.ceniap.gov.ve>.

González S., C., Madrid B., N., Goicochea LL., J., González V., D., & Rodríguez U., M. (febrero de 2007). Primer servicio en novillas de doble propósito. Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592007000100006](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000100006)

Hernández-Barreto MA. 2014. Estudio morfológico de ovarios de vacas mestizas Nguni Landim en mozambique. REDVET. [consultado 2022 agosto 12]. 15(5): 2-7. esp. [http:// www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050514/051419.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050514/051419.pdf).

Henao Restrepo, Guillermo. (2010). ALGUNOS FACTORES RELACIONADOS CON LA DINÁMICA FOLICULAR EN BOS INDICUS. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5577-5586. Retrieved August 10, 2022, from Pereira MHC, Sanches CP, Guida TG, Rodrigues ADP, Aragon FL, Veras MB, et al. Timing of prostaglandin F<sub>2α</sub> treatment in an estrogen-based protocol for timed artificial insemination or timed embryo transfer in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 2013;96(5):2837–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5840>.

Kandeel SA, Megahed AA, Constable PD. Evaluation of hand-held sodium, potassium, calcium, and electrical conductivity meters for diagnosing subclinical mastitis and intramammary infection in dairy cattle. *J Vet Intern Med*. 2019;33(5):2343–53.

Marie M. Links between nutrition and reproduction in cattle. *Dev Feed Suppl Strateg Improv Product dairy cattle Smallhold farms Africa*. 2008;13–9.

Mehdi Y, Dufrasne I. Selenium in cattle: A review. *Molecules*. 2016;21(4).

Molina, E.J.J. 2000. Efecto de la adición de somatotropina bovina al tratamiento de Folltropin-V sobre la respuesta superovulatoria y cantidad de embriones transferibles en vacas cebuínas superovuladas en dos épocas de año en el trópico húmedo Mexicano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 68 p. (Resumen).

Murphy. M. G.; Enright, W. J.; Crowe, M. A.; McNennell, K.; Spicer, L. J.; Boland, M. P.; Roche, J. F. 1991. Effects of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the estrous cycle in beef heifers. J. Reprod. Fertil., 92:333-338.

Mc Dowell, L y Conrad, J. (1984). La Importancia Nutricional De Oligoelementos En América Latina. Rev. Mundial de Zootecnia. 24: 24-33.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. National Academy of Sciences. [en línea]. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/9825.html> [Consultada: 18 de abril de 2021].

Otalvaro, L.D. Toquica, M.L (s.f). INFLUENCIA DE LOS MINERALES EN PROCESOS REPRODUCTIVOS EN HEMBRAS BOVINAS. Universidad Cooperativa de Colombia Sede Ibagué. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28457/2/2020\\_OtalvaroyToquica\\_Influencia\\_minerales\\_reproduccion\\_vaca.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28457/2/2020_OtalvaroyToquica_Influencia_minerales_reproduccion_vaca.pdf)

Ojha L, Grewal S, Singh AK, Pal RP. Trace minerals and its role on reproductive performance of farm animals. 2018;6(4):1406–9

Perdomo, M & Murillo, L. Peña, L, & Carvajal, J. (2017). Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. REDVET. Revista Electrónica de

Veterinaria, 18(9),1-19.[fecha de Consulta 16 de Agosto de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009019>

Pereira MHC, Sanches CP, Guida TG, Rodrigues ADP, Aragon FL, Veras MB, et al. Timing of prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  treatment in an estrogen-based protocol for timed artificial insemination or timed embryo transfer in lactating dairy cows. J Dairy Sci [Internet]. 2013;96(5):2837–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5840>

P.G. Rebollar y G.G Mateos. (s.f). El Fósforo En Nutrición Animal. Necesidades, Valoración De Materias Primas Y Mejora De La Disponibilidad. XV Curso De Especialización Avances En Nutrición Y Alimentación Animal. Recuperado de: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/F%C3%B3sforo\\_en\\_Alimentaci%C3%B3n\\_Animal.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/F%C3%B3sforo_en_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf).

Rincon, Alvaro & Baquero, Jose & Florez Diaz, Hernando. (2012). Manejo De La Nutrición Mineral En Sistemas Ganaderos De Los Llanos Orientales De Colombia. 10.21930/978-958-740-115-8.

Rodríguez Campos, L. A., & Ruiz Sánchez, G. (2015). Efecto De Suplementos Minerales Sobre El Desarrollo Corporal Y Reproductivo De Hembras Bovinas. *Nutrición Animal Tropical*, 9(1), 57. <https://doi.org/10.15517/nat.v9i1.19392>

Salamanca, A (2010). Suplementación De Minerales En La Producción Bovina. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 11 (9), 1-10. [Fecha de Consulta 10 de Marzo de 2021]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636/63615732008>

Samudio, A.D.(1995). Elaboración, Evaluación Y Calculo De Mezclas Minerales Para El Ganado Bovino.

Samudio, A.D. (1990-91). Niveles Minerales En Algunos Pastos De La Provincia De Chiriquí. APPA.7 1 : 8-10.

Statistical Analysis System, SAS (2004). Version 9. Raleigh, NC, USA.

Sharmal M, Joshp C, Das G, Hussain K. Mineral nutrition and reproductive performance of the dairy animals : A Mineral nutrition and reproductive performance of the dairy animals : a review [} I ]. 2019;(July 2007).

Spears, J.W. (1998). Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals – Review – Asian-Aus.J.Anim.Sci. 12: 1002-1008.

Spain, J. (1993). Tissue integrity : A key defense against mastitis infection: The role of zinc proteases and a theory for mode of action. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 9th Annual Symposium (T. Lyons ed) p.53.

Stagg, K.; Diskin M. G.; Sreenan J. M.; Roche J.F. 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckled beef cows fed two levels of energy post-partum. Anim. Reprod. Sci., 38:49-61.

Tan M. Macro- and micromineral contents of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties used as forage by cattle. Turkish J Agric For. 2019;44(1):46–53.

Underwood, E.J. (1977). Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4 Ed. Academic Press. Londres. 545 pp.

Underwood, E.J. (1983). Los Minerales En La Nutrición Del Ganado. 2ª Edición. Zaragoza. Acribia. P 210-212.

Vanegas Arboleda, D (2013). Evaluación Del Efecto De La Sal Proteinada En Bovinos (Tesis de Licenciatura). Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Zootecnia Caldas (Antioquia), Antioquia.

Recuperado de:

[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1503/1/Evaluacion\\_efecto\\_sal\\_proteinada\\_bovinos.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1503/1/Evaluacion_efecto_sal_proteinada_bovinos.pdf)

Valdivieso Ruíz, C. G. (2017). Utilización De Cobalto Orgánico Como Fuente De Materiales En La Producción De Leche En Vacas Mestizas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3929>

## ANEXOS

Figura 1. Novillas a las que se les ofreció Sal Orgánica T1.



Figura 2. Pasto Brachiaria Humidícula ofrecido al T1.



Figura 3. Novillas sometidas a T2 a base se suplemento inorgánico.



Figura 4. Pasto Brachiaria ofrecido al T2.

