

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**“UTILIZACIÓN DE LA ROCA FOSFORICA NACIONAL (Fosforita) COMO  
FUENTE DE FÓSFORO EN LA SUPLEMENTACION MINERAL DE  
OVINOS EN EL CANTON MONTUFAR”.**

**Tesis previa a la obtención del título de**

**Ingeniera Agroindustrial**

**Autora:**

**MARIA AMABLE TAYA**

**DIRECTOR :  
Dr. MSc. Luis Nájera V.**

**IBARRA - ECUADOR  
2004**

**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**“UTILIZACIÓN DE LA ROCA FOSFORICA NACINAL (Fosforita) COMO  
FUENTE DE FÓSFORO EN  
LA SUPLEMENTACIÓN MINERAL DE OVINOS (aries-ovis) EN EL  
CANTÓN MONTUFAR”.**

**Tesis revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**APROBADO:**

**Dr. Msc. Luis Nájera** .....

**Director de Tesis**

**Ing. Angel Satama** .....  
**Asesor**

**Ing. Galo Varela** .....  
**Asesor**

**Ing. Miguel Camacho** .....  
**Asesor**

**IBARRA - ECUADOR  
2004**

## **PRESENTACION**

**LOS CONTENIDOS IDEAS Y MAS INFORMES QUE SE PRRSENTAN  
EN ESTA INVESTIGACION SON DE EXCLUSIVA  
RESPONASABILIDAD DEL AUTOR.**

**MARIA AMABLE TAYÁ**

## DEDICATORIA

*A Dios: Por haberme concedido el valor de la gratitud y la perseverancia para la culminación de uno de mis propósitos.*

*Mi madre y hermanos: Por ser siempre el ejemplo y apoyo en cada instante.*

*Y quienes creen en la importancia del conocimiento, el beneficio de la Ciencia y el desarrollo del ser humano.*

*María Amable*

## **AGRADECIMIENTO**

Hago extensiva mi gratitud y agradecimiento a todas las personas e Instituciones que colaboraron de una u otra forma en el desarrollo y culminación de la presente investigación:

- Centro Agrícola de Montúfar, a su Presidente Señor Christian Molina y miembros del Directorio.
- Ing. Jovanny Suquillo, Jefe de Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología INIAP - Carchi
- Dr. MSc. Luis Nájera, Director de la Escuela de Ing. Agropecuaria y Director de Tesis.
- Ing. Carlos Ortiz, Director de la Facultad de Minas, Petróleos y Ambiente. FIGEMPA - Universidad Central del Ecuador.
- Colegio Agropecuario “Jorge Martínez Acosta” a su Rector Lcdo. Fernando Guanoluisa y Dr. Ignacio Arévalo.
- Dra. Susana Salvador y Egdo. Marlon Responsables de elaboración de fosfatos. Lab. Química Universidad Central del Ecuador
- Ing. MSc. Jorge Grijalva, Jefe de Programa de Ganadería, INIAP – Quito
- Dra. Susana Espín y Dr. Armando Rubio, Jefe del Departamento de Nutrición y Calidad INIAP-Quito
- Ing. Ángel Satama, Ing. Miguel Camacho e Ing. Galo Varela

## INDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	I
APROBACION DEL TUTOR .....	ii
PRESENTACION .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE GENERAL .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	x
INDICE DE TABLAS .....	xi
..INDICE DE GRÁFICOS .....	xii
INDICE DE ANEXOS .....	xiii
I        INTRODUCCIÓN .....	1
II        FUNDAMENTO TEORICO .....	4
2.1      Los Ovinos .....	4
2.1.1    Origen .....	4
2.1.2    Características Zoológicas .....	4
2.1.3    Situación mundial .....	4
2.1.4    Razas ovinas .....	5
2.2      Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo .....	6
2.2.1    Anatomía del Aparato Digestivo .....	7
2.2.1.1    Componentes del aparato digestivo .....	8
2.2.2    Fisiología de la digestión .....	9
2.2.2.1    Metabolismo del rumen .....	12
2.2.2.2    Metabolismo de los minerales .....	14
2.2.3    Productos finales de la digestión .....	16
2.3      NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS OVINOS .....	18
2.3.1    Agua .....	19
2.3.2    Proteínas .....	19
2.3.3    Glúcidos y lípidos .....	19
2.3.4    Vitaminas .....	20
2.3.4.1    vitaminas D .....	20
2.2.4.2    Metabolismo de la Vitamina D3 .....	21
2.4      FUNCIONES BIOLÓGICAS DE LOS MINERALES .....	21

2.5	DISPONIBILIDAD DE ABSORCION DE LOS MINERALES DE LOS ALIMENTOS Y COMPLEMENTOS .....	22
2.6	EL FÓSFORO .....	23
2.6.1	Funciones del fósforo .....	24
2.6.2	Metabolismo del fósforo .....	25
2.6.3	Interrelaciones Ca, P, Mg, y vitamina D .....	25
2.6.4	Principales fuentes de calcio y fósforo .....	27
2.6.5	Los fosfatos .....	28
2.6.5.1	Fosfato mono cálcico y di cálcico .....	28
2.6.6.	Fósforo de los alimentos .....	28
2.6.6.1	Acido fítico .....	29
2.6.6.2	Contenido de fósforo en alimentos de origen vegetal .....	30
2.6.6.3	Bidisponibilidad del fósforo .....	31
2.7	DEFICIENCIA DE MINERALES Y LA IMPORTANCIA DE LA SUPLEMENTACION .....	32
2.7.1	Sales minerales .....	33
2.8	LA ROCA FOSFORICA (fosforita) .....	33
2.8.1	Características de la Roca Fosfórica ecuatoriana .....	34
2.8.1.1	Composición química de la roca fosfórica nacional .....	35
2.8.2	Procedimientos para incrementar la disponibilidad el acido fosfórico en la roca fosfórica .....	35
2.9	METODOS DE ANALISIS NUTRICIONALES .....	36
2.9.1	In vivo .....	36
2.9.2	Generalidades de los métodos .....	37
2.9.3	Muestreo de materias biológicas .....	38
2.9.3.1	Heces .....	38
III	MATERIALES Y METODOS .....	39
3.1	Localización de la fase experimental .....	39
3.2	Materiales e Insumos .....	41
3.2.1	Materiales .....	41
3.2.2	Equipos de laboratorio .....	41
3.2.3	Insumos .....	41
3.3	MÉTODOS .....	41
3.3.1	Factores en estudio .....	42
3.3.2	Tratamientos .....	42

3.3.3	Diseño experimental .....	42
3.3.3.1	Esquema de análisis estadístico .....	43
3.3.3.1.	Análisis de Varianza .....	43
3.3.3.1.	VARIABLES EVALUADAS .....	44
3.3.3.2	Análisis económico .....	44
3.4	MANEJO ESPECIFICO DEL EXPERIMENTO .....	44
3.4.1	Preparación de materiales experimentales .....	44
3.4.2	Ovinos .....	49
3.4.3	Jaulas metabólicas y preparación de instalaciones .....	49
3.4.4	Compra de Henolaje .....	50
3.4.5	Composición de la dieta base .....	50
3.4.6	Métodos de Evaluación .....	51
3.4.7	Vacunación .....	51
3.4.8	Distribución de los Tratamientos .....	51
3.4.9	Consumo de alimento .....	52
3.4.10	Recolección de heces fecales .....	52
3.4.11	Peso .....	52
3.4.12	Determinación de fósforo, calcio y magnesio en huesos .....	53
3.4.13	Métodos de análisis Químico utilizado .....	53
3.4..14	Análisis económico .....	54
IV	RESULTADOS Y DISCUSION .....	55
4.1	Digestibilidad aparente de la materia seca .....	55
4.2	Digestibilidad aparente del fósforo .....	57
4.2.1	Digestibilidad aparente del calcio .....	59
4.2.2	Digestibilidad aparente del magnesio .....	61
4.3	Incremento de peso .....	62
4.4	Conversión alimenticia .....	64
4.5	Rendimiento a la canal .....	67
4.6	Contenido del fósforo en los huesos .....	69
4.7	Contenido del calcio en los huesos .....	72
4.8	Contenido del magnesio en los huesos .....	74
V	ANALISIS ECONOMICO .....	78
VI	CONCLUSIONES .....	79



VII	RECOMENDACIONES .....	80
VIII	RESUMEN .....	81
IX	SUMARY .....	83
X	BIBLIOGRAFIA .....	85
	ANEXOS .....	90

## INDICE DE CUADROS

	Pág
<b>CUADRO 1:</b> Características del vellón .....	5
<b>CUADRO 2:</b> Razas Ovinas .....	6
<b>CUADRO 3:</b> Perdidas endógenas o necesidades netas de los principales elementos minerales ( valores medios mg / Kg / día) .....	17
<b>CUADRO 4:</b> Requerimientos nutritivos diarios recomendados para dietas de ovinos en sus diferentes fases reproductivas. ....	18
<b>CUADRO 5:</b> Necesidades Nutritivas diarias de los ovinos en base 100% de M S	18
<b>CUADRO 6:</b> Análisis de los componentes de Calcio, Fósforo y Magnesio. ....	27
<b>CUADRO 7:</b> Composición Química de la roca fosfórica Ecuatoriana. ....	35
<b>CUADRO 8:</b> Características de los fosfatos obtenidos de la roca fosfórica Nacional .....	45
<b>CUADRO 9:</b> Composición Porcentual de las sales minerales .....	47
<b>CUADRO 10:</b> Aporte mineral de los tratamientos .....	48
<b>CUADRO 11:</b> Composición nutricional de las sales minerales .....	48
<b>CUADRO 12:</b> Análisis nutricional del henolaje y concentrado .....	49
<b>CUADRO 13:</b> Composición de la dieta base .....	50
<b>CUADRO 14:</b> Análisis de Varianza para Digestibilidad aparente in-vivo de la Materia Seca en Ovinos .....	51
<b>CUADRO 15:</b> Análisis de varianza para Digestibilidad aparente in - vivo del fosforo en ovinos .....	57
<b>CUADRO 16:</b> Análisis de Varianza para Digestibilidad aparente in-vivo del Calcio en Ovinos .....	59

<b>CUADRO 17:</b>	Análisis de Varianza para Digestibilidad aparente in-vivo del Magnesio .....	61
<b>CUADRO 18:</b>	Análisis de Varianza para Incremento d peso en Ovinos .....	63
<b>CUADRO 19:</b>	Análisis de Varianza para Converción Alimenticia en Ovinos .....	63
<b>CUADRO 20:</b>	Pruebas de Significación según Tukey al 5% para Conversión Alimenticia en Ovinos .....	66
<b>CUADRO 21:</b>	Pruebas de Significación según Tukey al 5% para Rendimiento a la Canal en Ovinos .....	67
<b>CUADRO 22:</b>	Análisis de Varianza para Rendimiento a la Canal en Ovinos .....	68
<b>CUADRO 23:</b>	Análisis de Varianza para Contenido de Fósforo en huesos de Ovinos	70
<b>CUADRO 24:</b>	Pruebas de Significación según Tukey al 5% para contenido de Fósforo en Ovinos .....	71
<b>CUADRO 25:</b>	Análisis de Varianza para contenido de Calcio en huesos de Ovinos	73
<b>CUADRO 26:</b>	Pruebas de Significación según Tukey al 5% para contenido de Calcio en Ovinos .....	74
<b>CUADRO 27:</b>	Análisis de Varianza para contenido de Magnesio en huesos de Ovinos .....	75
<b>CUADRO 28:</b>	Pruebas de Significación según Tukey al 5% para contenido de Magnesio en Ovinos .....	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Principales vías del metabolismo Fosfocálcico en los rumiantes .....	91
ANEXO 2: Datos de Peso inicial de Ovinos .....	92
ANEXO 3: Datos Rendimiento a la Canal en Ovinos .....	93
ANEXO 4: Ganancia diaria de peso g/kg día de ovinos .....	94
ANEXO 5: Contenido de Fósforo en alimentos de origen vegetal .....	95
ANEXO 6: Valores comparativos de biodisponibilidad de fuentes de fósforo .....	96
ANEXO 7: Fuentes de fósforo .....	97
ANEXO 8: Fase de campo peso inicial y areteado de ovinos .....	98
ANEXO 9: Consumo de henolaje, concentrado y sales minerales .....	99
ANEXO 10: Toma de muestras, jaulas metabólicas, peso de alimento .....	100
ANEXO 11: Sistema de manejo en las jaulas metabólicas .....	101
ANEXO 12: Fase final , pesaje .....	102
ANEXO 13: Fase de Laboratorio para determinación de minerales y digestibilidad aparente .....	103
ANEXO 14: Digestión y dilución de muestras para determinación de Ca, P y Mg. ....	104
ANEXO 15: Filtrado de muestras de huesos , heces y lectura de elementos minerales .....	105

## INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO 1: Aparato digestivo ovino .....	10
GRÁFICO 2: Proceso de obtención de los fosfatos nacionales .....	46
GRÁFICO 3: Digestibilidad aparente In-Vivo de la materia seca, Fósforo, Calcio y Magnesio (%) .....	56
GRAFICO 4: Digestibilidad aparente In-Vivo del fósforo .....	58
GRAFICO 5: Digestibilidad aparente In-Vivo del Calcio .....	60
GRAFICO 6: Digestibilidad aparente In-Vivo del Magnesio .....	62
GRAFICO 7: Incremento de peso (Kg) en ovinos .....	64
Conversión alimenticia .....	67
GRAFICO 8: Rendimiento a la canal ( %) .....	69
GRAFICO 9: Contenido de Fósforo en los huesos de los ovinos (g) .....	72
GRAFICO 10: Contenido de Calcio en los huesos de los ovinos (g) .....	74
GRAFICO 11:	
GRÁFICO 12: Contenido de Magnesio en los huesos de los ovinos (g) .....	77

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Tratamientos estudiados .....	42
Tabla 2: Análisis económico .....	72