

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**ECUACIÓN DE PREDICCIÓN PARA PESO VIVO EN CABRAS  
PASTOREADAS EN EL CENTRO-OESTE DE NUEVO LEÓN  
Y SURESTE DE COAHUILA.**

**POR:**

**MARÍA FERNANDA VALDÉS DÍAZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Diciembre 2020**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL**



**ECUACIÓN DE PREDICCIÓN PARA PESO VIVO EN CABRAS  
PASTOREADAS EN EL CENTRO-OESTE DE NUEVO LEÓN  
Y SURESTE DE COAHUILA**

Por:  
**MARÍA FERNANDA VALDÉS DÍAZ**

**TESIS**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

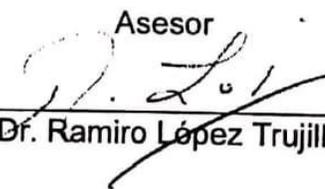
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

APROBADA POR:

Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Fernando Ruiz Zárate

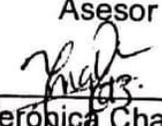
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Raquel Olivas Salazar

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Coordinador de la División de Ciencia Animal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Benítez Alanís



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2020.

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes son mi motor; gracias por darme los mejores consejos, por apoyarme, por confiar en mí y en mis decisiones; sin ustedes no sería la persona que soy el día de hoy. Les dedico este trabajo, se los debo todo a ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por estar presente durante todo este camino, por ayudarme a crecer como persona, por todas las bendiciones y oportunidades que me ha brindado y principalmente por permitirme concluir esta etapa tan importante en mi vida.

A mi hermano, porque a pesar de lo diferente que somos siempre me apoyo y creyó en todo lo que me propuse. Mi ejemplo a seguir.

A mi Alma Terra Mater por abrirme las puertas y darme de los mejores años de mi vida, en donde conocí gente increíble y me dio las herramientas para ejercer como profesional.

A mis asesores de tesis y maestros, gracias por compartir conmigo de sus conocimientos y consejos.

A mis amigos Lorena, Monserrat, Evelin, María, a la banca de Tamaulipas y a todos aquellos con los que compartí buenos momentos, que nuestra amistad perduró por muchos años más.

A Roberto, quien fue la persona que me motivo y me apoyo para poder concluir con este gran proyecto. Gracias por creer en mí. Gracias por todo.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivo general .....	2
1.2. Objetivos particulares .....	2
1.3. Hipótesis.....	2
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Importancia de la información en el manejo animal .....	3
2.2. Grupos raciales en cabras .....	3
2.2.1. Raza Boer .....	4
2.2.2. Raza Saanen.....	5
2.2.3. Raza Anglo Nubian .....	6
2.2.4. Raza Alpino Francesa .....	7
2.3. Zoometría.....	8
2.3.1. Herramientas para hacer las mediciones en animales.....	12
2.4. Índices zoométricos.....	14
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	18
3.1. Localización del área de estudio.....	18
3.2. Animales utilizados .....	19
3.3. Manejo de los animales .....	19
3.4. Peso de los animales.....	19
3.5. Medidas corporales empleadas .....	20
3.6. Análisis estadístico .....	20
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	22
4.1. Correlaciones .....	26
4.2. Ecuación de predicción del peso vivo considerando perímetro torácico	29

4.3. Ecuación de predicción del peso vivo considerando perímetro torácico y perímetro abdominopélvico .....	32
4.4. Ecuación de predicción del peso vivo considerando perímetro torácico, perímetro abdominopélvico y condición corporal .....	33
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO VII. APÉNDICE.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de datos usados para la predicción del peso vivo en cabras pastoreadas extensivamente en vegetación nativa en el centro-oeste del estado de Nuevo León y sureste del estado de Coahuila.....	23
Cuadro 2. Distribución por edad de las cabras empleadas para la predicción del peso vivo .....	24
Cuadro 3. Promedios y rangos de las medidas empleadas para la predicción del peso vivo .....	25
Cuadro 4. Correlaciones de las variables estudiadas para la predicción del peso vivo de las cabras.....	27
Cuadro 5. Selección de las variables para predecir el peso vivo de cabras de cuatro tipos raciales. ....	28
Cuadro 6. Variables estadísticas para estimar peso en cabras encastadas de razas Alpino-francesa, Boer, Anglo-Nubia y Saanen en el centro-este del estado de Nuevo León y sureste de Coahuila tomando medidas corporales (perímetro torácico). ....	30
Cuadro 7. Variables estadísticas para estimar peso en cabras encastadas de razas Alpino-francesa, Boer, Anglo-Nubia y Saanen en el centro-este del estado de Nuevo León y sureste de Coahuila, tomando como medidas corporales (perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico).....	32
Cuadro 8. Variables estadísticas para estimar peso en cabras encastadas de razas Alpino-francesa, Boer, Anglo-Nubia y Saanen en el centro del estado de Nuevo León y sureste de Coahuila tomando medidas corporales (perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico y condición corporal. ....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caprinos de la raza Boer. ....	5
Figura 2. Cabra de la raza Saanen .....	6
Figura 3. Ejemplar caprino de la raza Anglo Nubian .....	7
Figura 5. Vista lateral del sitio para realizar las medidas zoométricas.....	11
Figura 6. Vista dorsal del animal que muestra el sitio donde se mide el largo de su cuerpo .....	11
Figura 7. Herramientas de uso para las medidas zootécnicas .....	13
Figura 8. Mapa que señala los estados de Coahuila y Nuevo León donde se realizó el estudio .....	18

## RESUMEN

La caprinocultura en México es una actividad realizada principalmente por productores de bajo recursos económicos a pequeña y mediana escala. La gran mayoría de ellos no cuentan con las herramientas y equipo para llevar a cabo un buen manejo de sus animales. Conocer el peso vivo de los animales es importante para: monitorear su manejo alimenticio, identificar animales enfermos, dosificar adecuadamente los medicamentos, etc. Por lo anterior, se optó por encontrar una herramienta accesible y práctica para estimar el peso vivo en cabras usando medidas zoométricas y obtener una ecuación de predicción. El estudio se llevó a cabo en el centro-oeste del estado de Nuevo León (Municipio de Galeana) y en el sureste de Coahuila (Municipio de Saltillo). 339 cabras en pastoreo extensivo con encierro nocturno y con diferente nivel de encaste de las razas: Boer, Anglo Nubia, Alpino Francesa y Saanen fueron pesadas una sola vez y al mismo tiempo se les tomaron medidas corporales; éstas fueron: perímetro torácico, perímetro abdomino-pélvico, perímetro cervical, perímetro en la caña (pata delantera), altura a la cruz (alzada), altura a la grupa y longitud (de la cruz a la base de la cola), además por medio de la dentadura se estimó la edad y por palpación en vértebras, la condición corporal en una escala de 1 a 5 para que por medio de análisis de correlaciones y regresiones (procedimiento Stepwise) se obtuviera una ecuación de predicción para peso corporal. Las medidas que mejor se ajustaron con el peso corporal fueron: perímetro torácico, perímetro abdomino-pélvico y condición corporal con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de: 0.6334, 0.7065 y 0.7336, respectivamente); de tal manera que la mejor ecuación de predicción para el peso corporal fue:  $PV = -60.34 + 0.70(PT) + 0.44(PA) + 2.06(CC)$ , donde; PV=peso vivo, PT=perímetro torácico, PA=perímetro abdomino-pélvico y CC=condición corporal. El PT sigue siendo la medida corporal que más determina el peso vivo de las cabras, otras medidas corporales también influyen, pero puede variar como la condición corporal que es una medida de apreciación.

## ABSTRACT

Goat farming in Mexico is an activity carried out mainly by small and medium-scale low-income producers. Most of them do not have the tools and equipment to carry out a good management of their animals. Knowing the live weight of the animals is important to: monitor their feeding management, identify sick animals, properly dose medications, etc. Therefore, it was decided to find an accessible and practical tool to estimate live weight in goats using zoometric measurements and obtain a prediction equation. The study was carried out in the central-west of the state of Nuevo León (Municipality of Galeana) and in the southeast of Coahuila (Municipality of Saltillo) 339 goats in extensive grazing with night confinement and with different levels of breed encasing: Boer, Anglo Nubia, French Alpine and Saanen were weighed only once and at the same time body measurements were taken; These were: thoracic perimeter, abdominal-pelvic perimeter, cervical perimeter, perimeter at the shaft (foreleg), height at the withers (raised), height at the rump and length (from the withers to the base of the tail), in addition Age was estimated by means of the teeth and by palpation in vertebrae, the body condition on a scale of 1 to 5 so that by means of correlation analysis and regressions (Stepwise procedure) a prediction equation for body weight was obtained. The measures that best adjusted to body weight were: thoracic perimeter, abdominal-pelvic perimeter and body condition with a coefficient of determination ( $r^2$ ) of: 0.6334, 0.7065 and 0.7336 respectively) in such a way that the best prediction equation for the body weight was:  $PV = -60.34 + 0.70 (PT) + 0.44 (PA) + 2.06 (CC)$  Where; LW = live weight, PT = thoracic circumference, PA = abdominopelvic circumference and CC = body condition. The PT is still the body measure that most determines the live weight of the goats, other body measures also influence, but it can vary as the body condition is an appreciation measure.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La cabra ha sido utilizada como un animal proveedor de leche, carne, cuero, pelo, incluso utilizado para distintos cultos religiosos y como un animal de transporte de cargas pequeñas a través del tiempo. Se data que fue domesticado hace unos 10,000 años (**Bedotti, 2008**).

En México se estima un inventario de población de 8'749,589 cabezas de ganado caprino, de las cuales los principales estados productores son: Oaxaca, Puebla, Zacatecas, San Luis Potosí, Guerrero y Coahuila (**SIAP, 2018**).

El ganado caprino ocupa principalmente las zonas áridas y semiáridas del mundo bajo condiciones de pastoreo, por lo cual, ha desarrollado capacidades y aptitudes de supervivencia a la sequía, temperaturas elevadas, así como de selectividad alimenticia (**Somlo et al.,1985**).

Por eso mismo, la facilidad con la que esta especie animal se adapta ha sido de gran ayuda para familias marginales o de bajos recursos, contribuyendo a ser una fuente de trabajo para ellos **Bedotti (2013)**.

La caprinocultura, como se menciona anteriormente, es practicada por productores a pequeña escala o de tipo familiar, debido a esto, la tecnología implementada en las explotaciones es casi nula, lo que los lleva a obtener rendimientos generalmente bajos (**Avalos y Chavez, 2008**).

Existen distintos parámetros de producción que son de ayuda para lograr una producción más eficiente. Uno de ellos es el peso vivo, este es de gran utilidad

para conocer la eficiencia reproductiva, para suministrar medicamentos, analizar el crecimiento, alimentación, comercialización, entre otras. Aunque es muy importante, no suele realizarse esta práctica debido a la falta de acceso a una báscula o balanza **(Raji et al., 2008)**.

Es por ello, que con el paso del tiempo se han buscado formas más prácticas y convenientes para obtener el peso corporal de los animales y uno de ellos es por medio de una ecuación de predicción; en la que se busca una correlación de distintas medidas zoométricas con el peso vivo del animal. Por lo anterior, en el presente estudio se plantean los siguientes objetivos:

### **1.1. Objetivo general**

- Obtener una ecuación de predicción del peso corporal de caprinos en el sureste del estado de Coahuila y centro oeste del estado de Nuevo León.

### **1.2. Objetivos particulares**

- Conocer cuáles son las medidas zoométricas que tienen más correlación con el peso vivo de cabras en la región sureste del estado de Coahuila y centro oeste del estado de Nuevo León.

### **1.3. Hipótesis**

- El peso vivo de las cabras en pastoreo en el centro-este de Nuevo León y en el sureste de Coahuila se puede estimar con medidas zoométricas mediante una ecuación de predicción.

## CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia de la información en el manejo animal

Para la planeación y la ejecución de un buen manejo en una empresa pecuaria, es de suma importancia contar con información del comportamiento productivo y general de los animales. León, Velarde y Quiroz (1994), citados por **Bustamante (2015)**, proponen que los objetivos de la caracterización son:

- Conseguir información técnica de referencia sobre las prácticas productivas y la productividad en el lugar de estudio.
- Entender el proceso de toma de decisión de los productores en relación con el funcionamiento de sus sistemas de producción.
- Identificar los principales factores limitantes y las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados.

### 2.2. Grupos raciales en cabras

Las cabras son rumiantes que tienen gran capacidad de adaptación a distintos tipos de ecosistemas; sin embargo, las regiones de climas áridos, semiáridos y de condiciones más difíciles, es en donde este animal ha logrado sobresalir gracias a las aptitudes y cualidades anatómicas, fisiológicas, morfológicas y alimentarias que posee; mismas que ha tenido que modificar para la supervivencia (**Bedotti, 2013**).

La mayoría de las cabras no poseen un tipo definido de características por lo que es difícil clasificarlas dentro de algún grupo racial. Hay algunas cuyas características tienen atributos específicos dentro de algún sector económico, social, edáfico o climático. Existe un gran número de razas y tipos de cabras en la actualidad (**Agraz, 1976**).

Algunas razas de las más importantes en las zonas áridas y semiáridas del país son:

### **2.2.1. Raza Boer**

La raza Boer se originó en Sommerset (Sudáfrica) a partir de razas locales, incluyendo Bantu con europeas, Angora y con sangre india. Entre sus características fenotípicas más importantes predomina el cuerpo blanco, con parte delantera de cuello, cabeza y orejas coloradas. También existen animales completamente colorados. Los pelos son cortos, tersos y gruesos. El cuerpo es simétrico y corresponde en todo a las características del biotipo carnívor. La cabeza es grande y con cuernos bien separados, perfil convexo. Los miembros son fuertes, bien colocados, con cuartos fuertes y pezuñas bien colocadas. Los machos pueden llegar a pesar alrededor de los 120 kg y las hembras hasta 80 kg. Tienen una alzada de 77 a 80 cm y sus cuernos están dirigidos hacia atrás (Figura 1).



Figura 1. Caprinos de la raza Boer.

[\(http://panoramaagropecuario.com/episodios/caprinocultura-cabras-boer/\)](http://panoramaagropecuario.com/episodios/caprinocultura-cabras-boer/)

### **2.2.2. Raza Saanen**

La raza Saanen tiene su origen en los Alpes Suizos, concretamente el valle que le da el nombre (Saanen). Sus características son: pelaje uniformemente blanco o crema muy claro; el pelo es corto, denso, espeso, fino, sedoso y liso. La cabeza es grande y bien proporcionada, frecuentemente desprovista de cuernos, presenta mamellas y barbilla. El lomo es amplio y bien homogéneo con una cruz cerrada. De aplomos correctos y de paso regular. La glándula mamaria o ubre bien insertada y muy amplia en su parte superior. Los machos pueden alcanzar pesos que oscilan entre los 80 a 120 kg en machos y en hembras entre 50 a 90 kg. La alzada en hembras es de 75 a 85 cm y de 85 a 90 cm en machos.



Figura 2. Cabra de la raza Saanen.

*Fuente: [https://www.capgenes.com/wpcontent/uploads/2018/04/la\\_race\\_saanen\\_francaise\\_ES.pdf](https://www.capgenes.com/wpcontent/uploads/2018/04/la_race_saanen_francaise_ES.pdf)*

### **2.2.3. Raza Anglo Nubian**

La raza Anglo Nubian se originó a partir del cruzamiento de cabras regionales inglesas, irlandesas y una pequeña porción de sangre suiza, con machos importados de Egipto (Nubia Zairaibe), Etiopia, Siria, Persia, Pakistán e India. Entre sus características se encuentran: sus colores van del negro al blanco, mientras que el colorado y el ruano se encuentran a veces combinados con manchas negras, los pelos son cortos, finos, brillantes, más largos en los machos. El perfil de su cara es convexo y pueden o no tener cuernos. Sus extremidades son largas, fuertes, musculosas y con buenos aplomos. Entrepiernas bien formadas, con buena curvatura para alojar una ubre voluminosa. El peso adulto es de 60 a 70 kg y de 80 a 90 kg para hembras y machos respectivamente; el

peso al nacimiento varía entre 3 y 4 kg. Las hembras de mayor talla tienen de 70 a 80 cm de alzada y los machos entre 80 a 90 cm (Figura 3).



Figura 3. Ejemplar caprino de la raza Anglo Nubian.

Fuente: <https://www.roysfarm.com/differences-between-nubian-anglo-nubian-goats/>

#### **2.2.4. Raza Alpino Francesa**

Esta raza se originó en los Alpes suizos y franceses, a partir de cruzamiento de las cabras suizas, Saanen y Toggenburg con la francesa de los Alpes. Se caracterizan por ser relativamente animales grandes y pesados, con una alzada de 73 a 85 cm las hembras y 80 a 100 cm los machos; el peso es de 60 a 80 kg en la hembra y de 80 a 120 kg en el macho. El cuerpo es muy delgado y descarnado. El pelaje es de color castaño con una banda oscura a lo largo del dorso y sus extremidades son de color negro. Puede variar desde el negro hasta el blanco. Aunque existen variedades de acuerdo con el color y la forma del color en el cuello; las hay de cuello color blanco, cuello obscuro, agamuzada, etc. El

pelo es corto, fino y brillante. La cabeza es triangular, mediana y fina; provista o carente de cuernos (Figura 4).



Figura 1. Caprino de la raza Alpino-francesa

Fuente: [https://www.capgenes.com/wpcontent/uploads/2018/04/la\\_race\\_alpine\\_francaise\\_ES.pdf](https://www.capgenes.com/wpcontent/uploads/2018/04/la_race_alpine_francaise_ES.pdf)

### 2.3. Zoometría

Hay ciertas características fenotípicas de los animales que permiten su adaptación al ambiente en el que se desarrollan, por tal motivo la identificación de éstas permite adquirir animales con mayor utilidad para las necesidades de cada productor. Dentro de las metodologías que existen para dicho proceso, la zoometría, es una herramienta de gran valor para la caracterización tanto fenotípica como genotípicamente de los animales (**Bonsma, 1976**).

Los modelos matemáticos han sido usados en la investigación pecuaria para calcular medidas que algunas veces por falta del instrumento idóneo no es

posible obtenerlas. Por ejemplo, se han utilizado en la nutrición animal para obtener requerimientos o consumo de nutrientes (**Tedeschi et al., 2010**).

**Pineda (2010)**, define a la zoometría como el tratado de medidas agrupadas en alzadas, diámetros y perímetros que se realizan directamente sobre animales, mismas que permiten cuantificar su conformación corporal, capacidades productivas y/o la inclinación hacia determinada producción zootécnica.

En relación con la clasificación de los tipos armónicos dentro de las razas, la zoometría reúne las medidas de aquellas partes o regiones que guardan interés en la calificación de un individuo productivo y fundamentalmente permite conocer la proporcionalidad entre las diversas regiones del cuerpo (**Sotillo y Serrano, 1985**).

Para **Bravo (2000)** la zoometría es una técnica en la cual se puede recopilar y analizar información de manera cualitativa y cuantitativa; una vez obtenidos los datos en campo, se procede a que se analicen y comparen con información ya existente.

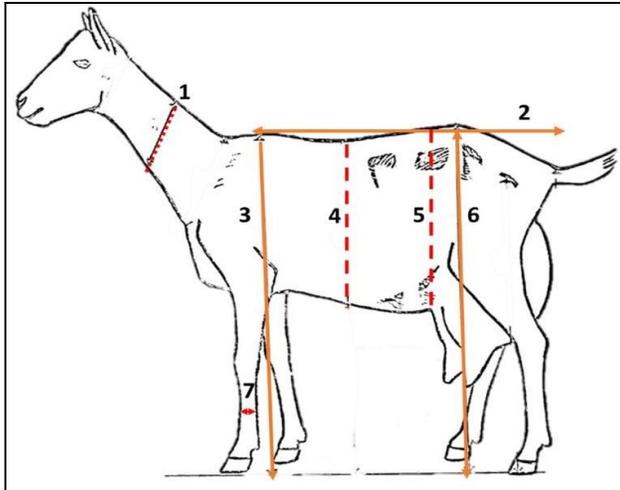
La importancia de la zoometría radica en poder tomar una decisión con base en las características productivas del animal, de no ser así, se podría estar explotando la capacidad del animal en una producción zootécnica no adecuada (**Cattaneo et al., 2013**).

**Alderson (1999)** comenta que las medidas corporales llegan a ser indicadores importantes para el productor, como lo es la alzada a la cruz, que muestra ser relevante en el peso del ganado bovino.

Las medidas zoométricas más utilizadas son los perímetros, alzadas y diámetros transversales y longitudinales. Éstas son algunas que se pueden tomar para la obtención de este tipo de datos:

- Perímetro torácico: contorno alrededor del tórax, debiendo pasar por el hueco subesternal y la apófisis dorsal de la 5ª vértebra dorsal (cinta métrica flexible).
- Perímetro abdominopélvico: perímetro abdominal en su parte media, pasando por el ombligo y en línea recta hacia arriba, en el límite de la región dorsal y lumbar (cinta métrica flexible).
- Perímetro cervical: perímetro del cuello.
- Perímetro de la caña miembro anterior.
- Alzada a la cruz: es la distancia desde la cruz, hasta la base de la pata del miembro anterior.
- Alzada de la grupa: es la distancia desde la articulación lumbosacra al suelo. El punto de referencia se encuentra precisamente en la unión de los lomos de la grupa.
- Largo: es la distancia que existe desde la cruz hasta la base de la cola.
- Longitud de la grupa: es la distancia que hay desde la tuberosidad iliaca externa (punta del anca) hasta la punta de la nalga.
- Anchura de la grupa: es la distancia entre ambas tuberosidades iliacas externas

En las Figuras 5 y 6 se muestran los sitios donde se realizan las diversas mediciones corporales en los animales.



1. Perímetro cervical
2. Largo
3. Altura a la cruz
4. Perímetro del tórax
5. Perímetro abdomino-pélvico
6. Altura a la grupa
7. Perímetro de la caña

Figura 2. Vista lateral del sitio para realizar las medidas zoométricas.  
en caprinos.

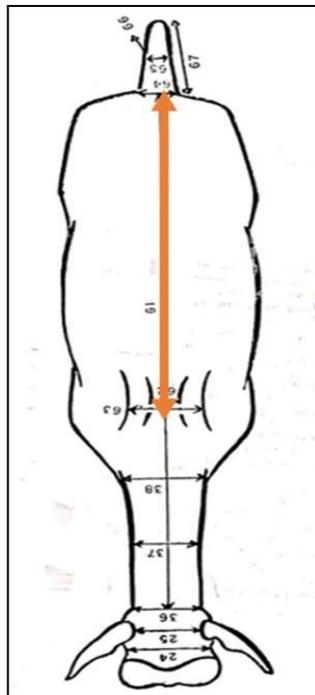


Figura 3. Vista dorsal del animal que muestra el sitio donde se mide el largo de su cuerpo.

**(Agraz,1976)**

Para **Bustamante (2015)**, las medidas corporales por más distantes que se encuentren forman parte de la relación de un conjunto y de un todo. Para ello se debe tener en cuenta que los datos obtenidos mediante el uso de la zoometría deben ser evaluados por algún estudio estadístico. Los resultados siempre van a variar de población a población, según sea el objetivo que se persiga en la investigación. No se pueden adoptar los mismos parámetros obtenidos como valores fijos debido a que repercute el contexto en donde se realice; así como los errores que se pueden propiciar como el error en los materiales de medición, la dificultad del manejo del animal, condiciones de trabajo, estado corporal del animal, entre otros (**UNNE, 2017**).

### **2.3.1. Herramientas para hacer las mediciones en animales**

**Caravaca et al. (2003)** menciona que existen herramientas que ayudan a determinar las medidas en los animales de una manera más confiable; las cuales son:

- Bastón zoométrico: para mediciones de alzadas y diámetros, graduado en centímetros.
- Cinta métrica: útil para la medición de diámetros longitudinales y perímetros, normalmente va dividida en centímetros.
- Compás de brocas: para pequeños diámetros de longitud y anchura (cabeza, grupa), graduado en centímetros.
- Calibre: utilizado para obtener medidas lineales, pero con mayor precisión.

- Calibrador: que se aplica sobre todo para medir la anchura de la caña porque mide distancias más pequeñas que el compás de brocas.
- Pelvímetro.
- Goniómetro.
- El hipómetro de cadena, el látigo, la regleta con escuadra o potencia, etc.

En la Figura 7 se muestran algunas de las herramientas más comúnmente usadas en las mediciones corporales de los animales.

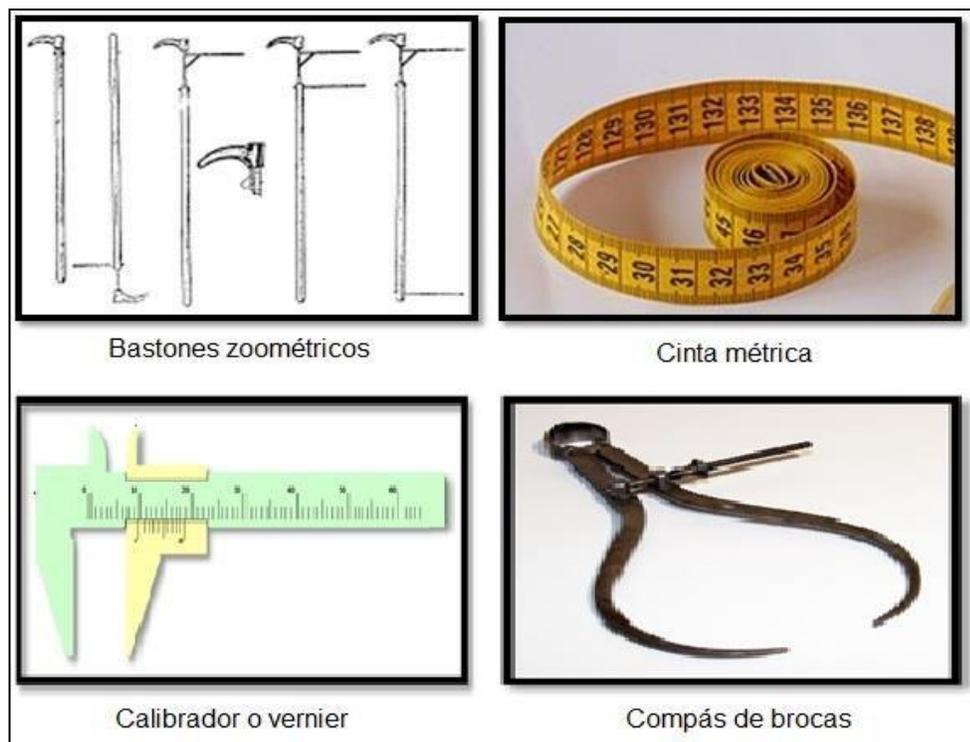


Figura 7. Herramientas de uso para las medidas zootécnicas.

Fuentes: : <https://www.qiushujie.com>; <https://historiadelaveterinaria.es>;  
<https://espacio-industria.com>; <https://suministrosenmetrologia.com>

El calibrador, el pelvímetro y el goniómetro, son herramientas que han dejado de emplearse en la actualidad, pero, sin embargo, pueden ser útiles.

## 2.4. Índices zoométricos

A partir de la relación de dos o más medidas zoométricas se pueden obtener los índices zoométricos y éstos señalan cuáles son los patrones por seguir de los animales para poder determinar cuál es su función productiva, ya sea de carne, leche o doble propósito (**Inchausti y Tagle, 1982**).

Con la ayuda de los índices zoométricos se puede obtener la caracterización racial de los animales, conocer sus capacidades productivas y de igual manera se puede establecer cuál es la relación genética con animales de otras razas, por medio de medidas que pueden verse alteradas por el medio ambiente en donde se desarrollan (**Zaitoun et al., 2005**). El estudio zoométrico es importante porque está en estrecha relación con la morfología y la aptitud productiva de los animales; al no ser tomado en cuenta puede que los animales no estén desarrollándose como deben en la producción (**Hernández et al., 2002**).

Así mismo **Calle et al. (1968)** mencionan que puede ser de ayuda para el productor a la hora de tomar una decisión para conservar o modificar una característica del animal; también permite evaluar el crecimiento y desarrollo de la osamenta y peso vivo.

Los resultados obtenidos por medio de los índices zoométricos en una investigación hecha por **Bravo et al. (2010)**, dan a conocer la tendencia productiva, en este caso, de la cabra Araucana, con el fin de conservar y aprovechar su genotipo sin tener que realizar cruzas con otras razas caprinas.

Al evaluar variables por separado puede resultar de poca utilidad, pero al tomar en cuenta dos o más variables los resultados suelen tener un mayor valor o interés (**Cattaneo et al., 2013**).

**Canaza-Cayo et al. (2017), Ribeiro et al. (2004), Chacón y Boschini (2016)** han elegido medidas zoométricas como: perímetro abdominal, perímetro torácico, altura a la grupa, altura de la cruz, longitud de caña, entre otras, para determinar el peso vivo de las cabras. Algunos de los índices que han utilizado son: índice corporal, índice de relación cruz-grupa, índice de relación perímetro del tórax y cruz.

**Hurtado et al. (2004)**, indican que se debe considerar que las medidas y los índices deberán tomarse en cuenta dependiendo de la edad y de la alimentación que haya recibido el animal.

Para **Álvarez et al. (2000)**, citado por **Bustamante (2015)**, clasifica los índices zoométricos de la siguiente manera:

- Etnológicos: corporal, torácico, craneal, cefálico y pelviano.
- Funcionales de aptitud lechera: dátilo-torácico y dátilo-costal.
- Funcionales de aptitud cárnica: profundidad relativa de tórax, pelviano transversal, pelviano longitudinal y cortedad relativa.
- Otros índices: espesor relativo de la caña.

**Sañudo (2009)** señala que los índices zoométricos se dividen en la siguiente manera:

- **Índice corporal:** es igual a la longitud corporal sobre perímetro recto torácico por 100. Este índice da las variantes del cuerpo y permite clasificar a los animales, de acuerdo con la sistemática de Barón, en brevilíneo, mesolíneo o longilíneos
- **Índice torácico:**  $(\text{Anchura bicostal}/\text{alzada dorso-esternal}) \times 100$ . El índice torácico refleja las variaciones en la forma de la sección torácica, siendo mayor (más circular) en el ganado de carne y menor (más elíptico) en el ganado lechero.
- **Índice pelviano:** este índice indica la relación entre anchura y longitud de pelvis, lo que refleja una pelvis proporcionalmente más ancha que larga o al revés.
- **Índice de compacidad:**  $(\text{Peso vivo}/\text{alzada a la cruz}) \times 100$ .
- **Índice cefálico:** es la relación entre el ancho de la cabeza y la longitud de la cabeza  $\times 100$ .
- **Índice de proporcionalidad:**  $(\text{Alzada a la cruz}/\text{longitud corporal}) \times 100$ . La interpretación de esta índice señala que a menor valor el animal se aproxima más a un rectángulo, forma predominante en los animales de aptitud carnívoros
- **Índice dátilo-torácico o metacarpo-torácico:** proporciona igualmente una idea del grado de finura del esqueleto, siendo su valor mayor en los animales carnívoros que en los lecheros. No debe deducirse de ello que sea siempre deseable un aumento del volumen de las extremidades, un “exceso de hueso”, puesto que debe considerarse también la calidad y forma de los huesos.

- **Índice de la profundidad relativa del tórax:** indica si el animal está a mayor o menor distancia del suelo.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en hatos caprinos de zonas áridas del noreste de México, en ejidos del municipio de Saltillo en el estado de Coahuila y de Galeana perteneciente al estado de Nuevo León. ( $25^{\circ} 22'$ -  $24^{\circ} 20' N$  y  $100^{\circ} 35'$ -  $101^{\circ} 50' O$ ), a una altitud de 1700 msnm con clima seco extremoso, con temperatura media anual de  $18^{\circ}C$ , lluvias irregulares del orden de los 300 mm anuales, con mayor precipitación en junio-septiembre. Vegetación con matorral parvifolio inerme y cactáceas, características del desierto chihuahuense (INEGI, 2003).



Figura 8. Mapa que señala los estados de Coahuila y Nuevo León donde se realizó el estudio.

Fuente: <https://www.toseemexico.com/noreste.htm>

### **3.2. Animales utilizados**

Se utilizaron hembras caprinas con diferentes niveles de encaste y diferentes grupos raciales de: Anglo Nubia, Alpino Francesa, Boer, Saanen, La mancha y Toggenburg. Donde se descartaron los grupos raciales de La mancha y Toggenburg, para tener uniformidad en los animales, quedando un total de 339 cabras de las razas Anglo Nubia, Alpino Francesa, Boer y Saanen. Para asignar el grupo racial a cada animal, se tomaron en cuenta las principales características fenotípicas. Las cabras presentaron pesos promedios de  $42.0 \pm 9.8$  kg y con una edad de 1 a 6 años; este dato se obtuvo empleando la cronología dentaria de los animales, ya que no se contaba con registros, fueron manejadas bajo un sistema de pastoreo extensivo en vegetación nativa.

### **3.3. Manejo de los animales**

Todos los animales se pastoreaban en vegetación nativa de las 10:00 a las 18:00 horas diariamente con encierro nocturno.

### **3.4. Peso de los animales**

Las cabras se pesaron individualmente el día de la visita en una báscula de plataforma electrónica digital con una capacidad de 250 kg y con escala de precisión de 10 g; esto se llevó a cabo antes de salir a pastorear en la mañana en las mismas fechas en que fueron colectadas las medidas corporales.

### 3.5. Medidas corporales empleadas

Las medidas corporales utilizadas para este estudio fueron: condición corporal (escala del 1 al 5; 1=cabra emaciada y 5=cabra obesa) , perímetro del tórax (cm), perímetro abdomino-pélvico (cm), perímetro cervical (cm), perímetro de la caña (cm), altura a la cruz (cm), altura a la grupa (cm) y longitud de la cruz a la base de la cola (cm); además del peso corporal y edad del animal.

### 3.6. Análisis estadístico

Inicialmente se utilizaron datos de más de 400 cabras o repeticiones; algunos animales, por medio de análisis de *outliners* fueron eliminados del grupo experimental. También por ser pocos animales en determinados grupos raciales como en el caso de La Mancha y Toggenburg no fueron incluidos en este estudio, en otros casos los datos estaban fuera de lo normal o bien, había datos faltantes en un mismo animal.

Los datos fueron evaluados por medio del análisis de correlaciones y regresiones (procedimiento *Stepwise*), de estas variables para la contribución a la predicción del peso vivo. Se realizó un análisis de regresión lineal simple y múltiple (**SAS 2002**).

El modelo de regresión empleado fue:

Para perímetro torácico:

$$Y_i = \beta_0 + B_1 X_1$$

Donde:

$Y_i$ : estimador peso vivo

$\beta_0$ : es el intercepto

$B_1$ : es la pendiente

$X_1$ : variable dependiente (medida corporal)

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población de cabras en el lugar de estudio (dos entidades federativas, dos municipios, tres localidades y nueve hatos) es heterogénea en cuanto a su morfología y polícroma ya que son animales encastados de diferentes razas: Saanen, Boer, Anglo Nubia y Alpino Francesa, con diferentes edades que van de 1 a 6 años. **Martínez et al. (1998)** encontraron un marcado dimorfismo sexual en bovinos criollos argentinos. Se desconoce el nivel de encaste. En el Cuadro 1 se presenta el número de animales, grupo racial de acuerdo con sus características fenotípicas, la localidad y el municipio de los semovientes con los que se trabajó. Para este estudio se utilizaron 339 observaciones (cabras adultas).

Cuadro 1. Distribución de datos usados para la predicción del peso vivo en cabras pastoreadas extensivamente en vegetación nativa en el centro-oeste del estado de Nuevo León y sureste del estado de Coahuila.

Municipio	Ejido	Hato	Tipo racial				Total
			Alpina	Boer	Nubia	Saanen	
Galeana, Nuevo León	El Mezquite	1	0	4	23	23	50
		2	7	15	11	15	48
		3	1	22	0	27	50
	Hediondilla	1	0	15	0	11	26
		2	2	18	10	0	30
		3	3	24	12	0	39
Saltillo, Coahuila	El Cercado	1	23	4	8	10	45
		2	0	6	36	5	47
		3	4	0	0	0	4
Total			44	108	100	91	339

La distribución por edad de dichos animales se muestra en el Cuadro 2. Donde el mayor porcentaje se observa en las cabras de cuatro años.

Cuadro 2. Distribución por edad de las cabras empleadas para la predicción del peso vivo.

<b>Edad (años)</b>	<b>Número de cabras</b>	<b>%</b>
1	6	1.8
2	53	15.6
3	84	24.8
4	153	45.1
5	36	10.6
6	7	2.1

En el Cuadro 3 se presentan los rangos y las medias de las medidas corporales generales utilizadas en el presente estudio.

Cuadro 3. Promedios y rangos de las medidas empleadas para la predicción del peso vivo.

<b>Variable</b>	<b>Promedio</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
Peso corporal (kg)	42	21	76
Perímetro torácico (cm)	83	62	104
Perímetro abdomino-pélvico	90	64	116
Condición corporal (Esc. 1-5)	2	1	5
Peso corporal (kg)	42	21	76
Perímetro torácico (cm)	83	62	104
Perímetro abdomino-pélvico	90	64	116
Condición corporal (Esc. 1-5)	2	1	5

La edad puede jugar un papel importante, ya que, es posible que animales más jóvenes puedan ser más livianos que los adultos debido a que aún no llegan a desarrollarse completamente. Puede deberse también a que los animales se encuentran en una etapa fisiológica diferente, haciendo que exista una variación en el peso vivo del animal **(NRC, 2007)**.

**Dorantes et al. (2015)** realizó un estudio en el cual obtuvo una diferencia significativa ( $P < 0,01$ ) para todas las edades, por lo tanto, concluye que es necesario tener una ecuación de predicción para cada intervalo de edad.

Aunque en este estudio no se realizó una ecuación de predicción para cada intervalo de edad, se obtuvo una correlación con el perímetro torácico y posteriormente con el perímetro abdomino-pélvico.

#### **4.1. Correlaciones**

La correlación entre las variables analizadas se reporta en el Cuadro 4. El peso corporal (kg) tuvo alta correlación con las variables de perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico, excepto con la condición corporal. La edad estuvo más correlacionada con el perímetro torácico, debido a que, conforme el animal crece y se desarrolla, sus órganos también lo hacen, provocando que aumente de tamaño su cavidad torácica; por lo tanto, el perímetro torácico también aumenta.

Cuadro 4. Correlaciones de las variables estudiadas para la predicción del peso vivo de las cabras.

	<b>Edad (años)</b>	<b>Condición corporal</b>	<b>Perímetro torácico (cm)</b>	<b>Perímetro abdomino-pélvico (cm)</b>	<b>Perímetro cervical (cm)</b>	<b>Perímetro de la caña (cm)</b>	<b>Altura a la cruz (cm)</b>	<b>Altura de la grupa (cm)</b>	<b>Longitud cruz-cola (cm)</b>
<b>Peso (kg)</b>	0.4904	0.0979	0.7959	0.7909	0.4983	0.4421	0.4335	0.4134	0.4250
<b>Edad (años)</b>		-0.2209	0.5707	0.5001	0.3214	0.1772	0.3572	0.3067	0.3417
<b>Condición corporal</b>			-0.0864	-0.0617	0.0211	0.3011	-0.1298	-0.1351	-0.0797
<b>Perímetro torácico (cm)</b>				0.7802	0.4645	0.3921	0.4745	0.4226	0.4170
<b>Perímetro abdomino-pélvico (cm)</b>					0.4536	0.3050	0.3986	0.4206	0.3849
<b>Perímetro cervical (cm)</b>						0.3524	0.2987	0.2726	0.4364
<b>Perímetro de la caña (cm)</b>							0.2176	0.1562	0.3575
<b>Altura a la cruz (cm)</b>								0.7135	0.3146
<b>Altura de la grupa (cm)</b>									0.3528

Como se puede observar en el Cuadro 4, las correlaciones entre las variables: de peso con perímetro torácico y perímetro abdómino-pélvico son las más altas.

Para seleccionar las variables se utilizó la suma de cuadrados secuencial (Seq SS) y la  $R^2$ , donde las variables seleccionadas fueron: perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico, y condición corporal. Los resultados se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Selección de las variables para predecir el peso vivo de cabras de cuatro tipos raciales.

Step	Parameter	"SigProb"	Seq SS	RSquare	Cp	P
1	Perímetro torácico (cm)	0.0000	19266.82	0.6334	152.92	2
2	Perímetro abdómino-pélvico (cm)	0.0000	2223.62	0.7065	58.034	3
3	Condición corporal	0.0000	824.29	0.7336	24.118	4
4	Perímetro cervical (cm)	0.0011	256.27	0.7420	14.952	5
5	Perímetro de la caña (cm)	0.0106	153.58	0.7471	10.26	6

Las primeras tres variables señaladas en el Cuadro 5, fueron tomadas como las más relacionadas con el peso vivo.

Con estos antecedentes se procedió a estimar las ecuaciones de predicción del peso vivo de las cabras considerando en primer lugar el perímetro torácico; en segundo lugar, el perímetro torácico y perímetro abdómino-pélvico y por último el perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico y condición corporal.

#### **4.2. Ecuación de predicción del peso vivo considerando perímetro torácico**

El cuadro 6 indica que, por cada centímetro de incremento en el perímetro torácico de una cabra, supone habrá un aumento de 1.170 kg en su peso vivo.

El perímetro torácico fue un poco por debajo de lo señalado por otros autores; sin embargo, ha sido la variable que más ha mostrado correlación (0.79) con el peso vivo. Lo mismo señalan **Ribeiro et al. (2004)** quienes lo obtuvieron en dos tipos de razas diferentes (Moxotó:  $r= 0.97$ ; Canindé:  $r= 0.94$ ), al igual que **Cappello et al. (2017)** en cabras criollas Formoseñas de 0.88 y **Resende et al. (2001)** en Saanen de 0.95.

Cuadro 6. Variables estadísticas para estimar peso en cabras encastadas de razas Alpino-francesa, Boer, Anglo-Nubia y Saanen en el centro-este del estado de Nuevo León y sureste de Coahuila tomando medidas corporales (perímetro torácico).

Término	Estimado	Error Estándar	Nivel de significancia de t	Prob> t
Intercepto	-55.22568	4.041926	-13.66	<0.0001*
Perímetro torácico (cm)	1.1700964	0.048429	24.16	<0.0001*

Donde la ecuación de predicción es:

$$PV = -55.2 + 1.17(PT)$$

De igual manera **Adeyinka y Mohammed (2006)** reportaron una correlación altamente significativa (0.93) al haber analizado dos razas diferentes que fueron la Sokoto roja y la Borno blanca.

**Mohamed y Amín (1997)** y **Teixeira et al. (2000)** afirman que el perímetro del tórax es suficiente para predecir el peso vivo de cabras criollas en condiciones de campo (como se cita en **Dorantes et al., 2015**).

Así como **Khalil y Vaccaro (2002)** en su estudio llega a la conclusión que todas las medidas zoométricas que analizó tienen una relación con el peso vivo, sin embargo, el perímetro torácico como única medida tiene valores que oscilan entre el 0.90 a 0.93, (como se cita en **Cappello et al., 2017**).

$PV = (-26.1) + 0.77 * PT$  ( $R^2$  ajustado=0.78 y  $p < 0.01$  con error estimado de 3.41 kg, esta es la ecuación empleada por **Cappello et al. (2017)** determinando una correlación positiva y significativa usando como medida zoométrica el perímetro torácico para cabras Formoseñas.

**Sowande y Sobola (2008)** indican que el peso vivo en hembras caprinas suele tener una correlación más alta que en los machos debido a que éstas, tienden a mantener un peso constante y no excederse debido a la producción. Por lo cual favorece a la hora de tomar medidas.

El agregar más medidas zoométricas a nuestra ecuación de predicción la hace que sea más confiable a la hora de ponerla en práctica.

### 4.3. Ecuación de predicción del peso vivo considerando perímetro torácico y perímetro abdominopélvico

Cuadro 7. Variables estadísticas para estimar peso en cabras encastadas de razas Alpino-francesa, Boer, Anglo-Nubia y Saanen en el centro-este del estado de Nuevo León y sureste de Coahuila, tomando como medidas corporales (perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico).

Término	Estimado	Error Estándar	Nivel de significancia de t	Prob> t
Intercepto	-54.15898	3.623851	-14.95	<0.0001*
Perímetro torácico (cm)	0.6743003	0.069495	9.70	<0.0001*
Perímetro abdómino-pélvico (cm)	0.4456455	0.048789	9.13	<0.0001*

Donde la ecuación de predicción es:

$$PV = -54.16 + 0.67(PT) + 0.45(P AP)$$

Se obtuvieron datos de 100 ovejas de la raza Corriedale, tomando en cuenta 14 medidas zoométricas, de las cuales las que tuvieron más relevancia fueron: perímetro abdominal ( $r = 0.78$ ;  $p < 0.01$ ), seguido por perímetro torácico ( $r = 0.64$ ) y longitud del cuerpo ( $r = 0.52$ ). Siendo así que, para **Canaza-Cayo et al. (2017)** el perímetro abdominal es la variable más recomendada para obtener el peso vivo con ayuda de una ecuación de predicción; sin embargo, considera que el usar más variables mejora el modelo de predicción (Cuadro 8).

#### 4.4. Ecuación de predicción del peso vivo considerando perímetro torácico, perímetro abdominopélvico y condición corporal

Cuadro 8. Variables estadísticas para estimar peso en cabras encastadas de razas Alpino-francesa, Boer, Anglo-Nubia y Saanen en el centro del estado de Nuevo León y sureste de Coahuila tomando medidas corporales (perímetro torácico, perímetro abdómino-pélvico y condición corporal).

Término	Estimado	Error Estándar	Nivel de significancia de t	Prob> t
Intercepto	-60.34667	3.61813	-16.68	<0.0001*
Perímetro torácico (cm)	0.6965302	0.066429	10.49	<0.0001*
Perímetro abdómino-pélvico (cm)	0.4442324	0.04656	9.54	<0.0001*
Condición corporal	2.0576657	0.353686	5.82	<0.0001*

Donde la ecuación de predicción es:

$$PV = -60.34 + 0.70(PT) + 0.044(PA) + 2.06(CC)$$

Estos resultados coinciden con lo reportado por **Mahmud et al. (2014)** quienes concluyen que el perímetro torácico es la medida corporal más apropiada y de mayor confianza para estimar el peso corporal en vivo de ovejas y cabras.

En el presente estudio se trabajó con un grupo de animales muy heterogéneo, por ejemplo, la raza Boer, es un tipo de animal diferente en su conformación corporal al resto de los demás grupos raciales; la complexión de la raza Boer es más robusta que las demás sin importar el nivel de encaste.

Se sugiere que la ecuación de predicción utilizada para estimar el peso vivo de las cabras en esta región sea la que incluye la condición corporal, sin embargo, esta medida (condición corporal) es de apreciación y dependerá de que la persona que realiza la medición tenga un criterio muy claro y preciso de lo que se está evaluando.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, el perímetro torácico fue la medida con más alta correlación con el peso corporal en comparación a las otras medidas tomadas. Sin embargo, el emplear más medidas zoométricas como la condición corporal y el perímetro abdómino-pélvico en conjunto con el perímetro torácico resulta en predicciones más confiables.

Siendo así, el peso vivo de cabras en pastoreo en el centro-este de Nuevo León y en el sureste de Coahuila se puede estimar con medidas zoométricas mediante una ecuación de predicción.

El uso de una ecuación de predicción para estimar el peso vivo de las cabras es una opción fácil y accesible que los productores a pequeña y mediana escala pueden emplear en las explotaciones en esta región.

## **CAPÍTULO VI. LITERATURA CITADA**

- Adeyinca L.A. Mohamed I.D. 2006. Relationship of loveweight and linear body measurement in two bre-eds of goat of Northern Nigeria. Journal of Animal an Vetrinary Advances. 5 (11): 891 – 893.**
- Agraz G.A.A. 1976. Estudio zoométrico de tres razas caprinas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 210 pp.**
- Alderson G. L. H. 1999. The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. Agri, 25: 45-55**
- Avalos R. y Chavez M. 2008. Guía para el manejo de rebaños caprinos en Baja California Sur. Folleto para productores, 1, 54. 2020, mayo 28, De INIFAP Base de datos.**
- Bedotti D. 2008. El Rol social del ganado caprino. Conferencia plenaria 31ª Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal, Potrero de Los Funes, San Luis.15-17. octubre 2008.**
- Bedotti D. 2013. El hombre, la cabra y el medio ambiente. Actas del VI Congreso Nacional y III del MERCOSUR de Pastizales Naturales. 9 al 12 de abril de 2013. Santa Rosa. La Pampa. Pag.95-99.**
- Bonsma J. C. 1976. Cruzamiento para la adaptación. Cruzamiento en ganado vacuno de carne. Editorial hemisferio sur.**

- Bravo R. 2000. Tesis Doctorales y Trabajos de Investigación Científica. Metodología General para su Elaboración y Documentación. Madrid, España. 350 pp.**
- Bravo Silvana & Sepúlveda Néstor. 2010. Índices Zoométricos en Ovejas Criollas Araucanas. International Journal of Morphology, 28(2): 489-495.**
- Bustamante. 2015. “Caracterización fenotípica (morfológica y zoometría) del ganado Fleckvieh en los distritos de la Ramada y San Luis de Lucma, Cutervo, Cajamarca”. Universidad nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Cutervo, Perú.**
- Calle R., et al. 1968. Producción de ovinos. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina.**
- Canaza-Cayo, Ali William, Beltrán Barriga, Pablo Antonio, Gallegos Rojas, Edgar, & Mayta Quispe, Julio. 2017. Zoometría y estimación de ecuaciones de predicción de peso vivo en ovejas de la raza Corriedale. Revista de Investigaciones Altoandinas, 19(3), 313-318.**
- Cappello J.S., Ruiz S., Revidatti M.A., De la Rosa S.A., Morales V., Tejerina E.R. & Orga A. 2017. Estimación del peso vivo a través de la medición del perímetro torácico en cabras criollas formoseñas (Argentina). Actas Iberoamericanas en Conservación Animal, 9: 103- 108.**

- Caravaca F., Castel J., Guzman J., Delgado M., Mena Y., Alcalde M. y González P. 2003. Bases de la Producción animal. Universidad de Sevilla. España. 491 pp.**
- Cattaneo A., Trigo M., Arias R., & Antonini A. 2013. Uso de índices zoométricos en un hato caprino criollo cruza como herramienta para evaluar biotipos según categoría. Memorias XIV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Jornada Latinoamericana.**
- Chacón Pablo y Boschini Carlos. 2016. Peso estimado en cabras con una cinta comercial de pesaje y perímetro torácico 1. Agronomía Mesoamericana. 28. 229. 10.15517/am.v28i1.21611.**
- Dorantes C.E.J., Gómez T.G., Jasso A.X., Mondragón A.J., y García H.P. 2015. Utilización de las medidas zoométricas para predecir el peso corporal en cabras criollas, en el sur del Estado de México. AICA 6:525-534.**
- Hernández Z., Guerra F., Herrera M., Rodero E., Sierra A., Bañuelos A. & Delgado J. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: Características morfométricas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. Arch. Zootec., 51:53-64.**
- Hurtado E., González C. y LY J. 2004. “Estudio Morfológico del Cerdo Criollo del Estado Apure, Venezuela”.**
- Inchausti D. y Tagle C.T. 1982. Bovinotecnia: exterior y razas. Buenos Aires, El Ateneo, Argentina. 348 pp.**

- INEGI. 2003. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Registro Nacional de información Geográfica (RNIG). Aguascalientes, México.**
- Khalil R. y Vaccaro L. 2002. Peso y mediciones corporales en vacas de doble propósito: su interrelación y asociación con valor genético para tres características productivas. Zootecnia Tropical, 20: 11-30.**
- Mahmud M. A., Shaba P., Zubairu U. Y. 2014. Body weight estimation in small ruminants. A review. Global J. of Anim. Scientific Res. 2: 102-108.**
- Martínez R. D., Fernández E. N., Rumiano F. J., Pereyra A. M. 1998. Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos criollos argentinos. Zootecnia Trop., 16(2): 241-252.**
- Mohamed I.D., Anim, J.D. 1997. Estimate body weight from morphometric measurements of Sahel (Borno White) goats. Small Ruminant Research, 24:1-5.**
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academies Press, WA, USA.**
- Pineda J. 2010. Evaluación zoométrica de la base materna de la raza ovina Chilota comparada con dos razas ovinas predominantes en las regiones de Los Lagos y Los Ríos. Tesis Lic. Agr. Valdivia, CL, Universidad Austral de Chile. 82 pp.**

- Raji A.O., J.U. Igwebuike, and J. Aliyu. 2008. Testicular biometry and its relationship with body weight of indigenous goats in a semi arid region of Nigeria. ARPN J. Agric. Biological Sci. 3:6-9.**
- Resende K.T., Medeiros A.N., Calegari A., Yáñez E.A., Sobrinho A.S., Pereira Filho J. M. & Teixeira I.A.M. 2001. Utilización de medidas corporales para estimar el peso vivo de caprinos Saanen. 26° Jornadas Científicas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Sevilla, España, 340-344.**
- Ribeiro N. L., & Medeiros, A. N., & Ribeiro, M. N., & Filho Pimenta, E. C. (2004). Estimación del peso vivo de caprinos autóctonos brasileños mediante medidas morfométricas. Archivos de Zootecnia, 53(203),341-344.[fecha de Consulta 21 de Mayo de 2020]. ISSN: 0004-0592. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=495/49520314>**
- Rojas O. A. y Meneses R. R. 2004. Características de la raza Boer. La Serena, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 115, 16p.**
- Sañudo, C. 2009. Valoración Morfológica de los Animales Domésticos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España. España. 184 pp.**
- SAS (Statistical Analysis System). 2002 (SAS Institute Inc.). User's Guide Statistics Version 9.1.for Windows. SAS Inc. Cary, NC. USA.**

- SIAP. 2018. Población ganadera caprina 2006-2018.**  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516350/Inventario\\_2018\\_Caprino.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516350/Inventario_2018_Caprino.pdf)
- Somlo R., Cambell G. y Méndez Casariego H. 1985. Importancia de los Caprinos en las zonas Aridas y Semiáridas. Simposio Internacional de la explotación caprina en zonas Áridas. Fuerteventura, Islas Canarias. pp. 169-18**
- Sotillo R. J. L. y Serrano T. V. 1985. Producción Animal: Etnología Zootécnica I y II. Editorial Tebas Flores. Madrid.**
- Sowande O.S., and Sobola O.S. 2008. Body measurements of West African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. Trop. Anim. Health Prod. 40:433-439.**
- Tedeschi L. O., Cannas A., Fox D. G. 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Rumin Res. 89: 174-184.**
- Teixeira P. B, Barros N. N., de Araújo A. M. y Villarroel A. S. 2000. Relación entre medidas corporales y peso vivo en caprinos de razas saanen y anglo-nubia. En: Revista Científica de Producción Animal. Fortaleza-CE, V2, n.2, p. 178-189.**

**UNNE (Universidad Nacional del Noreste). 2011. Producción animal: clasificación de Baron. Consultado 11 ene. 2015. Disponible en <https://ipafcv.files.wordpress.com/2011/04/unidad-tematica-i-unidad-3-temaclasif-de-baron-y-zoometria.pdf>**

**Zaitoun I., Tabbaa M. and Bdour S. 2005. Differentiation of native goat breeds of Jordan on the basis of morphostructural characteristics. Small Rumin. Res., 56:173-82.**

## CAPÍTULO VII. APÉNDICE

### Datos analizados

Municipio	Ejido	Hato	Tipo racial				Total
			Alpina	Boer	Nubia	Saanen	
Galeana, NL	El Mezquite	1	0	4	23	23	50
		2	7	15	11	15	48
		3	1	22	0	27	50
	Hediondilla	1	0	15	0	11	26
		2	2	18	10	0	30
		3	3	24	12	0	39
Saltillo, Coah.	El Cercado	1	23	4	8	10	45
		2	0	6	36	5	47
		3	4	0	0	0	4
Total			44	108	100	91	339

### Número por edad

Edad (años)	Núm.	%
1	6	1.8
2	53	15.6
2	84	24.8
4	153	45.1
5	36	10.6
6	7	2.1

Selección de la ecuación de predicción

Correlaciones simples

	Edad (años)	Cond corp	Perí tórax (cm)	Perí abdo- pél (cm)	Perí cervical (cm)	Perí caña (cm)	Alt cruz (cm)	Alt grupa (cm)	Long cruz- cola (cm)
Peso (kg)	0.4904	0.0979	0.7959	0.7909	0.4983	0.4421	0.4335	0.4134	0.4250
Edad (años)		- 0.2209	0.5707	0.5001	0.3214	0.1772	0.3572	0.3067	0.3417
Cond corp			- 0.0864	- 0.0617	0.0211	0.3011	- 0.1298	- 0.1351	- 0.0797
Perí tórax (cm)				0.7802	0.4645	0.3921	0.4745	0.4226	0.4170
Perí abdo-pél (cm)					0.4536	0.3050	0.3986	0.4206	0.3849
Perí cervical (cm)						0.3524	0.2987	0.2726	0.4364

	Edad (años)	Cond corp	Perí tórax (cm)	Perí abdo- pél (cm)	Perí cervical (cm)	Perí caña (cm)	Alt cruz (cm)	Alt grupa (cm)	Long cruz- cola (cm)
Perí caña (cm)							0.2176	0.1562	0.3575
Alt cruz (cm)								0.7135	0.3146
Alt grupa (cm)									0.3528

Stepwise Fit

Response: Peso (kg)

Stepwise Regression Control

Prob to Enter	0.050
Prob to Leave	0.050

21 rows not used due to excluded rows or missing values.

Step History

Step	Parameter	Action	"Sig Prob"	Seq SS	RSquare	Cp	p
1	Perí tórax (cm)	Entered	0.0000	19266.82	0.6334	152.92	2

Step	Parameter	Action	"Sig Prob"	Seq SS	RSquare	Cp	p
2	Perí abdo-pél (cm)	Entered	0.0000	2223.62	0.7065	58.034	3
3	Cond corp	Entered	0.0000	824.29	0.7336	24.118	4
4	Perí cervical (cm)	Entered	0.0011	256.27	0.7420	14.952	5
5	Perí caña (cm)	Entered	0.0106	153.58	0.7471	10.26	6

Utilizando como criterio de inclusión a la Seq SS y  $r^2$ , las variables

seleccionadas fueron: perímetro torácico, peri abdomino-pélvico y CC.

Ecuaciones de predicción

Se utilizaron 339 obs. Con los siguientes promedios y rangos

Variable	Promedio	Límite inferior	Límite superior
Peso corporal (kg)	42	21	76
Perímetro torácico (cm)	83	62	104
Perímetro abdomino-pélvico	90	64	116
Condición corporal (Esc. 1-5)	2	1	5

Ec. considerando sólo PT

Response Peso (kg)

Summary of Fit

RSquare	0.634689
Root Mean Square Error	5.761208

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-55.22568	4.041926	-13.66	<.0001*
Perí tórax (cm)	1.1700964	0.048429	24.16	<.0001*

Ec. considerando PT y PA  
Summary of Fit

RSquare	0.70753
Root Mean Square Error	5.162618

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-54.15898	3.623851	-14.95	<.0001*
Perí tórax (cm)	0.6743003	0.069495	9.70	<.0001*
Perí abdo-pél (cm)	0.4456455	0.048789	9.13	<.0001*

Ec. Considerando: PT, PA y CC  
Summary of Fit

RSquare	0.734441
Root Mean Square Error	4.926733

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-60.34667	3.61813	-16.68	<.0001*
Perí tórax (cm)	0.6965302	0.066429	10.49	<.0001*
Perí abdo-pél (cm)	0.4442324	0.04656	9.54	<.0001*
Cond corp	2.0576657	0.353686	5.82	<.0001*

Cuadro con predicciones de peso con PT y PA

Se utilizó perímetro torácico y abdómino-pélvico y una sola ecuación de predicción para los cuatro tipos raciales.