

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTIMADORES *IN VIVO* DE  
LAS RESERVAS DE GRASA CORPORAL Y MÚSCULO EN  
CABRAS ADULTAS**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**HANIA VILAR MARTÍNEZ**

Asesores:

MVZ PhD Everardo González Padilla

MVZ PhD Héctor Vera Ávila

ING MC Reyes López Ordaz



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

A mis padres:  
Miguel Alejandro Vilar Rojas  
Jeannette Martínez Gómez

Sepan que por cada éxito en mi vida ha sido gracias a su amor y apoyo, los amo.

A mi hermana

Monserrat Vilar Martínez

Eres la mejor hermanita que hay en el mundo

A mis hermanitos:

Mauricio y Gabriela

Por haber dado luz a mi vida, son mis pequeños angelitos.

A mi Novio

Rabindranath Rivera Alvarez

Gracias por estar conmigo en las buenas y las malas

## **GRACIAS**

## **AGRADECIMIENTOS**

A ti Mama que siempre me apoyaste con amor, me comprendiste y levantaste  
en todos los momentos.

A ti Papa que siempre me apoyas con tu cariño dándonos todo lo que puedes  
por tus grandes consejos, y tu amor ilimitado..

A ti, Monse que siempre has sido mi amiga, mi apoyo y por tus duros consejos..  
Para ti, Ra que siempre estás conmigo, amándome y apoyándome en todas  
mis locas decisiones.

A ustedes mis grandes asesores MVZ Everardo González, MVZ Héctor Vera e  
Ing Reyes López., que con sus enseñanzas, disciplina y apoyo permitieron la  
realización de este trabajo, por creer en mí y darme esta gran oportunidad.

A mis tíos, tías, primos y primas por su apoyo y sus grandes deseos en este  
gran proyecto de mi vida.

A mis abuelitos Carmen y Miguel por su amor y las experiencias que hemos  
vivido, los adoro.

A mis seres amados (Ivett, Pablo, abue Bertha y abue Abel) que ya no están  
entre nosotros pero que me dejaron las ganas de salir adelante y me dieron el  
ejemplo de que nada debe detenerme para alcanzar mis metas

A Dios por darme la capacidad intelectual y física, por las grandes personas  
que puso en mi camino y los grandes momentos, gracias.

A Adi, Ana, Dr, Raul Ulloa por su gran apoyo moral y académico.

A mi gran y amada UNAM que me dio las bases con los mejores profesores e  
instalaciones, mi casa.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
1.INTRODUCCIÓN	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 INDICE DE MASA CORPORAL	8
2.2 ULTRASONIDO	8
2.3 ESPACIO DE UREA	10
3. MATERIAL Y MÉTODOS	13
3.1 LUGAR	13
3.2 ANIMALES	13
3.3 ESPACIO DE UREA	13
3.4 ULTRASONIDO	15
3.5 MEDICIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL	15
3.6 INDICE DE MASA CORPORAL	15
3.7 SACRIFICIO	16
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
4. RESULTADOS	18
5. DISCUSIÓN	27
6. CONCLUSIONES	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1. Estadística descriptiva de peso vivo (PV), condición corporal (C.C) e índice de masa corporal (IMC) para cabras encastadas con nubias adultas.....	<b>18</b>
2. Estadística descriptiva para las zonas donde se mide el espesor de grasa y músculo (mm) con el ultrasonido en cabras encastadas con Nubias adultas.....	<b>18</b>
3. Estadística descriptiva de grasa pericárdica, grasa abdominal, grasa riñonada, mitad izquierda, carne, hueso, unto y el total en (kg).....	<b>19</b>
4. Estadística descriptiva de la concentración de espacio de urea en los diferentes tiempos de aplicación en sangre de las cabras (mg/dl)....	<b>20</b>
5. Estadística descriptiva de Peso Vivo (PV), ultrasonido dorsal (Ultrador), condición corporal (CC) e índice de masa corporal (IMC) y las variables con proporción del peso vivo de sacrificio en kg .....	<b>22</b>
6. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de las variables de respuesta y explicativas en kg .....	<b>23</b>
7. Medias mínimas cuadráticas y comparaciones múltiples de las medias de las variables respuesta (kg) con respecto a los grupos de condición corporal (C.C) .....	<b>24</b>
8. Medias mínimas cuadráticas y comparación múltiple de las medias de las variables de respuesta con respecto a los grupos definidos de índice de masa corporal (IMC) ).....	<b>24</b>

9. Medias mínimo cuadráticos del análisis de varianza y las diferencias entre las medias de las variables de respuesta con respecto al peso vivo (PV) en kg.....	25
10. Coeficientes de regresión de las variables explicativas con proporción del peso vivo y variables de respuesta(kg).....	26

### **INDICE DE FIGURAS**

1. Tendencia ajustada de los valores promedios de la concentración de urea en sangre de las cabras adultas encastadas con Nubias.....	21
---	----

## RESUMEN

VILAR MARTÍNEZ HANIA. Evaluación de diferentes estimadores *in vivo* de las reservas de grasa corporal y músculo en cabras adultas (bajo la dirección: PhD. Everardo González Padilla, PhD. Héctor Vera Ávila y MC Reyes López Ordaz).

El objetivo fue evaluar la eficiencia de medidas ultrasonográficas (ULT), calificación de condición corporal (CC), valores de índice de masa corporal (IMC) y espacio de urea (EU) como estimadores del contenido de grasa y músculo corporales. 48 cabras encastadas con Nubia adultas ovariectomizadas fueron alimentadas para mantener estable su peso vivo (PV) y CC. La CC fue el promedio de cuatro evaluaciones y se calculó el IMC ( $PV / (\text{largo} \times \text{altura}) \times 10$ ) realizándose también mediciones ULT del espesor de tejidos sobre apófisis transversas de vértebras dorsales, lumbares y coxales. También se determinó el EU. Los animales se sacrificaron. Se estimó la proporción de músculo, hueso y depósitos de grasa visceral, de canal y total (visceral+canal) con respecto a PV.. Se estimaron los coeficientes de regresión y valores de  $R^2$  para ULT, CC, PV, IMC y EU, así como los CV's promedio para CC e IMC. El EU fue buen estimador solo para grasa visceral, y la ULT de mayor valor predictivo fue la del nivel dorsal aunque en general su  $R^2$  fue menor a la encontrada para CC, PV, IMC como estimadores de los depósitos grasos corporales ( $R^2 > 0.70$  para CC, PV, IMC). El CV para estimar CC fue mayor que el observado en la estimación de IMC (9.7 vs. 3.1%). CC, PV, IMC son estimadores adecuados de la composición grasa corporal en cabras encastadas con Nubia adultas. El

valor de estos parámetros como estimadores del estado energético se limita, pues no predicen la composición muscular corporal. Por primera vez se publica el valor de IMC como predictor de composición de grasa en caprinos.

**Palabras clave:** caprinos, composición corporal, estimación *in vivo*

# 1. INTRODUCCIÓN

La estimación de la composición corporal y de las reservas energéticas de un animal puede ser de utilidad para predecir su comportamiento reproductivo y las características cualitativas de su canal.

La condición corporal se determina mediante métodos subjetivos, simples y prácticos que evalúan el volumen/magnitud de los tejidos, fundamentalmente músculo y grasa, que cubren áreas específicas del cuerpo independientemente del tamaño corporal. Se debe tener en cuenta que a través de la determinación o calificación de la condición corporal se puede establecer el estado del animal en un momento dado, pero esto no indica si dicho estado se encuentra estable o en proceso de cambio (positivo o negativo), a menos que se repita la evaluación de condición corporal y se determine su variación a través de un periodo determinado. En los caprinos se han desarrollado métodos de calificación de la condición corporal que representan una forma práctica y útil para realizar dicha estimación<sup>1,2,3</sup>, aunque su valor como estimadores en ocasiones se ve afectado por su carácter cualitativo y subjetivo. Lo anterior, se aplica en genotipos con diferente fin zootécnico, en animales adultos contra animales en crecimiento o en grupos de animales muy heterogéneos en cuanto a talla. Por otra parte, en el caso de la cabra, la cual deposita una parte importante de la energía en forma de grasa visceral, existe la preocupación de que esto limite a la condición corporal como predictor de las reservas corporales de energía<sup>3</sup>. A pesar de que la calificación de la condición corporal representa una forma práctica y útil para estimar el estado energético de un animal o su composición corporal, las metodologías desarrolladas para hacer esa calificación son cualitativas y subjetivas, sujetas

por lo tanto a diversos grados de error al ser aplicadas por diferentes individuos. Por otra parte, tienen un nivel limitado de discriminación entre condiciones cercanas, particularmente cuando se trata de animales con calificaciones en los extremos de la escala (muy flacos o muy gordos). Asimismo, en especies como la cabra que depositan una parte importante de su energía corporal en forma de grasa interna, se puede ver limitada su capacidad predictiva.

Alternativamente, se han desarrollado métodos cuantitativos para estimar en forma menos subjetiva la composición corporal y el estado de las reservas energéticas. Por una parte, métodos basados en mediciones ultrasonográficas de tejidos en diferentes regiones corporales han dado buenos resultados para estimar componentes de la canal en cabritos<sup>4,5</sup>. Los índices que estiman la masa corporal (IMC) a partir del peso vivo y medidas zoométricas (altura y largo) han demostrado buena correlación con indicadores biológicos relacionados con el estado energético (secreción de LH), pero no se ha determinado su valor predictivo sobre composición corporal en cabras<sup>6</sup>.

Con la finalidad de observar musculatura y grasa en los animales, cada vez más criadores están utilizando el ultrasonido como parte del proceso de selección en el campo. La utilización de los análisis realizados con ultrasonido en el campo y a tiempo real, tiene el potencial de acelerar el proceso de selección.

El espacio urea (EU), es un estimador del agua corporal que se calcula según el principio de dilución como la relación entre la dosis inyectada de urea y el incremento de urea en el plasma, una vez alcanzado el equilibrio. El espacio de urea se utiliza para obtener la cantidad de agua corporal. Este método ha sido

utilizado por varios científicos en porcinos, ovinos y bovinos, y es utilizado por ser fácil y simple para analizar y obtener resultados con mayor precisión. La urea, debido a su bajo costo y mínimos requerimientos técnicos necesarios para su determinación en plasma, ha sido propuesta como una alternativa, a las técnicas de dilución que determinan agua marcada con isótopos de hidrógeno, el cual es un buen predictor de grasa y músculo en los individuos <sup>7,8</sup>. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de medidas ultrasonográficas, calificación de condición corporal, valores de índice de masa corporal y la determinación de espacios de urea como estimadores del contenido de grasa y músculo en cabras adultas encastadas con Nubias.



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

A pesar de que la calificación de la condición corporal representa una forma práctica y útil para estimar el estado energético de un animal o su composición corporal, en la cabra una parte importante de su energía corporal se deposita en forma de grasa interna y esto puede limitar su capacidad predictiva.

Menéndez *et al* (1985) y Ordóñez *et al* (1980) mencionan que la condición corporal de un animal puede ser utilizada como un predictor de su estado nutricional energético y/o de su composición corporal principalmente en relación al contenido de grasa<sup>9,10</sup>. Esa predicción puede a su vez utilizarse para estimar su posible comportamiento reproductivo o el rendimiento en canal<sup>2,3</sup>.

La condición corporal se determina mediante métodos subjetivos, simples y prácticos que evalúan el volumen/magnitud de los tejidos, fundamentalmente músculo y grasa, que cubren áreas específicas del cuerpo independientemente del tamaño corporal. A través de la determinación o calificación de la condición corporal se puede establecer el estado del animal en un momento dado, pero esto no indica si dicho estado se encuentra estable o en proceso de cambio (positivo o negativo), a menos que se repita la evaluación de condición corporal y la determinación de la variación a través de un periodo determinado<sup>2,3</sup>.

Durante varios años, diferentes investigadores alrededor del mundo (Honhold *et al.*, 1989; Santucci *et al.*, 1991; Hervieu *et al.*, 1995; Schmidely *et al.*, 1995; Lefrileux *et al.*, 1995) usaron la calificación de la condición corporal como estimador de las reservas de grasa con diferentes metodologías y escalas<sup>2,3,11,12,13</sup>.

Villaquiran *et al.* (2005) demostraron que la calificación de la condición corporal es una herramienta práctica e importante, es el mejor y más simple

indicador de las reservas de grasa que puede ser usado por las cabras en periodos de alta demanda energética, estrés o mala nutrición. La calificación que usaron en cabras fue de un rango de 1 a 5 con incrementos de 0.5, donde una cabra con una calificación de condición corporal de 1 es una cabra extremadamente delgada sin grasa y una con la calificación corporal de 5 es una cabra obesa. En la mayoría de los casos las cabras saludables tienen una calificación de condición corporal de 2.5 a 4, y cabras con calificación de 1, 1.5, 2 indican problema de manejo o de salud <sup>1</sup>.

Aumont *et al.* (1994) realizaron un estudio donde se compara el método de calificación de condición corporal y la determinación del tamaño de las células adipocitos in vivo para saber la composición corporal y calidad de la canal en cabras criollas de la isla de Guadalupe, en este estudio se confirma que el método de calificación corporal es un buen predictor y que es práctico<sup>14</sup>.

Para el caso de especies pecuarias se han desarrollado métodos cuantitativos a partir de los cuales se pretende estimar en forma objetiva el estado energético y la composición corporal. Algunos de esos métodos se basan en mediciones ultrasonográficas de tejidos en regiones corporales específicas o en la estimación del volumen de líquido corporal a partir de determinar espacios de urea u otros métodos como la dilución de oxido de deuterio como estimador de lípidos corporales <sup>15,16</sup>.

## **2.1 INDICE DE MASA CORPORAL**

Índice de masa corporal (IMC, siglas en inglés: BMI -Body Mass Index-), también conocido como índice de Quetelet ([Lambert Adolphe Jacques](#)

Quételet), es un número que pretende determinar, a partir de la **estatura** y la **masa**, el intervalo de masa más saludable que puede tener un animal. Se utiliza como indicador nutricional desde principios de **1980**. El IMC resulta de la división de la **masa** en **kilogramos** entre el cuadrado de la **estatura** expresada en **metros**. El índice de masa corporal es un indicador del peso de una persona en relación con su altura. A pesar de que no hace distinción entre los componentes grasos y no grasos de la masa corporal total, éste es el método más práctico para evaluar el grado de riesgo asociado con la obesidad.<sup>17</sup>

Tanaka *et al.* (2002) realizaron un experimento donde formaron un índice de masa corporal para cabras incluyendo características zoométricas (peso, alto y largo) basándose en un índice de masa corporal usado en humanos, donde observaron correlaciones de 0.81 con peso corporal <sup>6</sup>.

## **2.2 ULTRASONIDO**

Torres (2002) mencionó que la utilización de los análisis realizados con ultrasonido en el campo y a tiempo real, tiene el potencial de acelerar el proceso de selección basado en la observación de la musculatura y grasa en los animales, <sup>18,19</sup>.

El ultrasonido puede ser utilizado para obtener medidas de grasa subcutánea en diferentes regiones así como del volumen de algunas masas musculares<sup>19</sup>.

Berg *et al.* (1979) y Perkins *et al* (2000) concluyeron que la versión del ultrasonido actual arroja imágenes que pueden ser usadas para medir el área del ojo del lomo y la grasa dorsal<sup>4,5</sup>. Con el uso del ultrasonido en tiempo real (RTU) se observan y miden los siguientes valores: área del lomo, grasa dorsal,

grasa intramuscular o marmoleo; grasa dorsal en el anca y profundidad del músculo de la pierna.

El tiempo real de ultrasonido es la tecnología más avanzada y disponible para estimar la composición y calidad de ganado de carne vivo. Las medidas por ultrasonido tienen algo de error entre técnicos y una alta correlación con medidas de la canal, siendo viable su uso para la predicción del producto final de corte o su composición<sup>19</sup>.

Junkuszew *et al.* (2005) hicieron una comparación entre la tomografía computarizada y el ultrasonido como métodos de predicción de composición corporal en ovinos, mencionan que la tomografía computarizada es buena herramienta para saber actualmente la composición corporal pero su manejo y el aparato es costoso, mientras que el ultrasonido es más económico<sup>19</sup>.

Stanford *et al.* (1994) estudiaron el ultrasonido como método de predicción de la composición corporal en tiempo real para seleccionar a los caprinos por su musculatura los coeficientes de determinación fueron de 0.47 a 0.64 dependiendo del sitio donde fue tomada la muestra <sup>4</sup>.

Delfa *et al.* (1999) realizaron un estudio con el ultrasonido como predictor de la composición tisular de la canal en cabritos de raza Blanca Celtibérica y encontraron un coeficiente de determinación menor a 0.70<sup>5</sup>.

### **2.3 ESPACIO DE UREA**

El espacio urea (EU) es un estimador del agua corporal que se calcula según el principio de dilución como la relación entre la dosis inyectada y el incremento de urea en el plasma, una vez alcanzado el equilibrio. Para Andrew *et al.* (1995) el espacio de urea se utiliza para obtener la cantidad de agua corporal. Este método ha sido utilizado por varios científicos en las especies de porcinos, ovinos y bovinos. Es utilizado por ser fácil y simple para analizar y obtener resultados con mayor precisión; la urea, debido a su bajo costo y mínimos requerimientos técnicos necesarios, para su determinación en plasma, ha sido propuesta como una alternativa, a las técnicas de dilución que determinan agua marcada con isótopos de hidrógeno <sup>16</sup>.

La concentración de la urea al tiempo cero es considerada como punto de equilibrio con el agua corporal el cual es mayor al valor basal; los resultados pueden ser ocupados como indicador de la composición corporal.

El tiempo del punto de equilibrio puede variar de un animal a otro, pero el rango se encuentra entre los 15 a 25 minutos, es muy sensible esta prueba por lo cual se debe tener en cuenta al tiempo, la dosis promedio y precisión en muestreo <sup>16,20,21</sup>.

El procedimiento de BERTHELOT sirve para la determinación cuantitativa de nitrógeno ureico en suero y se basa en el principio de la ureasa la cual convierte a la urea en amoniaco y reacciona con salicilato nitroferricianuro e hipoclorito obteniendo un color azul-verde.

Este método tiene una absorbancia a 610 nm es directamente proporcional a la concentración de nitrógeno ureico, una linealidad de 100 mg/dL de nitrógeno – ureico, con una especificidad del 99% y una sensibilidad de 0.075 mg/dL por 0.001 unidades de absorbancia <sup>22</sup>.

Agnew *et al.* (2005) estudiaron la relación entre la dilución de la urea, peso vivo y composición corporal de vacas lactando, observaron que la dilución de urea es un buen método para predecir la composición corporal<sup>23</sup>.

Chiba *et al.* (1990) realizaron un estudio usando la técnica de urea en cerdos para saber la composición corporal y confirmaron que es un buen método en cerdos debido a los bajos costos y mínimo requerimiento técnico<sup>24</sup>.

Doreau *et al.* (1988), Kock *et al.* (1979) y Bartle *et al.* (1983) ocuparon la técnica de espacio de urea para determinar la composición corporal en bovinos, y mencionan que el espacio de urea en relación con otros métodos es buen método para estimar la composición corporal in vivo<sup>25, 26, 20</sup>.

Bennett *et al.* (1982) estudiaron la evaluación del método de espacio de urea y ultrasonido como criterio para saber la composición corporal en ganado de carne, concluyeron que el espacio de urea no es mejor método que ultrasonido, por que el espacio de urea necesita 25 minutos y ultrasonido 1 minuto, y que el espacio de urea es un buen predictor en un grupo homogéneo en talla<sup>27</sup>.

Bartle *et al.* (1988) realizaron un procedimiento matemático para la estimación de la dilución de la urea en la composición corporal en ovinos, donde se muestra que la relación de espacio de urea es diferente a la del bovino, el tiempo de equilibrio se encuentra entre 9 y 12 minutos para estimar la composición en borregos<sup>21</sup>.

Bas *et al.* (1988) estimaron la cantidad de agua del cuerpo por medio de inyección de urea en cabras lactando, para estudiar el agua del cuerpo se ocupó la liofilización, la cual es mejor en la estimación y se concluye que la dilución de urea es un método conveniente para saber el agua corporal<sup>28</sup>.

Hammond *et al.* (1984) ocuparon la técnica de dilución de urea para estimar el agua corporal en ganado cárnico, obteniendo como resultado que este es un método práctico para estimar composición corporal en ganado vivo, obtuvieron una  $r = 0.96$  y concluyeron que es mejor estimador que peso vivo<sup>29</sup>.

Ngwa *et al.* (2007) evaluaron los métodos de espacio de urea y condición corporal como predictores de la composición corporal en cabras para carne, concluyeron que la efectividad para la predicción de la composición corporal es mayor en la calificación de condición corporal que el espacio de urea<sup>30</sup>.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR**

El estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal (CENIDFA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en Ajuchitlán, Querétaro a 1925 msnm, 20°43'11" de latitud norte y 100°1'11" de longitud oeste, con clima seco templado y lluvias en verano con precipitación media anual de 459.2 mm y una temperatura media anual de 17.1 °C (BS1K (w)) (García, 1988)<sup>31</sup>.

#### **3.2 ANIMALES**

Se utilizaron 48 cabras encastadas con nubias, adultas con peso promedio entre 25 a 65 Kg, con una condición corporal entre 1.5 a 4.0, alimentadas con concentrados y forrajes.

Los animales se dividieron en tres grupos diferentes de condición corporal, índice de masa corporal y peso vivo, el grupo de baja (CC de  $\leq 2.1$ , IMC de  $\leq 8.4$ , PV de  $\leq 39.3$ ), el grupo de media (CC de  $> 2.1 \leq 2.9$ , IMC de  $> 8.4 \leq 10.5$ , PV de  $> 39.3 \leq 10.5$ ) y el grupo de alta (CC de  $> 3.0$ , IMC de  $> 10.5$ , PV de  $> 52.6$ ).

#### **3.3 ESPACIO DE UREA**

Los animales experimentales fueron sometidos a un ayuno de alimento y agua por 16 h para minimizar la influencia de la concentración de urea del rumen y evitar una lectura falsa, se aplicó la urea por medio de un catéter en una cantidad de 130 mg/kg de peso vivo; se muestreó en el tiempo 0 (antes de la aplicación de urea), 10, 13 y 16 minutos post-aplicación de la dosis de urea, en

el momento en que la urea llega al tiempo de equilibrio es cuando se puede estimar la cantidad de agua corporal <sup>32</sup>.

Se usó un catéter de polietileno del No. 18 que se insertó en la yugular y se mantuvo lleno con solución de heparina (50 UI/ml) entre colecciones de muestras de sangre para evitar que se obstruya por coagulación. Por este catéter se administró una solución de urea al 20% (peso/volumen en NaCl al 0.9 %). La dosis total que se ocupó para calcular por animal fue de 130 mg/kg de peso vivo, después de la inyección se tomó 4 ml de sangre a los 10, 13 y 16 minutos post-aplicación. Para saber la dosis administrada se obtuvo el peso de la jeringa con la dosis menos el peso de la jeringa post administración esto se dividió entre la densidad de la solución de urea.

Luego la sangre fue centrifugada para obtener el plasma en el cual se hizo la determinación de nitrógeno uréico por la técnica descrita por Fawcett y Scout (1960) y Seacery *et al.* (1961) para obtener el PUN (nitrógeno ureico plasmático) <sup>19,26, 29,32, 33, 34,35</sup>

Para calcular los espacios de urea se usó la siguiente fórmula<sup>20</sup>

$$EU (\%) = \text{Total en mg de urea administrada} / (\Delta PUN) \times (PV \text{ kg}) \times 10$$

$\Delta PUN$  = es la diferencia en concentración plasmática de urea entre la muestra al momento del equilibrio después de la administración de la solución de urea y la muestra a tiempo 0).

### **3.4 ULTRASONIDO**

Se usó un ultrasonido lineal (Honda Electronics Hs 2000) de 3.5 Mhz, las cabras fueron rasuradas en las zonas donde se hicieron las mediciones. Las mediciones se hicieron a 5cm de la línea media en las zonas: dorsal (12 y 13 costilla y 1 ° lumbar), caudal (maslo de la cola) y esternal (parche esternal) para obtener una medición de grasa y músculo <sup>4</sup>. Para iniciar el estudio se aplicó aceite vegetal en las zonas, también se le aplicó al transductor un gel especial y se obtuvo la imagen. En la imagen se hicieron las mediciones de espesor de grasa subcutánea y músculo longísimo en las zonas dorsal y caudal, en la zona esternal se obtuvo grasa y músculo.

### **3.5 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL**

El método que se utilizó fue el de Villaquiran *et al.* (2001)<sup>3</sup>. Las mediciones fueron tomadas en forma independiente por cuatro personas y se obtuvo el promedio de las calificaciones como variable final<sup>1,2</sup>.

### **3.6 INDICE DE MASA CORPORAL**

Se tomaron las medidas de largo del animal (de la cruz al maslo de la cola), alto (suelo a la cruz), ancho de cadera (entre los ileons), profundidad de tórax (entre el esternón y la cruz por delante de los brazos), profundidad del abdomen (entre la 12 y 13 vértebra lumbar, delante de las patas), circunferencia de abdomen, tórax y pierna, diámetro tanto ventral – dorsal y craneal – caudal de la pierna y largo de fémur, las medidas se hicieron con cinta métrica y vernier.

El peso se obtuvo antes de las medidas zoométricas con un ayuno de agua y alimento de 16 horas. La fórmula que se ocupó para estimar el índice de masa corporal es:

$$\text{IMC} = \text{Peso Vivo} / (\text{largo} \times \text{alto})^6$$

### **3.7 SACRIFICIO**

Se sacrificaron 24 cabras adultas, de las cuales 8 de condición corporal baja (CC de  $\leq 2.1$ ), 8 de condición media (CC de  $> 2.1 \leq 2.9$ ) y 8 de condición corporal alta (CC de  $> 3.0$ ). Los animales se llevaron al rastro TIF de Querétaro y por reglamento se dio 12 horas de descanso, posteriormente se insensibilizaron con la pistola de émbolo oculto y se degollaron. Después del eviscerado se separaron la grasa abdominal, pericárdica y del riñón (riñonada) para pesarlas. Al terminar el sacrificio se guardaron las medias canales izquierdas por 12 horas en el cuarto frío hasta su evaluación al siguiente día <sup>36</sup>. Se tomaron los pesos de canales en frío y luego la media canal izquierda se separó en cortes para obtener el peso del hueso, grasa y músculo. En las canales de las cabras de media y alta condición corporal se separó la grasa remanente de cavidades (unto), la cual se pesó a parte y luego fue incluida en la grasa total.



### 3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una estadística descriptiva analizando las variables de sacrificio (grasa pericárdica, grasa abdominal, grasa del riñón, mitad de canal izquierda fría, total de carne en canal, total de grasa, total de hueso y unto) así como el promedio de condición corporal, peso vivo, índice de masa corporal, medidas de ultrasonido (espesor de grasa de la costilla 12 y 13, músculo de la costilla 12 y 13, grasa lumbar, músculo lumbar, grasa del maslo, músculo del maslo, grasa esternal y músculo esternal) y el espacio de urea para los diferentes tiempos de muestreo. Se analizaron las variables de grasa disectable, grasa visceral, grasa de la canal, músculo de la canal y hueso de la canal todas estas variables en proporción al peso vivo a través de un modelo de análisis de varianza (ANOVA) donde los tratamientos fueron los grupos de peso vivo, índice de masa corporal y promedio de condición corporal. La comparación de medias se realizó a través de la prueba de diferencia mínima significativa honesta (Tukey). Se determinaron las variables de respuesta (grasa disectable, grasa visceral, grasa de la canal, músculo de la canal y hueso de la canal todas estas variables en proporción al peso vivo) y las variables explicativas (peso vivo, índice de masa corporal, promedio de condición corporal, ultrasonido dorsal y espacio urea). Se hizo un análisis para estas variables con el método de regresiones múltiples a pasos (Stepwise). El análisis para determinar el punto de equilibrio de la concentración del espacio de urea en sangre se realizó con el método de regresión por segmentos (Spline) para ajustar los promedios a través de los diferentes tiempos. Todos los análisis se realizaron usando el paquete estadístico de JMP (V5.0, 2002) <sup>37,38</sup>.

## 4. RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los estadísticos descriptivos obtenidos de las variables peso vivo, promedio de condición corporal e índice de masa corporal, en general para todas las cabras.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de peso vivo (PV), condición corporal (C.C) e índice de masa corporal (IMC) para cabras encastadas con nubias adultas

VARIABLE	N*	MEDIA	E.E.*	MINIMO	MAXIMO
<b>PV (kg)</b>	47	43.42	1.48	26.00	66.00
<b>PROMEDIO C.C. (Puntos)</b>	47	2.70	0.08	1.37	4.00
<b>IMC (unidades)</b>	46	9.52	1.82	6.26	12.64

\*E.E.=Error Estándar N\*=Número de cabras

En el Cuadro 2 se muestran los estadísticos descriptivos de las zonas para obtener el espesor de la grasa y músculo con el ultrasonido, donde los promedios de las zonas musculares presentan un mayor promedio que las zonas donde se mide el espesor de la grasa corporal.

Cuadro 2. Estadística descriptiva para las zonas donde se mide el espesor de grasa y músculo (mm) con el ultrasonido para cabras encastadas con nubias adultas

VARIABLE	N	MEDIA	E.E.*	MINIMO	MAXIMO
<b>Gcos12_13</b>	47	2.80	0.16	1.30	5.50
<b>Muscos12_13</b>	47	16.70	0.84	6.70	29.30
<b>Grasa lumbar</b>	47	3.20	0.23	1.30	6.70
<b>Músculo lumbar</b>	47	16.19	0.83	4.60	31.90
<b>Grasa del maslo</b>	47	2.51	0.13	0.80	4.60
<b>Músculo del maslo</b>	47	8.65	0.67	2.50	25.10
<b>Grasa esternal</b>	47	3.77	0.20	1.70	6.70
<b>Músculo esternal</b>	47	16.04	0.83	7.30	29.50

\*E.E.=Error Estándar, Gcos 12\_13= Grasa de la costilla 12\_13, muscos12\_13=Músculo de la costilla entre 12\_13, N=Número de cabras

En el Cuadro 3 se describe la media, error estándar, valor mínimo y máximo de las variables que se obtuvieron del sacrificio expresado en kilogramos.

Puede observarse que hay un gran rango entre los valores mínimos y máximos, el cual se refleja en el valor del error estándar.

Cuadro 3. Estadística descriptiva de grasa pericárdica, grasa abdominal, grasa riñonada, mitad izquierda, carne, hueso, unto y el total en (kg)

<b>VARIABLE</b>	<b>*N</b>	<b>MEDIA</b>	<b>*E.E.</b>	<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>
<b>Grasa pericárdica (kg)</b>	21	0.08	0.07	0.00	0.19
<b>Grasa abdominal (kg)</b>	21	1.89	1.69	0.02	5.73
<b>Grasa riñonada (kg)</b>	21	0.67	0.89	0.02	3.47
<b>Mitad izquierda fría (kg)</b>	24	10.36	3.39	3.75	16.10
<b>Carne (kg)</b>	24	6.05	1.89	3.31	9.99
<b>Grasa (kg)</b>	24	1.85	1.43	0.29	4.96
<b>Hueso (kg)</b>	24	2.31	0.43	1.62	3.25
<b>Unto (kg)</b>	15	0.27	0.20	0.04	0.84
<b>Total</b>	21	20.58	6.58	12.20	33.60

\*E.E.=Error Estándar N=Número de cabras

El Cuadro 4 muestra los valores obtenidos de urea en sangre después de la administración a una dosis de 130 mg/kg de peso vivo a diferentes tiempos de administración.

Los resultados muestran que el contenido de urea antes de administración fue de 37.14 mg/dl en promedio, el valor máximo se obtuvo a los 10 minutos de la administración de la urea (79.61 mg/dl) y posteriormente disminuyó el contenido de dicho compuesto nitrogenado aunque continuó manteniéndose elevado con respecto al promedio en el tiempo 0, las cabras que mostraron una tendencia atípica fueron eliminadas para los análisis finales.

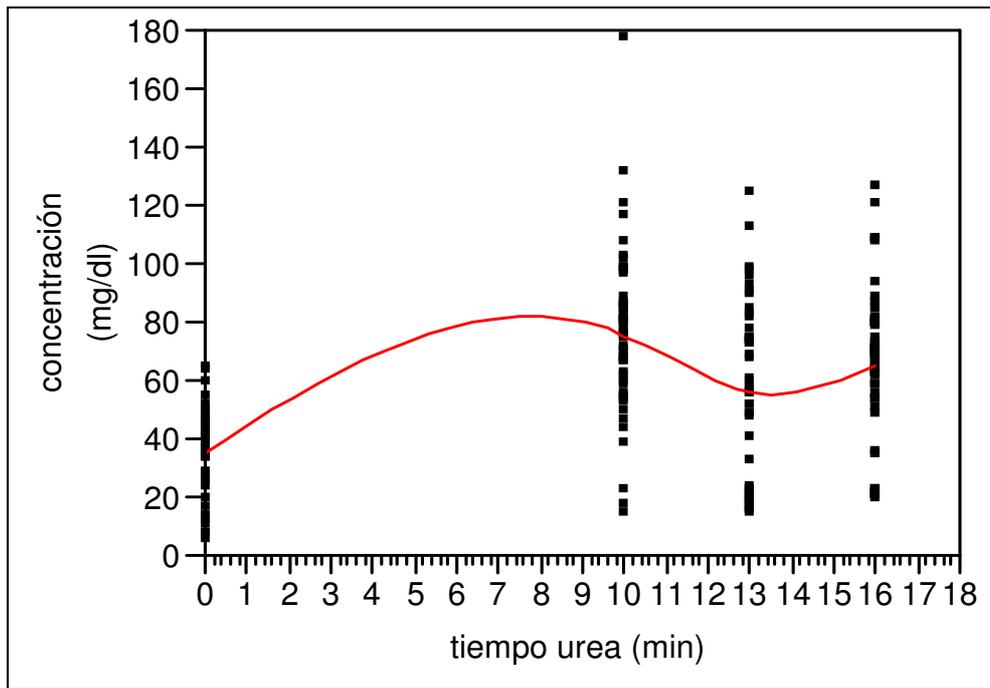
Cuadro 4. Estadística descriptiva de la concentración de espacio de urea en los diferentes tiempos de aplicación en sangre de las cabras (mg/dl)

<b>TIEMPO/UREA</b>	<b>N*</b>	<b>MEDIA</b>	<b>E.E*</b>	<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>
<b>0 (minutos)</b>	23	37.14	2.94	5.40	63.22
<b>10(minutos)</b>	23	79.61	3.84	49.4	130.94
<b>13(minutos)</b>	23	55.43	5.15	15.62	92.14
<b>16 (minutos)</b>	23	63.19	5.03	20.37	120.01

\*E.E.=Error Estándar \*N=Número de cabras

En la Figura 1 se presenta la tendencia de la concentración de urea para las cabras en los diferentes tiempos de los promedios ajustados con la regresión por segmentos y muestra que después de la aplicación, la concentración de urea tuvo un incremento en el tiempo 10 para luego disminuir y mantenerse estable entre el tiempo 13 y a los 16 minutos. Esto nos permite determinar el tiempo de equilibrio de la concentración de urea en sangre, el cual fue en el tiempo 13, que es cuando se determina el equilibrio, es decir cuando la concentración de urea en sangre de las cabras tiende a mantenerse constante.

Figura 1. Tendencia ajustada de los valores promedios de la concentración de urea en sangre de las cabras adultas encastadas con Nubias.



El Cuadro 5 describe los resultados totales de las mediciones que se realizaron a los animales sacrificados con respecto al peso vivo. Estas características fueron utilizadas como variables de respuesta, para determinar la composición de grasa y músculo en las cabras de este estudio.

Las diferencias en el número de cabras para las características se debe a que en las cabras flacas no se pudo obtener las mediciones.

Cuadro 5. Estadística descriptiva de Peso Vivo (PV), ultrasonido dorsal (Ultrador), condición corporal (CC) e índice de masa corporal (IMC) y las variables con proporción del peso vivo de sacrificio en kg

Variables	*N	Media	Mínimo	Máximo	*E.E.
Grasa-disectable/PV	20	0.135	0.018	0.269	0.02
Grasa-visceral/PV	20	0.058	0.002	0.136	0.01
Grasa-canal/PV	24	0.077	0.016	0.18	0.01
Músculo-canal/PV	24	0.28	0.204	0.344	0.01

<b>Hueso-canal/PV</b>	24	0.113	0.07	0.173	0.01
<b>PV (kg)</b>	24	44.14	26	66	2.44
<b>Ultr-dor (mm)</b>	24	20.5	8.4	34.8	1.53
<b>CC (puntos)</b>	24	2.7	1.4	3.6	0.15
<b>IMC (unidades)</b>	24	9.6	6.3	12.6	0.42

\*E.E.= Error Estándar N=Número de cabras

En el Cuadro 6 se presenta los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) para las variables peso vivo (PV), condición corporal (CC), índice de masa corporal (IMC) y espacio de urea (EU) cuando son utilizadas como predictores de las variables de respuesta estimadas. En el caso de músculo de la canal ninguna de las variables explicativas puede predecir la cuantificación de la cantidad del músculo in vivo, Con la técnica de ultrasonido dorsal se obtuvieron los valores más bajos en grasa disectable, visceral y hueso en canal con respecto al peso vivo pero un alto valor en la predicción de grasa de la canal. Al utilizar la metodología del espacio de urea se obtuvieron los valores de  $R^2$  más bajos para la grasa disectable, grasa de canal, hueso de la canal, sin embargo se determinó que el espacio de urea es un predictor para la grasa visceral. Para la predicción de hueso con respecto al peso vivo las tres técnicas adecuadas para su predicción son índice de masa corporal (IMC), peso vivo (PV) y condición corporal (CC).

En la predicción de grasa disectable la técnica más adecuada para su predicción fue la condición corporal seguido por peso vivo e índice de masa corporal. En grasa visceral el mejor predictor fue peso vivo seguido por condición corporal, espacio de urea e índice de masa corporal. En grasa de canal el predictor con el valor del coeficiente de determinación más bajo fue el espacio de urea y peso vivo, el mejor fue el promedio de la condición corporal, seguido por ultrasonido dorsal e índice de masa corporal.

Cuadro 6. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de las variables de respuesta y explicativas en kg

Variables	G-disec/PV (*N=20)	G-visc/PV (N=20)	G-canal/PV (N=24)	M-canal/PV (N=24)	H-canal/PV (N=24)
*Ultr-dorsal (mm)	0.65	0.47	0.73	0.09	0.43
*PV (Kg)	0.85	0.77	0.68	0.02	0.7
*C.C. (puntos)	0.87	0.75	0.78	0.009	0.7
*IMC (unidades)	0.85	0.74	0.71	0.01	0.7
*EU(%)	0.14	0.75	0.18	0.001	0.09

\*N=Número de cabras

\*ultrasonido dorsal (Ultr-dorsal), peso vivo (PV), condición corporal (CC), índice masa corporal (IMC) y espacio de urea (EU) con respecto a las variables grasa disectable (G-disec/PV), grasa visceral (G-visc/PV), grasa de la canal (G-can/PV), músculo de la canal (M canal/PV) y hueso de la canal (H canal/PV)

El Cuadro 7 presenta las medias mínimas cuadráticas del análisis de varianza así como las diferencias entre las medias en los tres grupos seleccionados de diferente condición corporal (CC 1  $\leq$  2.1, CC 2  $>$  2.1  $\leq$  2.9, CC 3  $>$  3.0).

Se puede observar que para las características G-disec/PV, G-visc/PV, G-can/PV, el grupo de animales CC3 presentaron las medias más altas ( $p < 0.0001$ ) y para Hcanal/PV las cabras de CC1 fueron las que obtuvieron medias con mayor valor. Sin embargo, en Mcanal/PV las medias no fueron significativas ( $p = 0.51$ ) para todas condiciones corporales las medias fueron iguales.

Cuadro 7. Medias mínimas cuadráticas y comparaciones múltiples de las medias de las variables respuesta (kg) con respecto a los grupos de condición corporal (C.C)

CC	*G-disec/PV (*N=20)	*G-visc/PV (N=20)	*G-canal/PV (N=24)	*M-canal/PV (N=24)	*H-canal/PV (N=24)
1	0.05 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.27	0.14 <sup>a</sup>
2	0.12 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.28	0.11 <sup>b</sup>
3	0.21 <sup>c</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.29	0.09 <sup>c</sup>
<b>P</b>	$< 0.0001$	$< 0.0001$	$< 0.0001$	0.51	$< 0.0001$

abc= superíndices indican diferencias estadísticas significativas, P= probabilidad de significancia para el análisis de varianza, (CC 1  $\leq$  2.1, CC 2  $>$  2.1  $\leq$  2.9, CC 3  $>$  3.0)

\*N= Número de cabras,\*grasa disectable(G-disec/PV), grasa visceral(G-visc/PV), grasa de la canal(G-can/PV), músculo de la canal (M canal/PV) y hueso de la canal (H canal/PV)

En el Cuadro 8 se muestran las medias mínimas cuadráticas para los tres grupos diferentes de índice de masa corporal (IMC 1  $\leq$  8.4 IMC 2  $>$  8.4  $\leq$  10.5 IMC 3  $>$  10.5) las medias de los grupos fueron diferentes ( $p < 0.0001$ ) para las variables G-disec/PV, G-visc/PV, G-can/PV, las cabras con IMC3 fueron las que mostraron un valor de las medias mas altas para las características de grasa corporal, y para Hcanal/PV las cabras con IMC1 fueron las que tuvieron mayor valor de la media, para Mcanal/PV las medias no fueron diferentes para todos los grupos ( $p = 0.68$ ).

Cuadro 8. Medias mínimas cuadráticas y comparación múltiple de las medias de las variables de respuesta con respecto a los grupos definidos de índice de masa corporal (IMC)

IMC	*G-disec/PV (n=20)	*G-visc/PV (n=20)	*G-canal/PV (n=24)	*M-canal/PV (n=24)	*H-canal/PV (n=24)
1	0.05 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.27	0.14 <sup>a</sup>
2	0.15 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.28	0.10 <sup>b</sup>
3	0.22 <sup>c</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.29	0.09 <sup>b</sup>
<b>P</b>	$< 0.0001$	$< 0.0001$	$< 0.0001$	0.68	$< 0.0001$

abc= superíndices indican diferencias significativas N=Número de cabras (IMC 1  $\leq$  8.4 IMC 2  $>$  8.4  $\leq$  10.5 IMC 3  $>$  10.5), P= probabilidad de significancia para el análisis de varianza,\*grasa disectable (G-disec/PV), grasa visceral (G-visc/PV), grasa de la canal (G-can/PV), músculo de la canal (M-canal/PV) y hueso de la canal (H canal/PV)

En el Cuadro 9 se muestran las medias de cuadrados mínimos del análisis de varianza y las diferencias entre las medias de los grupos para peso vivo (PV 1  $\leq$  39.3 PV 2  $>$  39.3  $\leq$  52.6 PV 3  $>$  52.6). Las características mostraron diferencias estadísticas entre las medias de los grupos ( $p < 0.0001$ ) para las características G-disec/PV, G-vis/PV, G-canal/PV, H-canal/PV. Sin embargo, para M-canal/PV no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p = 0.78$ ), para las variables G-disec/PV, G-vis/PV, G-canal/PV los animales con PV3 mostraron las medias mayores ( $p < 0.0001$ ), para H-canal/PV los animales de

PV1 fueron los que presentaron una media mayor que las del grupo PV2 y PV3.

Cuadro 9. Medias mínimo cuadráticos del análisis de varianza y las diferencias entre las medias de las variables de respuesta con respecto al peso vivo (PV) en kg

PV	*G-disec/PV (n=20)	*G-visc/PV (n=20)	*G-canal/PV (n=24)	*M-canal/PV (n=24)	*H-canal/PV (n=24)
1	0.05 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.27	0.14 <sup>a</sup>
2	0.16 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.28	0.10 <sup>b</sup>
3	0.23 <sup>c</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.29	0.09 <sup>b</sup>
<b>P</b>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.78	< 0.0001

abc= superíndices indican diferencias significativas N=Número de cabras (PV 1 ≤ 39.3 PV 2 > 39.3 ≤ 52.6 PV 3 > 52.6), P=probabilidad de significancia para el análisis de varianza,\*grasa disectable (G-disec/PV), grasa visceral (G-visc/PV), grasa de la canal (G-can/PV), músculo de la canal (M canal/PV) y hueso de la canal (Hcanal/PV)

En el Cuadro 10 se muestran los valores de los coeficientes de regresión obtenido con regresión múltiple a pasos de las variables explicativas, donde para las variables G-disec/PV, G-visc/PV, G-can/PV, los valores fueron positivos, mientras que para Hcanal/PV los valores fueron negativos y para EU no fue estimable, para la característica Mcanal/PV se obtuvieron valores positivos para CC y ULT-dor y con PV, IMC y EU no fueron estimables.

Cuadro 10. Coeficientes de regresión de las variables explicativas con proporción del peso vivo y variables de respuesta(kg)

VARIABLES	G-vis/PV (N=20)	G-canal/PV (N=24)	G-dis/PV (N=20)	M-canal/PV (N=24)	H-canal/PV (N=24)
*ULT-dor (mm)	0.004	0.005	0.01	0.001	-0.003
*PV (kg)	0.003	0.003	0.006	NE	-0.002
*CC (puntos)	0.05	0.05	0.10	0.01	-0.03
*IMC (unidades)	0.02	0.02	0.04	NE	-0.01
*EU (%)	0.014	NE	NE	NE	NE

NE=No estimable, N=Numero de cabras,\*Peso vivo (PV), ultrasonido dorsal (Ultrador), condición corporal (C.C) e índice de masa corporal (IMC), grasa disectable (Gdisc/pv),

grasa visceral (Gvisc/pv), grasa de la canal (Gcanal/pv), músculo de la canal (Mcanal/pv) y hueso de la canal (Hcanal/pv)

## 5. DISCUSIÓN

El promedio de la variable condición corporal obtenido en este estudio es similar al obtenido por Aumont *et al.* (1994) de (2.3) con el método de Santucci *et al.* (1991) en cabras criollas del mediterráneo, se observa que los diferentes métodos para medir CC en promedio son similares<sup>14, 3</sup>.

El promedio de peso vivo fue superior a los obtenidos por varios autores en cabras adultas, uno de los factores que influyen son los genotipos involucrados en los estudios (Aumont *et al.*, 1994, Tanaka *et al.*, 2002)<sup>14,6</sup>.

El promedio de las variables obtenidas en sacrificio fueron similares a los

promedios encontrados en el estudio de Domingo *et al.* (2003) con cabras Neuquinas adultas, los rendimientos en las diferentes características observadas en el sacrificio no presentan mayor variación aunque los genotipo son diferentes<sup>39</sup>.

En los promedios de peso vivo y condición corporal salieron ligeramente menor a los obtenidos por Ngwa *et al.* 2007 con cabras adultas cárnicas (Boer–Españolas) esto es posible debido a los genotipos y al fin zootécnico<sup>30</sup>.

El promedio de grasa abdominal los resultados, al igual que con grasa total los resultados fueron menores que los obtenidos con cabras criollas por (Aumont *et a.*, 1993)<sup>14</sup>. De la grasa total de la canal obtenida en este estudio el 75% lo representa la grasa visceral.

En los Cuadros 7 y 9 las medias mínimo cuadráticas mostraron diferencias entre los grupos de CC y PV, esta tendencia fue similar a lo encontrado por Rincón. (2007) en cabras adultas Alpinas y Boer, donde menciona que a mayor cantidad de grasa mayor condición corporal al igual que en peso vivo, sin embargo para hueso las cabras de menor condición corporal tienen mayor hueso que otros tejidos<sup>41</sup>.

En el Cuadro 8 se obtuvieron los grupos separados por el IMC y las medias muestran la misma tendencia que los grupos de CC y PV donde se separaron las medias de grasa y hueso.

Los resultados de músculo en la canal con respecto al peso vivo de los grupos de PV, CC e IMC no mostraron diferencias, estos fueron diferentes a los encontrados por Rincón, (2007), donde menciona que a mayor condición corporal mayor desarrollo muscular<sup>41</sup>.

El tiempo de equilibrio de la concentración de urea fue similar al tiempo que obtuvieron Bas *et al.* (1988) con cabras en lactación<sup>28</sup> se observa que el tiempo de equilibrio de urea en plasma para cabras adultas es alrededor de 13 minutos, esto es útil para obtener el espacio de urea.

De las variables de ultrasonido (ULT) la de mayor valor predictivo fue la obtenida a nivel de las vértebras dorsales considerando toda la capa tisular (grasa + músculo)

por lo que es la única que se incluye en los análisis (Ult-dor, 8.4 a 34.8 mm, media 19.5 mm). Las mediciones ultrasonográficas para peso de depósitos corporales de grasa obtenidos en el presente estudio donde se consideró el valor proporcional del depósito graso con respecto al PV fueron similares, a los obtenidos en cabritos de raza blanca Celtibérica<sup>5</sup> donde encontraron valores de ( $R^2 > 0.70$ ) con excepción de la grasa visceral para la cual Ult-dor presentó un valor de  $R^2$  bajo. La diferencia en este caso podría estar asociada a diferencias de edad y genotipo de los animales, las cuales pueden implicar una distribución proporcional diferente de grasa en los depósitos corporales<sup>5</sup>.

PV, CC e IMC presentaron una mejor capacidad predictiva que Ult-dor para todos los depósitos grasos con excepción de la grasa asociada a la canal (subcutánea + intermuscular). Los valores de  $R^2$  utilizando CC como predictor del valor proporcional de los depósitos grasos con respecto al PV son similares a los observados en genotipos criollo<sup>7</sup> y similares a cuando se consideró el valor de grasa como composición química de los tejidos corporales totales en machos caprinos castrados criollos cruzados con Boer<sup>39</sup>. La capacidad predictiva de CC para grasa visceral se puede considerar alta, repitiendo lo observado en cabras Sardas ( $r=0.91$ )<sup>3</sup>. Los valores observados para IMC y PV

como predictores de la magnitud de los depósitos grasos (grasa como proporción del PV) fueron altos y similares al de CC, a diferencia de lo observado con PV en machos caprinos castrados<sup>30</sup>. El valor predictivo de los regresores evaluados fue prácticamente nulo para músculo como proporción del PV, en forma similar a lo observado en otros estudios con respecto al contenido de proteína corporal total <sup>30</sup>. El coeficiente de variación promedio para la estimación de CC fue mayor (9.7%) que el de IMC (3.1%). El valor predictivo de PV, CC e IMC para el valor de hueso como proporción del peso vivo fue relativamente alto y no así en el caso de Ult-dor como regresor.

Los resultados del coeficiente de determinación del espacio de urea obtenido en como predictor de la grasa total en kg fue mayor a los resultados encontrado por Ngwa *et al.* (2007) donde reportan un valor de correlación con grasa total de ( $r=0.04$ ) en cabras cruzadas adultas y en desarrollo (Boer-Españolas)<sup>30</sup> y la conclusión fue de que la condición corporal es mejor predictor de la grasa total. Sin embargo, los valores de  $R^2$  para Mcanal/PV del espacio urea fueron similar al valor para proteína que encontraron Wuliji *et al.* (2003) que fue de (0.07)<sup>40</sup>.



## 6. CONCLUSIONES

En músculo de la canal con respecto a peso vivo ningún método define los grupos de alta, media y bajos, mientras que para hueso y grasa de la canal si se puede definir los grupos con los métodos de condición corporal, peso vivo e índice de masa corporal.

Los métodos de condición corporal, peso vivo e índice de masa corporal representan una buena alternativa para estimar la composición de grasa y hueso corporal en vivo de cabras adultas encastadas con Nubias.

Hasta donde es del conocimiento de los autores esta es la primera vez que se realiza la valoración para índice de masa corporal en caprinos y por otra parte, que se encuentran evidencias de una menor variabilidad en la estimación del índice comparado con la estimación de la condición corporal.

La nula capacidad predictiva de condición corporal, peso vivo, índice de masa corporal y espacio de urea para estimar la composición muscular puede limitar su capacidad para estimar el estado energético del animal.

Las medidas ultrasonográficas sólo para la medida dorsal fué mediana predictora de las características de la canal.

El tiempo de equilibrio para el espacio urea fue el de 13 minutos para las cabras adultas bajo estudio. El espacio de urea es un buen predictor únicamente para la grasa visceral con respecto al peso vivo en cabras adultas encastadas con Nubias.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Villaquiran M., Gipson T.A., Merkel R.C., Goetsch A.L., Sahlú T. 2005. Body condition score for improved management. In: Proceedings of the Annual Goat Field Day, Langston University, Langston, OK, USA, pp. 111–117.
2. Honhold N., Petit, H. and Halliwell, R.W. 1989. Condition scoring scheme for small east african goats in Zimbabwe, *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 21:121-127.
3. Santucci, P.M., Branca, A., Napoleone, M., Bouche, R., Aumont, G., Poisot, F. and Alexandre G. 1991. Body condition scoring of goats in extensive conditions. In: *Goat Nutrition*, Morand–Fehr (ed), PUDOC, Wageningen.
4. Stanford, K., McAllister, T.A., MacDougall, M. and Bailey, D.R.C. 1995. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. *Small Rum. Res.*, 15:195-201.
5. Delfa, R., Teixeira, A., González, L. y Valderrábano, J. 1999. Utilización de ultrasonidos en cabritos vivos de raza Blanca Celtibérica, como predictores de la composición tisular de sus canales. *Arch. Zootec.*, 48:123-134.
6. Tanaka T, Akaboshi N, Inoue Y, Kamomae H, Kaneda Y. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats, *Animal Repro. Sci.* 72. 185-196.
7. Bartle S J, Males JR, and Preston R L. 1983. Evaluation of urea dilution as an estimator of body composition in mature cows. *J. Anim. Sci.* 56:410–417.

8. Bartle S, Kock R, Preston L, Wheeler T L, and Davis G W. 1987. Validation of urea dilution to estimate in vivo body composition in cattle. *J. Anim. Sci.* 64:1024–1030.
9. Menéndez MJ, H. Wiltbank. 1985. Calificación subjetiva de condición física y zoometría en vacas de vientre para carne. *Técnicas Pecuarias en México.* 48:62-68.
10. Ordóñez J, Bastardo J, Chanto C, Betancourt R, Brito C. 1980. Observaciones preliminares sobre la evaluación de condición corporal mediante contajes de costillas y su efecto sobre la tasa de concepción. *Memorias del II Congreso Venezolano de Zootecnia.* 96-97.
11. J; Delfa, R; Morand- Fehr, P. 1995. Mise en place d'une échelle de notes caudales pour estimer l'état corporel des chèvres. *CIHEAM-FAO: Options méditerranéennes Serie A: Seminaires mediterraneens Hervieu,* p.p 131-140.
12. Bas P; Morand-Fehr P.; Hervieu J; Rouzeau A. 1995. Comparaison de 3 méthodes d'estimation de la composition corporelle des chèvres laitières sèches ou en lactation. *CIHEAM-FAO: Options méditerranéennes Serie A: Seminaires mediterraneens Schmidely Ph.;* p.p.141-150.
13. Hervieu, J; Morand- Fehr, P., Brousseau J.Y; Coutineau H, Dunord M; Dupont J.P; Grimault Y; Broqua B; Vanquackebeke E. 1995. Analyse de profils de l'état corporel des chèvres conduites dans différents systèmes d'alimentation. *CIHEAM-FAO: Options méditerranéennes Serie A: Seminaires mediterraneens Lefrileux Y; Pommaret A..* p.p. 151-160.

14. Aumont G, Poist F., Saminadin G., Borel H and Alexandre G. 1994. Body condition score and adipose cell size determination for in vivo assessment of body composition and post-mortem predictors of carcass components of creole goats. *Small Rum Res.* 15. 77-85
15. Messenger JA. 2006. Llevar el ultrasonido al campo. Hereford, Bs. As., 72(640):90-97.
16. Andrew SM, Erdman RA and Waldo DR. 1995. Prediction of body composition of dairy cows at three physiological stages from deuterium oxide and urea dilution. *J Dairy Sci.* 78(5):1083-1095.
17. <http://es.wikipedia.org/> visitado 15 de Noviembre del 2007.
18. Andrés Torres Cuervo, Zootecnista U.L.S. 2002. [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/ecografia\\_ultrasonido/30-prediccion\\_carcasa.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/30-prediccion_carcasa.htm) visitado 10 Octubre del 2007.
19. Junkuszew A, Ferdinand R. 2005. Computer tomography and ultrasound measurement as methods for the prediction of the body composition of lambs. *Small Rum Res.* 56:121-125.
20. Bartle, S. J., J. R. Males, and R. L. Preston. 1983. Evaluation of urea dilution as an estimator of body composition in mature cows. *J. Anim. Sci.* 56:410–417.
21. Bartle, S. J., S. W. Kock, R. L. Preston, T. L. Wheeler, and G. W. Davis. 1987. Validation of urea dilution to estimate in vivo body composition in cattle. *J. Anim. Sci.* 64:1024–1030.
22. Tietz N W, *Fundamentals of Clinical Chemistry.* W.B. Saunders Co. Philadelphia, 2nd. Ed 1986, p. 1268.

23. Agnew R.E; Yan T, McCaughey J, McEvoy J.D; Patterson D.C; Porter M.G and Steen R.W.J. 2005. Relationships between urea dilution measurements and body weights and composition of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88 p.p 2476-2486.
24. Chiba L.I, Lewis A.J and Peo Jr. E,R. 1990. Efficacy of the urea dilution technique in estimating empty body composition of pigs weighing 50 kilograms, *J.Anim.Sci.* 68: 372-383
25. Doreau M; Geerken C.M and Robelin J. 1988. Utilization of urea as a marker for body water in the cow, in comparison with heavy water. *Reprod. Nutr. Dévelop* 28 suppl.1 p.p 183 – 184
26. Kock S W, and Preston R L. 1979. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. *J. Anim. Sci.* 48:319–327.
27. Bennett G.L; Swiger L.A; Prestoon R.L and Caill V. R. 1982. Evaluation of urea space and ultrasonic measurement as selection criteria for beef animal composition, *J. Anim. Sci.* 54 (3) 553- 558
28. Bas P; Morand- Fehr P;Sauvant D, Hervieu, J. 1988. Prévission de l'eau corporelle de la chèvre laitière par injection d'urée. *Reprod. Nutr. Dévelop,* 28 suppl,1, p.p 185-186
29. Hammond A C, Rumsey T S, Haaland G L. 1988. Prediction of empty body components in steers by urea dilution. *J Anim Sci.* 66(2):354-60.
30. Ngwa A.T, Dawson L.J, Puchala R; Detweiler G; Merkel R.C; Tovar-Luna I; Sahlu T; Ferrell C.L and Goestch A.L. 2007. Urea space and body condition score too predict body composition of meat goats, *Small Rum Res,* 73(1-3) p.p 27-36

31. García E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen , México, 1988, p.p 220.
32. Asmare A., Dawson L. J.k., Puchala R, Gipso T. A.,. Villaquiran M, Tovar-Luna I., Animu G.,. Ngwa T, Merke R. C., and. Goetsch A. L. 2006. Factors influencing urea spaces estimates in goats Small Rum Res. En línea.
33. Wellington, Reid, J. T., G. H and H. O. Dunn. 1955. "Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations". J. Dairy Sci..38:1344
34. Rook, A. J., M. S. Dhanoa, and M. Gill. 1990. "Prediction of the voluntary intake of grass silages by beef cattle. 3. Precision of alternative prediction models". Anim. Prod.. 50:455–466.
35. Rule DC, Arnold RN, Hentges EJ, Beitz DC. 1986. Evaluation of urea dilution as a technique for estimating body composition of beef steers in vivo: validation of published equations and comparison with chemical composition's. Anim Sci.63(6):1935-48.
36. 07-16-96 NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
37. Wayne W. Daniel. 2002. Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud. 4 edición editorial Limusa. pp., 204-517
38. JMP Institute Inc. 2002. User's guide. versión 5.0. SAS Inst. Inc. Cary., Nc, USA,
39. Domingo, E., Abad, M., Lanari, M.R. y Raiman, R. 2003. Composición corporal de cabras criollas neuquinas en distintas notas de condición corporal. VI Congreso iberoamericano de razas autóctonas y criollas. IV

Simposio iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos. Recife (Brasil).

40. Wuliji T; Goetsch A.L, Puchala R; Sahlu T; Merkel R.C, Detweiler G; Soto-Navarro S; Luo J; Shenkoru T. 2003. Relationships between body composition and shrunk body weight and urea space in growing goats. J. Appl. Anim. Res, 23 p.p 1-24.
41. Rincón Velandia David N. 2007. Evaluación comparativa de métodos de medición del estado corporales cabras de genotipos lechero y cárnico. Tesis de Maestría FMVZ-UNAM