

I. INTRODUCCION

En la sierra central y norte del Ecuador, los suelos son de origen volcánico y caracterizan por su alto contenido de fósforo y baja disponibilidad. El pasto que crece en estos lugares presenta una marcada deficiencia de este mineral incidiendo en el crecimiento y calidad del follaje que es consumido por los animales.

Quintero (1988), señala que la baja disponibilidad de este elemento en el sistema suelo-planta-animal disminuye automáticamente la producción de las ganaderías en las sierras ecuatorianas, de ahí que sea el fósforo uno de los minerales que más demanda la producción lechera y cárnica del país para una buena nutrición de sus animales.

Ysunza (1997), a modo de ejemplo, indica que una vaca de 450 Kg puede llevar en su interior casi 5 Kg de fósforo. Este se encuentra en su organismo formando parte de huesos, dientes e interviniendo más que ningún otro elemento en reacciones a nivel celular. Sin embargo, su costo restringe su utilización, lo cual se refleja en bajos índices productivos y reproductivos.

La suplementación de fósforo, mediante fuentes químicas, se ha realizado tanto a suelos para asegurar una buena producción de follaje, como en la alimentación de los animales a través de concentrados y sales minerales que se comercializan como productos elaborados en el país pero que básicamente están conformados con materias primas importadas que encarecen los precios y limitan su utilización en la nutrición animal como vegetal. A pesar de que nuestro país cuenta con

reservas de este mineral en yacimientos de roca fosfórica no existe explotación ni estudios que permitan satisfacer esta necesidad interna.

Con estos antecedentes, la presente investigación evalúa el uso de la roca fosfórica transformada en fosfato monocálcico y dicálcico como suplementación mineral para ganado ovino.

Church y Pond (1990) señalan que el método más confiable para este tipo de experimentación es con ovejas, debido a su facilidad de manejo y rápida capacidad de rumiación y menor costo comparado con bovinos.

Los objetivos que se propusieron fueron:

- Evaluar la roca fosfórica nacional como fuente de fósforo en las suplementación mineral de ovinos.
- Evaluar la influencia de la roca fosfórica nacional transformada física y químicamente en fosfato monocálcico y bicálcico en la digestibilidad de la materia seca, digestibilidad aparente del fósforo, calcio y magnesio, conversión alimenticia e incremento de peso y rendimiento a la canal de ovinos.
- Determinar la acumulación del fósforo, calcio y magnesio de las fuentes fosfáticas, en los huesos de los ovinos.
- Evaluar económicamente los tratamientos.

Las hipótesis planteadas fueron:

Ho: La utilización del fosfato monocálcico y di cálcico, obtenido de la roca fosfórica nacional, como fuente de fósforo en la dieta de rumiantes no genera iguales resultados que los suministrados por el fosfato comercial.

Ha: La utilización del fosfato monocálcico y di cálcico, obtenido de la roca fosfórica nacional, como fuente de fósforo en la dieta de rumiantes, genera iguales resultados que los suministrados por el fosfato comercial.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 LOS OVINOS

2.1.1 ORIGEN Se originó en Europa y las regiones frías de Asia y descende del grupo de los antílopes. Méndez (1986), indica que los ovinos (*Ovis -aries*) se han domesticado y explotado en diferentes formas, ya sea para producción de carne y lana desde hace más de 7.000 mil años. La oveja fue introducida en América alrededor del año 1.500.

2.1.2 CARACTERISTICAS ZOOLOGICAS

SUBTIPO:	Vertebrados
CLASE:	Mamíferos
ORDEN:	Ungulados
SUB-ORDEN:	Paridigitados o Artiodáctilos
FAMILIA:	Rumiantes
SUB-FAMILIA:	Ovinos
GENERO:	Ovis
ESPECIE:	<i>Ovis – aries</i>

2.1.3 Situación mundial. Se encuentra en regiones comprendidas desde 2 a 25 °C de temperatura, con una producción de 280 a 2000 litros de leche por año. Es la segunda especie en población, con la siguiente distribución mundial:

- ❖ **Animales de lana fina:** Australia, Argentina, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Uruguay.

- ❖ **Animales de carne:** Europa Occidental, EEUU, Canadá, Nueva Zelanda, y Sudáfrica.
- ❖ **Animales de leche:** Mediterráneo, España, Francia, Italia y Egipto.
- ❖ **Piel y lana basta:** zonas desérticas y subdesérticas. Oriente próximo y Asia.

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS ÉTNICAS DEL VELLON

FINURA DE LA FIBRA	LONGITUD DE LA LANA (cm)	ONDAS / cm	DENSIDAD
Extrafinas 12-20 micras	4-15	10-14	Elevada, cerrado, denso
Finas 20-25 micras	-	-	-
Entrefinas 25 a 30 micras	-	-	Baja
Bastas más de 30 micras	50	Menos de 3	Abierto, flojo

Fuente: Abranms, J. (1987)

A mayor finura de lana, el vellón es más corto, más rizado y más denso. La extensión del vellón es decir la superficie corporal que cubre es otra característica de gran interés y está también relacionada con su finura: a mayor finura, más extensión.

2.1.4 RAZAS OVINAS. Entre las razas de mayor importancia en el ámbito mundial existen aproximadamente veinte las mismas que se han clasificado según el propósito y características de la lana como se observa en el cuadro 2.

CUADRO 2: RAZAS DE OVINOS

RAZA	TIPO DE LANA
Tipo merino	lana fina
Rambullet	lana fina
Romney	lana larga
Lincon	lana larga
Corriedale	lana media
Hampshire	lana Corta
Suffolk	lana Corta
Dorset	lana Corta
Criollo	lana corta y poco uniforme

Fuente: Abranms, J. (1987)

En Latinoamérica el tipo de ovinos más numeroso es el criollo, cuya raza ha sido modificada a través de los años para adaptarla al ambiente según los requerimientos de uso para el hombre. Es por ello que cada vez las razas híbridas son más populares por sus caracteres productivos mediante la manipulación genética dirigida a fines específicos.

Si bien es cierto que desde la domesticación de los animales, el hombre ha modificado en algo los procesos de selección natural, el primero en proponer de manera científica métodos de mejoramiento animal fue Bakewel (1760) en Inglaterra los que alcanzaron pleno vigor en Europa en las primeras décadas del siglo XIX; es así que la metodología técnica en mejoramiento animal tiene como 200 años en Europa.

2.2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO

APARATO DIGESTIVO: Conjunto de órganos dispuestos en un orden secuencial que permiten al animal consumir el alimento, digerirlo y aprovechar los nutrientes expulsando los residuos, es decir, el aparato digestivo tiene una serie de

componentes dispuestos anatómicamente en un orden y capaces de realizar las siguientes funciones:

- ♦ ***Aprehensión del alimento***: recogida del alimento con la boca.
- ♦ ***Insalivación y masticación del alimento***: trituración para deshacer el alimento en partes más pequeñas, e insalivación para darle forma pastosa.
- ♦ ***Deglución***: tránsito del alimento desde la boca hacia el interior del aparato digestivo, donde tiene lugar la digestión y la absorción de nutrientes.
- ♦ ***Excreción o expulsión*** de los residuos que no son absorbidos.

El paso del alimento desde la boca hasta el ano para la expulsión es un fenómeno importante para determinar los tiempos de alimentación de los animales; la velocidad de tránsito del alimento en los animales, varía según las especies, por ejemplo, en el cerdo es de 12 horas, pero en rumiantes es de 3 ó 4 días. La velocidad de tránsito depende también del alimento ya que hay alimentos astringentes, laxantes. Abranms, (1975).

2.2.1 ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo está formado por una serie de tejidos que desde dentro hacia fuera son:

- ***MUCOSA INTERNA*** que tapiza todo el tubo digestivo desde la boca al ano y en éstos extremos va uniéndose íntimamente con la piel. Tiene una naturaleza variable dependiendo de la zona, por ejemplo, en la primera parte, hasta el esófago se tiene una mucosa interna dura, capaz de resistir las posibles erosiones producidas por los alimentos; a partir del esófago la mucosa es mucho más blanda, rica en glándulas y que incluso puede tener pliegues y vellosidades que permiten la absorción de nutrientes.
- ***CAPA DE TEJIDO MUSCULAR*** que tiene dos capas o porciones dependiendo de la naturaleza de las fibras estas son capa con fibras longitudinales que dan consistencia a los órganos que forman el tubo, capa con fibras circulares que recubren el tubo digestivo y que con los movimientos de

contracción permiten el avance de los alimentos a través de éste. Presentan una gran movilidad, el musculo involuntario es liso, condición exigida por la mezcla de alimentos, es también una capa muy elástica que permite cambiar de forma según el tipo de alimento.

- **CAPA EXTERNA** es una membrana de tipo seroso-conjuntivo que envuelve a todo el aparato digestivo aislándolo de otras estructuras anatómicas y que se denomina **PERITONEO**, el cual confiere al aparato digestivo la característica de unidad y unión, lo que es importante para el mantenimiento de la forma del aparato digestivo. Crampton, (1974).

2.2.1.1 COMPONENTES DEL APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo se puede diferenciar según sea de animales monogástricos o rumiantes. En la oveja se tiene:

BOCA: Permite el aprovechamiento de los alimentos, etc., en ella se encuentran los labios, mejillas, encías con dientes, lengua, paladar y velo palatino. La boca es estrecha y alargada con ausencia de incisivos en la parte superior igual que las cabras y bovinos, estos dientes son sustituidos por una almohadilla sobre la que rozan los dientes inferiores con el labio superior. La forma de la boca es fundamental para el tipo de alimento que pueda ingerir el animal.

FARINGE: Porción pequeña del tubo digestivo que une la boca con el esófago; en ella confluyen la laringe -entrada al aparato respiratorio-, las fosas nasales y el oído medio, es por ello, un tramo problemático pues el alimento se puede desviar hacia la nariz o pulmones.

Es fundamental para el paso del bolo alimenticio; en ella, existen elementos de presión para conducir el bolo hacia el esófago, como por ejemplo, la epiglotis o la campanilla.

ESÓFAGO: Tubo estrecho y alargado, muy elástico y con capacidad variable dependiendo de la especie animal. Normalmente transcurre paralelo a la tráquea a través del cuello y a continuación entra en la cavidad torácica, la atraviesa y penetra ligeramente en la cavidad abdominal llegando hasta el estómago. Según va entrando el alimento va aumentando de tamaño. Tiene tres partes:

- ◆ Transcurso por el cuello;
- ◆ Porción torácica; y,
- ◆ Porción abdominal.

Estomago: las ovejas, al igual que el ganado vacuno, las cabras los ciervos, los antílopes y las jirafas, rumian la comida y tiene un estomago con cuatro cavidades que son: rumen o panza, retículo o redécilla, omaso o librillo y abomaso o cuajar

2.2.2 FISIOLÓGÍA DE LA DIGESTION

Es necesario hacer una distinción entre lo que es el rumiante verdadero y lo que será anteriormente, animal pre-rumiante, ya que normalmente el aparato digestivo de éstos animales se va haciendo progresivamente según crecen.

En un primer momento el estómago es bastante simple y parecido al de monogástricos en el funcionamiento, pero conforme van avanzando en la edad de los animales, la estructura se va modificando para conseguir un estómago totalmente diferente, basado en una alimentación diferente.

El estómago tiene cuatro compartimentos: rumen o panza, retículo o redécilla omaso o libro-librillo y abomaso o cuajar como se observa en la figura siguiente:

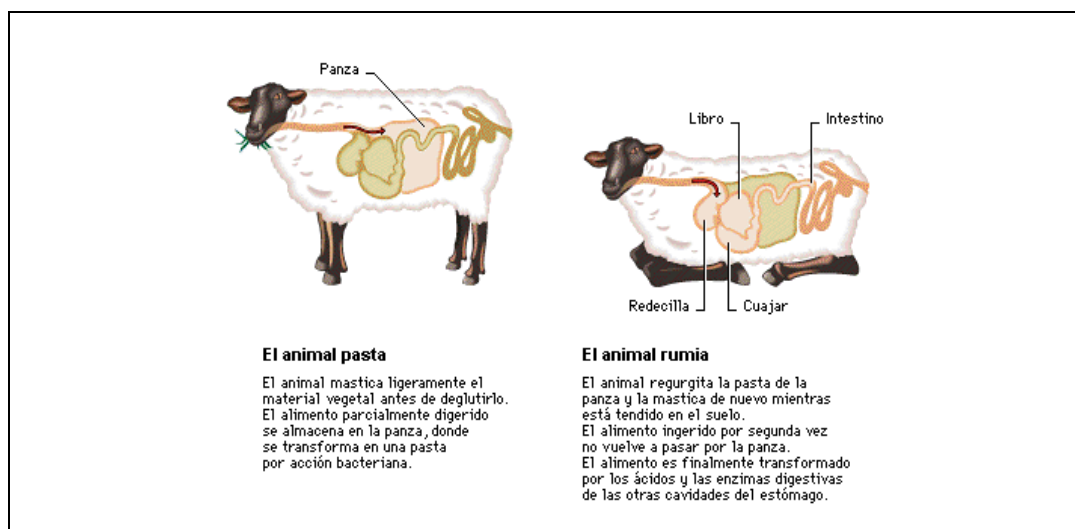


Figura 1: Aparato digestivo de ovino

Fuente: Abranms, J. (1987)

El único estómago glandular comparable al de los monogástricos es el abomaso o cuajar, el resto son pre-estómagos o estómagos aglandulares.

Cuando el animal nace presenta un escaso desarrollo del rumen (panza) y del retículo (redecilla) y un gran desarrollo del omaso (libro) y del abomaso (cuajar), con una actividad del 30 % y 70 % respectivamente. Esto hace que la alimentación sea distinta cuando es para un animal joven o para uno adulto según su crecimiento.

Cuando el animal tiene 4 o 5 meses se encuentra una gran preponderancia del rumen -o panza- sobre el resto; cuando el animal ya es adulto el 80 % de la actividad está en el abomaso -o cuajar-. Ésta evolución ha tenido que influir en la forma de alimentar al animal, siendo ésta alimentación más rica en concentrados cuanto más joven es el animal, y alimentación de volumen -forrajera- cuando el animal es adulto.

En los periodos de cría, cuando el animal es joven, consume alimentación lacteada, de tal manera que éstos productos si son atacados en los pre-estómagos perderían totalmente su función nutritiva, por ello en rumiantes jóvenes se

desarrolla una estructura denominada *GOTERA ESOFÁGICA* que pone en contacto el esófago y el omaso; ésta estructura es un pliegue de la mucosa interna del rumen y del retículo que presenta un reflejo de cierre en el momento que un alimento líquido se pone en contacto con ella impidiendo el paso para acceder al rumen o al retículo.

Conforme crece el animal, el reflejo de la gotera esofágica se va perdiendo, el alimento entra en contacto con el rumen y el retículo, provocando un desarrollo de los mismos y sobre todo el desarrollo de una abundante flora microbiana responsable de la digestión en rumiantes. En el animal adulto suele quedar algún recuerdo del reflejo de la gotera esofágica que se pone de manifiesto cuando el animal bebe agua. Abranms, (1975).

El rumen es el más voluminoso ya que contiene del 70 al 75 % del volumen total del aparato digestivo, se ensancha en su salida hacia el retículo, cuando se habla de la digestión en el rumen se incluye siempre el retículo.

El libro es un reservorio de forma más o menos esférico formado por láminas recubiertas de un epitelio queratinizado. Su cavidad se reduce a un canal que comunica por delante con el retículo, mediante el orificio retículo-omasal, estrecho y contráctil, y por detrás con el cuajar, con un orificio más ancho (2-3 veces mayor) y más dilatado.

El retículo juega un papel central en la circulación de las partículas alimenticias. De él parten las contracciones con una frecuencia del orden de un minuto como media, que asegura la motricidad del conjunto de compartimientos gástricos. Efectúa también una selección de las partículas, no dejando pasar hacia el orificio retículo-omasal más que aquellas que son lo suficiente pequeñas para franquearlo quedando retenidas las más gruesas de ellas entre las láminas del libro.

Estos mecanismos impiden la salida de los alimentos sólidos del rumen, en donde son objeto de una degradación físico-química bajo la acción conjugada de las enzimas de la población microbiana y del molido, consecuencia de la masticación. Jarrige, (1981).

Desde el punto de vista fisiológico, los principios de absorción y digestión son muy similares entre las especies de animales domésticos; por lo tanto estas regiones son: oral, faríngea y esofágica, gástrica, pancreática, hepática e intestinal y ceco-colónica (ciego y colon). Esminger y Olentine .C. (1983).

2.2.2.1 METABOLISMO DEL RUMEN

En los rumiantes los alimentos consumidos están expuestos a fermentación pregástrica extensa en el rúmen antes de ser digerida como en el resto de los animales en el estómago e intestino. La mayor parte del alimento ingerido sufre fermentación microbiana antes de quedar expuesto a las enzimas digestivas gástricas y enteríticas típicas y a las sustancias químicas.

El rumen representa un sistema de fermentación continua que favorece especialmente la proliferación de una población microbiana extremadamente densa y activa: de orden de 10^5 - 10^6 protozoos y 10^{10} Bacterias por ml., ocupan el 50 % del contenido ruminal en volumen, las bacterias son consideradas como la microflora del rumen y los protozoos son considerados como la microfauna ruminal.

En todo este proceso de digestión juega un papel muy importante el ambiente ruminal integrado por las tres principales especies bacterianas celulíticas como son: *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* y *Ruminococcus flavefaciens* que representan el 4,5 % del total del ARN (Ácido Desoxiribonucleico) bacterial. Michalet – Doreau, et al. (2002).

Los jugos digestivos desempeñan un papel muy importante en los procesos digestivos. En las especies monogástricas y aviares estos atacan los alimentos antes de que se sometan a la acción microbiana del ciego y el intestino grueso.

En las especies rumiantes, los jugos digestivos tienen un papel suplementario al de la digestión que se realiza primero en el rumen como resultado de la fermentación microbiana.

El páncreas es una fuente importante de enzimas que actúan sobre las proteínas, almidones y grasas, las glándulas que se encuentran en la pared del duodeno producen gran variedad de enzimas que actúan sobre los azúcares, los fragmentos de proteínas o lípidos. Las enzimas de origen microbiano se encuentran en las áreas del aparato digestivo donde crecen estas.

Las enzimas se enumeran según la clase general de compuesto hidrolizado: *amilolíticas* (glúcidos), *lipolíticas* (lípidos), o *proteolíticas* (proteínas)

La amilasa pancreática interviene en la hidrolización de los almidones, glucógeno o dextrinas en maltosa. El resultado global es que los rumiantes tienen una capacidad limitada para digerir los almidones en el intestino.

La masticación durante le rumia reduce la talla de las partículas y aumenta la superficie de ataque para los microorganismos. La saliva segregada esencialmente por las glándulas parótidas es una solución tampón (pH8,2) de bicarbonatos de sodio y de potasio, que contiene asimismo urea en un porcentaje similar al del plasma sanguíneo.

El rumen se mantiene una temperatura entre 39 – 40 °C y la cantidad de oxígeno es muy baja, las contracciones periódicas de la pared ruminal aseguran una mezcla permanente. El pH se mantiene en límites relativamente estrechos cuando se trata de dietas forrajeras, gracias a las sustancias tampones de saliva, a los intercambios de bicarbonatos con la sangre y a la absorción continua de ácidos grasos volátiles.

La pared del rumen está irrigada por un flujo sanguíneo importante que drena los productos finales de la degradación microbiana y a partir de ciertas sustancias (urea, minerales) puede difundirse hacia el interior del rumen. Por último, la densidad de la población microbiana se mantiene razonablemente constante para cada régimen alimenticio gracias al paso continuo de los cuerpos de los microorganismos hacia el libro.

La temperatura se mantiene constante entre y la cantidad de oxígeno es muy baja, las contracciones periódicas de la pared ruminal aseguran una mezcla permanente. El pH se mantiene en límites relativamente estrechos cuando se trata de dietas forrajeras, gracias a las sustancias tampones de la saliva, a los intercambios de bicarbonatos con la sangre y a la absorción continua de ácidos grasos volátiles.

2.2.2.2 METABOLISMO DE LOS MINERALES

Los minerales son elementos inorgánicos que suelen ocurrir como (sales de elementos inorgánicos o de compuestos orgánicos). Su disponibilidad y sus funciones metabólicas se relacionan con la forma en que existen. Por ejemplo en presencia de oxalatos y citratos el calcio no se absorbe. Combinado en la fitina el fósforo es asimilable para algunos animales. Los agentes quelantes poseen atracción selectiva por diversos elementos minerales, de modo que liberan un elemento mineral a cambio de otro por el cual poseen afinidad. Esminger y Olentine, (1983).

La concentración de los diferentes electrolitos en el líquido ruminal depende de las cantidades aportadas por los alimentos, la saliva, el agua de bebida, y de las cantidades absorbidas a través de la pared del rumen: el potasio, sodio y cloro pueden atravesar la pared en los dos sentidos, no así el fósforo y el calcio. La ingestión del alimento junto con la insalivación que le acompaña, supone un aumento a la vez de la presión osmótica y del volumen de agua en el rumen, lo que incrementa el flujo hacia el libro.

La población microbiana fija una parte de estos minerales. Las cantidades disponibles de ciertos minerales pueden ser insuficientes y limitar la actividad de la población bacteriana en el caso de que los rumiantes consuman forrajes pobres o con carencias minerales fuertes. Jarrige (1981).

Es así que una parte más o menos importante del aporte mineral no se halla en forma disponible para satisfacer las necesidades fisiológicas del animal, no es suficiente conocer las cantidades ingeridas. Como se indica en el anexo 1: Solamente la parte realmente absorbida (A) es capaz de ser utilizada para el crecimiento óseo ($V_0 +$), la secreción de leche (L), la mineralización del feto (G), y las secreciones digestivas (S), de la que la saliva representa el mayor porcentaje en el caso del fósforo.

La cantidad absorbida en exceso se elimina en la orina (U), aunque esta vía de excreción es muy importante para el sodio, potasio y cloro, cuya reabsorción son casi totales, tiene poca importancia para el magnesio y generalmente nula para el fósforo y el calcio.

El fósforo absorbido en exceso de las necesidades fisiológicas se elimina en pequeña cantidad a través de la orina (2 mg/ Kg/día) en vacuno y ovino; las vías de regulación de la homeostasia (estado estable) son secreciones endógenas vertidas al aparato digestivo, principalmente la saliva (S), la cantidad de fósforo que llega al rumen que frecuentemente es mayor que la ingerida, está sometida posteriormente a la absorción intestinal. La parte no absorbida constituye la pérdida endógena fecal (10 hasta 60 mg/ Kg/día) de fósforo encontrado en ovino (Fe), en contraposición del fósforo del alimento no utilizado. Guéguen y Durand (1976).

En el caso del calcio, la pérdida endógena fecal (Fe) para vaca lechera el valor medio es de 16 mg/ Kg/día Ramberg, et al. (1970), y en ovino 18 o 10 mg/ Kg/día (Field y Sttle, (1969) y Braithwaite, (1975), esta pérdida proviene de la reabsorción incompleta del calcio de las secreciones estomacales e intestinales y es menos variable. Se sabe que esta regulación es hormonal y actúa mediante síntesis renal de un derivado de la vitamina D. el 1,25-dihidróxicolecalciferol, el cual controlaría la síntesis de una proteína de transporte, la hormona paratifoidea interviene en ciertos procesos.

La retención ósea del calcio y del fósforo resulta de la diferencia entre la cantidad incorporada en los huesos (V_{o+}) y la cantidad movilizada por *osteólisis* (V_{o-}), igualmente está sometida a control, estimulada por la hormona paratiroidea (PTH) y por los derivados hidroxilados de la vitamina D3 y disminuida por la calcitocina (CT), estando controlada la secreción de estas dos hormonas por la concentración en calcio de plasma sanguíneo pudiendo regular el contenido de calcio alrededor de 100 ppm. Jarrige, (1981).

2.2.2.3 PRODUCTOS FINALES DE LA DIGESTIÓN

La población microbiana fermenta los azúcares de los alimentos y los que obtiene a partir de la degradación de los poliholósidos (*glucosa – xilosa*), así como el glicerol y la galactosa liberados por la hidrólisis de los triglicéridos y los sustratos carbonados procedentes de la desaminación de los aminoácidos. Obtiene así la energía (Adenosin trifosfato-ATP) y el carbono necesario para su conservación, crecimiento y proliferación, estando constituidos los productos finales por una mezcla de ácidos grasos volátiles (AGV) y de gas: anhídridos y metano.

Jarrige (1981), menciona que la degradación de los alimentos en el rumen va acompañada por una importante producción de gases que aumenta en gran medida en el periodo siguiente al de la ingestión del alimento. El anhídrido carbónico y el metano suponen como media el 60 -70 % y el 25- 35 % de la mezcla de gases respectivamente, aunque estos porcentajes están sometidos a considerables variaciones. El resto está constituido por el hidrógeno y oxígeno ingeridos y por trazas de sulfhídrico e hidrógeno. La concentración de hidrógeno puede alcanzar niveles apreciables del 5 al 7 % después de la ingestión de una dieta rica en glúcidos solubles (remolachas).

El anhídrido carbónico (CO_2) proveniente de los bicarbonatos aportados por la saliva y de numerosos procesos fermentativos de los que puede ser un producto intermediario o un producto final, cuya concentración aumenta después de la

ingestión de alimento se eliminan del rumen, juntamente con el metano por medio del eructo y en parte por los pulmones, después de su paso a la sangre.

La cantidad de metano producida por día se mide en cámaras respiratorias, y representa una pérdida de energía, como media 8 % de la energía bruta de la ración (y en un 12 % de la energía aparentemente digestible), aunque está sujeta a variaciones importantes del (4 al 10 %). Con raciones forrajeras distribuidas a nivel de conservación, este porcentaje varía en el mismo sentido que la digestibilidad de la ración y en sentido contrario si se expresa sobre energía digestible. Por otro lado, disminuye a medida que aumenta el nivel de alimentación y más cuando la digestibilidad es más elevada.

CUADRO 3: PERDIDAS ENDÓGENAS O NECESIDADES NETAS EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS MINERALES (valores medios en mg /Kg/ día)

ESPECIE	P	Ca	Mg	K	Na
Vacuno	25	18	3	50	10
Ovino	30	20	3.5	20	8

Fuente: Jarrige, R. (1981).

2.3 NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS OVINOS

Una dieta adecuada para ovejas debe incluir agua, proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas, las mismas que se suministran de acuerdo a las edades y propósito para el que se destine la explotación, considerando estos principios en todo campo pecuario como se observa a continuación. Cuadro 4.

CUADRO 4: REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DIARIOS RECOMENDADOS PARA DIETAS DE OVINOS EN SUS DIFERENTES FASES PRODUCTIVAS.

FASE PRODUCTIVA	EM	PC	Ca	P
	Mcal/Kg	%	%	%
Madres de 16 semanas de preñez	2.0	10.2	0.3	0.3
Madres en último mes de preñez	2.1	11.1	0,4	0.3
Madres de 6 semanas de lactancia	2.3	13.5	0.4	0,4
Corderos recién destetados (10-12 Kg.)	2.9	19	0.8	0.6
Corderos de engorde (20 Kg.)	2.5	17	0.4	0.4

Fuente: Gutiérrez, E. (2003).

Los desbalances de minerales (deficiencias o excesos) en suelos o forrajes han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreo. Mc Dowell et al. (1984).

Una mala alimentación por la falta de los nutrientes mencionados, repercutiría en tener un menor porcentaje de pariciones, menor número de partos dobles, bajos pesos de los corderos al nacer, alta mortalidad de corderos desde el nacimiento al destete, bajos pesos al destete, altas conversiones alimenticias en el corral y sobre todo menos kg de carne de oveja para la venta. Las necesidades nutritivas para ovinos se detallan en el siguiente cuadro.

CUADRO 5: NECESIDADE DIARIAS DE LOS OVINOS (BASE 100% MS)

Peso Kg	M S Kg	ENERGIA			Proteína Total %	PD %	Ca %	P %	Vit. A UI/Kg	Vit. D UI/Kg
		Mcal/Kg								
		TND%	ED	EM						
20	1.0	73	3.2	2.6	16.0	11.5	0.36	0.24	1700	133
30	1.3	64	2.8	2.3	11.0	6.7	0.37	0.23	588	128
35	1.4	67	3.0	2.4	11.0	6.7	0.34	0.21	637	139

Fuente: Church, D.C. y Pond, W. G. (1990).

2.3.1 AGUA

La cantidad de agua que consumen los ovinos voluntariamente depende de la temperatura, precipitación pluvial, la edad, raza, etapa de producción, cantidad de corderos que amamantan, capa de lana, de la frecuencia respiratoria, el tipo y cantidad de alimento. Como término medio, los animales maduros consumen 4 litros de agua por día y los de engorde requieren 1.9 litros de agua por día. Purroy, (1986)

2.3.2 PROTEÍNAS

Las ovejas necesitan proteína, igual que los demás animales; para mantenimiento, crecimiento, reproducción y terminado, además para producir lana. Se comprobó que para ovejas adultas una relación de 20 gramos de proteína digestible (PD) por Mcal de energía digestible (ED), es adecuada. Esminger y Olentine ; (1983).

Church (1981), menciona que después de la absorción, los aminoácidos se utilizan para la síntesis de proteínas tisulares, enzimas, hormonas y otros metabolitos; o se desaminan y el esqueleto de carbonos se utiliza como energía en el animal.

Las proteínas alimenticias se digieren en una elevada proporción y las proteínas microbianas en un 70 % como media.

2.3.3 GLÚCIDOS Y LÍPIDOS

Los glucidos son los principales constituyentes de los tejidos vegetales y son sintetizados a través de la fotosíntesis, el glucido más sencillo es un monosacárido tal como la glucosa, que al ser consumidos por los animales forman parte de sus tejidos que se almacena en forma de glucógeno que se constituye en su principal fuente de energía.

Los lípidos constituyen la fuente de energía para los procesos vitales de los animales, estos suministran toda la energía necesaria. Sirven como fuente de ácidos grasos esenciales; como portador de las vitaminas liposolubles.

La energía es el factor que limita la producción ganadera, representa el principal costo en alimentación de animales. Las necesidades de conservación en ovinos requieren de 100 Kcal de energía metabolizable por Kg / peso metabólico día.

2.3.4 VITAMINAS

Las vitaminas son compuestos orgánicos complejos que una o más especies requieren en pequeñas cantidades para las funciones corporales normales, constituidas en parte por aminoácidos y compuestos fosforados de acción específica, cuya síntesis no puede ser hecha en el organismo y por lo tanto deben ser suministradas. Se dividen según sus propiedades de solubilidad en grasas o en agua, Liposolubles (A, D, E y K) e Hidrosolubles (las del complejo B, B12, B6, B2, B1). Esminger y Olentine, (1983).

2.3.4.1 VITAMINA D

La actividad biológica de la vitamina D está constituida por dos esteroides o metabolitos que forman la vitamina D2 (ergosterol o calciferol irradiado) y la vitamina D3 (7-dehidrocolesterol irradiado) son los de mayor importancia, ya que puede ser utilizada como D2 o D3 en forma eficaz. Maynard (1979), muestra que una de las funciones de la vitamina D es facilitar la absorción del calcio y del fósforo.

Las funciones generales de la vitamina D son elevar los niveles plasmáticos de Ca y P hasta niveles que permitan la mineralización ósea normal, junto con la hormona paratiroidea (PTH), evita que se presente la tetania al elevar la concentración del

calcio plasmático. Interviene también en el estímulo del transporte activo del Ca y el P a través del epitelio intestinal.

2.2.4.2 METABOLISMO DE LA VITAMINA D₃

Es de importancia en el metabolismo del calcio y el fósforo, esta se absorbe en los intestinos o se forma en la piel a través de la radiación ultravioleta, se transporta al hígado donde se transforma en 25-hidroxivitamina D₃ (24.OH-D₃), que es la forma principal circulante de la vitamina D. Adicionalmente sufre una transformación en el metabolismo en 1,25-(OH)₂ D₃ se realiza exclusivamente en el riñón. Este producto final, 1,25-(OH)₂D₃ es transportado por la sangre a los tejidos “blanco” del intestino, hueso y otras partes del riñón. Ambos pasos de la conversión son controlados por una función mixta de las enzimas monooxigenasas que se encuentran en los microsomas del hígado y mitocondrias de los riñones. Church, y Pond, (1990).

2.4 FUNCIONES BIOLÓGICAS DE LOS MINERALES

En resumen las funciones metabólicas de los elementos inorgánicos muestran cuantitativamente, que aunque los elementos sean constituyentes minoritarios, son indispensables.

Desde el punto de vista nutritivo, en el organismo animal se encuentra en pequeñas trazas, son más importantes cuanto más frecuentes puedan ser sus deficiencias en las raciones de los animales. Las funciones principales se resumen en:

Protectoras. Entre ellos: el calcio, el fósforo, además del fluor.

Estructurales. Como el azufre, calcio, fósforo y magnesio que se necesitan para la formación del hueso.

Reguladoras. Como el yodo, cloro, sodio, potasio y calcio.

Metabólicas generales. Como el hierro, magnesio, fosfatos, manganeso cobalto,

iones de cloro , cobalto y cobre. Abranms, (1987).

Abranms, (1987) indica que los minerales además de formar los huesos , cumplen muchas funciones en el cuerpo del animal. Con excepción del magnesio, el cuerpo contiene reservas que pueden superar una deficiencia temporal de algunas semanas. Por esta razón las deficiencias en la dieta tardan mucho tiempo en ser evidentes.

De acuerdo a la cantidad que se requieren en la dieta de los animales se dividen en dos grupos; **Macro minerales** y **Micro minerales** o minerales traza.

Los **macrominerales** lo conforman el calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S). Algunos minerales como el calcio y el fósforo se necesitan como componentes estructurales del esqueleto y otros, tales como el sodio, potasio y cloro actúan en el balance ácido-básico; muchos tienen más de una función. Todos los minerales, sean esenciales o no, pueden influir adversamente en el animal si son incluidos en la dieta en niveles excesivos.

Los **microminerales** o elementos trazas lo constituyen el cobalto (Co), yodo (I), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), selenio (Se), cromo (Cr), flúor (F), molibdeno (Mo) y silicio (Si).

Church y Pond (1990), afirma que los elementos traza actúan como activadores de sistemas enzimáticos o como constituyentes de compuestos orgánicos.

2.5 DISPONIBILIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS MINERALES DE LOS ALIMENTOS Y COMPLEMENTOS

Gonzáles, (1990) dice: “ la capacidad de absorción es una característica del animal,

de su estado fisiológico y la disponibilidad de absorción de los elementos minerales, depende del alimento o del régimen alimenticio.”

A diferencia de las sustancias orgánicas, las materias minerales de la ración no son verdaderamente digeridas en el tubo digestivo, siendo sólo disueltas, principalmente bajo la acción de la acidez gástrica y en ocasiones tras la degradación enzimática de su soporte orgánico, de manera que los elementos minerales, en general bajo forma ionizada, puedan así, ser absorbidos a través de la pared intestinal. Determinadas combinaciones químicas presentes en el alimento o formadas en el intestino son insolubles, no pudiendo ser absorbidas.

En el caso del fósforo fítico de los cereales que es poco absorbido en monogástricos, presenta menor importancia en los rumiantes debido a que los microorganismos del rumen producen un enzima, la fitasa, que hidroliza los fitatos y libera el fósforo. Otros constituyentes de los forrajes, como las fibras de las paredes celulares, y los oxalatos, disminuyen la disponibilidad de los minerales. Así, la absorción de macro y micro elementos a partir de los forrajes verdes o conservados, generalmente es inferior a la obtenida con las sales minerales u orgánicas utilizadas en la fabricación de complementos minerales.

2.6 EL FÓSFORO (P)

Méndez (1986) señala que, en los animales, el fósforo se encuentra bajo dos formas: como Ortofosfatos (sales del ácido fosfórico, H_3PO_4) y como Pirofosfatos (sales de ácido, $H_4P_2O_7$), los primeros se hallan en estado inorgánico y los segundos operan unidos con radicales orgánicos. En estado inorgánico se halla asociado con hidratos de carbono, lípidos y cuerpos de naturaleza proteica (ésteres fosfóricos, diversos fosfolípidos, prótidos fosforados de la caseína, de la ovovitelina, nucleótidos y complejos fermentativos). Algunas fosfoproteínas como la caseína, representan la fuente principal de fósforo para los mamíferos. En el suero sanguíneo, el fósforo se encuentra en forma inorgánica como constituyente de los lípidos, aproximadamente el 10 % del fósforo inorgánico está ligado a las proteínas séricas y del 50 al 60%

está ionizado. En las células rojas sanguíneas el fósforo aparece en forma inorgánica, como fósforo orgánico soluble en ácido, P lípido (fosfolípido) y fósforo RNA en proporciones que varían con la edad y la especie. La concentración de P sérico total bajo condiciones normales en la mayoría de especies es de 6 a 9 mg / dl. Church y Pond, (1990)

2.6.1 FUNCIÓN DEL FÓSFORO

Las funciones del fósforo en el organismo animal son más numerosas que la de los demás elementos, considerándose entre estas la de realizar funciones vitales en el metabolismo energético, constituirse en un componente principal del esqueleto como constituyente de los huesos y dientes y en la formación de fosfatos de azúcares, es un componente de los fosfolípidos, que desempeñan el transporte y metabolismo celular. En resumen el fósforo es un factor esencial en la síntesis y demolición de los carbohidratos, grasas y proteínas. Abranms, (1987).

Es componente como fosfato del ácido ribonucleico (RNA) y ácido desoxirribonucleico (DNA), los constituyentes vitales que se necesitan para la síntesis de proteínas. Es constituyente de varios sistemas enzimáticos (cocarboxilasa, flavo proteína).

El calcio y el fósforo están a menudo estrechamente asociados en su metabolismo en el organismo animal, que requieren un aporte suficiente y adecuado de cada elemento en una proporción aproximada de dos a uno, principalmente como cristales de hidroxapatita. El compuesto se denomina fosfato octacálcico formando parte del hueso. Cramptom, (1974).

Mc Donald (1995), afirma que la relación calcio: fósforo más adecuada para los animales explotados por el hombre, excepto las aves, oscila entre 1:1 y 2:1, aunque existen pruebas de que los rumiantes pueden tolerar relaciones más amplias, siempre que queden cubiertas las necesidades de fósforo.

2.6.2 METABOLISMO DEL FÓSFORO

La absorción del fósforo se realiza a través de un tubo gastrointestinal por medio de un transporte activo, se ha demostrado que el fósforo puede atravesar la membrana celular intestinal ante la presencia de calcio y de sodio.

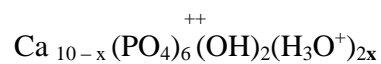
Su absorción se relaciona también directamente con la concentración dietética de fósforo, gran parte se incorpora a los fosfolípidos que se encuentran en las células de la mucosa intestinal. Mainard, (1979)

La retención ósea del calcio y del fósforo resulta de la diferencia entre la cantidad incorporada en los huesos y la cantidad movilizada por osteólisis y está sometida a control hormonal. En efecto, la osteólisis se ve estimulada por la hormona paratiroidea (PTH) y por los derivados hidroxilados de la vitamina D₃ y disminuída por la calcitonina, estando por otro lado, controlada la secreción de estas dos hormonas por la concentración en calcio de plasma sanguíneo. Jarrige (1981).

Para satisfacer las necesidades fisiológicas, los elementos minerales ingeridos deberán primeramente ser absorbidos en el aparato digestivo.

2.6.3 INTERRELACIONES ENTRE CALCIO, FÓSFORO, MAGNESIO Y VITAMINA D

El calcio se relaciona con el fósforo en proporción de 2 a 1 y se presenta en el hueso como cristales de hidroxiapatita como se observa en la siguiente fórmula:



En la fórmula cuando **X** vale cero el compuesto se denomina fosfato octacálcico y cuando **X** vale dos se le conoce como hidroxiapatita.

De allí que los huesos no solo se constituyen como unidades estructurales del organismo sino que sirven para el almacenamiento de calcio y fósforo, los que pueden ser movilizados para cubrir las necesidades del cuerpo, cuando su asimilación es inadecuada.

La Vitamina D produce una elevación de los niveles plasmáticos de calcio y fósforo para llevar a cabo la mineralización ósea normal, su deficiencia produce una calcificación ósea inadecuada (raquitismo) y una deficiencia dietaria de calcio y fósforo que provoca los mismos síntomas. Church y Pond (1990).

Jarrige, R. (1981) mencionado por (Schultz et. al., 1974) dice que estos tres elementos, están localizados principalmente en el esqueleto, que contiene el 99 % de Calcio, el 80- 85 % de Fósforo y el 70-75 % del Magnesio del organismo.

Al contrario de lo que sucede durante el desarrollo fetal, el esqueleto crece más lentamente que la masa corporal después del nacimiento: su coeficiente de alometría es de 0,70 a 0,75 tanto para el vacuno (Robelin, 1977) como para el ovino (Benevent, 1971). Como consecuencia, el porcentaje de esqueleto en la masa corporal (peso vivo vacío) disminuye, pasando de alrededor del 17 % al nacimiento al 8-9 % para un peso de 650 Kg. de vacuno, y alrededor de 0,75 para ovinos (con respecto a la masa corporal es constantemente bajo para el esqueleto). Siendo aproximadamente un punto más elevado en los machos que en las hembras y presentando diferencias significativas entre razas, con un máximo para las razas rústicas y lecheras. (Robelin, 1977). Sin embargo, esta disminución del porcentaje del esqueleto en el crecimiento está compensada por un aumento de la mineralización ósea; el contenido de materia seca del hueso aumenta considerablemente y los contenidos en Ca, P y Mg de la materia seca aumentan también, pero en menor grado.

2.6.4 PRINCIPALES FUENTES DE CALCIO Y FÓSFORO

Normalmente se asume que el fósforo y el calcio provenientes de fuentes de proteína animal son tan aprovechables como el que proviene de fuentes orgánicas.

Cromwell et al. (1976). Estas fuentes son las harinas de pescado, carne, hueso, aviar, etc. Las cualidades que determinan el valor alimentario de un complemento son su contenido de calcio y fósforo, el tamaño de las partículas y que no contengan impurezas que puedan causar efectos nocivos. Así se indica en el cuadro 6, los complementos más conocidos:

CUADRO 6: ANÁLISIS DE LOS COMPLEMENTOS COMUNES DE Ca, P y Mg

COMPLEMENTO	Ca %	P %	Mg %
Harina de huesos, cocida	24- 29	12-14	0,3
Hueso negro, gastado	27	12	
Fosfato dicálcico	23-26	18- 21	
Fosfato tricálcico	38-39	19-20	
Fosfatos defluorinados	29 – 36	12 – 18	
Roca fosfórica defluorada*	31-34	19-20	
Roca Fosfórica cruda**	24-29	13-15	
Roca caliza molida***	34-38	-	
Fosfato de calcio	17	21	
Fosfato sódico	-	22-23	
Fosfato suave	18	9	
Fosfato de cuarzo	35	15	
Fosfato diamónico	-	20	
Concha de ostión	35-38	-	
Calcita, de alto grado	34		
Yeso	22		
Oxido de magnesio			60-61

Fuente: Réf. Mainard L. et. al. “Nutrición Animal”, (1979) y Church,(1981)

*** Generalmente menos del 2 % de F.(fluor)** 2 a 4 % F.**

***** La roca dolomita contiene hasta 10 % o más de Mg**

2.6.5 LOS FOSFATOS

Los fosfatos son importantes para el metabolismo de animales y plantas, son utilizados fundamentalmente para la fabricación de fertilizantes, elaboración de alimentos concentrados y de suplementos minerales.

Todos los fosfatos solubles en agua se absorben en alta proporción (60 – 80 %). Entre los fosfatos insolubles en agua, (fosfatos naturales o no tratados, fosfato aluminico-cálcico, pirofosfatos de calcio) tienen una baja disponibilidad de absorción. Gonzáles, (1990).

IMC (1982), indica que químicamente son productos formados por la sustitución de parte o todo el hidrógeno del ácido fosfórico por metales. Según el número de átomos de hidrógeno sustituidos el compuesto obtenido se denomina fosfato primario, secundario o terciario. Los fosfatos primarios y secundarios contienen hidrógeno y son sales ácidas. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio; los primarios son más solubles.

2.6.5.1 FOSFATOS MONOCÁLCICO Y DI CÁLCICO

Comúnmente se los conoce como di-monocálcico y monocálcico, su fórmula química es CaHPO_4 y $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ respectivamente. Son utilizados como fuente de fósforo y calcio en alimentación de animales.

Poseen una granulación del 95 % < 0,4 mm, color gris o canela, humedad del 1 al 2 % y un pH de 3,2 a 4.

2.6.6 FÓSFORO DE LOS ALIMENTOS

Los animales pueden obtener el fósforo de los alimentos ya sea de origen vegetal o animal en la dieta. Estas son importantes fuentes de fósforo, ya que

generalmente proporcionan más del 50 % del total del fósforo de la dieta; sin embargo proveen menos del 50 % del fósforo disponible. (IMC) (1982).

Normalmente se asume que el fósforo proveniente de fuentes de proteína animal es tan aprovechable como el que proviene de fuentes inorgánicas; así lo indica Cornwall et al. (1976), citado por IMC (1982). Entre estas fuentes están la harina de pescado, de carne, de hueso, de concha, etc.

Entre las fuentes de origen vegetal se encuentran los cereales, subproductos de ellos, semillas de oleaginosas, variedad de subproductos vegetales, etc. La forma principal de fósforo en la mayoría de fuentes vegetales es el fósforo de fitina. La fitina se combina con otros elementos como el calcio, magnesio, zinc, manganeso y fósforo, haciéndolo poco asimilable para el animal.

Abrams, J. (1965), dice que la mayor parte de contenido de fósforo se presenta en forma de **fitato**. El ácido fítico se forma por la esterificación de los seis grupos hidróxilo del inositol, $C_6H_6(OH)_6$, con seis moléculas de ácido orto fosfórico; el producto es un ácido, capaz de formar sales cálcicas y magnésicas insolubles. En los animales con tractos digestivos simples, el ácido fítico parece bloquear la absorción del calcio y el magnesio de la dieta. Los rumiantes adultos están menos afectados debido a la intervención de la población microbiana del rumen.

Mc Donald, (1995), indica que en los cereales, la mayor parte de del elemento se encuentra en forma de fitatos, que son sales del ácido fítico, derivado del ácido fosfórico.

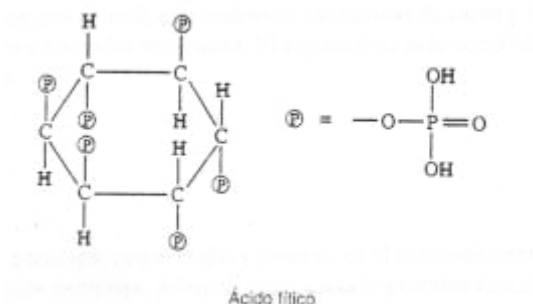
2.6.6.1 ÁCIDO FÍTICO

Ciertos alimentos de origen vegetal como el trigo contienen *fitasa* que, el estómago de los cerdos, puede hacer utilizable parte del fósforo de los fitatos por la intervención de dicha enzima. En el ganado ovino se ha comprobado que en el

rumen, tiene lugar la hidrólisis de los fitatos por *fitasas bacterianas*. Las bacterias del intestino grueso también tienen actividad fitasa.

En los animales monogástricos no está aclarada su importancia en el aporte de fósforo. Por consiguiente, parece que los rumiantes utilizan el fósforo de los fitatos del mismo modo que otras formas de fósforo.

La disponibilidad biológica del fósforo de fitina varía ampliamente, depende de la especie y edad del animal. Investigaciones demuestran que los animales jóvenes utilizan el fósforo de fitina del 0 al 10 % y los animales viejos hasta un 50 %, debido a que estos tienen mayor habilidad para utilizar esta forma de fósforo, además en ellos existe mayor presencia de la *enzima fitaza*. Nelson et al. (1971), citado por IMC (1982), dice que la fitaza hidroliza el fósforo fítico, haciéndolo disponible para el animal. (Ver fórmula ácido fítico).



El ácido fítico es un éster de ácido hexafosfórico con inositol. Cuando este ácido se combina con un catión y forma una sal. Esminger y Olentine, (1983).

2.6.6.2 CONTENIDO DE FÓSFORO EN ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL

Hace muchos años se hablaba de la importancia de las fuentes de fósforo de origen vegetal, por lo que Halloran, H. (1980), menciona que el fósforo de las plantas es una fuente económica para la alimentación de animales, manifestando también que el fitato es la forma de almacenamiento de fósforo en las semillas.

En el anexo 5 se observa alimentos de origen vegetal con su contenido de fósforo y se encuentra que de $\frac{2}{3}$ a $\frac{3}{4}$ del fósforo se encuentra en forma de fitina para la mayoría de alimentos.

2.6.6.3 BIODISPONIBILIDAD DEL FÓSFORO

El Internacional Minerals & Chemical Corporation (IMC) (1982), dice que la biodisponibilidad representa la disponibilidad o aprovechamiento biológico del elemento. Esta es una de las consideraciones más importantes al momento de seleccionar fuentes de fósforo. Debe conocerse que el contenido total de un elemento mineral tiene poca importancia a menos que sea calificado por un factor de biodisponibilidad.

Ningún elemento es completamente absorbido y utilizado, parte de ellos se pierde en la digestión normal y procesos metabólicos. Análisis químicos demuestran cuanto fósforo está presente en un alimento, pero no indica en que grado este fósforo es utilizado al ser consumido por los animales. Antes de dar un valor nutricional a una fuente de fósforo, este debe estar en la forma en que pueda ser digerido, absorbido y transportado a la parte del cuerpo en la que pueda ser utilizado.

La biodisponibilidad puede ser definida como la medida de la destreza de un elemento para proveer los nutrientes disponibles, en este caso las fuentes de fósforo pueden ser clasificadas por su efectividad. McDowell, R. (1984).

En el anexo 6, observamos la biodisponibilidad de distintas fuentes de fósforo, podemos analizar que los fosfatos inorgánicos y los alimentos de origen animal, tienen un alto valor de disponibilidad. A diferencia de los productos de origen vegetal que tienen un valor muy bajo debido al gran porcentaje de fósforo ligado en forma de *fitina*

En el anexo mencionado se utiliza como valor referencial al fosfato beta-tricálcico, el mismo que se lo ha seleccionado debido a que tiene la forma en la que la mayoría de fosfatos ocurre en la naturaleza, es uniforme en su composición, muy estable y de muy buena calidad biológica. A este fosfato se le asignó arbitrariamente el valor de 100 y se comparó el resto de valores con este estándar. Halloran. (1980).

2.7 DEFICIENCIA DE MINERALES Y LA IMPORTANCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN

Las deficiencias de minerales y los desbalances en herbívoros se reportan desde casi todas las regiones tropicales del mundo, los elementos minerales que tienen más probabilidad de faltar en condiciones tropicales son: Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se y Zn. por lo tanto; la nutrición y suplementación mineral adecuada es muy esencial en la salud animal para obtener altos niveles de producción. La falta de atención al contenido mineral de la ración balanceada conduce a bajos rendimientos, la posibilidad de enfermedades y problemas reproductivos. Pero debe considerarse siempre que el suministro de los suplementos minerales en la ración conduce a un aumento de los costos de producción sin ningún beneficio al no ser digeridos en su totalidad. McDowell, et al. (1984).

Méndez, F. (1986), manifiesta que los animales domésticos deben recibir los nutrientes que requieren en cantidades necesarias y en forma balanceada para que desarrollen su máxima eficiencia reproductivas. Generalmente los rumiantes reciben la mayor parte de sus necesidades minerales de los forrajes, desafortunadamente estos no son capaces de satisfacer completamente los requerimientos minerales, y menos cubrir balanceadamente la dieta. Los síntomas por deficiencia de fósforo en los animales se manifiestan con un lento crecimiento, baja fertilidad, poca producción, mayor susceptibilidad a infecciones, entre otros problemas.

McDowell, et al. (1984), manifiesta que la deficiencia mineral más común es la falta de fósforo, en la mayoría de los pastizales de los países tropicales, el suelo y

las plantas son bajas en fósforo. Muchas especies de gramíneas contienen más del 0,3 % de P durante la etapa de crecimiento y es disponible para el ganado en pastoreo, pero en cortos periodos. La mayor parte del tiempo, los forrajes maduros contienen menos del 0,15 % de fósforo, además otro factor que afecta es que los suelos contienen altas cantidades de hierro y aluminio lo que eleva la deficiencia de fósforo debido a que forman complejos de fosfatos insolubles.

Reportó además, que la tasa de crecimiento el porcentaje de parición, la producción lechera y de carne son afectados por deficiencias minerales y por lo tanto las necesidades de minerales son mayores. Los animales en pastoreo y suministradas sales minerales, ocasionalmente pueden volverse voraces; bajo tales condiciones los animales consumen de 2 a 10 veces más del consumo diario normal.

2.7.1 SALES MINERALES

Son mezclas constituidas por diferentes fuentes de macro y micro elementos en diferentes concentraciones. La concentración de los elementos minerales es expresada en algunas unidades de concentración por ciento (%), partes por millón (ppm), gramo por kilogramo (g/Kg), miligramos (mg/Kg) y microgramos por gramo (ug/Kg), del total de la materia seca consumida. McDowell (1984).

Sin embargo; no todas las sales minerales se absorben con alta eficacia. Así, en los corderos en crecimiento, la disponibilidad de absorción del fósforo (P) de los fosfatos puede variar desde menos del 20 % a más del 75 %, según la fuente utilizada.

Por otra parte, existen interacciones entre los elementos minerales en el tubo digestivo, de tal forma que el exceso de uno de ellos puede dificultar la absorción de uno de ellos. Gonzáles (1990).

2.8. LA ROCA FOSFÓRICA (fosforita).

Son rocas naturales que contienen uno o más minerales de fosfato de calcio con una pureza y en cantidad suficiente como para permitir su uso, ya sea directamente o luego de concentrada en la elaboración de productos comerciales. Se clasifican como rocas de origen volcánico compuestas en su mayor parte en minerales fosfatados, con una pureza y calidad para ser utilizadas. Melgar, R. et al. , (1999).

El origen de la fosforita no ha sido totalmente comprendido, pero la acumulación puede tener lugar en condiciones de sedimentación lenta, en áreas restringidas en las que prevalezcan circunstancias reductoras, incluyendo el vulcanismo submarino, el desprendimiento de anhídrido sulfuroso, el estrecho control de la temperatura del agua y el pH. Ricaldi (1984).

Las rocas fosfatadas constituyen la materia prima para la fabricación de los fertilizantes fosfatados modernos, de alta concentración de fósforo y solubilidad inmediatamente disponible para las plantas. Estas se clasifican como Apatitas o Fluorapatitas, si son de origen marino y Fosforitas si son de origen volcánico. Los fosfatos naturales comprenden más de 200 especies mineralógicas; siendo los más abundantes aquellas de la familia de las Apatitas. Kwaschdc, R. (1998).

2.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA FOSFÓRICA ECUATORIANA

En síntesis lo más relevante se detalla a continuación en el siguiente cuadro:

CARACTERÍSTICAS	
- RESERVAS	28 millones de Toneladas
- CONTENIDO DE P	12 al 30% (P ₂ O ₅)
- COLOR	Gris oscuro, amarillo,
- GRANULOMETRÍA	2 mm , maciza y compacta
- FORMA	esferoidal y alargada
- MINERALOGÍA	estructura cristalina
- Ca/P ₂ O ₅	1 a 5

CUADRO 7. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ROCA FOSFÓRICA ECUATORIANA.

COMPONENTES DE LA ROCA FOSFORICA NAPO	1 %		2 %
Humedad	0,51	-	0.41
Perdidas por ignición	12,01	-	-
SiO ₂	14,30	-	-
P ₂ O ₅	20,29	P ₂ O ₅	21.14
Fe ₂ O ₅	0,85	-	-
CaO	49,99	Ca	23.00
MgO	0,37	Mg	0.10
MnO	0,01	-	
Al ₂ O ₃	0,84	-	
NaO ₂	0,07	Na	0.10
K ₂ O	0,15	K	0.10
F	2,00		
Análisis Complementarios		Cu ppm	6
Carbonatos (CO ₃)	28,83	Mg ppm	47
Materia Organica (MO)	2,32	Zn ppm	263
Arsénico	8 ppm		
Uranio	79 ppm		

1. FUENTE: Determinados por Química Salvador, S. (2003)

2. Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) 2003

2.8.2 PROCEDIMIENTOS PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DEL P₂O₅ DE LA ROCA FOSFÓRICA

Según Hamond y Roy (1985) citado por Leon. L. (1983) con el fin de incrementar la solubilidad del fósforo es posible efectuar modificaciones de las rocas fosfóricas. Estas son: el granulado (molida fina), coganulación con superfosfato triple u otra fuente soluble de fósforo y acidulación parcial con ácido sulfúrico

(H₂SO₄) o fosfórico (H₃PO₄). Gran parte de fosforitas o apatitas conocidas como fuente de calcio y fósforo son utilizadas como materia prima en la elaboración de fosfatos, los mismos que pueden ser preparados por vía húmeda, por goteo, por precipitación, por vía hidrotérmica y térmica o a partir de soluciones concentradas de calcio y fosfato, formas mediante las cuales se puede volver disponible el fósforo y el calcio presentes . Melgar, (1999).

2.9 MÉTODOS DE ANALISIS NUTRICIONALES

2.9.1 In vivo.

McDonal (1995), indica que para estos ensayos el alimento dieta bajo estudio es suministrado a un grupo de animales (4 a 6 generalmente ovinos) por un período de tiempo (+/- 15 días) el alimento es precisamente pesado y suministrado en forma individual y las heces son recolectadas diariamente y perfectamente pesadas. El nivel de alimentación debe ser cercano a mantenimiento. Se determina materia seca tanto del alimento como de las heces.

Con estos parámetros ya puede determinar la digestibilidad de la materia seca, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad} = \frac{\text{Consumido} - \text{Excretado}}{\text{Excretado}}$$

Si posteriormente se somete tanto el alimento como las heces a otros análisis (MO, PB, FB, Ceniza, etc.), se obtiene la digestibilidad de cada una de estas fracciones.

Cabe recalcar que a este tipo de digestibilidad se le denomina aparente debido a que en las heces no solo aparecen los nutrientes no digeridos de la dieta sino que también se encuentra algunos nutrientes especialmente proteína, minerales, etc., que son productos de las descamaciones y secreciones del intestino.

McDonald (1995), menciona que la digestibilidad de un alimento es eficiente cuando este no es excretado por las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbido, por lo general esta fracción absorbida se representa con el cálculo del coeficiente de digestibilidad el mismo que expresa el porcentaje asimilable de los principios nutritivos de un alimento.

Maynard (1980), basado en estudios sobre digestibilidad establece que la digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto gastrointestinal debido a la absorción.

2.9.2 GENERALIDADES DE LOS MÉTODOS

La mayoría de los métodos de análisis dependen de varios procedimientos químicos y/o físicos que son específicos para un elemento o grupo de elementos (nutrientes) relacionados. Una característica común de varios procedimientos es que estos se basan en el uso de ácidos, bases o solventes concentrados que biológicamente son muy severos, Como resultado un gran problema de los análisis de nutrientes es que el procedimiento químico puede decir cuantitativamente cuanta cantidad de nutrientes está presente pero nos dice muy poco sobre la utilización que el animal pueda hacer de estos nutrientes. Es por ello que se han diseñado algunos procedimientos biológicos para intentar conocer la disponibilidad de determinados alimentos, si bien estos métodos son un poco más engorrosos y demorados que los análisis químicos.

Los análisis expresados a continuación no son los únicos que existen para la evolución de la calidad de alimentos aunque estos constituyen en cierta manera la columna vertebral de la valoración de los alimentos. Además los métodos expresados pueden tener varios cambios con el propósito de dar resultados específicos o adaptarlas a determinados tipos de los alimentos los cuales son análisis proximal.

Materia seca : Método de Weende.

Proteína cruda	: Método Kjeldhal.
Grasa	: Método Van Soxleth.
Minerales	: Por Absorción Atómica.
Fósforo	: Por Espectrofotometría.

2.9.3 MUESTREO DE MATERIAS BIOLÓGICAS

Cuando se requiere conocer los nutrientes que metaboliza el organismo hay que conocer los que ingieren, los que excretan y los que acumulan para saber lo que ingiere nos basta analizar los alimentos que consume el animal. Para saber lo que excreta generalmente se analiza las heces y orina.

2.9.3.1 HECES.

El objetivo de coleccionar heces es para los estudios de digestibilidad, balances de nitrógeno, calidad de proteína, minerales, etc. Cada prueba tiene su metodología especial de la cual dependerá la forma de muestreo, pues no es la misma colección para digestibilidad utilizando marcadores que la colección total de desechos.

Cuando se dispone de jaulas metabólicas que permite recoger separadamente las heces, estas se deben coleccionar diariamente a la misma hora durante todo el período de recolección para de esta forma evitar alteraciones en los resultados. Si se lleva a cabo un experimento en el cual se colecciona todas las heces excretadas ya sean con trampas en jaulas metabólicas o arneses especiales se debe hacer la colección diariamente y aproximadamente a la misma hora se debe pesar las heces y separar una parte (10 % ovinos), desechando el resto al final del período del experimentación se mezclan las heces y se toma una parte (aproximadamente 500 g) para su envío al laboratorio.

El uso de marcadores (óxido de cromo, óxido férrico, etc.) y de indicadores (sílice, lignina, etc.), en las pruebas de digestibilidad tiene la ventaja de que no es necesario recoleccionar la totalidad de la de heces siendo suficiente con una parte de

los excretado sin embargo hay algunas variantes en cuanto a la forma y período de colección. Mainard (1981).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACION DE LA FASE EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en dos fases; la primera se llevo a cabo en la Provincia del Carchi, Cantón Montúfar, Ciudad de San Gabriel, en la hacienda “La Bretaña”, bajo la coparticipación del Centro Agrícola a través del Proyecto IQCT-054 del convenio CAM-PROMSA.

La segunda se desarrollo en los Laboratorios de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental “Santa Catalina” INIAP-Quito.

3.1.1 UBICACIÓN Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN MONTUFAR, PROVINCIA DEL CARCHI

En el cuadro siguiente se muestran las características del medio natural del clima de “La Bretaña”

Parámetro	Unidad	Valor Promedio
Altitud	Msnm	2860
Latitud	N	00 ⁰ 36'
Longitud	W	77 ⁰ 49'
Temperatura mínima	⁰ C	4
Temperatura media	⁰ C	12
Precipitación anual	mm	1200
Humedad Relativa	%	80

--	--	--

Fuente: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COLEGIO “J. MARTÍNEZ ACOSTA” (2004)

3.2 MATERIALES E INSUMOS

3.2.1 MATERIALES

- ♦ Cuarenta y ocho ovejas
- ♦ Desparasitantes (levamizol, alvendazol)
- ♦ Complejo B16
- ♦ Vacuna (Bacterina triple)
- ♦ Desinfectantes (Vanodine y Creso)
- ♦ Algodón
- ♦ Fundas plásticas
- ♦ Material de oficina
- ♦ Jaulas metabólicas (ocho)
- ♦ Balanza
- ♦ Mangueras de agua
- ♦ Aretes
- ♦ Baldes
- ♦ Nevera
- ♦ Jeringas desechables
- ♦ Caja térmica
- ♦ Equipo de limpieza

3.2.2 EQUIPOS DE LABORATORIO

- Balanza analítica
- Equipos para determinación de análisis Van Soest (PB, FDA, FDN, Grasa)
- Estufa
- Equipo para determinación de Minerales

3.2.3 INSUMOS

- Roca fosfórica molida
- Fosfato monocálcico de roca fosfórica nacional
- Fosfato dicálcico de roca fosfórica nacional
- Fosfato comercial importado
- Carbonato de calcio nacional
- Sulfato de Magnesio
- Azufre Micronizado
- Sal molida
- Premezcla bovina
- Carbonato de Cobalto
- Sulfato de Cobre
- Oxido de Manganeso
- Oxido de Zinc
- Ioduro de Potasio
- Selenito de Sodio
- Heno de alfalfa
- Concentrado
- Vitaminas AD3
- Anticompactante
- Saborizante

3.3 METODOS

3.3.1 FACTORES EN ESTUDIO

- Roca fosfórica nacional molida
- Sal mineral con fosfato monocálcico nacional

- Sal mineral con fosfato dicálcico nacional
- Sal mineral con fosfato importado (comercial)

3.3.2 TRATAMIENTOS

Primeramente se realizó el proceso de elaboración de la materia prima como son los fosfatos monocálcico y dicálcico de la roca fosfórica nacional en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos y Ambiental (FIGEMPA) de la Universidad Central del Ecuador.

Los tratamientos con las sales minerales aplicados en la hacienda “La Breña ” (Proyecto CAM-PROMSA) en el ensayo se elaboraron en los Laboratorios de las industrias Roche Ecuador y Alimentos - Guayaquil en base a premezclas en las que se incluyeron los fosfatos nacionales, el fosfato comercial y la roca fosfórica molida, los mismos que se describen a continuación:

TABLA 1. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Tratamientos	Descripción
T1	Sal Leche (con fosfato comercial)
T2	Sal sin fósforo (testigo)
T3	Sal Fosfato Monocálcico nacional
T4	Sal Roca fosfórica molida
T5	Sal Fosfato Di cálcico nacional
T6	Sal Roca fosfórica molida + Vitaminas AD3

3.3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con ocho repeticiones.

CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Número de tratamientos: Seis (6)

Número de repeticiones: Ocho (8)

CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo constituida por una oveja macho mestizo (rambouillet x criollo) de seis meses de edad, con un peso vivo promedio de 9.5 Kg de peso vivo. Se considero la utilización de ovejas cruzadas para el desarrollo de la investigación, por sus características morfológicas y fisiológicas adecuadas para superar de modo eficiente los extremos climáticos que se presenten.

3.3.3.1 ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.3.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	47
Repeticiones	7
Tratamientos	5
T1 Vs T5	1
T2 Vs T1, T3,T4,T5,T6	1
T2 Vs T1,T3, T5	1
T3 Vs T1, T5	1
T4 Vs T6	1
Error Experimental	35

ANÁLISIS FUNCIONAL

- Coeficiente de Variación: (CV %)
- Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

- Comparaciones Ortogonales entre tratamientos.

3.3.3.1.2 VARIABLES EVALUADAS

- Digestibilidad aparente de la materia seca
- Digestibilidad aparente del Fósforo, Calcio y Magnesio
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Rendimiento a la canal
- Cantidad de Fósforo, Calcio y Magnesio, acumulado en los huesos de los ovinos.
- Costo de los tratamientos

3.3.3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la presente investigación se realizó el análisis de presupuesto parcial siguiendo la metodología de Perrín, (1988).

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 PREPARACIÓN DE MATERIALES EXPERIMENTALES

Como parte fundamental del ensayo primeramente se procedió a la fabricación de los fosfatos monocálcico $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y dicálcico CaHPO_4 de la roca fosfórica nacional, en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos y Ambiental (FIGEMPA) de la Universidad Central de Ecuador.

Posteriormente, se procedió a realizar pruebas de laboratorio hasta obtener un método semindustrial que se adapte a las condiciones de la materia prima nacional, una vez determinado el proceso más viable se procedió a la elaboración

de los fosfatos nacionales, cuyas características más importantes obtenidas del proceso se indican a continuación:

**CUADRO 8 : CARACTERÍSTICAS DE LOS FOSFATOS Y ÁCIDO FOSFÓRICO
OBTENIDOS DE LA ROCA FOSFÓRICA NACIONAL**

PRODUCTO	DENSIDAD	CONCENTRACIÓN % H ₃ PO ₄	CONTENIDO DE FÓSFORO	CONTENIDO DE CALCIO
ÁCIDO FOSF.	1,13	18.08	-	-
FOSFATO MONOCÁLCICO	-	-	26,77 % P ₂ O ₅ 11,68 % P	42,68 % Ca
FOSFATO DICÁLCICO	-	-	23,79 % P ₂ O ₅ 10,38 % P	27,04 % Ca

Fuente: Determinado por Química. Salvador, S. (2004)



En el gráfico siguiente se sintetiza el proceso de obtención de los fosfatos a partir de la Roca fosfórica Nacional.

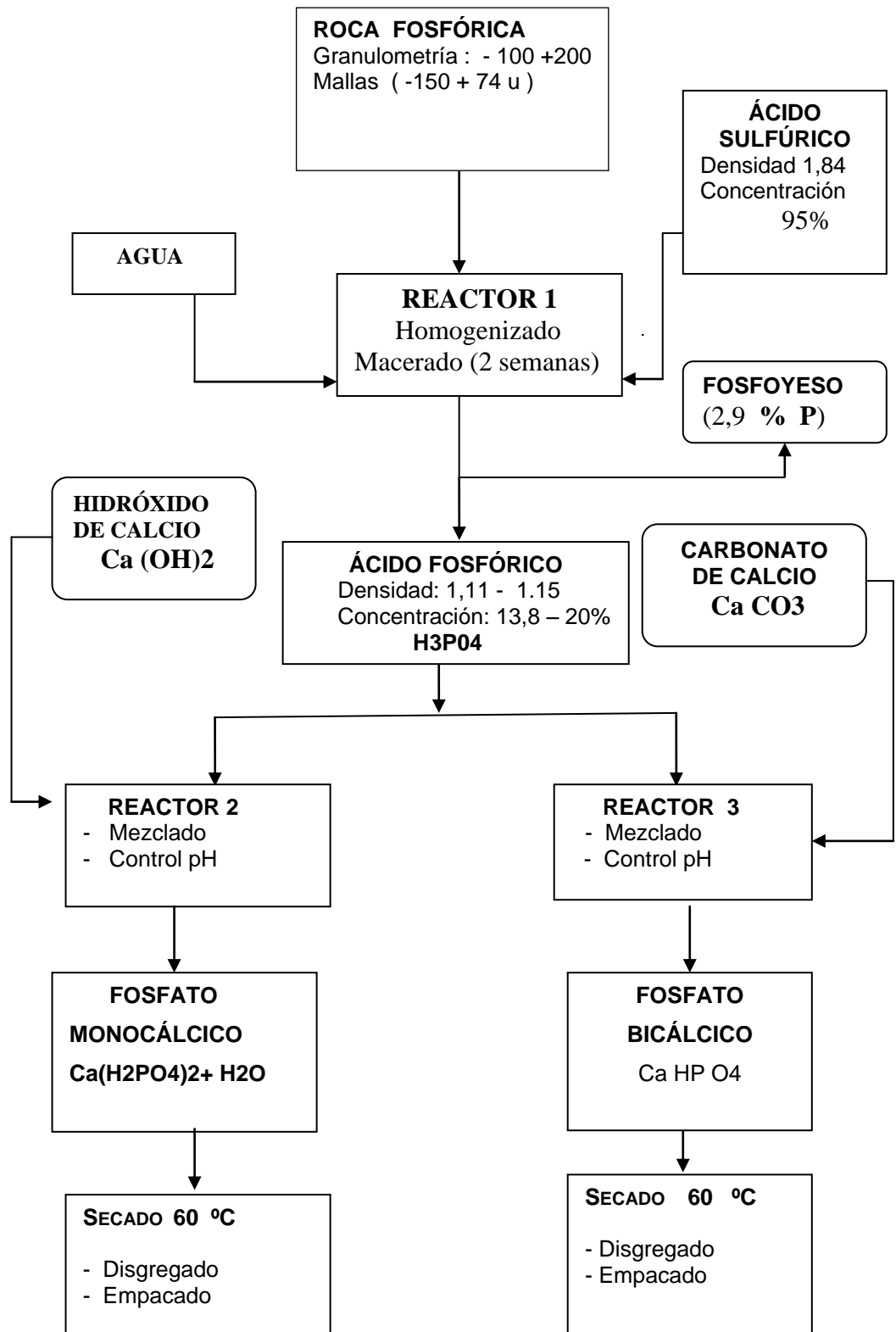


Figura 2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS FOSFATOS DE ROCA NACIONAL

Una vez obtenidos los fosfatos monocalcico y dicalcico, utilizando la roca fosfórica (Napó) y previo a un análisis químico se procedió a la elaboración de 15 Kg de sales minerales para cada tratamiento, los elementos en estudio constituyeron el 64 %, como se observa en el cuadro siguiente:

CUADRO 9. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS SALES EN ESTUDIO

COMPOSICIÓN	Sal Leche Comercial	Sal sin Fósforo	Fosfato Monocalcico Nacional	Roca Fosfórica Molida	Fosfato Dicalcico Nacional	Roca Molida +Vitamina AD3
Mat. Prima	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	%	%	%	%	%	%
Carbonato de Calcio	19,00	64,00	-	-	-	-
Fosfato Di cálcico	45,00	-	64,00	64,00	64,00	64,00
Fosfato Monocalcico	-	-	64,00	-	-	-
Fuente de Mg	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fuente de azufre	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal molida	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50
Premezcla	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Alimentos y Roche – Ecuador (2003)

Obtenidas las sales minerales, se procedió a suministrar a los animales (ovinos) en mezcla con la dieta base, en una proporción de 20 g de sal/oveja/día. Tomando en consideración que los animales que se encontraban en la jaula metabólica

recibían raciones individuales, mientras que los animales de los corrales consumían la ración en grupo 7 animales conforme se indica a continuación.

CUADRO 10: APORTE MINERAL DE LAS SALES

TRATAMIENTO	Calcio (%)	Fósforo (%)	Relación (Ca:P)
T1 Sal comercial	1.77	0.83	2.15
T2 Sal sin fósforo	1.93	0.02	2.70
T3 Sal fosfato monocálcico Nacional	1.91	0.81	2.34
T4 Sal roca fosfórica molida	1.74	0.79	2.19
T5 Sal fosfato dicálcico Nacional	1.77	0.80	2.21
T6 Sal roca fosfórica + Vit AD3E	1.74	0.79	2.19

CUADRO 11: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS SALES MINERALES

COMPOSICIÓN	%	Sal Leche Comercial	Sal sin Fósforo	Fosfato Monocálcico Nacional	Roca Fosfórica Molida	Fosfato Dicálcico Nacional	R. Molida +Vitamina AD3
Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Calcio	%	18	18	28	28	18	28
Fósforo	%	9	0.07	8	6	7	6
Sodio	%	11	12	12	11	12	12
Magnesio	%	2	1	1	2	1	1
Azufre	%	2	2	2	2	2	2
Cobalto	ppm	10	5	5	10	5	5
Cobre	ppm	3000	1500	1500	3000	1500	1500
Yodo	ppm	200	100	100	200	100	100
Manganeso	ppm	3000	1500	1500	3000	1500	1500
Selenio	ppm	20	10	10	20	10	10

Zinc	ppm	3000	1500	1500	3000	1500	1500
------	-----	------	------	------	------	------	------

Fuente: ALIMENTSA Y ROCHE-ECUADOR. 2003.

3.4.2 OVINOS

Para la realización del ensayo de evaluación de las sales minerales, se adquirió cuarenta y ocho (48) ovejas machos en la Hacienda Antisana provincia de Pichincha previa una selección de las características de la unidad experimental descritas anteriormente.

3.4.3 JAULAS METABÓLICAS Y PREPARACIÓN DE INSTALACIONES

Se construyeron seis jaulas metabólicas, seis comederos y seis bandejas de malla plástica para facilidad de recolección de las heces. Estos equipos fueron contruidos en el lugar del ensayo.

Previo al ingreso de los animales a las jaulas se procedió a acondicionar el lugar de estabulación y desinfección de las instalaciones fumigando con Vanodine, en solución de 2cc/lit de agua.

3.4.4 HENOLAJE

El Henolaje se compró en Salinas, Hacienda “La Concepción”; previo al ensayo se hizo un muestreo para realizar su respectivo análisis químico conforme lo demuestra el cuadro 12.

CUADRO 12: ANÁLISIS NUTRICIONAL DE HENOLAJE ALFALFA Y CONCENTRADO

Hum%	Prot.%	Ca%	P%	Mg%	K%	Na%	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
44,33	14,65	1,83	0,22	0,04	1,81	0,06	12	275	84	25

11.88	16.52	0.57	0.83	0.31	2.12	0.08	14	500	78	64
-------	-------	------	------	------	------	------	----	-----	----	----

Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2003.

3.4.5 COMPOSICIÓN DE LA DIETA BASE

La dieta base estuvo constituida por henolaje de alfalfa (30 %) y un concentrado (70 %) a base de soya, maíz, afrecho de trigo, palmiste, harina de banano y melaza, productos que se consiguieron en el mercado nacional, el mismo que tuvo la presentación de pellets, luego se formuló de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento de las ovejas, cuya composición porcentual se describe en el Cuadro 13. Esta se ofreció en condiciones y cantidades de 1,5 Kg./oveja / día para todos los tratamientos.

CUADRO 13: COMPOSICIÓN DE LA DIETA BASE (HENOLAJE Y CONCENTRADO)

COMPOSICIÓN	% EN BASE SECA
Materia Seca	88.12
Proteína Bruta	16.65
EF	33.54
ENN	44.09
EE	1.88
Materia orgánica	91.67
Ca	1.93
P	0.72
Mg	0.24

Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ,2003.

3.4.6 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

El experimento contemplo un periodo de adaptación de veinte y cinco días, durante los cuales se procedió al areteado (numeración), desparasitación marca

comercial **Ivermectina** (**ingrediente activo**) en dosis de 1,5 cc por animal vía subcutánea, luego se sometió a las ovejas al proceso de estabulación y se realizaron horarios de pastoreo, paralelamente a esta adaptación se procedió al suministro progresivo del heno, concentrado y sal mineral, hasta alcanzar el momento que el rumen de los ovinos se acostumbren al tipo de dieta y el uso de las jaulas metabólicas. (Anexo 8 fotos)

3.4.7 VACUNACIÓN

Una vez concluido el periodo de adaptación se realizo la aplicación de Vacuna contra Carbón sintomático, Edema Maligno y Pasteurelosis con (Bacterina Triple 33 %), nombre comercial, en dosis de 2cc por animal vía subcutánea.

En forma de profilaxis, para evitar contagio de neumonías y diarreas presentes en varios animales experimentales, se aplico a todos una dosis de Tramicín LA. (200 mg /cc de oxitetraciclina base) en dosis de un cc vía intramuscular profundo por 10 kg de peso vivo.

3.4.8 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES Y TRATAMIENTOS

Para iniciar el experimento, previo a un periodo de adaptación de 25 días se procedió a la distribución al azar de las unidades experimentales en los corrales respectivos, colocando en cada uno de éstos 8 ovejas, estableciendo de esta manera 6 grupos de experimentación.

El desarrollo del experimento duro 96 días; para iniciar con este proceso se dispusieron 6 jaulas metabólicas en las cuales se coloco una oveja a las que les suministro 1,5 kg de dieta base más 20 g de sal mineral (tratamiento) por día.

Para el control de consumo de alimento y evaluación de la digestibilidad se utilizo una oveja estabulada en jaula metabólica por tratamiento durante un periodo de doce días.

3.4.9 CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo diario de alimento se midió por diferencia entre la cantidad ofrecida y el sobrante, utilizando una balanza de precisión para el caso. Se expresó en gramos por kilogramo de peso vivo (g /Kg), con el objeto de una vez concluido el ensayo determinar la conversión alimenticia (CA), la misma que se evaluó mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{CA} = \text{Kg de alimento consumido} / \text{Kg de ganancia peso}$$

3.4.10 RECOLECCIÓN DE HECES FECALES

Durante los doce días de medición de cada grupo correspondiente a los seis tratamientos, se procedió a la recolección en fundas plásticas individual por animal, luego se pesó y registró el total excretado, separando un 10 % del total de heces, debidamente codificado.

Posteriormente se conservaron en congelación hasta su respectivo análisis químico, al final del experimento se mezclaron todos los porcentajes de las repeticiones y se tomó una muestra por cada tratamiento (500 g) para ser enviadas al laboratorio para su respectivo análisis correspondiente

3.4.11 PESO

Con el objeto de determinar el incremento de peso y el rendimiento a la canal, durante el periodo del ensayo se registraron cuatro pesos, el inicial, dos intermedios y al final antes del faenamiento, para lo cual se dejaron sin alimento por el lapso de doce horas los cálculos se realizaron con la fórmula siguiente:

$$\text{IP} = \text{P inicial} - \text{P final}$$

El rendimiento a la canal se determinó mediante el faenamiento de los ovinos una vez concluido el ensayo, el procedimiento se lo efectuó con el peso final vivo, luego del sacrificio se evisceró se cortó la cabeza y las extremidades y por último se tomó el peso de la canal caliente para proceder al cálculo con la siguiente fórmula:

Rendimiento a la canal = P final vivo / P de la canal caliente x 100

3.4.12 DETERMINACIÓN DE FÓSFORO, CALCIO Y MAGNESIO EN LOS HUESOS

A los ciento veinte y dos días de culminado el periodo de medición del ensayo se realizó el faenamiento de las ovejas, registrándose sus pesos libre de vísceras y realizando la extracción de porciones de huesos (400 g) correspondientes a cada una de las ovejas, debidamente codificados, congelados y enviados al Laboratorio de Nutrición y Calidad (INIAP), para determinar el contenido de minerales, mediante análisis químico por el método de Absorción Atómica para macro y micro elementos, excepto el fósforo que se lo determinó por espectrofotometría.

3.1.13 MÉTODOS DE ANÁLISIS QUÍMICO UTILIZADOS

El análisis químico de las muestras correspondientes a las sales y heces se realizó según el Sistema de Weende.

Materia seca	:	Muestra seca en una estufa a 105 °C.
Ceniza	:	Incineración a 600 °C.
Proteína cruda	:	Método Kjeldhal.
Grasa	:	Método Soxhlet.
Minerales	:	Por Absorción Atómica.
Fósforo	:	Por Espectrofotometría.
Materia Orgánica	:	Se calculó según la siguiente fórmula:

% Materia Orgánica = 100 - % ceniza (en base seca).

Realizados los análisis de heces fecales y huesos, se procedió a determinar la cantidad de nutrientes digeridos por diferencia entre lo ingerido y lo excretado, dividido por lo ingerido y multiplicado por cien, lo que permitió obtener el coeficiente de digestibilidad de cada nutriente:

$$CD(\%) = \frac{D - H}{D} \times 100$$

D

CD = Coeficiente de digestibilidad

D = Cantidad de nutriente en las dietas (Materia seca, materia orgánica, Proteína y Fósforo).

H = Cantidad de nutrientes en las heces y huesos (Materia seca, materia orgánica, Proteína y Fósforo).

3.4.14 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se siguió la metodología de Presupuesto parcial de acuerdo a Perrín et al (1998), en el que se registró los siguientes datos:

- Incremento de peso de las ovejas (Kg.)
- Precio de venta de las ovejas (US. / Kg.)
- Costo de henolaje y concentrado (US. / Kg.)
- Costo de Sales minerales (US. / Kg.)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusión sobre esta investigación se presentan para las variables: Digestibilidad aparente de la materia seca, del fósforo, calcio y magnesio, conversión alimenticia, rendimiento a la canal y fósforo acumulado en los huesos.

4.1 DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MATERIA SECA

Maynard (1980) sostiene que una prueba de digestión implica cuantificar los nutrientes consumidos y las cantidades que se eliminan en las heces, tomando como base esto, la investigación presenta los siguientes resultados:

CUADRO 14: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIGESTIBILIDAD APARENTE IN-VIVO DE LA MATERIA SECA EN OVINOS, SAN GABRIEL- CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Digestibilidad MS (%)
TOTAL	47	
Repeticiones	7	38,830 **
Tratamientos	5	20,903 Ns
T1 Vs T5	1	0,422 *
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	64,564*
T2 Vs T1,T3,T5	1	22,718 Ns
T3 Vs T1,T5	1	10,416 *
T4 Vs T6	1	37,149 *
Error Experimental	1	
	35	
X		77,13

CV. (%)	5,58
---------	------

Ns.= No significativo ** = Altamente significativo al 1%

* = significativo 5 %

Igualmente al realizar un análisis de medias de los tratamientos y graficar los resultados se encontró diferencias matemáticas como se observa en el gráfico 3, dónde los tratamientos a base de roca fosfórica (T4 y T6) y T3 (dieta base + sal fosfato monocálcico) presentan mayor grado de digestibilidad de la materia seca.

Los datos obtenidos se encuentran dentro de los márgenes de digestibilidad de la materia seca indicados por Mc Donald (1995), dice que los rumiantes son capaces de digerir en forma más completa que los herbívoros no rumiantes y que las ovejas alcanzan un coeficiente de digestión del 79 % para la materia seca y 87 % para los Carbohidratos. Lo que justifica los resultados debido a que la dieta base estuvo constituido por buena cantidad de carbohidratos.

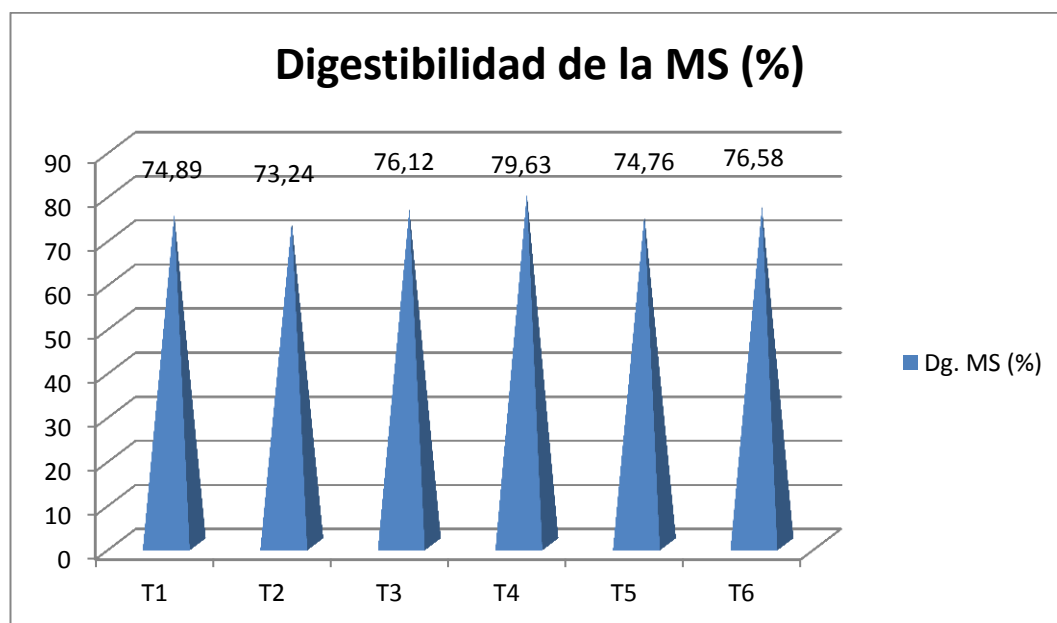


Gráfico 3: Digestibilidad aparente In-vivo de la Materia Seca en ovinos

Estos márgenes se encuentran dentro de los márgenes de digestibilidad, McDonald (1995), que dice: los rumiantes son capaces de digerir en forma más completa que los herbívoros no rumiantes y que las ovejas alcanzan un coeficiente

de digestión del 79 % para la materia seca y 87 % para los Carbohidratos. De acuerdo con este hecho, puede observarse que al administrar una ración mixta (alimento grosero+concentrado), cuya digestibilidad de la materia seca está entre 0.6 y 0,8 respectivamente, la digestibilidad de la ración global sería de 0.7 (70 %). En estos casos, la rápida fermentación del almidón hasta ácidos grasos volátiles (AGVs) disminuye el pH del rumen hasta 6 o menos, un pH menor inhibe a los microorganismos celulolíticos y disminuye la digestibilidad de la fibra. McDonald (1995), menciona además que las mayores reducciones en la digestibilidad se produce al aumentar el nivel de ingestión de alimentos groseros molidos y granulados, así como con algunos subproductos fibrosos, (0,05 unidades por unidad de aumento en el nivel de alimentación).

4.2 DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FÓSFORO

Respecto al análisis estadístico para la Digestibilidad de los minerales más importantes como el fósforo, calcio y magnesio, no existe diferencia significativa para los tratamientos como se observa en el cuadro 15, lo que implica que la digestibilidad de estos elementos fue igual en todos los tratamientos.

CUADRO 15: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FOSFORO, SAN GABRIEL- CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Digestibilidad del Fósforo (%)
TOTAL	47	
Repeticiones	7	982,604 **
Tratamientos	5	54,462 Ns
T1 Vs T5	1	29,594 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	44541,83**
T2 Vs T1,T3,T5	1	4640,37 **
T3 Vs T1,T5	1	61,699 Ns
T4 Vs T6	1	104,704 Ns
Error Experimental	35	

X	56,1
CV. (%)	20,34

Ns = No significativo ** = Altamente significativo al 1%

Realizadas las comparaciones ortogonales se determinó que existe diferencias altamente significativas para la digestibilidad del fósforo entre el T2 (Dieta base) Vs T1 (Dieta base + sal comercial), T3 (Dieta base + Sal fosfato monocálcico nacional) y T5 (Dieta base + Sal fosfato dicálcico nacional), evidentemente estos tratamientos presentaron una digestibilidad superior del fósforo de: 62,68 %, 60,64 %, 57,92 % para (T3, T5 y T1) respectivamente frente a 32,60 % que es el testigo.

Estos datos se encuentran cerca de los resultados encontrados por Lorcher et. Al. , (1965) 76 % de digestibilidad del fósforo al suministrar una dieta de heno + concentrado + fosfato y con Astrup et al. , (1974) 59 % de digestibilidad, al suministrar ensilado + concentrado, en ovinos.

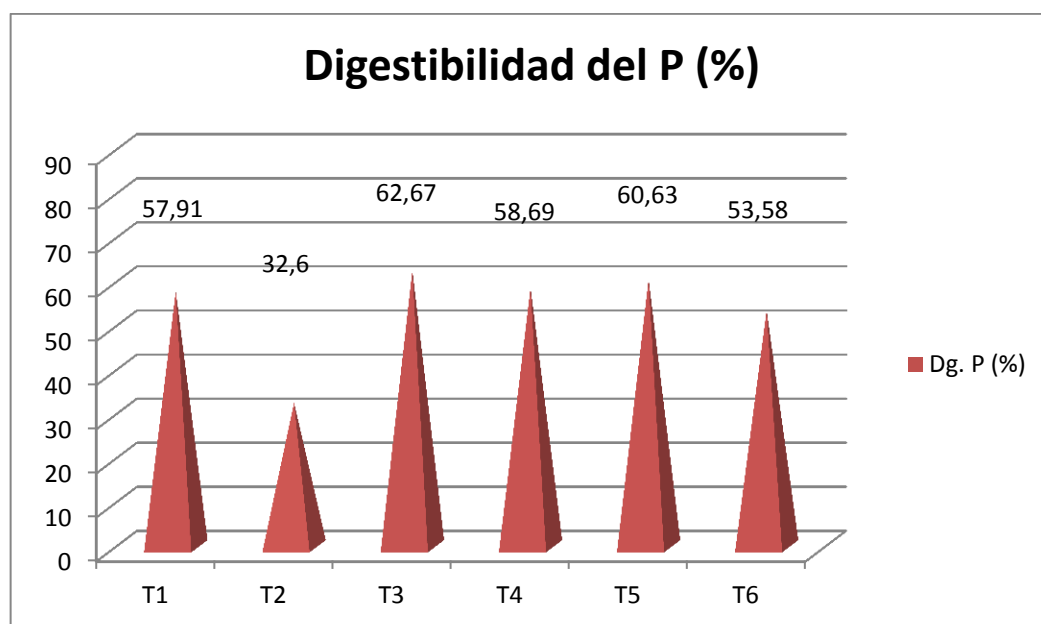


Gráfico 4: Digestibilidad aparente In-vivo del Fósforo

Lo cual explica el efecto de suministrar un suplemento mineral; por lo tanto estos resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores medios para el Coeficiente de Digestibilidad (CD) del fósforo.

Trabajos con fósforo en vacas en gestación (Annenkov et al., 1973 y 1974) y de Madison et al., (1974) y Playne (1976), en su revisión sobre la utilización del fósforo en rumiantes, afirma que en el cordero, los valores medios de coeficiente de digestibilidad disminuyen con la edad del 80 al 60 %.

4.2.1 DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL CALCIO

Una vez realizado el análisis correspondiente para el Coeficiente de Digestibilidad del calcio se determinó que no existen diferencias significativas para tratamientos, de igual forma sucedió al realizar las comparaciones ortogonales, esto indica que por la naturaleza del aporte de la dieta y el estado inicial de los ovinos se produjo un aprovechamiento superior de los minerales especialmente del calcio aportado por los fosfatos nacionales que tuvieron una relación relativamente alta en la ración como se indica en el cuadro 16.

CUADRO 16: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL CALCIO EN OVINOS, SAN GABRIEL - CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Digestibilidad del Calcio (%)
TOTAL	47	
Repeticiones	7	241,050 Ns
Tratamientos	5	58,916 Ns
T1 Vs T5	1	65,489 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	43.571 Ns
T2 Vs T1,T3,T5	1	159,59 Ns
T3 Vs T1,T5	1	174,39 Ns
T4 Vs T6	1	224,18 Ns
Error Experimental	35	

X	45,33
CV. (%)	32,37

Ns.= No significativo

** = Altamente significativo al 1%

De igual forma que para la variable anterior al efectuar un análisis de las medias de los tratamientos se observo diferencias matemáticas en las cuales el mejor porcentaje de digestibilidad presenta T3 (Dieta base + Sal fosfato monocálcico nacional) con 51,50 %, como también lo demuestra en el Gráfico 5, encontrándose cerca de las medias de digestibilidad obtenidas en ovinos por Nel y Moir (1974) que dice, el valor que puede considerarse como máximo de coeficiente de digestibilidad para el calcio es de 51 % en animales que reciben aportes fosfo-cálcicos muy distintos, además que es posible que ciertos componentes de la ración, por ejemplo los cereales mejoran el coeficiente de digestibilidad del calcio de los forrajes. (Hibbs y Conrad, 1996; Paquay et al. (1968). también mencionan que posiblemente el coeficiente de digestibilidad (CD) del calcio de los forrajes varíe en función del estado de desarrollo de la planta.

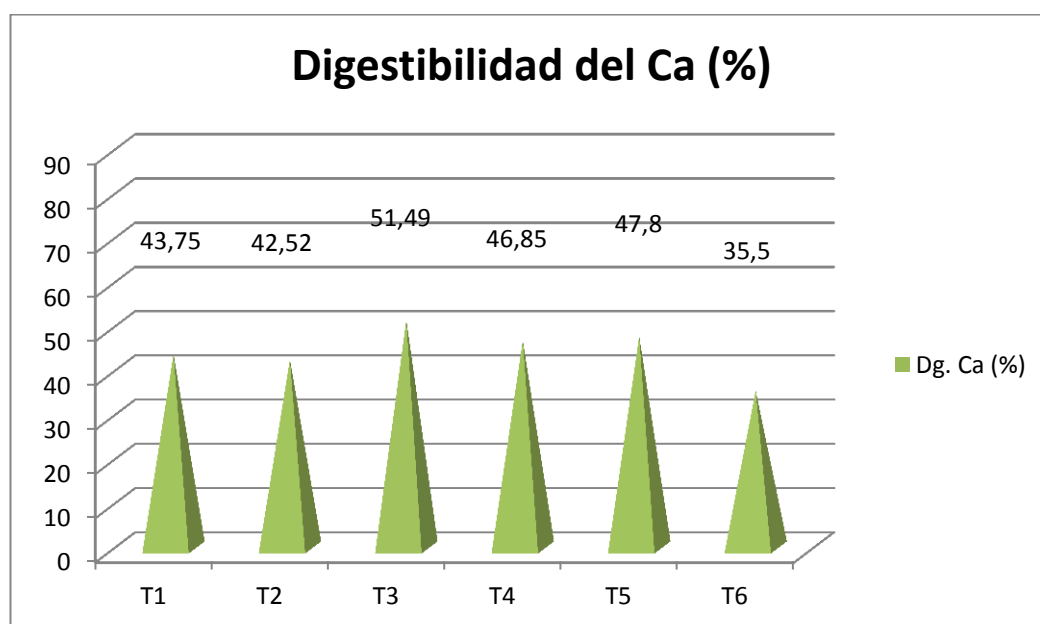


Grafico 5: Digestibilidad aparente In-vivo del Calcio

Así también se considera a T2 (Dieta base sin fósforo) la misma que contenía Carbonato de calcio que se obtuvo 35,51 % de digestibilidad, igualmente está entre los rangos encontrados por St. Laurent, (1970), estudios en ovinos suministrados (heno + concentrado+ CaCO₃) en etapa de conservación, obtuvo 29 % de digestibilidad y 38 % en etapa de crecimiento.

4.2.2. DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL MAGNESIO

De igual forma para digestibilidad del magnesio, estadísticamente no se determinó diferencias significativas entre los tratamientos; pero al realizar las comparaciones ortogonales entre el testigo T2 Vs Los tratamientos (T3, T5 y T1) constituídos por sales a base de los fosfatos nacionales y el comercial respectivamente se obtuvo diferencia altamente significativa y se concluye que hubo mayor digestibilidad en las raciones suplementadas con las sales minerales de fosfatos, esto indica que el magnesio aportado por estas sales es diferente entre las fuentes utilizadas. Pero matemáticamente se tiene que el T3 (dieta base + fosfato monocálcico nacional) es el que obtuvo mejor resultado con 56,24 % de digestibilidad y se puede decir que el magnesio (Mg), aportado por la fuente nacional si es aprovechado por los ovinos. (Ver grafico 6)

CUADRO 17: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL MAGNESIO EN OVINOS, SAN GABRIEL- CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Digestibilidad del Magnesio (%)
-----------------------------	-------------	--

TOTAL	47	
Repeticiones	7	814,068 **
Tratamientos	5	77,114 Ns
T1 Vs T5	1	277,699 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	314,818 Ns
T2 Vs T1,T3,T5	1	103,174**
T3 Vs T1,T5	1	446,093*
T4 Vs T6	1	14,573 Ns
Error Experimental	35	
X		41,6
CV. (%)		26,38

Ns.= No significativo ** = Altamente significativo al 1%

Los valores obtenidos concuerdan con resultados para digestibilidad del Mg obtenidos en trabajos sobre vacuno (Garcés y Evans, 1971; Zelter et al., 1973) y sobre ovinos (Chico et al., 1972), que encontraron valores medios entre (50 a 60 % como media) en el caso de raciones en las que no entran cantidades elevadas de hierba fresca.

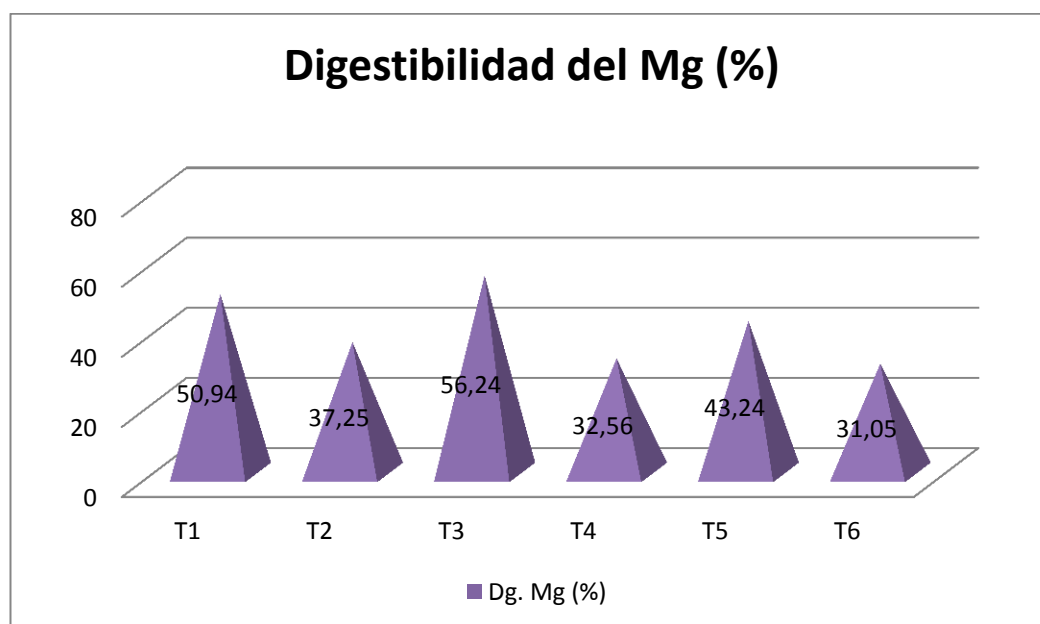


Gráfico 6: Digestibilidad aparente In-vivo del Magnesio en ovinos

4.2 INCREMENTO DE PESO

Una vez efectuado el análisis de Varianza para la variable incremento de peso se observó que no existe diferencia significativa entre tratamientos como se indica en el Cuadro 18, se tiene por lo tanto que en todos los tratamientos hubo igual incremento de peso, a medida que se suministró el alimento se observó una ganancia de peso igual en todos; no obstante al hacer un análisis de las medias de los tratamientos existen diferencias como se indica en el gráfico 7, donde se indica los mejores incrementos de peso para los tratamientos T3 (Dieta base +Sal Fosfato monocalcico Nacional) donde se obtuvo una ganancia promedio de 256.05 g / día lo que implicó un incremento total de 32,45 Kg de peso durante el ensayo

CUADRO 18: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA, INCREMENTO DE PESO, EN OVINOS, SAN GABRIEL-CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Incremento de Peso (Kg)
TOTAL	47	
Repeticiones	7	75,623 **
Tratamientos	5	1,120 Ns
T1 Vs T5	1	0,226 *
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	175,48 **
T2 Vs T1,T3,T5	1	69,384 **
T3 Vs T1,T5	1	68,,967 **
T4 Vs T6	1	71,529 **
Error Experimental	35	
X		28,22
CV. (%)		5,81

Ns.= No significativo

* = Significativo al 5%

** = Altamente significativos al 1%

Realizadas las comparaciones Ortogonales respectivas entre los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas debido a la diferencia que existió entre los suplementos minerales utilizados los mismos que por su origen varían entre sí, determinando una utilización aceptable por el metabolismo de los ovinos. Estas ganancias de peso se encuentran entre los rangos de 250-300 g/día en velocidad de crecimiento en ovinos encontrados por (McClelland, Bonaiti y Taylor 1976) en ensayos con ovejas de razas de potencial de crecimiento moderado o elevado.

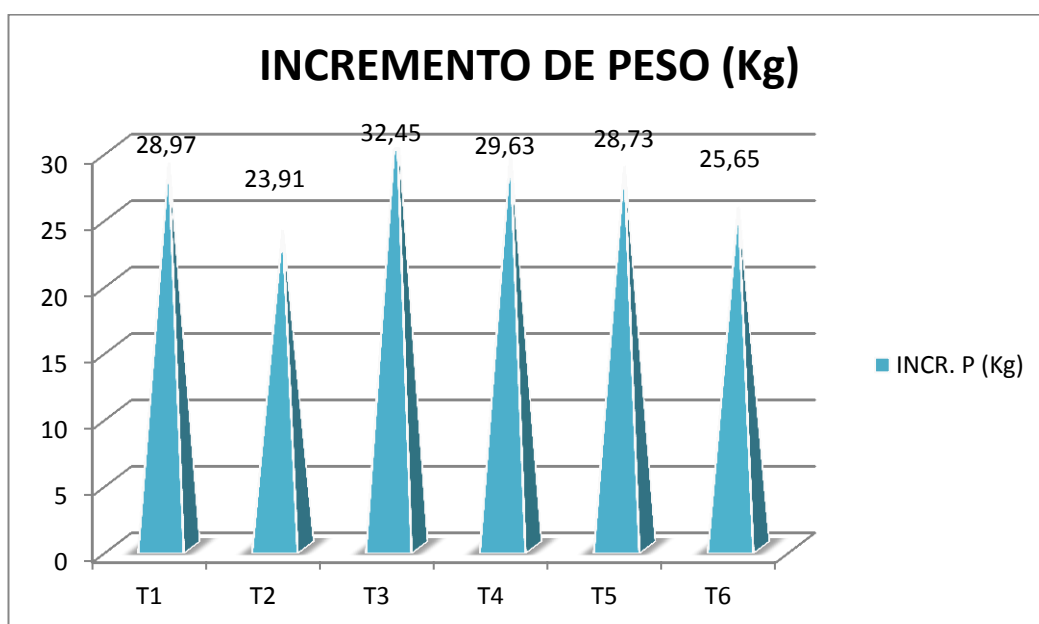


GRAFICO 7: INCREMENTO DE PESO EN OVINOS SAN GABRIEL – CARCHI 2004

4.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Como indica el Cuadro 19, al realizar el análisis de Varianza correspondiente a la variable conversión alimenticia existe diferencia significativa entre los tratamientos, esto demuestra que hay variación entre las diferentes dietas

aplicadas y que el índice de transformación (*cantidad de alimento consumido para ganar un Kg de peso vivo*) es alto lo que implica mayor costo en alimentación, observándose mayor conversión alimenticia para el tratamiento seis (3,29) seguido del testigo T2 (3,16), debido al contenido de las dietas aplicadas, es decir se observa que a mayor desbalance alimenticio mayor consumo de alimento para compensar los requerimientos nutritivos.

CUADRO 19: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA, CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN OVINOS, SAN GABRIEL-CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Conversión alimenticia
TOTAL	47	
Repeticiones	7	0,091 Ns
Tratamientos	5	0,378 *
T1 Vs T5	1	0,024 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	0,332 Ns
T2 Vs T1,T3,T5	1	0,672 *
T3 Vs T1,T5	1	0,246 Ns
T4 Vs T6	1	0,540 *
Error Experimental	1	
	35	
X		16,83
CV. (%)		5,81

Ns.= No significativo

* = Significativo al 5%

** = Altamente significativos al 1%

Luego de realizar las comparaciones ortogonales entre los tratamientos, se detectó diferencias significativas entre T2 (testigo) Vs T1, T3 y T5 (dieta base + fosfatos comercial y nacional) entre los que se determinó diferencias en cuanto a consumo de alimento y conversión alimenticia, como se observa en el gráfico 8.

Una vez realizadas las pruebas de significación mediante el análisis de medias de los tratamientos se demuestra que existen dos rangos dentro de los cuales se puede deducir para este caso que el tratamiento de mejor eficiencia fue el T3 (dieta base + sal con fosfato monocálcico nacional) 2,68 lo que indica que hubo una alta conversión entre el alimento consumido y el asimilado. Cuadro 20.

CUADRO 20: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN SEGÚN TUKEY AL 5% PARA CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN OVINOS

TRATAMIENTO	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
T6 (Roca fosfórica + Vit. AD3E)	3,29 A
T2 (Dieta base sin sal)	3,16 A B
T5 (Sal Fosfato Dicálcico Nacional)	2,94 A B
T4 (Roca fosfórica molida)	2,92 A B
T1 (Sal comercial)	2,86 A B
T3 (Sal Fosfato Monocálcico Nacional)	2,68 B

(Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente)

En investigaciones similares, Rincón et al., (1995) logró conversiones alimenticias de 4.53 +/- 1.8 al suplementar concentrado más anabólicos.

Jarrige, R. (1981), menciona, que los márgenes de consumo indicados por cada 5Kg de alimento se debe obtener 1kg de carne en bovinos, esto indica que existió buen índice de transformación en esta investigación.

De igual forma Schake y Bull, (1980) calcularon valores relativos para alimentación en lotes de ganado de engorde intensivo donde indican ganancias diarias 2.62, 2.57 y 2.68 lb. de peso y eficacia alimentaria (CA) de 5.56, 5.36 y 5.79 en alimentación con maíz y sorgo.

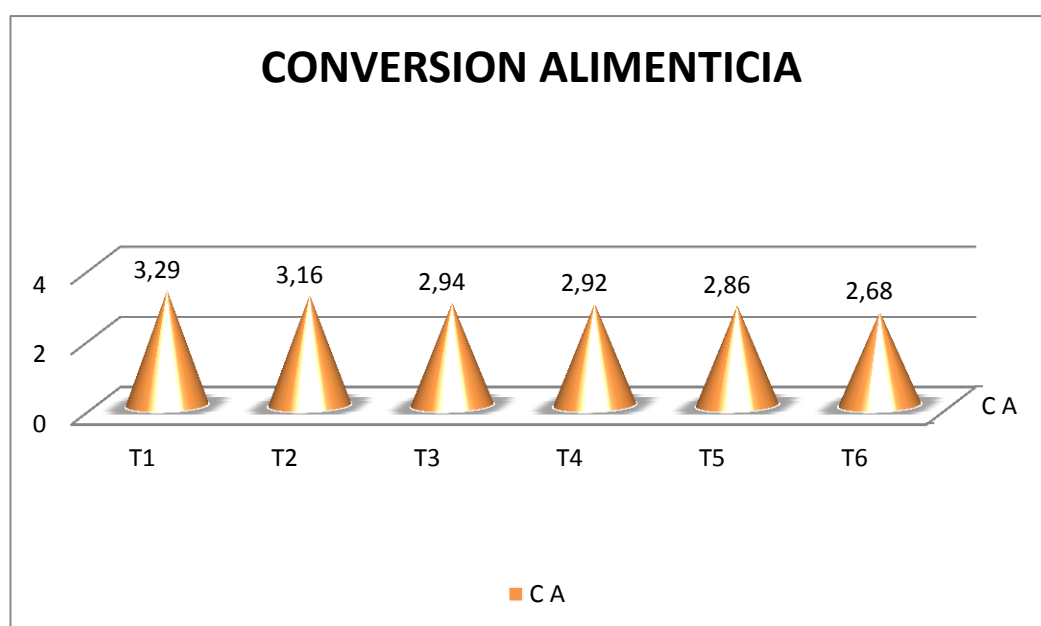


GRAFICO 8: CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN OVINOS SAN GABRIEL - 2004

4.5 RENDIMIENTO A LA CANAL

**CUADRO 21: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN SEGÚN TUKEY AL 5% PARA
RENDIMIENTO A LA CANAL EN OVINOS**

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO A LA CANAL
T6 (Roca fosfórica + Vit. AD3E)	3,29 A
T2 (Dieta base sin sal)	3,16 AB
T5 (Sal Fosfato Dicálcico Nacional)	2,94 AB
T4 (Roca fosfórica molida)	2,92 AB
T1 (Sal comercial)	2,86 AB
T3 (Sal Fosfato Monocálcico Nacional)	2,68 B

(Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente)

Al realizar el respectivo análisis estadístico como se indica en el Cuadro 22, no se determinó diferencias entre los tratamientos, pero si existió diferencias significativas y altamente significativas al realizar las Comparaciones Ortogonales, las mismas que se pueden observar al realizar la interpretación matemática del gráfico 9 . , mediante el análisis de medias de los tratamientos, donde se tiene mayor rendimiento a la canal en los tratamientos que se suministró suplementos minerales a base de los fosfatos monocálcico y dicálcico nacionales como fuentes de fósforo (T3, T5), igualmente el tratamiento T1 con fosfato comercial que alcanzaron rendimientos de 56.21 % , 54,55 % y 54,05 % respectivamente.

CUADRO 22: ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO A LA CANAL EN OVINOS SAN GABRIEL- CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Rendimiento a la canal (Kg)
----------------------	------	---

TOTAL	47	
Repeticiones	7	35,586 **
Tratamientos	5	5,500 Ns
T1 Vs T5	1	0,985 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	100,945 **
T2 Vs T1,T3,T5	1	31,623 *
T3 Vs T1,T5	1	19,445 **
T4 Vs T6	1	0,005 **
Error Experimental	35	
X		53,53
CV. (%)		5,2

Ns.= No significativo

* = Significativo al 5%

** = Altamente significativos al 1%

En cuanto a la relación peso de sacrificio y porcentaje de rendimiento a la canal se determinó que se obtuvo valores comparables a estudios realizados por Waldo, C. y Olivares, E. (1999) en ovinos suffolk para producción de carne, alcanzaron un rendimiento de 51 % y 52 % en 56 días con ovejas de 17,4 y 29,2 Kg. de peso vivo.

Observándose además, que los tratamientos T2 (Testigo) T6 (Roca + vitaminas) y T4 (Roca fosfórica molida) a pesar de haber obtenido mayor conversión alimenticia el rendimiento a la canal fue menor como se observa en el Cuadro 21. y en el Gráfico 9. Lo que implica adicionar un suplemento mineral en la ración conjuntamente con una dieta completa es de mayor incidencia en la ganancia de músculo (carne) es decir más rendimiento de carne magra, así lo indica Klosterman et al. (1968) en ensayos realizados con ganado de carne en la que evaluó la eficacia de la utilización metabólica de la proteína (PD).

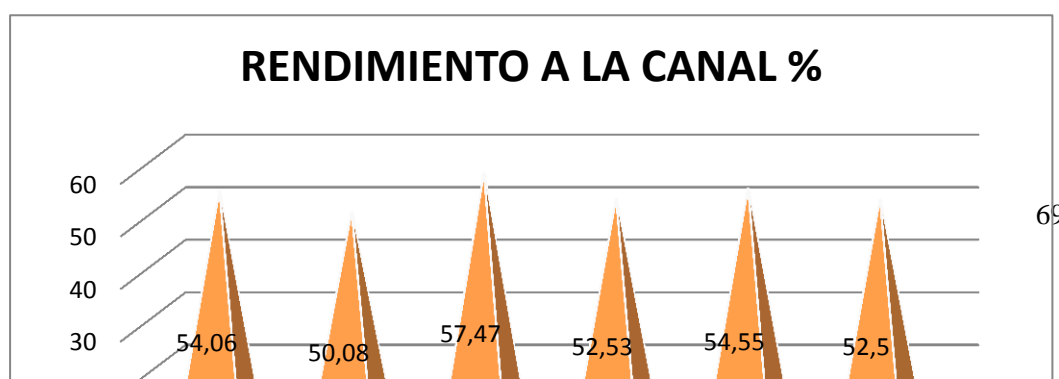


GRAFICO 9: RENDIMIENTO A LA CANAL EN OVINOS

4.6 CONTENIDO DE FÓSFORO EN LOS HUESOS

De acuerdo al análisis de Varianza Cuadro 23, se detectó diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable fósforo en huesos y significativo para el calcio y el magnesio, observándose así que el mayor contenido de fósforo lo presenta el T3 (dieta base + sal fosfato monocálcico nacional) que alcanzó una acumulación promedio de 336.61 gramos aportados por la fuente de fósforo, seguido por los tratamientos (T1 y T5) constituidos por los fosfatos comercial (285,28 g) y nacional (286,48 g) respectivamente. Lo que indica que la acumulación de fósforo fue el mejor indicativo para medir la cantidad de fósforo que se va a los huesos.

CUADRO 23: ANALISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE FÓSFORO EN LOS HUESOS, SAN GABRIEL, CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO Fosforo (g)
-----------------------------	-------------	---

TOTAL	47	
Repeticiones	7	1722,30 Ns
Tratamientos	5	8635,56**
T1 Vs T5	1	0,342 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	3,693 *
T2 Vs T1,T3,T5	1	5,131 Ns
T3 Vs T1,T5	1	1,197 Ns
T4 Vs T6	1	0,079 Ns
Error Experimental	35	
X		7,56
CV. (%)		12,84

Ns.= No significativo

* = Significativo al 5%

** = Altamente significativo al 1%

Al realizar las diferentes comparaciones ortogonales entre tratamientos para la variable contenido de fósforo en los huesos se observó diferencias significativas entre el tratamiento testigo T2 Vs los demás tratamientos, para las diferentes fuentes de fósforo utilizadas, lo que confirma que los minerales suministrados a través de las sales y la dieta base, jugaron un papel importante sobre los resultados obtenidos.

Una vez efectuados los rangos de significación y/o comparación de medias como se demuestra en el Cuadro 24, se encontró dos rangos entre los tratamientos que se suministraron sales a base de fosfatos (T1, T3 y T5) y (T2, T4 y T6) correspondientes a dieta base y sal con roca fosfórica, las mismas que se muestra en el gráfico 10, esto demuestra que hubo asimilación del fósforo en los tratamientos estudiados, de allí que el tratamiento de mayor contenido de fósforo en los huesos es el que contenía fosfato monocálcico nacional (T3).

CUADRO 24: RANGOS DE SIGNIFICACIÓN PARA CONTENIDO DE FÓSFORO EN HUESOS DE LOS OVINOS

TRATAMIENTO	FÓSFORO (g)
T1 (Sal comercial)	285.28 A
T2 (Dieta base sin sal)	257.22 B
T3 (Sal Fosfato Monocálcico Nac.)	336.61 A
T4 (Roca fosfórica molida)	273.50 A B
T5 (Sal Fosfato Dicálcico Nac.)	286.48 A
T6 (Roca F. + Vit. AD3E)	240.48 B

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente según Tukey 5%.

Estudios efectuados sobre bovinos machos en crecimiento rápido en Alemania (Schultz et al., 1974) y en Francia (Robeliny Guéguen, 1977) confirman la relativa constancia de los contenidos de Calcio, Fósforo y Magnesio del organismo animal. Para estos animales Gunther (1972) encuentra un aumento de la mineralización del esqueleto con la edad.

En el caso de los ovinos se han añadido varias centenas de análisis corporal (Langlands y Sutherland, 1969); Andrews y Orskov, 1970; Orskov et al., 1971; Kellaway, 1973; Gunther et al., 1975). Como en el caso del vacuno, las concentraciones de Ca, P y Mg del organismo prácticamente no disminuyen entre pesos de 10 a 50 Kg. Como media son más bajos que para el ovinos y varían según los autores, entre 9 y 12 g /Kg para el Calcio y entre 5 y 7 g /Kg para el Fósforo habiéndose obtenido los valores superiores para la raza merina. Jarrige, R. (1981) dice, que el grado de mineralización ósea puede variar considerablemente en función de los aportes fosfocálcicos alimenticios.

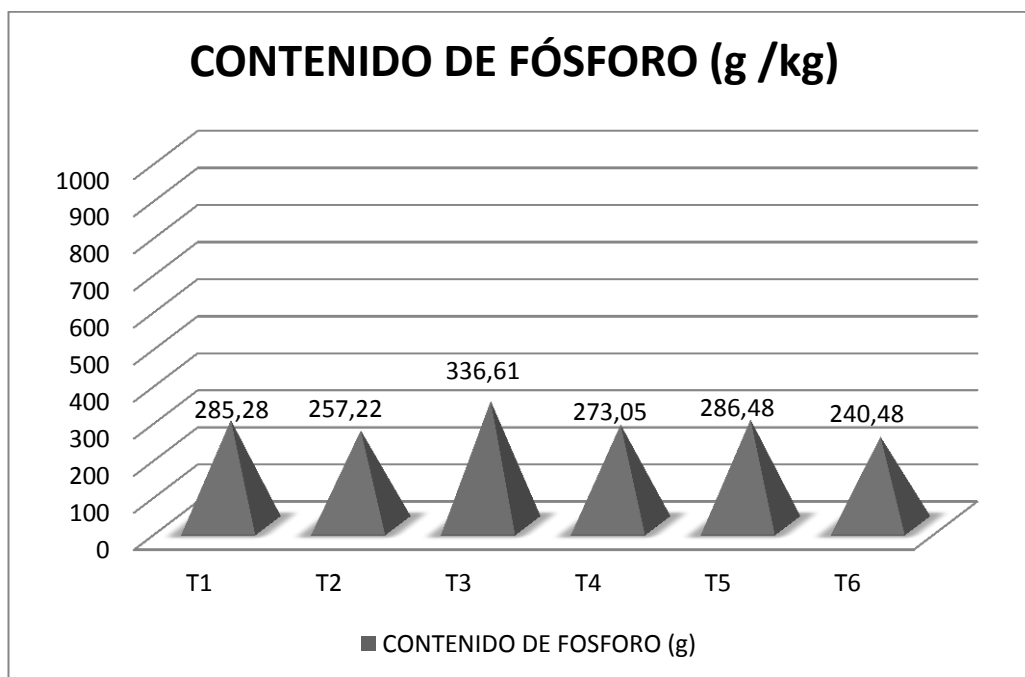


GRÁFICO 5. CONTENIDO DE FÓSFORO EN HUESOS DE LOS OVINOS

4.7 CONTENIDO DE CALCIO EN LOS HUESOS

En lo referente al contenido de calcio se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos como se demuestra en el Cuadro 24. lo que indica que hubo efectos positivos en cuanto a la asimilación del calcio de los diferentes suplementos aplicados.

CUADRO 25: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE CALCIO EN LOS HUESOS, SAN GABRIEL, CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO CALCIO (g)
----------------------	------	------------------------------

TOTAL	47	
Repeticiones	7	62090,86 Ns
Tratamientos	5	95677,69*
T1 Vs T5	1	23,766*
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	1,134 Ns
T2 Vs T1,T3,T5	1	0,003*
T3 Vs T1,T5	1	22,770*
T4 Vs T6	1	8,600Ns
Error Experimental	35	
X		23,15
CV. (%)		26,66

Ns.= No significativo

* = Significativo al 5%

** = Altamente significativo al 1%

McDonald, (1995), dice si los elementos minerales se encuentran como iones metálicos en solución y se absorben con facilidad. Generalmente la utilización de un mineral depende de la forma en que se encuentra en el alimento y del grado en que las condiciones del intestino favorezcan la conversión. Un factor importante que controla la interconversión de las formas solubles e insolubles de los elementos minerales es el pH de los productos de la digestión.

En base a estas indicaciones se concluye que las fuentes de calcio utilizadas debieron encontrarse bajo estas condiciones, por lo tanto al realizar las comparaciones ortogonales se detectó diferencias significativas entre T1 (dieta base + Sal comercial) Vs T5 (dieta base + Sal fosfato dicálcico nacional) y T2 (testigo) Vs el resto de tratamientos.

CUADRO 27: RANGOS DE SIGNIFICACIÓN PARA CONTENIDO DE CALCIO EN HUESOS DE LOS OVINOS

TRATAMIENTO	CALCIO (g)
-------------	------------

T1 (Sal comercial)	735,2	A B
T2 (Dieta base sin sal)	594,6	B
T3 (Sal Fosfato Monocálcico Nac.)	903,4	A
T4 (Roca fosfórica molida)	826,4	A B
T5 (Sal Fosfato Dicálcico Nac.)	674,9	A B
T6 (Roca F. + Vit. AD3E)	723,5	A B

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente según Tukey

Como se observa en el Cuadro 26, se determinó dos rangos de significación donde se define que matemáticamente el T3 (Dieta base + Sal fosfato monocálcico nacional) con 903,4 g es el que contiene mayor cantidad de calcio en los huesos, esto se debe al elevado contenido de este mineral en las materias primas utilizadas y su buena disponibilidad de absorción.

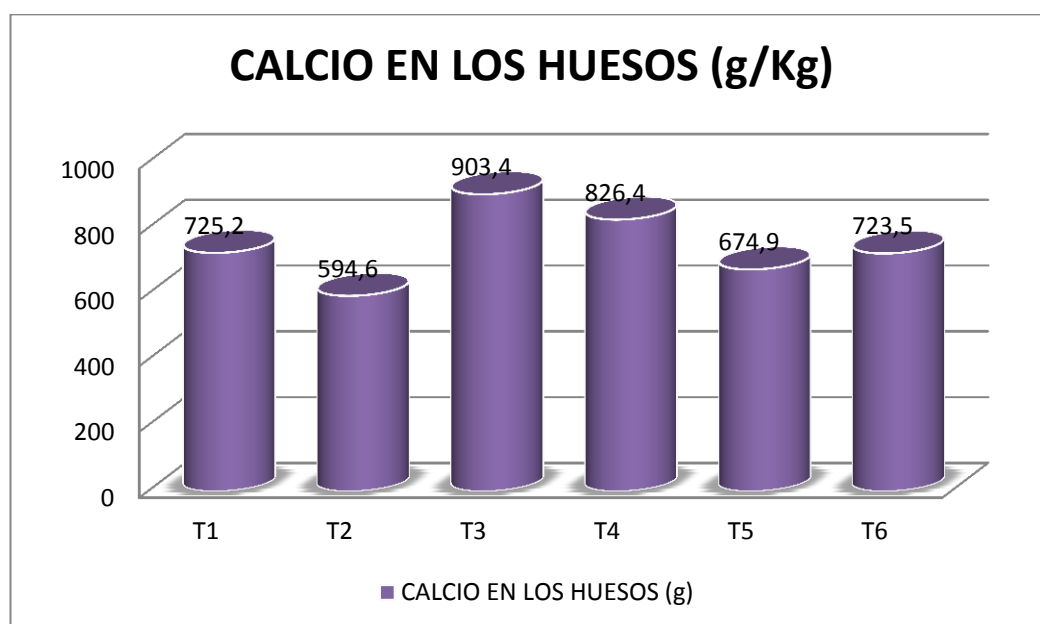


GRÁFICO 11. CONTENIDO DE CALCIO EN HUESOS DE LOS OVINOS (g)

4.8. CONTENIDO DE MAGNESIO EN LOS HUESOS

CUADRO 27: ANALISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE MAGNESIO EN LOS HUESOS, SAN GABRIEL - CARCHI, 2004

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L	CUADRADO MEDIO MAGNESIO (g)
TOTAL	47	
Repeticiones	7	0,4851 Ns
Tratamientos	5	0,0150*
T1 Vs T5	1	0,002 Ns
T2 Vs T1,T3,T4,T5,T6	1	0,003 Ns
T2 Vs T1,T3,T5	1	0,004*
T3 Vs T1,T5	1	0,0045*
T4 Vs T6	1	0,002 Ns
Error Experimental	35	
X		0,412
CV. (%)		15,17

Ns = No significativo

* = Significativo al 5%

Luego de realizado el análisis de varianza para el contenido de magnesio en los huesos de los ovinos se determinó una diferencia significativa entre los tratamientos observándose un mayor contenido de magnesio en el tratamiento (T3) fosfato monocálcico nacional con 16,31 gramos de magnesio en huesos.

Se puede observar mejor en el gráfico12, y en el análisis de los rangos de significación existen diferencias mínimas entre los tratamiento lo que corrobora McDonald (1995), dice que el Magnesio se encuentra en mínima cantidad en los huesos como se expresa a continuación: las cenizas de huesos contienen, aproximadamente 360 g de calcio, 170 g de fósforo y 10 g de magnesio por kilogramo.

CUADRO 28: RANGOS DE SIGNIFICACIÓN PARA CONTENIDO DE MAGNESIO EN HUESOS DE LOS OVINOS

TRATAMIENTO	MAGNESIO (g)
T1 (Sal comercial)	13,8 B C
T2 (Dieta base sin sal)	12,05 C
T3 (Sal Fosfato Monocálcico Nac.)	16,31 A
T4 (Roca fosfórica molida)	14,39 A B
T5 (Sal Fosfato Dicálcico Nac.)	14,26 A B
T6 (Roca F. + Vit. AD3E)	13,66 B C

Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente según Tukey 5%.

Maynard et al., (1979), manifiesta que el hueso puede tener aproximadamente el 25 % de cenizas y de este, el 70 % está formada de calcio y fósforo, teniendo de este modo en forma porcentual el 36 % para el calcio, el 17 % para el fósforo, y el 0,8 % para el magnesio, sin embargo la naturaleza de la dieta puede afectar en parte las proporciones de los minerales en los huesos. De allí que se tiene un mínimo de contenido como se demuestra en el gráfico 12.

Por lo tanto las cantidades de minerales acumulados en los huesos , se encuentran estrechamente ligados con el régimen alimenticio y el crecimiento alcanzado por los animales, es decir a mayor desarrollo corporal mayor contenido de elementos. Jarrige, (1881).

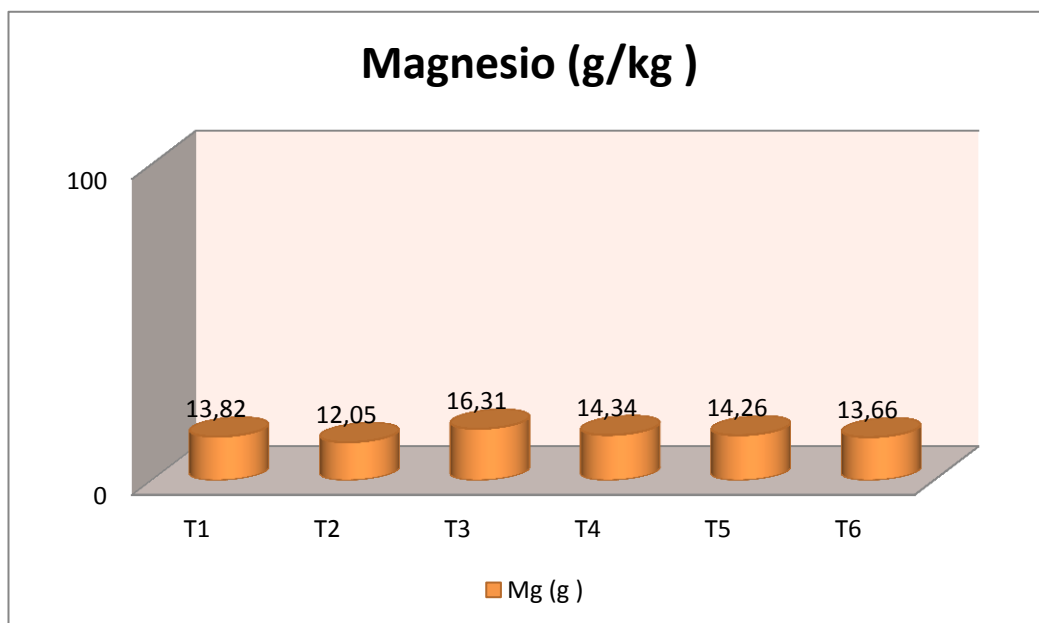


GRÁFICO 12. CONTENIDO DE MAGNESIO EN HUESOS DE LOS OVINOS (g)

IV. ANALISIS ECONÓMICO

Cuadro 19. Análisis de costos para los tratamientos, Hacienda “La Bretaña”, Provincia del Carchi, 2003 – 2004

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	DB + Fosfato Comercial	Dieta Base	DB + Fosf. Monacal.	DB + Roca F.	DB +Fosf. dicálcico	RF + Vit. AD3
Incremento de Peso Kg.)	29,07	27,15	32,44	29,37	28,61	27,02
Precio de venta (\$ /Kg.)	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Beneficio bruto (\$/Tra.)	313,66	306,84	347,97	325,74	315,82	287,44
Ovejas	150	150	150	150	150	150
Concentrado	78,9	84,9	76,8	86,8	76,8	83,5
Heno	33,41	38,41	33,41	33,41	33,41	33,41
Sal mineral	6,42	2	4,53	2,52	4,53	2,52
Vitaminas AD3						0,85
Vacunas	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Desf. y Antiséptico	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
Costos Directos	275,21	275,31	264,74	272,73	260,21	270,28
Costos Indirectos						
G. Administrativos %	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94
Transporte	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33
Totales de Costos (\$/)	302,47	305,58	295,01	303	290,48	300,55
Beneficio netos (\$)	11,99	1,28	52,96	22,74	25,34	-13,11
B/C	0,04	-0,004	0,18	0,07	0,087	-0,04

V. ANÁLISIS ECONÓMICO

Al realizar el análisis económico de presupuesto parcial, se eliminó los tratamientos T2 (Dieta base sin fósforo) y T6 (Roca fosfórica molida + Vit AD3) por tener un beneficio costo negativo, debido al mayor consumo de alimento y menor rendimiento a la canal lo que incide en los resultados, así también ocurrió con los tratamientos T1 (Sal comercial), T4 (Roca Fosfórica molida) y T5 (Sal fosfato bi cálcico nacional) que presentan un beneficio costo muy bajo como se demuestra en el (Cuadro 17). Donde se tiene que el mayor beneficio bruto y mejor Beneficio Costo se obtuvo con el T3 (Sal fosfato monocálcico) con 0,18 ctvs. por cada dólar invertido.

Entre las razones por las que los tratamientos testigo T2 y T4, T6 (dieta base + roca fosfórica) sean económicamente los menos rentables es que en la dieta base del testigo no contenía el aporte necesario de fósforo que le permita tener mejores rendimientos y menor consumo de alimento.

Algo similar ocurre con T4 y T6, los costos son bajos pero la asimilación y conversión alimenticia fue menor, comparado con las dietas que contenía fosfatos, a pesar de su costo en el tratamiento uno que fue la sal comercial se obtuvo un buen rendimiento a la canal es decir mayor peso (libre de viseras), igual ocurrió con los tratamientos de fosfatos nacionales todo esto debido a que estos presentan buena digestibilidad de la materia seca y de los minerales suministrados y por ende la disponibilidad de estos elementos hacen que se obtenga buena asimilación de los nutrientes, reflejándose en buenos resultados económicos. Lo que concluye que el suministro de suplementos minerales mejora los rendimientos productivos.

VI. CONCLUSIONES

De la presente investigación se concluye que:

- ◆ En las condiciones del ensayo, la adición de sales minerales en la alimentación de ovinos si ofrece beneficios para la conversión alimenticia, el incremento de peso y el rendimiento a la canal. Encontrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos.
- ◆ Se determinó el mayor contenido de fósforo, calcio y magnesio en los huesos para el tratamiento T3 (Sal con fosfato monocálcico nacional) con 336,61 g de P, 903,4 g de Ca y 16,31 g de Mg. , siendo por lo tanto el de mejor absorción.
- ◆ Al realizar las comparaciones ortogonales entre los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas con fosfatos nacionales para las variables digestibilidad del Fósforo y del Magnesio con T3 (62,68) y 56,24 % respectivamente.
- ◆ El Fósforo, Calcio y Magnesio, constituyen un aporte fundamental para obtener mejores condiciones productivas como sucedió con las variables Incremento de peso que fue altamente significativo para T3 con (32,45 Kg.) y Significativo para Rendimiento a la Canal con 56,21% seguido de T5 con 54, 55%, en los tratamientos que contenían el suplemento mineral a base de los fosfatos nacionales.

- ♦ La utilización de los fosfatos bicálcico y monocálcico de la roca fosfórica nacional en ovinos nos permite disponer de fuentes minerales importantes de gran disponibilidad de uso en nutrición animal.
- ♦ Ninguno de los ovinos indicó signos negativos por la ingestión de los fosfatos monocálcico y bicálcico nacionales ni de la roca molida de durante el desarrollo del ensayo.

VII. RECOMENDACIONES

- ◆ Es recomendable el uso de suplemento mineral a base del fosfato monocálcico nacional en la nutrición o ceba de ovinos, pues demostró mejores resultados en casi la mayoría de las variables evaluadas.
- ◆ Se debe utilizar suplemento mineral, ya que constituye un elemento fundamental para complementar las necesidades y/o deficiencias de macro y micro elementos importantes para responder a los requisitos nutricionales de los animales de granja; esto asegura menor consumo de alimento y mayor ganancia de peso /día, como se observó en los tratamientos a base de fosfatos nacionales y comercial.
- ◆ Realizar estudios de evaluación solamente con el fosfato monocálcico y di cálcico nacionales en otras especies de crecimiento o de ceba y con dietas base que aporten una menor cantidad de fósforo y calcio para observar la verdadera influencia de los fosfatos de la roca fosfórica nacional en los animales.
- ◆ Es conveniente continuar estudiando alternativas que hagan factible el uso de la fosforita nacional en nutrición animal, por el elevado costo de las fuentes de fósforo en el mercado internacional.
- ◆ Para obtener mayor utilidad en la crianza de ovinos se recomienda el uso de pastos de buena calidad para disminuir el uso de concentrado y abaratar costos de producción.

VIII. RESUMEN

El experimento tuvo lugar en la Hacienda “La Bretaña”, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi. Cuyos objetivos fue determinar el efecto de Los fosfatos de la roca fosfórica nacional en la digestibilidad de la materia seca, fósforo, calcio y magnesio, el incremento de peso, la conversión alimenticia, rendimiento a la canal y la cantidad de fósforo, calcio y magnesio acumulado en los huesos de los ovinos; además de los costos para los tratamientos.

No se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos; para las variables digestibilidad de la materia seca, calcio, fósforo y magnesio. Al efectuar las comparaciones ortogonales se encontró diferencias altamente significativas al 5% para la digestibilidad del fósforo entre los tratamientos constituidos por sales a base de fosfatos. En cuanto a la conversión alimenticia si hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Los tratamientos que se mezclaron con las sales de fosfatos nacional y comercial presentaron mayores incrementos de peso y rendimiento a la canal, debido a que la fuente de fósforo suministrada a base fosfatos y carbonatos es muy bien aprovechada por los rumiantes.

En relación a la cantidad de fósforo, calcio y magnesio en los huesos se detectaron diferencias altamente significativas para el fósforo y significativo para el calcio y magnesio al 1% , el contenido de estos minerales en los huesos estadísticamente es significativo entre los tratamientos; numéricamente se observó que existe mayor contenido de calcio debido a que este se encuentra en mayor proporción formando parte del hueso, pues los minerales se encargan de la osificación a partir de una matriz orgánica que es progresivamente mineralizada por el calcio y el fósforo

siguiendo líneas cuya disposición dependen principalmente de los esfuerzos a los que el hueso esté sometido.

El análisis económico demostró, que el tratamiento en el que mejor Beneficio/Costo se obtuvo fue el fosfato monocálcico, debido a que presentó menor costo y mayor beneficio neto. El motivo por el cual los tratamientos con roca fosfórica no son tan rentables, se debe a que por su naturaleza no poseen los elementos minerales totalmente disponibles y por ende se eleva el consumo de alimento incrementan los costos de producción lo mismo ocurre con el tratamiento testigo,

IX. SUMMARY

The experiment took place in the Treasury "The Britain", Montúfar Country of the Carchi Province. Whose objectives were to determine the effect of The phosphates of the national phosphoric rock in the digestibility of the dry matter, match, calcium and magnesium, the increment of weight, the nutritious conversion, yield to the channel and the quantity of match, calcium and magnesium accumulated in the bones of the sheps; besides the costs for the treatments.

Statistical differences were not detected among treatments; for the variable digestibility of the dry matter, calcium, match and magnesium. When making the comparisons orthogonal he/she was highly significant differences to 5% for the digestibility of the match among the treatments constituted by salts with the help of phosphates. As for the nutritious conversion if there were significant differences among the treatments.

The treatments that mixed with the national and commercial salts of phosphates presented bigger increments of weight and yield to the channel, because the match source given to base phosphates and carbonates is very taken advantage by the ruminant ones, indicating therefore; that the used national phosphates possess for the organism of the animals.

In relation to the quantity of match, calcium and magnesium in the bones highly significant differences were detected for the match and significant for the calcium and magnesium, the content of these minerals in the bones statistically is significant to 1% among the treatments; numerically it was observed that bigger content of calcium exists because this mineral is in proportion being part of the bone lives, because, the minerals take charge of the ossification starting from an organic origin

that is progressively mineralized by the calcium and the match following lines whose disposition depends mainly from the efforts to those that the bone is subjected.

The economic analysis demonstrated that the treatment in which better B/C was obtained was the phosphate monocalcium, because it presented smaller cost and bigger net profit. The reason for which the treatments with phosphoric rock plows not so profitable, is due to that they don't possess the completely available mineral elements for its nature and for so much the food consumption rises they increase the production costs the same thing it happens with the treatment witness.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. ABRANMS, T. Jhon. (1965). Nutrición Animal y Dietética Veterinaria. Ed. Acriba. Zaragoza – España.
2. AGUADO, S. José. , M.V.Z. et al. Manual Sobre Ganado Productor de Leche. Ed. Diana. Texcoco – México. 1ra. Edición agosto de 1982. Págs. 91 - 92- 93 - 765.
3. ANDRE, M. Leroy. "Cría racional del ganado"
4. ALLTECHNOLOGY. 2000. Allzyme Fitasa. Alltech Inc. Guayaquil – Ecuador.
5. AGSO. (1999). Costo de producción de un litro de leche. Departamento de Estadísticas. Ecuador.
6. ----- Alternativas sobre el uso como Fertilizantes de Fosfato Nativos de América Tropical y Subtropical. 1987. memorias de Seminario CIAT. Colombia.
7. CHURCH D.C .y POND, W. G. (1990) "Fundamentos de la Nutrición y Alimentación de Animales". Editorial Noriega Limusa S.A. primera edición. México. 1987. segunda reimpression. . Págs. 438.
8. CRAMPTON, E. W. y HARRIS, L. E. (1974). Nutrición Animal Aplicada del uso de los Alimentos en la Formulación de Raciones para el Ganado. Ed. W. H. Freeman and Company. San Francisco - California.

9. ESMINGER, M. E. y OLENTINE, C. G. (1983). Alimentos y Nutrición de los Animales. Ed. El ateneo. Argentina. Págs. 395- 425.
10. ENIANIAP-FONAIAP. (1987). Evaluación de fuentes fosfóricas en suplementación mineral de novillas. Zootecnia Tropical. Vol. 5. Maracay-Venezuela. Págs. 27-39.
11. FLORES, M. A. Y BRYANT, F. (1989) “Manual De Pastos y Forrajes “, Programa de investigación Pasos y Forrajes, INIAA, Lima-Perú.
12. GUEVARA, C. P. (1999) Técnicas Analíticas para Nutrición Animal. Ed. Xerox – ESPOCH. Riobamba – Ecuador. Pág. 72.
13. GUTIÉRREZ, E. (2003). Dietas para Ganado Ovino en Diferentes Etapas Productivas. Ed. Limusa .
14. HALLORAN, H. (1980) Phytate phosphorus in feed formulation. Feedstuffs. August 4ta. USA.
15. INIAP. Informe anual (1987). Estudio de uso de rocas fosfóricas en la Sierra Central y Norte. Departamento de Suelos.
16. International Minerals & Chemical Corporation (IMC). 1982. Calcium & Phosphorus in Animal Nutrition. USA.
17. JARRIGE, R. (1981). Alimentación de los Rumiantes. Ed. Mundi-Prensa. Primera edición. Versailles- Francia. Págs. 698.

18. KITT, Theodor. (1942). Patología General Veterinaria. Ed. Labor S.A. Sexta edición. Alemania. Págs. 621.
19. KIRK, Raymond. E. y OTHEMER; Donald. F. (1962). Tomo VIII. Primera Edición. Editorial Hispano –América. México. Págs. 455 –540.
20. KWASCHDC, R. Untersuchungen zum Einsatz. Alternativen Calcium und Phosphorquellen als mineralstoffsupplemente in der Winderkauernahrung Thailands. 1998. Tesis de Doctorado. Gottingen.
21. McDowell L. et. Al. Latin American Tables of Feed Composition. (1974) Ed. University of Florida, EE.UU.
22. McDonald, E J. Animal Nutrition. 5 ta. Ed. EE.UU. New York. 1995
23. MAYNARD, L. (1979) et. al. “Nutrición Animal”, 7ma ed., Ed. Mc Graw-Hill. México. Págs. 1 - 520.
24. MERK, C. (1993). Inc. El Manual Merck de Veterinaria. Ed. Océano.
25. Centrum. Barcelona – España. Págs. 1476- 1488.
26. MELGAR, Ricardo. et. al. 1999. Fertilizantes enmiendas y productos nutricionales. Págs. 45- 46. Argentina.
27. MENDEZ, F. Jorge. A. (1986). “Manual de Alimentación Animal”. UT ediciones. Primera edición. México. Págs. 30- 46- 915- 1054.

28. Michalet – Doreau, B. et al. (2002). A comparison of enzymatic and molecular approaches to characterize the cellulolytic microbial ecosystem of the rumen and the cecum . J. Anim. Sci. 790 –796 pp.

29. MCDOWELL. R. 1984. et al. Minerales para rumiantes en Pastoreo. Gainesville. Universidad de Florida. Pp. 450.

30. MC DONALD, P. Edwards, R. A. (1995) Nutrición Animal . 5ta. Edición. Traducido al esp. Por, S.A. Zaragoza –España. . Pp.551.

31. PERRIN, R. (1988) et al. Manual metodológico de evaluación. México.

32. CIMMYT. Folleto de información No 27: 5- 12 pp.

33. PURROY, A. (1986). Racionamiento de ganado ovino. 1ra. Ed. Zaragoza. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos. 25 –33 pp.

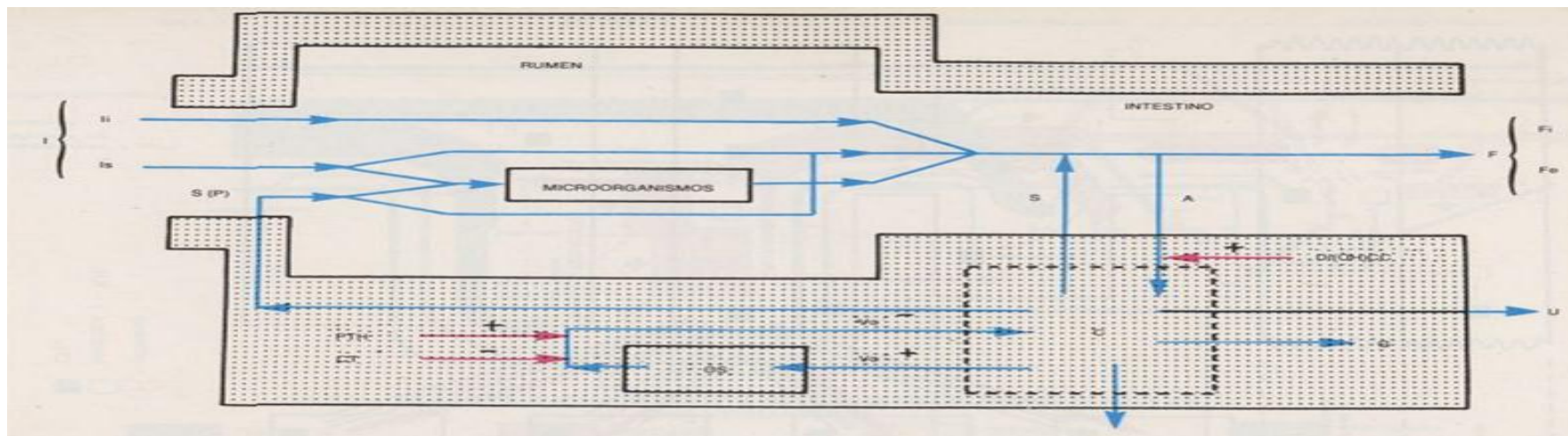
34. QUINTERO. E. OSCHETTI, N. G., Manejo del Fósforo en Pasturas. Facultad Ciencias Agropecuarias UNER.

35. RICALDI, V. y ESCALERA, S. (1984). Resultados de Investigaciones Geológicas Mineras Metalúrgicas y de Aplicación Agrícola presentados en la 1ra. Conferencia Latinoamericana de Roca Fosfórica. Ed. Grupo Latinoamericano de Investigadores de R. F., GLIRF. Casilla 183. Cochabamba – Bolivia. Págs. 208.

36. SALAZAR y SALAZAR. 2001. Estudios de Factibilidad Económica de Roca Fosfórica. San Gabriel – Ecuador.

37. SUQUILLO, S. Jovanny. Utilización del tamo de cereales con hidróxido de sodio en la alimentación de rumiantes. UC. del Ecuador. Tesis. Quito. 1992.
38. SCHUMAMN, Walter. Rocas y Minerales. 2da. Ed. Editorial Omega, S.A. Barcelona. 1980.
39. YSUNZA, Francisco, B., GOMEZ, Rogelio A. (1997). "Revista Rancho", Clave RA0084, agosto.
40. Dieta aplicada para bovinos disponible en www.sica.gov.ec
41. Ensayos realizados en rumiantes disponible en [www. Index2. com. br](http://www.Index2.com.br).
42. Aplicación de fuentes de fósforo en nutrición animal disponible en [www. Zootecnia tropical. com. ve](http://www.Zootecnia tropical.com.ve).
43. Dietas aplicadas en ovinos disponible en [www. rev. Agron. Maracay. ve](http://www.rev.Agron.Maracay.ve)

Anexo 1. Principales vías del metabolismo fosfocálcico en los rumiantes



- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| I Ingerido | Fi Fecal exógeno | C Compartimento de intercambio rápido |
| Ii Ingerido insoluble | Fe Fecal endógeno | |
| Is Ingerido soluble | U Urinario | Di (OH) CC 1,25 di-hidroxi-colecalciferol |
| S Segregado (saliva) | L Leche | |
| A Absorvido total | G Productos de la gestación | |
| Vo Incorporado en los huesos | PTH Parathormona | |
| Vo Movilizado de los huesos | CT Calcitocina | |
| F Feca | | |

Anexo 2: PESO INICIAL DE OVINOS A LOS 180 DÍAS DE EDAD SAN GABRIEL –CARCHI 2003

Tratamientos:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	SUM	MED.
T1	9	9,5	7,1	9,4	8,8	6,6	8,7	9,8	68,90	8,61
T2	9,5	9,8	9,4	10	9,9	9,6	9,8	9,8	77,80	9,73
T3	9,7	9,3	10,1	10	7,7	10	8,6	9,6	75,00	9,38
T4	10	10	9,2	9,8	9,5	9,9	9,9	9,9	78,20	9,78
T5	8,8	10	8,8	10	9,8	9,7	8,7	9	74,80	9,35
T6	7,6	9,6	6,8	6,1	9,9	4,8	8,2	7,2	60,20	7,53
SUM	54,6	58,2	51,4	55,3	55,6	50,6	53,9	55,3	434,90	9,06

* INCREMENTO DE PESO DE OVINOS SAN GABRIEL –CARCHI 2004

Tratamientos:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	SUM	MED.
T1	27,37	27,32	30,15	29,7	30,95	29,77	28,58	27,93	231,77	28,97
T2	25,5	22,66	24,42	24,28	24,2	24,59	23,02	22,57	191,24	23,91
T3	33,03	30,7	30,28	32,55	32,67	31,46	33,22	35,68	259,59	32,45
T4	27,73	31,81	30,17	26,57	28,69	30,56	31,01	30,47	237,01	29,63
T5	28,48	29,91	31,2	28,82	26,66	27,58	29,49	27,73	229,87	28,73
T6	24,86	23,77	25,38	28,68	22,55	28,6	25,17	26,17	205,18	25,65
SUM	166,97	166,17	171,6	170,6	165,72	172,56	170,49	170,55	1354,66	28,22

Anexo 3. RENDIMIENTO A LA CANAL EN % PARA OVINOS SAN GABRIEL – CARCHI 2004

Tratamientos:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	SUM	MED.
T1	57,74	54,18	53,69	53,63	53,84	54,30	50,83	54,23	432,44	54,06
T2	48,57	50,83	49,53	48,13	50,59	49,72	49,97	53,29	400,63	50,08
T3	52,80	58,95	58,20	55,23	55,68	64,11	58,23	56,54	459,73	57,47
T4	54,33	50,23	52,07	58,56	53,81	51,83	48,89	50,56	420,28	52,53
T5	56,20	51,84	53,75	52,52	55,87	57,00	53,57	55,68	436,43	54,55
T6	53,91	52,44	52,83	50,32	54,85	50,90	53,19	51,54	419,99	52,50
SUM	323,55	318,48	320,06	318,40	324,64	327,86	314,68	321,83	2569,50	53,53

* CONSUMO DE ALIMENTO EN MS g / Kg P.V. SAN GABRIEL –CARCHI 2003/04

Tratamientos:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	SUM	MED.
T1	59,83	58,11	56,37	45,72	43,30	49,98	48,20	51,25	412,76	51,59
T2	62,20	75,72	61,52	69,50	63,42	65,76	86,19	69,85	554,17	69,27
T3	49,11	49,15	39,20	43,04	54,66	47,45	47,86	46,36	376,82	47,10
T4	60,84	54,86	63,45	63,04	61,90	47,47	60,14	67,53	479,23	59,90
T5	59,25	47,10	54,07	59,94	56,78	60,73	57,21	51,10	446,18	55,77
T6	67,19	75,70	66,49	63,52	49,47	75,03	63,55	64,69	525,64	65,71
SUM	358,42	360,64	341,10	344,76	329,53	346,42	363,1	350,78	2794,80	58,22

Anexo 4. GANANCIA DIARIA DE PESO (g /día) DE OVINOS SAN GABRIEL –CARCHI 2003/04

Tratamientos:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	SUM	MED.
T1	224,35	223,94	165,41	243,45	300,5	244,02	234,27	270,1	1906,04	238,26
T2	191,23	210,33	224,76	223,61	239,35	234,35	180,5	217,79	1780,69	222,59
T3	250	251,64	297,38	283,2	235	290,7	190,33	308,9	2048,38	256,05
T4	227,3	260,74	225,17	217,19	235,17	291,48	254,18	216,97	1928,20	241,03
T5	233,44	245,9	255,74	260,82	210,33	226,07	241,72	194,51	1868,53	233,57
T6	228,36	178,45	216,23	203,37	291,48	184,18	230,9	239,1	1772,07	221,51
SUM	1354,68	1371	1384,7	1431,64	1511,83	1470,8	1331,9	1447,37	11303,9	235,50

*** CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE OVINOS SAN GABRIEL –CARCHI 2004**

Tratamientos:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	SUM	MED.
T1	3,12	3,12	3,03	2,87	2,32	2,87	2,99	2,59	22,91	2,86
T2	2,8	3,3	3,11	3,13	2,92	2,98	3,87	3,21	25,32	3,17
T3	2,58	2,78	2,35	2,47	2,97	2,4	3,67	2,27	21,49	2,69
T4	3,07	2,68	3,1	3,21	2,97	2,4	2,75	3,22	23,40	2,93
T5	2,99	2,76	2,73	2,68	3,32	3,09	2,89	3,07	23,53	2,94
T6	3,06	3,92	3,23	3,44	2,4	3,8	3,03	2,92	25,80	3,23
SUM	17,62	18,56	17,55	17,8	16,9	17,54	19,2	17,28	142,45	4,30

Anexo 5: CONTENIDO DE FÓSFORO EN ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL

Porcentaje de fósforo (P) %			
ALIMENTOS	TOTAL	FITICO	NO FITICO
ALFALFA (17 % PROT.)	0,28	0	0,28
CEBADA	0,34	0,19	0,15
MAÍZ	0,26	0,17	0,09
GLUTEN DE MAIZ	0,58	0,35	0,23
SEMILLA DE ALGODÓN	1,07	0,75	0,32
MILO	0,31	0,21	0,10
AVENA	0,34	0,19	0,15
POLVILLO DE ARROZ	1,67	1,44	0,23
SOYA (44 % PROT)	0,66	0,38	0,28
SOYA (48 %PROT)	0,61	0,37	0,24
TRIGO	0,30	0,20	0,10
AFRECHO DE TRIGO	1,37	0,96	0,41

FUENTE: Calcium & Phosphorus in Animal Nutrition (IMC). (1982).

ANEXO 6. VALORES COMPARATIVOS DE BIODISPONIBILIDAD DE DIFERENTES FUENTES DE FÓSFORO.

COMPUESTO	BIODISPONIBILIDAD DE P (%)
REFERENCIA STANDARD:	
Fosfato beta - tricalcico	100
Fósforo fítico:	2 - 10
Fosfatos utilizados en alimentos:	
Ácido fosfórico	115 – 125
Fosfato mono-diamonio	115 – 125
Fosfatos monocálcico y dicálcico	105 - 115
Fosfato defluorinado	95 - 100
Trípoli fosfató de sodio	95 – 102
Harina de huesos	90 – 100
Fosfato en roca bajo en flúor	55 - 75
Fosfato de roca suave	25 – 35
Alimentos:	
Harina de pescado	100
Harina de carne y hueso	100
Harina aviar	100
Alfalfa deshidrata	80
Gluten de maíz	35
Maíz amarillo	30
Torta de soya	25

FUENTE: CALCIUM & Phosphorus in Animal Nutrition (IMC). (1982).

ANEXO 7 : FUENTES DE FÓSFORO

FUENTE	P (%)
Acido Fosfórico	23,7
Fosfato Defluorinado	18
Fosfato dicálcico	18,5
Fosfato monocálcico	21
Fosfato monosódico	26
Polifosfato de amonio	14.8 - 16
Harina de hueso cocida	8 - 14
Harina de pescado	2 - 7
Harina de carne y hueso	2 – 7,5
Roca suave fosfatada	9

Fuente: Axe, D. IMC - AGRICO. (1995).

ANEXOS

ANEXO 8. FASE DE CAMPO

Peso inicial y areteado



ANEXO 9. CONSUMO

Henolaje + concentrado + sal mineral



ANEXO 10. Adaptación a las jaulas metabólicas y peso de alimento



ANEXO 11. SISTEMA DE MANEJO

Jaulas metabólicas y recolección de heces



ANEXO 12. FASE FINAL

Pesaje final



ANEXO 13. FASE DE LABORATORIO PARA DETERMINACIÓN DE MINERALES (INIAP -2004)

Preparación y peso de muestra base seca (huesos y heces)



ANEXO 14. Digestión y dilución de las muestras para determinación de Ca, P y Mg.



ANEXO 15. Filtrado de muestra (huesos y heces) y Lectura de elementos minerales



