

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO ANABÓLICO DE LA TESTOSTERONA  
Y ESTRADIOL SOBRE EL PESO VIVO EN ALPACAS  
HUACAYA MACHOS PRE-PÚBERES”**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. YESSE LIZ PAZ ARRATIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**TACNA - PERÚ**

**2012**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
FACULTAD DE CIECIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO ANABOLICO DE LA TESTOSTERONA Y ESTRADIOL SOBRE EL PESO VIVO EN ALPACAS  
HUACAYAS MACHOS PRE PUBERES

TESIS SUSTENTADA Y APROBADO EL 28 DE JUNIO DEL 2012 JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE: .....

  
MSc. Juan Micanor Castro Cancino

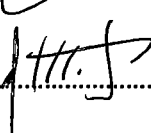
SECRETARIO: .....

  
MSc. Facundo Emilio Maquera Llanos

VOCAL: .....

  
MGR. Hugo Flores Aybar

ASESOR: .....

  
MSc. Daniel Gandarillas Espezua

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GRONMANN - TACNA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TITULO PROFESIONAL DE

*Médico Veterinario y Zootecnista*


Tomo: 03 Folio N° 615

El Decano de la Facultad, CERTIFICA.

Que el Bachiller: PAZ ARRATIA  
YESSE LIZ

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido APROBADO  
por Unanimidad, con el calificativo de REGULAR

Tacna, 06 setiembre 2012

  
*[Signature]*  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TACNA

## DEDICATORIA

### ***A Dios.***

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

### ***A mis padres.***

*Modesta y Clemente por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.*

### ***A mi hijo Fabiano.***

*Porque dentro de una de sus sonrisas eternas, aprendí que la vida está llena de satisfacciones no materiales.*

### ***A mis Hermanos***

*Bruno y Estefany, porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad*

*¡Gracias!*

## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme guiado con sus enseñanzas para mi formación profesional.*

*Al Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos (CICAS) – La Raya (UNSAACC), por su apoyo y colaboración en la ejecución del estudio, en su fase de campo.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	9
HIPÓTESIS.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de grupos de trabajo.....	39
Tabla 2: Promedios del peso vivo de la testosterona y estradiol frente a su grupo control.....	42
Tabla 3: Análisis de Varianza del peso vivo de la testosterona y estradiol.....	44
Tabla 4: Promedios de ganancia de peso vivo con tratamientos testosterona y estradiol y su grupo control.....	46
Tabla 5: Análisis de la Varianza en la ganancia de peso vivo.....	48
Tabla 6: Prueba de significación de Duncan en la ganancia de peso vivo.....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Incremento del peso vivo con la testosterona y estradiol frente a su grupo control.....	43
Grafico 2: Evolución de la ganancia de peso vivo en periodo de Tratamiento.....	47

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigaciones CICAS La Raya, de la UNSAAC, con el objetivo de evaluar el efecto anabólico de la testosterona y estradiol, sobre el peso vivo en alpacas Huacayas machos pre púberes, para lo cual se seleccionaron 30 alpacas, con subgrupos de 10 animales para tratamiento con testosterona, los cuales recibieron 0.5 mg/ kg. de P.V. de enantato de Testosterona, cada 2 semanas por 5 veces; 10 para estradiol las que recibieron también 12 mg/animal, cada semana por 11 veces; y 10 para control, que recibieron 0.5ml de Vit. A D3 E; y el pesaje se realizó con intervalos de 2 semanas. Con respecto a la testosterona y estradiol sobre el peso vivo, se reporta un mayor peso de 44.6 kg con estradiol, seguido del grupo testosterona con 43,65 kg, frente a su grupo control con un peso menor de 40,3 kg, demostrando así estadísticamente que no existen significancias, sus promedios son similares. En la ganancia de peso vivo se observa un mayor incremento de 6,69 kg del grupo estradiol seguida del grupo testosterona con 5,95 kg frente a su grupo control con incremento menor de 4,6 kg, demostrando así que en el incremento de peso vivo si existen significancias para los tratamientos.

**Palabras claves:** Alpacas, Estradiol, Testosterona, Ganancia de peso, Peso vivo.

## I

### INTRODUCCIÓN

En el Perú, para el año 2006, se estima la población nacional de alpacas en 3 550 101, distribuidas desde Ancash en el Norte, hasta Puno en el sur. Los principales departamentos productores son: Puno (37%), Cusco (16%), Huancavelica (11%), Ayacucho (10%) y Arequipa (9%). El sistema de crianza de las alpacas es extensivo, con un manejo de sobrevivencia, sin tipo de instalaciones e infraestructura, con una composición de ganado mixto, sin la diferenciación por especie (alpaca, ovino, vacuno y equino), con una variación muy marcada de ganado (MINAG, 2006).

La crianza de Camélidos Sudamericanos (CSA) en la zona alto andina, se basa exclusivamente en el uso de pastos nativos, cuyo sistema de explotación es el tradicional; donde se encuentran problemas de bajo peso a la saca, ya que el mercado exige más toneladas de carne de alpaca como carne ecológica y de bajo precio (Solís R., 1997).

Esta zona alto andina cuenta con dos épocas, una denominada época de lluvias y otra que es la época de seca que dura la mayor parte del año, que va desde mayo a octubre, donde la disponibilidad de forraje es

limitada. Cuenta con pastos naturales, como también pastos cultivados. La vegetación predominante es el Ichu, término que agrupa a varios géneros entre los cuáles se incluye a *Festuca dolichopyla*, *Mulhemhergiafastigiata*, *Alchemilladiophylla* y *Calamagrostis*. La alpaca u otro CSA, nace con un peso promedio de 7 kg, y a los 6-8 meses y 2 años pesa 28 y 48 kg en promedio, respectivamente; y su rendimiento de carcasa es de 56% (Franco, et al., 1998).

Esta información, proveniente de estudios sobre alimentación en alpacas con pastos cultivados o con subproductos agrícolas, indican que estos animales tienen potencial para producir carne; de allí la importancia de ampliar los estudios sobre engorde en alpacas (Bustinsa., 2001).

Los rendimientos comerciales de alpacas son algo inferiores a los de los bovinos, los que se sitúan en alrededor de un 50 y 60% (Quispe, et al., 1992).

Existen diferentes alternativas para solucionar dicho problema; una es producir más alimentos, vía el establecimiento de pastos cultivados o bien la introducción de éstos en la pradera; sin embargo, se requiere de grandes esfuerzos técnicos y financieros. Otra alternativa sería la reducción del tamaño del rebaño, pero en la práctica la tendencia del

productor está orientada al crecimiento de su rebaño. Como una tercera alternativa sería mejorar la calidad del alimento, especialmente de las especies gramíneas no deseables, que en condiciones naturales no serían consumidas por los animales; ofreciéndolas en épocas donde escasea el alimento tanto en calidad como en cantidad y, por último, sería la utilización de hormonas (Franco, et al., 1998). El trabajo de investigación se realizó con el fin de: evaluar el efecto anabólico de la testosterona y estradiol sobre el peso vivo en alpacas huacayas de color blanco, machos pre púberes; determinar el efecto anabólico de la testosterona sobre la ganancia de peso en alpacas machos pre-púberes; determinar el efecto anabólico del estradiol sobre la ganancia de peso en alpacas machos pre-púberes, determinar el efecto anabólico de la testosterona sobre el peso vivo en alpacas machos pre-púberes; y determinar el efecto anabólico del estradiol sobre el peso vivo en alpacas machos pre-púberes. Suponiendo que la administración de testosterona y estradiol, incrementa el peso vivo en alpacas machos pre-púberes.

La crianza de llamas y alpacas es una actividad de gran importancia económica, es así que en la actualidad, en nuestro país dependen aproximadamente 500 mil familias que directa o indirectamente dependen

de la crianza de estos camélidos obteniendo carne sana, nutritiva y la fibra, (Solís R., 1997).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Generales**

- Evaluar el efecto anabólico de la testosterona y estradiol sobre el peso vivo en alpacas Huacayas de color blanco, machos pre púberes.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto anabólico de la testosterona y estradiol sobre el peso vivo en alpacas machos pre-púberes.
- Determinar el efecto anabólico de la testosterona y el estradiol sobre la ganancia de peso en alpacas machos pre-púberes.

## **HIPÓTESIS**

**Ho=** La administración de testosterona y estradiol no incrementa el peso vivo en alpacas machos pre púberes.

**Ha=** La administración de testosterona y estradiol incrementa el peso vivo en alpacas machos pre púberes.

## II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades

##### 2.1.1 Definición

Los agentes anabólicos fueron definidos por la F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud en Roma), como toda sustancia capaz de mejorar el balance de nitrógeno por el aumento de la acumulación de proteína en el organismo animal (Moore W.W., 1969). Los agentes anabólicos, son sustancias hormonales o parecidas a las hormonas naturales, cuyo efecto es mejorar la tasa y eficiencia en la ganancia de peso en bovinos productores de carne y en crecimiento; ya sean novillos o vaquillas, en las cuales incrementan la formación muscular. Estos anabólicos se les denominó implantes, por su presentación comercial en pastillas, que son utilizado con más frecuencia en corrales de bovinos de engorda, con un valor económico importantísimo. (Hansel W. y McE. Kenneth., 1981).

### **2.1.2 Estrógenos**

Son esteroides secretados por las células de la granulosa del ovario estimulada por la FSH (hormona folículo estimulante), que favorece la conversión de andrógenos en estrógenos por medio de la expresión de la enzima aromatasa.

Los estrógenos condicionan el instinto sexual y las manifestaciones estrales. El crecimiento del conducto glandular del endometrio uterino, los cambios histológicos en el epitelio vaginal durante el ciclo estral y el crecimiento de los conductos en la glándula mamaria durante la lactogénesis son atribuidas al estrógeno. Provocan edema, hiperemia y crecimiento celular a nivel de varios segmentos del sistema genital femenino. Poseen propiedades anabolizantes; intervienen en el metabolismo fosfocálcico y el crecimiento óseo; son hipocalcemiantes en bovinos y en la cerda, hipercalcemiantes en los pájaros. Estimulan el crecimiento y el desarrollo del sistema canicular mamario. Intervienen por mecanismo de retroalimentación sobre la regulación del sistema hipotálamo-hipofisario, (Moore W.W., 1969).

El estrógeno natural más potente es el  $17\beta$ -estradiol considerada como la verdadera foliculina ovárica, seguido por la estrona y el estriol que son metabolitos. Los niveles de concentraciones sanguíneas son: en la vaca es de 8.6 pg/ml en el momento del celo y de 1.7 pg./ml al día siguiente a éste, en medio de estos, se origina tres pequeños picos secundarios los días 5 (6 pg.), 8 (2.9 pg./ml) y 12 (5 pg./ml) del ciclo. En ovejas las variaciones similares debido al crecimiento folicular es continuo a nivel del ovario. Niveles de estrógenos son más elevados en la cerda (20-25 pg. /ml), en fase interestral, en momento de celo (60 pg./ml), por la razón del mayor número de folículos en maduración en cada ciclo. La corteza adrenal y el cuerpo lúteo producen cierta cantidad de estrógenos, y en la placenta al final de la gestación.

La orina y los testículos del garañón contienen grandes cantidades de estrógenos, en la orina de la yegua gestante se hallan otros estrógenos naturales, tales como aquilina, hipulina y equilenina. (Guyton, M.D., 2001).

### **2.1.2.1 Acción Anabólica**

Los estrógenos son importantes en los rumiantes, por su acción anabólica cuando se les administra en la comida para engordar y la eficiencia alimenticia en el ganado vacuno. La retención de nitrógeno, así como la síntesis de aminoácidos, proteínas, enzimas y ácidos nucleicos, resulta aumentada, también aumentan los fosfolípidos y se incrementa el almacenamiento de glucógeno. La implantación subcutánea produce notables efectos anabolizantes. Se han experimentado que una dosis de 10 mg diarios de estrógenos, añadidos al pienso de un novillo, aumentará en un 10% la ganancia de peso.

Una tasa de crecimiento del 10-20% en novillos castrados, el contenido de carne magra del 1-3%, y la eficiencia alimenticia del 5-8% al aplicar estradiol. El efecto anabólico proteico es acompañado de cierto grado de retención de agua en el cuerpo. La acción anabolizante sólo se observa cuando los animales ingieren una dieta en la que los nutrientes digestibles

totales (TDN) que se encuentran en cantidades próximas al máximo. Los implantes estrogénicos resultan también favorables en los animales que pastan, (Guyton, M. D., 2001).

#### **2.1.2.2 Benzoato de Estradiol**

Es un ester simple del estrógeno (del griego oistros) endógeno (hormona natural), denominado 17- $\beta$ -estradiol segregada normalmente por el folículo del ovario, la secreción de estrógenos está regulada por la hormona del hipotálamo que controla la secreción de la hormona del hipotálamo que controla la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH); la estroma y el estradiol son productos principales del metabolismo del 17- $\beta$ -estradiol, que se caracteriza por tres anillos hexagonales y uno pentagonal, posee 18 carbono, 3 doble enlaces y 3 grupos 17- $\beta$ -hidroxy (2,46), (Moore W., 1969).

### **2.1.3 Andr6genos**

Son hormonas sexuales producidas principalmente por los test6culos y asociados al desarrollo y el mantenimiento de las caracter6sticas sexuales secundarias (distribuci3n de pelo, t6pica conformaci3n del cuerpo, el timbre de voz), la inducci3n esperm6tica, la diferenciaci3n y el comportamiento sexual. La testosterona es un agente potente a concentraciones s6ricas elevadas de 1-5 ng/ml. Las acciones tambi3n se llevan a cabo en los 3rganos accesorios del macho como el epid6dimo, el vaso deferente, la pr3stata, la uretra, ves6culas seminales, gl6ndulas bulbo uretrales, adem6s, aumentan la virilidad y la libido, esto en conjunto es denominado efectos androg6nicos, virilizantes o masculinizantes, porque inhibe la acci3n de los estr3genos; as6 mismo, favorecen la retenci3n de agua y estimulan el crecimiento del esqueleto. Estos compuestos pueden hallarse en la orina de animales machos, hembras y castrados. Una importante cantidad de andr3genos presentes en el organismo proviene de la corteza adrenal, su concentraci3n en la sangre de la vena adrenal es m6s alta que en la sangre perif6rica, (Moore W., 1969).

#### **2.1.4 Acción Anabólica**

Los andrógenos, en la producción animal, promueven retención y almacenamiento tisular de nitrógeno, y por ello hay un equilibrio nitrogenado positivo, reflejándose en el aumento de peso corporal, (Morros., 1967). En caninos, los andrógenos aumentan la síntesis de proteínas, disminuyen el catabolismo de aminoácidos y aumentan el armazón esquelético proteico.

Los andrógenos poseen un efecto miotrófico selectivamente, que da lugar a un aumento de la masa muscular incrementando en número y grosor de las fibras musculares (síntesis de proteínas contráctiles la miosina y actina) y otros tejidos corporales en distintas especies. Los andrógenos anabolizantes sintéticos, como terapéuticos, están indicados en casos de enfermedades de animales viejos, en las que los balances negativos de nitrógeno y de calcio conducen a la pérdida de masa corporal, tanto de tejidos blandos como duros.

El uso en geriatría se está generalizando en animales de compañía, también en animales jóvenes o de cualquier edad que padecen un proceso de disminución de peso; los

andrógenos anabolizantes proporcionan mayor vigor y apetito, (Morros J., 1967).

### **2.1.5 Testosterona**

La testosterona es un andrógeno, esteroide que tiene 19 átomos de carbono. Su síntesis es llevada a cabo principalmente por las células de Leydig del testículo en donde es producida a partir del colesterol, (Moore W., 1969).

En el organismo humano la testosterona es la responsable de las características masculinas, entre otras el aumento de la fuerza y el volumen muscular, (Hafez E., 2006).

La testosterona, al sufrir cambios dentro del organismo, puede ser aromatizada en varios tejidos para formar estradiol el cual puede producir feminización (ginecomastia) o puede convertirse en dihidrotestosterona (DHT) por medio de la alfa-reductasa, (Hafez E., 2006).

Si el objetivo es lograr el máximo de fuerza y masa muscular, la testosterona es uno de los anabólicos más potentes, y puede ser utilizada junto a otros productos para maximizar su efecto, (Hafez E., 2006).

**Enantato de Testosterona.**- Es un ester del andrógeno natural testosterona. Ésta es responsable del normal desarrollo de las características sexuales masculinas. En caso de insuficiente producción de testosterona, el balance de los síntomas de deficiencia psíquica, funcional y anatómica pueden ser obtenidos, casi por completo, suplementando con testosterona, (Moore W., 1969).

La ventaja más notable del enantato de testosterona es que esta sustancia tiene un efecto androgénico muy fuerte, acompañado por un componente intensamente anabólico. Esto permite a casi cualquiera en un corto periodo de tiempo desarrollar una gran cantidad de fuerza y masa muscular (Moore W., 1969).

## **2.2 Control endocrino del crecimiento**

El crecimiento somático, entendido como el crecimiento esquelético y síntesis de proteínas, está regulado por interacciones de distintas hormonas y de otros factores genéticos, nutricionales y metabólicos y del medio ambiente. La mayoría de estas interacciones no están bien

definidas, pero es sin duda la hormona del crecimiento (GH) esencial para el crecimiento normal en las distintas especies animales, (García., 1995). En el ovino es atribuida principalmente al efecto fisiológico combinado de la somatotropina y el eje gonadal. Además se debe entender que la sensibilidad a la hormona del crecimiento del mamífero aumenta conforme crece y que la hormona del crecimiento en cabras cashemere, ovinos y en bovinos disminuye con el avance de la edad (siendo mayor en etapa prepuberal que puberal), mientras la cantidad de andrógenos va incrementando a medida que progresa la edad y el desarrollo hasta alcanzar el animal la madurez sexual, (Spörri y Stünzi, 1976).

En los músculos de los animales, la GH, hormonas tiroideas e insulina son los mayores promotores del crecimiento y los glucocorticoides tienen efectos catabólicos significantes. A nivel celular las hormonas anabólicas primarias en cultivos mioblásticos son los factores de crecimiento insulínico (IGF) y factor de crecimiento fibroblástico, (García., 1995).

### **2.3 Hormona de crecimiento**

La secreción de la GH, de la adenohipófisis, es de manera pulsátil e irregular en todas las especies y está bajo el control de la hormona liberadora de la GH (GHRH) y de la hormona inhibidora de GH (GIH), que favorecen e inhiben, respectivamente e intervienen además en su regulación diversos neuropéptidos, neurotransmisores y señales metabólicas y hormonas de origen periférico, (García., 1995). Sin embargo, no se conocen los mecanismos exactos que controlan su secreción, pero existen diversos factores relacionados con la nutrición o el estrés que la estimulan: 1) la inanición, en especial cuando existe un déficit grave de proteínas; 2) la hipoglucemia o una baja concentración sanguínea de ácidos grasos; 3) el ejercicio; 4) la excitación y 5) los traumatismos, (Guyton., 2001). Tanto la GH y IGF (factores de crecimiento parecidos a la insulina) parecen inhibir directamente la liberación de la GH de la adenohipófisis, y la GH puede inhibir su propia secreción a través de un mecanismo de retroalimentación complejo que actúa en el SNC, variando los niveles de GHRH y SS (probablemente por un aumento de los niveles de SS), sin descartar una acción a nivel hipofisiario, (García., 1995).

La GH, denominada también somatotropina, induce el crecimiento de casi todos los tejidos del organismo que pueden crecer, favoreciendo el aumento de tamaño de las células y la mitosis intensificando la síntesis proteica, ya sea directamente y/o induciendo la producción local de factores estimulantes del crecimiento, que actúan en forma autocrina o paracrina. Su efecto más palpable es producir proliferación del cartílago y el consiguiente crecimiento del hueso, (Morros J., 1976).

En el músculo favorece la captación y utilización de los ácidos grasos y síntesis de proteínas y reduce la degradación de éstas, favoreciendo así un aumento de la masa muscular, (García., 1995). En las células adiposas la movilización de ácidos grasos; y en la mayor parte de los tejidos la inhibición de la captación y utilización de glucosa, captación de aminoácidos y síntesis proteicas aumentadas, (Morros J., 1976).

También se ven sus efectos anabólicos sobre el hígado y una serie de diversas viseras (corazón, pulmones, riñones, intestino) y glándulas (páncreas, glándulas suprarrenales, etc.). Sólo el crecimiento del

sistema nervioso central y el de otros pocos tejidos parecen ser independientes de la GH, (García., 1995).

#### **2.4 Esteroides gonadales**

Los andrógenos, tanto la testosterona como su metabolito la dihidrotestosterona, son potentes agentes anabólicos (metabolismo de asimilación) que se encargan de que los machos crezcan por lo general con superior rapidez, alcanzando un mayor peso corporal y exhiban un mayor desarrollo muscular, (Spörri y Stünzi., 1976).

El incremento de la masa muscular es a través de la hipertrofia muscular del músculo esquelético, al incrementar la síntesis proteica (anabolismo), disminuir la tasa de degradación de los aminoácidos en los miocitos (catabolismo) y disminuir la secreción urinaria de nitrógeno, (Moore., 1969).

Tanto la testosterona como estradiol estimulan la secreción de la GH y bloquea la proliferación del cartílago, favoreciendo la osificación del cartílago epifisiario, poniendo fin al crecimiento longitudinal en los huesos, aunque sus acciones pueden persistir sobre el ensanchamiento del hueso, (García., 1995).

En alpacas machos jóvenes (1-2 años de edad), la administración de testosterona parece no inhibir la secreción hipotalámica liberadora de la hormona de crecimiento ni la síntesis de receptores para la hormona de crecimiento, puesto que estos animales tienden a aumentar de peso, (San Miguel., 2002). La presencia de GH es esencial para la existencia de efectos sobre el crecimiento por parte de los andrógenos, pues media sus efectos anabólicos, (García., 1995).

La testosterona incrementa en ovinos el crecimiento muscular de forma directa o a través del incremento de los niveles de la del IGF-I independiente de las concentraciones circulantes de la hormona de crecimiento, (García., 1995).

## **2.5 Efecto de la castración y terapia con testosterona**

La producción hormonal proveniente de los testículos representa el mayor efecto en la fase en que los animales tienen el mayor incremento de peso, proporcionado por el mejor nivel de alimentación, pero (Hafez., 2006), enfatiza que los efectos anabólicos en los rumiantes podría ser derivado tanto de los andrógenos y estrógenos.

Los machos intactos (Toro, carnero y verracos) crecen más rápidamente, utilizando el alimento más eficientemente y producen carcasas de un alto rendimiento con menos grasa. Los niveles séricos de testosterona es significativamente baja en los corderos castrados durante que los corderos enteros durante el desarrollo pubertad, (Morros J., 1967).

Los pesos de los ovinos castrados prepuberalmente se incrementan con la edad al igual que los enteros, pero sólo por efecto de la hormona del crecimiento, sin embargo, la tasa de crecimiento de los corderos castrados es significativamente menor que el de los enteros y criptorquidios, siendo similar entre estos dos últimos. Además, los corderos enteros, seguidos por los hemicastrados fueron más pesados que los corderos castrados, (Moore W., 1969). También los corderos castrados prepuberalmente y evaluados en etapa pos puberal tuvieron una ganancia de peso diario significativamente inferior a los animales enteros (Figueredo, et al., 2005). Este efecto es observado cuando los ovinos son monitoreados hasta etapas pos puberales o adultez temprana; pues cuando los corderos son evaluados aun en la etapa prepuberal, la tasa de crecimiento, ganancia diaria de peso y pesos vivos de los castrados y enteros son

similares, probablemente a que aun no existe o es poca el efecto de la testosterona por ser una etapa aun prepuberal, (Figueredo, et al., 2005).

Además la castración post-puberal en ovinos reduce significativamente la tasa de crecimiento conversión alimenticia y la ganancia de peso diario, debido posiblemente a la disminución de las concentraciones de testosterona o supresión de la función testicular, (Bustinza V., 2001).

En el Perú, usando diferentes métodos de castración (que eliminan en parénquima testicular: a diente y producen hormonas a pesar de ser estériles: método ruso y australiano) a edad prepuberal, encontraron ganancias significativas ( $p < 0.05$ ) de peso a edades pos puberales en los ovinos merinos enteros y en los castrados por el método ruso y australiano en contraste con los castrados a diente, (Bustinza., 2001).

En bovinos, la castración prepuberal también reduce significativamente la tasa de crecimiento, el peso vivo, ganancia diaria de peso y desfavorece la conversión alimenticia (evaluación postpuberal). (Moore., 1969), esta superioridad se debe al efecto

anabólico de la testosterona que se incrementa de manera significativa después de la pubertad, pero sólo cuando se evalúa postnatalmente pero no prepuberalmente o cuando la evaluación se haya hecho pues que haya iniciado la producción de testosterona; pero si la castración es postnatal la ganancia diaria de peso y peso vivo es significativamente mayor en los enteros, pero solo por un corto tiempo(cerca de la pubertad), pues después de la expresión total de la testosterona (madurez sexual) resulta ser similar tanto en enteros como en los castrados, (García, et al., 1995).

En el porcino la castración tiene menos efecto sobre la tasa de crecimiento que en vacunos y porcinos; siendo las diferencias en la tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia entre verracos y capones no tan grande (Sporri., 1976). Sin embargo, (Moore., 1969), encontró que los cerdos castrados prepuberalmente y evaluados postpuberalmente disminuyen su eficiencia alimenticia en 10% ( $p < 0.05$ ), el contenido muscular en 5%, pero el contenido de grasa incremento en 26%.

Los castración de toros prepuberales (135 días de edad) provoca decremento de las concentraciones séricas de la hormona del

crecimiento, mientras la castración puberal (278 días de edad) no afectó los niveles de la hormona del crecimiento (Sumar J., 1973).

Además la hemicastración prepuberal (1-3 meses) no parece tener algún efecto sobre el nivel de testosterona en el plasma en toros ni en la tasa de crecimiento de los toros y cerdos (evaluado a los 7 meses), pero sí tiene un ligero efecto sobre los niveles plasmáticos de testosterona en los cerdos a la edad de 5-7 meses de edad de evaluados, (Sumar J., 1973).

En general los animales castrados que reciben dosis de andrógenos aumentan el número y volumen de las fibras musculares, así como su capacidad funcional (Spörri H. y Stünzi., 1976). La testosterona administrada a animales castrados favorece el anabolismo proteico, provocando en ovinos un aumento de la retención de proteínas, declive de la amino oxidación y aumento la síntesis proteína. Se determinó que los corderos enteros y corderos castrados (pre pubertad) tratados con implantes de testosterona fueron más pesados ( $p < 0.12$ ) que los castrados sin tratamiento. Así mismo, la tasa de crecimiento y eficiencia de de conversión alimenticia rendimiento es marcadamente mejorada con implantes de testosterona

asemejándose a la de un cordero entero siendo ambos superiores a los castrados (pre pubertad) (García, et al., 1995). Aunque la tasa de crecimiento es incrementado de manera dosis dependiente, siendo la optima una intermedia que promueva niveles séricos normales, pues dosis bajas y altas a esta llevan a un incremento menor o ineficiente. Por otro lado, usando implantes de propionato de testosterona en terneros castrados y evaluados también prepuberalmente no mejoro la tasa de crecimiento con respecto a los castrados sin tratamiento, siendo la secreción de testosterona antes de la pubertad de importancia biológica.

En ratones la castración postpuberal, reduce el peso vivo, debido a la eliminación del efecto anabólico de la testosterona .Se debe tener en cuenta, además, que la castración de ratas machos peri-puber y de ratas machos adultos provoca una hipofagia permanente, a parte de la reducción en la ganancia de peso; y las inyecciones de propionato de testosterona estimula la ingesta de alimento y ganancia de peso en las ratas castradas, entendiéndose que ningún metabolito por reducción o aromatización juega un importante rol en la estimulación.

## **2.6 Crecimiento y desarrollo corporal**

El crecimiento animal postnatal se considera como el aumento del tamaño corporal y los cambios producidos en tamaño y función de los distintos órganos y tejidos, dado por fenómenos de hiperplasia e hipertrofia tisular, además de la acumulación de las materias tomadas del medio, (García A., 1995).

El crecimiento corporal es el aumento del peso vivo y puede ser representado por una curva sigmoidea: primero se produce el crecimiento lento seguido de un alto índice de crecimiento hasta los estados de madurez, en los cuales el índice de crecimiento es muy reducido mientras las curvas de crecimiento de los distintos tejidos y órganos son también sigmoideas, pero lo hacen en diferentes tiempos, (García A., 1995). Los factores que influyen sobre el peso vivo son el sexo, el plan nutricional, las hormonas, vitaminas y los antibióticos; y también el peso al nacimiento, número de crías, producción láctea de la madre y destete precoz, (Figueredo L., 2005).

Al nacimiento hay una elevada proporción de cabeza, patas y vísceras y la proporción de la canal (rendimiento) es pequeña; en la

etapa de crecimiento se desarrolla la canal incluyendo los músculos. Una vez alcanzado el estado adulto comienza a aumentar la velocidad de crecimiento del tejido adiposo y el animal engorda. El grado de madurez con que nace cada especie es diferente y está determinado por el desarrollo durante la etapa fetal, (Figueredo., 2005).

El peso vivo de las alpacas se incrementa a medida que avanza la edad hasta los 5 años (Bustinza V. y Medina., G. 1986), para las dos razas y ambos sexos o 6 años en hembras suris, con mayor rapidez en los primeros años (1-3 años) o hasta los 4 (ambos sexos y de colores desde el negro hasta el blanco); luego el incremento es menor hasta los 6 años en hembras surisal parecer se estabiliza a partir de los 4 años con una ligera pérdida de peso a partir de los 6 años, destacando los animales de 4, 5 y 6 años por su mayor peso corporal, (Medina J. G., 1981).

En hembras suris, a partir de los 6 años ya no existe incremento de peso y se describe una línea casi recta hasta los 10 años, observándose a partir de esta edad un ligero descenso hasta los 14

años, y luego un descenso brusco hasta los 17 años, (Velarde, et al., 1988).

La mayor variación de la curva de crecimiento se debe a periodos de estrés: falta de pastos, destete, esquila, parición y empadre (Bustinza, V. y Medina, G. 1986). Encontraron que el crecimiento de las alpacas a partir de los 2 años muestra un pequeño incremento de peso hasta los 4 años de edad. El desarrollo corporal de la alpaca a lo largo del primer año exhibe incrementos positivos y luego decrementos e incrementos en relación a la disponibilidad de pastos naturales durante el segundo año de edad, (Pinares C. S., 1990).

El color no tiene influencia significativa sobre el peso vivo en ambos sexos y dentro de una misma edad; además los machos siempre tienen mayores pesos vivos que las hembras con ciertas igualdades al año de edad en huacayas o hasta los 2 años en huacayas y también suris con respecto a la edad, pero (Bustinza V., 2001) encontró mayores pesos en hembras que en machos tanto en suris y huacayas ( $p < 0.05$ ). No existen variaciones significativas entre machos suris y huacayas en cuanto a peso vivo (Losno W. y Montalvo C., 1983), ni

entre capones suris y huacayas, (Solís R., 1997), durante el desarrollo.

Sin embargo, se indica que la raza huacaya en general supera en peso al suri, pero en otro estudio la raza suri supera a la huacaya, (Bustinza V., 2001).

Un estudio en alpacas huacayas de color, en general, se ha determinado que el color café posee el mayor peso vivo (52.44 kg.) seguido por el negro (52.42 kg.) y los claros menores pesos vivos, (Bustinza V., 2001).

En muchas especies la testosterona exógena ocasiona un aumento de peso vivo, particularmente por el incremento en el desarrollo de la masa muscular estriada (Spörri y Stünzi., 1976) y también del miocardio. Sin embargo, el incremento en la velocidad de crecimiento en respuesta al tratamiento con testosterona se producirá según la dosis, especie y estatus nutritivo del animal. Las grandes dosis inhiben generalmente el crecimiento en los animales de laboratorio, mientras que las pequeñas pueden ser estimuladoras. También en el

hígado y riñones se registra un acumulo de proteínas, (Spörri y Stünzi., 1976).

## **2.7 Antecedentes de investigación**

Braga, et al., (2001), reporta alpacas tratadas con testosterona encontraron pesos de 40.68 kg, de peso vivo de 18 y 22 meses de edad. Sin embargo Raggi, et al., (2008), reporta 35.25 kg en alpacas de 18 a 23 meses de edad, con la aplicación de testosterona. Gómez, et al., (1996), quienes reportan incrementos de 1.67 kg en alpacas 21 meses de edad de la raza Suri tratadas con estradiol.

Orellana Mejía, JF., 2005, realizo una comparación entre dos grupos de alpacas, el grupo A implantadas con un agente anabólico combinado con propionato de testosterona (200 mg) y benzoato de estradiol (20 mg) y el grupo B sin implante anabólico para evaluar la ganancia de peso. Se seleccionaron una muestra total de 36 alpacas de 20 meses de las cuales 18 alpacas se les aplicaron, en forma subcutánea en el tercio medio de la oreja el implante anabólico combinado y las 18 alpacas restantes fueron utilizadas como control, sin aplicación de implantes anabólicos. La variable analizada fue

ganancia de peso, en la variable ganancia de peso el grupo control adquirió un peso promedio de 50.26 kg, y a las alpacas que se les aplicó los implantes anabólicos obtuvieron una ganancia promedio de 60.92 kg; lo que significa un 10,26 kg que representan el 22% más que las alpacas no implantadas durante 120 días.

Solís, et al., (1997), quienes encontraron de 38 a 42 kg de 22 meses de edad en alpacas sometidas a testosterona en un periodo de 10 semanas. Leyva, et al., (2007), quien reporto pesos de 38.77 kg de p.v. en alpacas de 20 meses de edad tratadas con estradiol, mientras que Franco, et al., (1998), reporta pesos de 28 y 48 kg en promedio en alpacas de 1 a 2 años de edad tratadas con estradiol.

Burris, et al., (1953), Lograron notables aumentos en las ganancias diarias de peso en alpacas de 14 meses de 0.29 Kg./día con inyecciones semanales de testosterona (1 mg./Kg./P.V./semana), con un peso final de 60.23 kg de peso vivo, que los animales control sin tratar. En alpacas de 20 semanas Andrews, et al., (1958), con implantes de testosterona produjeron un ligero incremento no siempre significativo en la velocidad de crecimiento, pero un tratamiento en

combinación con estilbestrol produjo ganancias más rápidas que cualquiera de ellos por separado.

San Miguel, et al., (2002), lograron incrementar el peso vivo después de 10 semanas de tratamiento intramuscular con propionato de testosterona (un total de 327 mg) frente a los controles, siendo más notorio en alpacas de 1 año (0.48 Kg. respectivamente.,  $p < 0.01$ ) que a los 20 meses (0.55 Kg. respectivamente,  $p > 0.01$ ).

Gómez, et al., (1996), quienes reportan incrementos de 1.67 kg en alpacas 21 meses de edad de la raza Suri tratadas con estradiol y Leyva, et al., (2007), quien reporto pesos de 38.77 kg de p.v. en alpacas de 20 meses de edad tratadas con estradiol.

Duran E., Calvo D. y Sánchez V., (2005), quienes reportan la utilización de 30 alpacas de 16 semanas distribuidos al azar en dos tratamientos de 15 animales cada uno que denominamos: T1 (testigo) y T2 (experimental). El diseño experimental fue el diseño por tratamientos, utilizando una prueba de hipótesis para la comparación de dos poblaciones y con este mismo modelo la comparación de medias y varianzas. El manejo para cada grupo se realizó de la

siguiente manera: para el T1, pastoreo extensivo durante 11 horas diarias con agua y sales minerales a libre acceso; para el T2, pastoreo intensivo tecnificado durante 11 horas diarias con agua y sales minerales a libre acceso y con implantación de agentes anabólicos naturales (100 mg de Progesterona y 10 mg de Benzoato de Estradiol) y reimplantación a los cuatro meses de iniciado el estudio ambos grupos fueron pesados al inicio de la misma y posteriormente cada 15 días durante 180 días. Estas anotaciones fueron registradas en tarjetas colectivas para que el productor pudiera comparar las situaciones de utilidad resultantes del proceso. Al finalizar este estudio la ganancia diaria de peso obtenida al final fue de 0.59 kg para el grupo T1 y 0.703 kg para el grupo T2, siendo estadísticamente diferentes y con un nivel de confianza del 95% y la ganancia de peso vivo promedio final del estudio fueron de 41kg para T1 y 50.kg para T2 obteniéndose un 17.5% de peso a favor del Grupo T2 en comparación al Grupo T1 las medidas significativamente diferentes entre sí ( $p < 0.05$ ).

### III

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar de Estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en CICAS **LA RAYA-Cusco UNSAAC**, ubicada a  $14^{\circ}28'42,59''$  de latitud sur y  $71^{\circ}01'41,55''$  de longitud oeste a una altura que varía de 4000 a 5000 m.s.n.m. **LA RAYA**, está clasificada como una zona subalpina muy húmeda con precipitaciones cíclicas con niveles máximos en enero y mínimos en los meses de junio a agosto. La vegetación predominante es el Ichu, término que agrupa a varios géneros entre los cuáles se incluye a *Festucadolichopyla*, *Mulhemhergiafastigiata*, *Alchemilladiplophylla* y *Calamagrostis*.

### **Metodología para el estudio**

Se seleccionaron al azar 30 alpacas machos de 14 a 18 meses de edad, de la raza Huacaya y de color blanco, agrupándolos de la siguiente manera: 10 para el grupo T1 (Testosterona), 10 para el grupo T2 (Estradiol) y 10 para el grupo T3 (Control); estos animales presentaron completa adhesión pene prepucial y ambos testículos

descendidos. Todos los animales pertenecieron a un rebaño, tipo de manejo único y alimentación en pastura natural. La distribución de los grupos de trabajo se puede ver en el tabla1.

**Tabla 1: Distribución de grupos de trabajo**

TRATAMIENTO	Grupos		
	Testosterona T <sub>1</sub>	Estradiol T <sub>2</sub>	Control T <sub>3</sub>
Nº	10	10	10
Machos	0,5 mg / Kg + 0,5 ml de Vit. AD <sub>3</sub> E	12 mg / animal + 0,5 ml de Vit. AD <sub>3</sub> E	(sin tratamiento) 0,5 ml de Vit. AD <sub>3</sub> E

- Para el tratamiento Testosterona recibieron enantato de testosterona a 0,5 mg/Kg/PV (Testosterona - 200, Tornel S.A.) vía intramuscular, usándose como vehículo liposoluble al complejo vitamínico AD3E (0,5 ml), repitiéndose cada 2 semanas por 5 veces. Este régimen de tratamiento está relacionado a la acción prolongada del enantato de testosterona de 21 - 28 días.

- Para el tratamiento T<sub>2</sub> recibieron benzoato de estradiol 12 mg/animal (Estrovet) vía intramuscular, usándose como vehículo liposoluble al complejo vitamínico AD<sub>3</sub>E (0,5 ml), repitiéndose cada semana por 11 veces.
- Para el tratamiento T<sub>3</sub> (Control) sólo recibieron el complejo vitamínico AD<sub>3</sub>E, como placebo, en cantidad y forma similar a los grupos de Testosterona y Estradiol.

**Fase Experimental**, con una duración de 12 semanas y la administración de testosterona y estradiol a las alpacas del T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> y en la cual el peso corporal fue evaluado a intervalos de 2 semanas hasta la culminación del trabajo.

### **Recolección de datos**

Para el pesaje de los animales se utilizó una balanza digital, anotando los pesos vivos y ganancia de peso vivo (incremento) en tablas, está en el **anexo 1 y Anexo 2**.

## **Análisis Estadístico**

Para el estudio se empleo el Diseño Experimental Completamente Aleatorio con tres tratamientos y 10 repeticiones.

El modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij},$$

El análisis estadístico se realizó mediante la técnica del análisis de variancia.

Para la prueba de medias, se empleó la prueba de Medias de Duncan.

## IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Efecto anabólico de la testosterona y el estradiol en el peso vivo

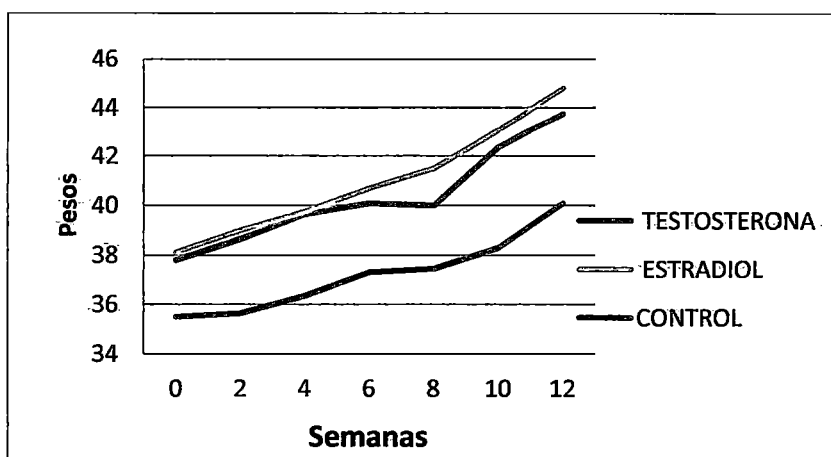
**Tabla 2: Promedios del peso vivo de la testosterona y estradiol frente a su grupo control.**

TRATAMIENTO	SEMANAS							Promedio
	0	2	4	6	8	10	12	
TESTOSTERONA	37.8	38.65	39.65	40.1	40	42.05	43.65	<b>40,33</b>
ESTRADIOL	38.11	39	39.75	40.7	41.5	43.05	44.6	<b>41</b>
CONTROL	35.5	35.64	36.35	37.3	37.45	38.3	40.3	<b>37,23</b>

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 2 se observa los pesos vivos en promedios durante las 12 semanas con tratamientos de testosterona y estradiol frente a su grupo control. Observando también los pesos finales de 40,33 kg de pv con testosterona y 41 kg. De pv con estradiol frente a 37,23 kg de pv. del grupo control, donde claramente se nota el mayor peso en el grupo estradiol.

**Grafico 1: Incremento del efecto anabólico del peso vivo de la testosterona y estradiol frente al grupo control**



En el gráfico 1, se observa el aumento progresivo en los 3 tratamientos y su grupo control hasta la semana seis, mientras que en la semana ocho el grupo testosterona decae llegando a un peso de 40.1 kg de pv y a partir de la semana 10 sus pesos van aumentando sucesivamente donde el grupo estradiol llega a un peso mayor de 41 kg al grupo testosterona de 40,33 kg frente a su grupo control que solo obtuvo un peso de 37,23 kg.

**Tabla 3: Análisis de Varianza del peso vivo de la testosterona y estradiol.**

<b>F.deV.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Sign</b>	<b>0,05</b>
<b>Tratamientos</b>	2	121,72	60,858	2,397	NS	3.35
<b>Error</b>	27	685,63	25.394			
<b>TOTAL</b>	29	807,34				

C.V. % = 11,75

La prueba del Análisis de Varianza (ANVA) en la tabla 3, demostró que no existen significancias entre tratamientos, indicando que los promedios son similares.

Estos resultados encontrados en el presente trabajo son menores a los encontrados por Braga, et al., (2001), quienes reportan que alpacas tratadas con testosterona encontraron pesos de 40.68 kg, de peso vivo de 18 y 22 meses de edad. Sin embargo Raggi, et al., (2008), reporta 35.25 kg en alpacas de 18 a 23 meses de edad, con el mismo tratamiento anterior. Esta diferencia de resultados puede deberse a la baja calidad de los alimentos a los que fueron sometidos durante el experimento ya que fueron realizados en una zona de baja calidad de pastura (zona seca) Franco, et al., (1998) ya que en el presente estudio se realizó en una zona con alimentos de buena calidad (zona húmeda), (Bustinza, 2001).

Resultados similares a los encontrados en el presente trabajo son reportados por Solís, et al., (1997), quienes encontraron de 38 a 42 kg de 22 meses de edad en alpacas sometidas a testosterona en un periodo de 10 semanas.

Mientras que en el estradiol, los resultados obtenidos son superiores a los encontrados por Leyva, et al., (2007), quien reporto pesos de 38.77 kg de p.v. en alpacas de 20 meses de edad tratadas con estradiol. Orellana, et al., (2005), también reporta un incremento mayor de 60.92 kg de peso vico con tratamientos de testosterona y estradiol.

Franco, et al. (1998), reporta pesos de 28 y 48 kg en promedio en alpacas de 1 a 2 años de edad tratadas con estradiol. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Huanca, et al., (1988), quien señala que las hormonas anabólicas incrementan la formación de proteína en el organismo del animal, lo que propician la formación de músculo, aumentan la fijación de calcio y fósforo y disminuyen la excreción de urea, lo que produce mayor formación de proteína. Mientras que Franco, et al., (1998), recomienda alimentar bien a los animales jóvenes para mantenerlos con una buena condición corporal

y de esta forma, hacer que su velocidad de crecimiento sea óptima, con su propósito de utilizarlas para la reproducción o para el engorde.

#### 4.2. Efecto anabólico de la testosterona y estradiol en la ganancia de peso vivo

**Tabla 4: Promedios de ganancia de peso vivo con tratamientos testosterona, estradiol y grupo control.**

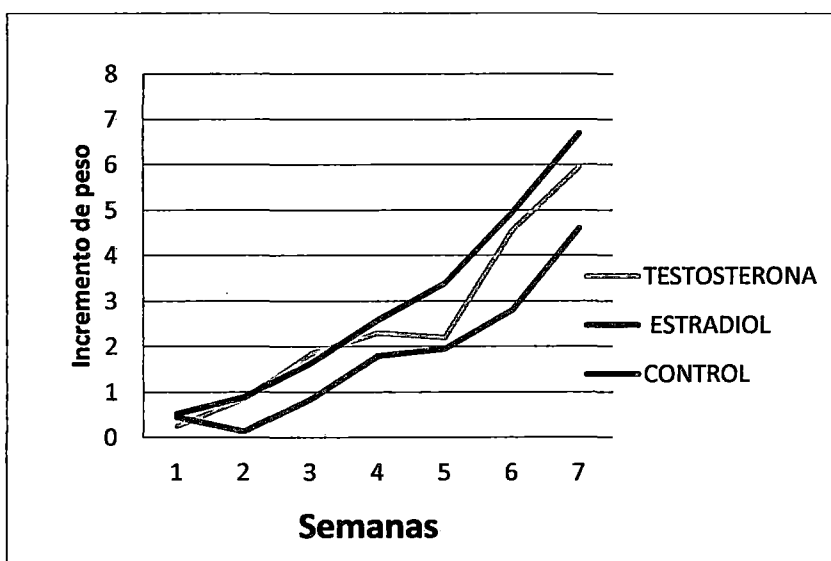
TRATAMIENTO	SEMANAS							PROMEDIO
	0	2	4	6	8	10	12	
TESTOSTERONA	0.25	0.85	1.85	2.3	2.2	4.55	5.95	<b>2,56</b>
ESTRADIOL	0.52	0.89	1.64	2.59	3.39	4.94	6.69	<b>3</b>
CONTROL	0.45	0.14	0.85	1.8	1.95	2.8	4.6	<b>1,80</b>

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 4 se observa los promedios en la ganancia de peso vivo con tratamientos de testosterona y estradiol frente a su grupo control, durante las 12 semanas que fueron tratadas. En el caso del tratamiento con testosterona, se observa incrementos tan bajos como 0,85 g hasta la semana dos, y a partir de la semana 4 el incremento de peso es favorable de 1,85 kg a 5,95 kg de peso vivo en la semana 12. En el caso del tratamiento con estradiol la situación es diferente: no se verifican incrementos tan bajos como en lo ocurrido con la testosterona, sino que los incrementos varían entre 0,89 g y avanzan

hasta 6,69 kg, en la última semana. Por último, el grupo control, se verifican incrementos tan bajos como los 140 g de la segunda semana y los 150 g de la octava, e incrementos relativamente importantes como los 4,6 kg de la semana 12.

**Grafico2: Evolución de la ganancia de peso vivo según periodo de tratamiento**



En el gráfico 2 se muestra la evolución de la ganancia de peso vivo en función del periodo de tratamiento. Observando así el incremento constante del grupo estradiol durante las 12 semanas a comparación del grupo testosterona.

**Tabla 5: Análisis de Varianza en la ganancia de peso vivo.**

<b>F.deV.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Sign</b>	<b>0,05</b>
<b>Tratamientos</b>	2	22,46	11,23	4,13	*	3,35
<b>Error</b>	27	73,29	2,72			
<b>TOTAL</b>	29	9576				

**C.V. % = 28,67**

La prueba del Análisis de Varianza (ANVA) en la tabla 5, demostró que existen significancias para los tratamientos, indicando que por lo menos uno de ellos difiere de los demás.

Con la finalidad de determinar el tratamiento que difiere de los demás se empleo la Prueba de medias de Duncan, conforme a la siguiente tabla.

**Tabla 6: Prueba de significación de Duncan en la ganancia de peso vivo.**

Duncan	Ganancia de peso 12 semana		
	Orden Mérito	Tratamiento	Promedio
1ro.	T2	6.69±0.24 <sup>a</sup>	a
2do.	T1	5.95±0.24 <sup>ab</sup>	a b
3ro.	T3	4.60±0.24 <sup>a</sup>	b

a y b comparación entre promedios con letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

En la tabla 6 se muestra La Prueba de medias de Duncan, demostró que el tratamiento T2 (estradiol) es similar, estadísticamente, al tratamiento T1 (testosterona); así mismo el tratamiento T1 es estadísticamente similar al tratamiento T3 (control).

Nuestros resultados del presente estudio son superiores a los encontrados por San Miguel, et al., (2002), quienes reportan incrementos del peso vivo después de 10 semanas de tratamiento con propionato de testosterona, siendo más notorio en alpacas de 12 meses de edad con 0.48 kg., que a los 20 meses de edad con 0.55

kg., confirmándose que la testosterona exógena ocasiona un aumento de peso vivo en esta especie debido al incremento en el desarrollo de la masa muscular estriada (Morros., 1967). En nuestro estudio se presentó un incremento continuo hasta la sexta semana, incrementándose nuevamente a partir de la décima semana hasta la finalización del trabajo. Estos resultados son corroborados por Quispe, (1992) quien indica que el incremento en la velocidad de crecimiento, se producirá según la dosis, especie y estatus nutricional del animal, lo cual explica nuestros resultados obtenidos.

Hafez, (2006), Indica que la testosterona ocasiona un incremento en el peso corporal, sobre todo en el desarrollo muscular, por su capacidad de inducir la actividad anabólica de las proteínas, y de esa forma favorece una mayor retención nitrogenada. Estos resultados coinciden con el efecto anabólico encontrados en esta especie.

Con respecto al estradiol los resultados encontrados por Gómez, et al., (1996), quienes reportan incrementos de 1.67 kg en alpacas 21 meses de edad de la raza Suri tratadas con estradiol. Estas diferencias pueden ser debidas a que en este estudio se utilizaron alpacas de la raza Huacaya y al ser de menor tamaño la raza Suri las

dosis del tratamiento fueron más efectivas, además puede influir la variación individual entre especies y entre razas Bustinza, et al., (2001).

Sin embargo Durán E., Calvo D. y Sánchez V. (2005), reportaron ganancias menores de 0.70 kg. Con el mismo tratamiento. Resultados que pueden deberse a que la mejor respuesta en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia se obtiene cuando se administran anabólicos de actividad estrogénica y androgénica, como Propionato de testosterona y Benzoato de estradiol. Bustamante J. (1985).

## V

### CONCLUSIONES

1. El tratamiento con testosterona y estradiol no tiene un efecto perceptible en el peso vivo de las alpacas, indicando promedios muy similares 40.33 kg para testosterona y 41 kg para estradiol.
2. En la ganancia de peso vivo con tratamientos de testosterona y estradiol tiene un efecto estadísticamente significativo, demostrando un incremento de 6.69 kg con el estradiol y 5,95 kg con testosterona.
3. Estadísticamente se comprueba que el efecto anabólico con respecto al estradiol obtuvo un mayor incremento de peso vivo (ganancia de peso) de 6, 69 kg de p.v.

## **VI**

### **RECOMENDACIONES**

1. Estudiar el efecto anabólico de la testosterona y estradiol en animales castrados.
2. Estudiar la presencia y proporción de residuos hormonales en la carne de la alpaca.
3. Continuar esta línea de investigación a fin de probar los resultados de estos productos hormonales en las diferentes especies de camélidos americanos.

**VII**  
**BIBLIOGRAFÍA**

1. **Andrews F.N., Perry, T.W., Stob M. and Beeson W.M. 1958.**  
The effects of diethylstilbestrol, testosterone and reserpine on growth and carcass grade of lambs. J. Anim. Sci.17, 157-163.
  
2. **Braga A. Andres., 2001,** Curva de crecimiento y engorde de crías de alpacas huacaya del cipquimsachata, iniaillpa Puno. 12-13 Pág.
  
3. **Burris, M.J., 1953.** Alteration of Daily gain, feed efficiency and carcass characteristics in beef cattle with male hormones. J Anim. Sci.12, 740-746.
  
4. **Bustamante J. y San Martín F. 1985.** Testosterona y bezoato de estradiol en el engorde de alpacas. Rev. Inv. Pec. IVITA. 22-24 Pág.
  
5. **Bustinza V. 2001,** La alpaca, crianza, manejo y mejoramiento, Primera Edición, Editorial Perú Print, Puno. 156-158 Pág.

6. **Bustínza V. y G. Medina.** 1986. Crecimiento de alpacas. V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. ANALES. Puno-Perú. 23-26 Pág.
7. **Duran E., Calvo D. y Sánchez V.** 2005, Estudio comparativo entre el pastoreo tradicional y el uso de anabólicos. Boletín Informativo N° 30 Cerros de Pasco. 30-33 Pág.
8. **Figueredo L. y Iser del toro, M.** 2005. Los ovinos. Una producción de bajos insumos. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090905.html>
9. **Franco, E.; W. García; D. Pezo.** 1998. Manual de crianza de llamas y alpacas. Pub. Tec. FMV-UNMSM Lima, Perú. 33-36 Pág.
10. **García A.** 1995. Fisiología veterinaria. Primera Edición. Editorial Mc Graw Hill- Interamericana. España. 120-122 Pág.
11. **García, W.; D. Pezo; E. Franco.** 1996. Avances preliminares de engorde de alpacas. XIX Reunión Científica APPA. UNSAAC. Cuzco, Perú. 12-14 Pág.

12. **Gómez C. y Poma, M. 1996** Uso de Estradiol 17-Beta en alpacas bajo engorde. Rev. Inv. Pec. (IVITA) Univ. Nac. S. Marcos. 20-21 Pág.
13. **Guyton Arthur C., M.D. 2001.** Tratado de Fisiología Medica. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. Décima edición. España. 321-323 Pág.
14. **Hafez E.S.E. 2006.** Reproducción e inseminación artificial en animales, Editorial Acribia, España. 231-234 Pág.
15. **Hansel W. y McE. Kenneth. 1981.** Procesos reproductores masculinos. En: Fisiología de los Animales Domésticos. Tomo II. Ed.: Dukes H.H. y Swenson M.J. Editorial Aguilar. México. 126-128 Pág.
16. **Huanca T. 1988.** Manual del Alpaquero, Proyecto Alpacas INIAA - CORPUNO-COTESU/IC. Puno, Perú. 35-36\_ Pág.
17. **Leyva y J.Velasco. 2006.** Castración en alpacas y administración de testosterona. Rev. Inv. Pec. (IVITA) UN S. Marcos. 11-13 Pág.

18. **Leyva V. 2007.** Administración de estradiol en alpacas. Rev. Inv. Pec. (IVITA) Univ. Nac. S. Marcos. 12-13 Pág.
19. **Losno W. y C. Montalvo.** 1983. Edad, peso vivo y peso testicular en la alpaca. Resum Project Invest. Realizadas por la UNMSM, periodo 1975-1979. Lima. 18-19 Pág.
20. **Medina J.G.** 1981. Peso vivo, peso de vellón y rendimiento de vellón de alpacas huacaya de la C.A.P. Tupala Ltda. N°360. Tesis Med. Vet. Zootec. UNA. Puno-Perú.
21. **MINAG (2006),** Realidad y problemática del sector pecuario: Camélidos Sudamericanos. En: [http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec\\_real\\_camelidos.shtml](http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_real_camelidos.shtml)
22. **Moore W.W.** 1969. Endocrinología de la reproducción. En: Fisiología. Ed. SelkurtEwal D.E. Editorial El Ateneo. Argentina. 201-202 Pág.

23. **Morros J.** 1967. Elementos de Fisiología. Editorial Científico-Médica. Novena edición. Tomo I. Barcelona-España. 123-125 Pág.
24. **Orellana Mejía, JF.** 2005. Evaluación del implante propionato de testosterona más benzoato de estradiol, sobre la ganancia de peso en alpacas. Tesis Med. Vet., Universidad de San Sebastián Chile.
25. **Pinares C.S.** 1990. Radioinmunoanálisis de testosterona sérica y descripción del desarrollo sexual pre – puberal y puberal en alpacas. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Fac. Zootecnia – UNALM. Perú.
26. **Quispe, F.; Bustinza, V.; G. Mamani.** 1992. Ritmo de crecimiento y engorde en alpacas jóvenes. ALLPAKA Revista de Investigaciones sobre Camélidos Sudamericanos. 23 -25 Pág.
27. **Raggi, L. A.; Niven, V.; Rojas, R.; Castellaro, G.; Zolezzi, M.; Latorre, E.; Parraguez, V. H. y Ferrando, G.** 2008. Caracterización de la ganancia de peso corporal de alpacas

desde el nacimiento y hasta los seis meses de edad en cuatro regiones de Chile. IIA, FCVP-UACH. Santiago, Chile. 7-9 Pág.

28. **San Miguel C., Leyva V. y W. García.** 2002. Administración de testosterona en alpacas con adherencias pene-prepucales. Rev. Inv. Vet. Perú. N° 200, 12-14 Pág.
29. **Solís R.** 1997. Evaluación del engorde en alpacas con uso de testosterona en alpacas de 16 meses de edad, Resúmenes informativos, Boletín N° 30, Perú. 8-9 Pág.
30. **Spörri H. y Stünzi H.** 1976. Fisiopatología Veterinaria. Editorial Acribia. España. 23-24 Pág.
31. **Sumar J., V. Leyva y J.Velasco.** 1973. Castración en alpacas. Rev. Inv. Pec. (IVITA) Univ. Nac. S. Marcos. N° 123, 13-15 Pág.
32. **Velarde N., Mamani G. y Bustinza V.** 1988. Efecto de la edad sobre la producción de carne y fibra en alpacas hembras de la raza suri. Resúmenes informativos. Boletín informativo CICCS-IVITA-UNMSM. N° 28, 9-10 Pág.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Ficha de recolección de datos de peso vivo

	SEMAMA	INICIO	0	2	4	6	8	10	12	
Nº	TRATAMIENTO	Nº ARETE	Kg,	Kg,	Kg,	Kg,	Kg,	Kg,	Kg,	
1	TESTOSTERONA	H0321	32,5	32,5	34	33,5	34	34	35	36
2		H0345	32,5	33	34,5	34	35,5	35	36,5	38
3		H0151	37	36,5	37	40	40	39	40,5	42
4		H0132	38,5	39	39	40,5	40,5	40	40	42
5		H0233	38,5	40,5	41	41	42,5	42	43,5	46
6		H0083	31	31	32,5	34	34,5	35	38	38
7		H0097	41,7	41,5	43	43	43	43	46	47
8		H0399	42,8	43	44	45,5	46	46,5	49,5	53,5
9		H0121	41	41	42	43	42	43	47	48
10		H0295	40	40	39,5	42	43	42,5	44,5	46
11	ESTRADIOL	H0220	30,5	31	31,5	32	34,5	35	36	37,5
12		H0109	39,5	40	40,5	41,5	42,5	43	44	46
13		H0410	39	40,5	41	41,5	42	43	44	45
14		H0334	41,5	42	43	44	44,5	45	46,5	49
15		H0223	34,5	35,3	36	37	38	38,5	39	39,5
16		H0327	36,5	37	37,5	38	39	40	41,5	42,5
17		H0369	36,0	36,5	37	37,5	38	38,5	40	41
18		H0228	40,7	41	41,5	42	42,5	44	47	50
19		H0353	34,5	34	38	39	40	41	43,5	45
20		H0406	43,2	43,8	44	45	46	47	49	50,5
21	CONTROL	H0250	38	39	39	39,5	40,5	40	41,5	43
22		H0385	31,5	32,5	33	34	34,5	35	35,5	37
23		H0146	38,5	39,5	39,5	41	41	41	41	44
24		H0398	32,5	33	33,5	34	34,5	34,5	35	37
25		H0183	39	38,5	40	40	41,5	42,5	43	45
26		H0100	40,5	41	41,5	42	42,5	42	44,5	46,5
27		H0308	29,3	29,5	29,3	30,5	32,5	32,5	31	33,5
28		H0136	24,2	24,5	25	25	27,5	28	29,5	31
29		H0205	38,7	39	38,3	39	40	40,5	41,5	43
30		H0115	38,3	38,5	37,3	38,5	38,5	38,5	40,5	43

## Anexo 2

### Ficha de recolección de datos de ganancia de peso vivo

		SEMAMA	0	2	4	6	8	10	12
Nº	TRATAMIENTO	Nº ARETE	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
1	TESTOSTERONA	H0321	0	1.5	1	1.5	1.5	2.5	4.5
2		H0345	0.5	1.5	1	2.5	2	3.5	5
3		H0151	-0.5	0.5	3.5	3.5	2.5	4	5.5
4		H0132	0.5	0	1.5	1.5	1	2	3
5		H0233	2	0.5	0.5	2	1.5	3	5.5
6		H0083	0	1.5	3	3.5	4	9	7
7		H0097	-0.17	1.5	1.5	1.5	1.5	4.5	5.5
8		H0399	0.17	1	2.5	3	3.5	6.5	10.5
9		H0121	0	1	2	1	2	6	7
10		H0295	0	-0.5	2	3	2.5	4.5	6
11	ESTRADIOL	H0220	0.5	0.5	1	3.5	4	5	6.5
12		H0109	0.5	0.5	1.5	2.5	3	4	6
13		H0410	1.5	0.5	1	1.5	2.5	3.5	5.5
14		H0334	0.5	1	2	2.5	3	4.5	7
15		H0223	0.8	0.7	1.7	2.7	3.2	3.7	4.7
16		H0327	0.5	0.5	1	2	3	4.5	5.5
17		H0369	0.5	0.5	1	1.5	2	3.5	5
18		H0228	0.33	0.5	1	1.5	3	6	9
19		H0353	-0.5	4	5	6	7	9.5	11
20		H0406	0.6	0.2	1.2	2.2	3.2	5.2	6.7
21	CONTROL	H0250	1	0	0.5	1.5	1	2.5	4
22		H0385	1	0.5	1.5	2	2.5	3	4.5
23		H0146	1	0	1.5	1.5	1.5	1.5	4.5
24		H0398	0.5	0.5	1	1.5	1.5	2	4
25		H0183	-0.5	1.5	1.5	3	4	4.5	5.5
26		H0100	0.5	0.5	1	1.5	1	3.5	5.5
27		H0308	0.17	-0.2	1	3	3	1.5	4
28		H0136	0.33	0.5	0.5	3	3.5	5	5.5
29		H0205	0.33	-0.7	0	1	1.5	2.5	4
30		H0115	0.17	-1.2	0	0	0	2	4.5