

## Cálculo de espacios vitales para llamas y alpacas para construcción de cobertizos (*garwa utas*)

Francisco Flores Lopes; Efraín Berdeja Ovidio; Wilson Ponce

Universidad Pública de El Alto, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

E-mail de contacto: floresfranz41@gmail.com

**Resumen.** Las construcciones para protección de los camélidos son denominadas “*garwa utas*,” tienen la finalidad de proteger, reducir la mortalidad y gasto de energía metabólica, favoreciendo la economía del criador. En Bolivia, varias instituciones implementaron infraestructura de forma empírica respecto a las medidas necesarias por animal, por esta razón el objetivo del presente trabajo, fue calcular los espacios vitales para camélidos (*Lama glama*; *Vicugna pacos*) para construcción de *garwa utas*. El trabajo se realizó en los módulos de producción de Kallutaca, con llamas de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a las cuales se hizo la biometrización en función de los movimientos vitales y corporales, como la longitud mayor con el cuello extendido, el ancho mayor y el peso vivo, para encontrar el área ocupada en animales de distintas edades. En función a lo mencionado, se aplicó dos métodos: *BIOMETRÍA* y *ECUACIÓN DE ESPACIO PARA SUINOS*. Se evidenció que existe una similitud en el área necesaria por animal en m<sup>2</sup> entre los tres métodos. Los animales grandes demandan 1,49 m<sup>2</sup>, 1,64 m<sup>2</sup>, 1,73 m<sup>2</sup>; animales medianos: 1 m<sup>2</sup>, 1,20 m<sup>2</sup>, 1,57 m<sup>2</sup> y animales pequeños 0,59 m<sup>2</sup>, 0,56 m<sup>2</sup>, 0,51 m<sup>2</sup>, entre los tres métodos (biometría, ecuación y relación peso/área, respectivamente), estos valores son de referencia para futuras construcciones, tomando en cuenta la biometría de los animales.

**Palabras clave:** Áreas para camélidos; Descanso; Modelación

### Introducción

Las *garwa utas* son construcciones para los camélidos; tienen por finalidad proteger a los mismos de las inclemencias climáticas como lluvias, granizadas, nevadas y heladas, para mitigar o reducir mortalidad en animales adultos y principalmente en las crías, mejorando las condiciones de crianza y reducir el desgaste de energía metabólica.

Toda vez que, al reducir la mortalidad de los animales, se generan mayores ingresos económicos para el criador de camélidos (Arquiñeva y Pacci 2014). Sobre la relación del medio ambiente y funciones vitales, se conoce que el consumo volun-

tario de los camélidos por unidad de peso metabólico, y es menor que los demás rumiantes, y también tienen disminuido el gasto calórico, el requerimiento de energía metabolizable para mantenimiento y el gasto calórico en ayuno que los rumiantes (Valenzuela 2018).

Por lo antecedido, también se ha visto que en los distintos sitios del país, muchos proyectos inherentes a camélidos, implementaron infraestructura y fueron construidos de forma empírica sin tomar en cuenta los tamaños reales o por edad de estos ejemplares, o la población familiar, es por eso que el objetivo de este trabajo es, modelar áreas descanso para llamas y alpacas (*Lama glama* y *Vicugna*

pacos, respectivamente) para diseño de *qarwa utas*, mismos que puede ser un modelo a seguir y mejorar para construir la infraestructura llamera o alpaquera.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en los módulos de investigación y producción pecuaria MIPP de Kallutaca, pertenecientes a la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública de El Alto (UPEA), ubicada en la carretera a Desaguadero, municipio de Laja. Se encuentra a una altitud de 3.935 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas son 16°31'0" de latitud Sur 68°19'0" de longitud Oeste.

La ejecución del ensayo se basó en las siguientes actividades:

### *Biometría en posición de reposo (MÉTODO 1)*

Se trabajó con los camélidos pertenecientes a la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública de El Alto (UPEA), conformados por distintas edades y sexos. Se ha empleado la biometrización (Butrón 2012) empleando un camelimétero para realizar las distintas mediciones corporales. Para ello, se modeló según la posición natural que adoptan los animales en reposo. Para inmovi-

lizarlos se aplicó la técnica de la "winkulla". Se realizó la medición de la longitud mayor con el cuello extendido hacia el suelo desde la punta de la nariz hasta la punta de nalgas (tuberosidad isquiática). Se realizó la medición del ancho mayor en la región transversal de la grupa (rodilla, pierna caja pélvica) de izquierda a derecha (Boada s/f).

### *Pesaje*

Los animales fueron pesados en una balanza electrónica (Leyva y Falcon 2007), teniendo a los animales en ayunas.

Por la inexistencia de animales más pesados, se aplicó la regresión lineal para estimar datos faltantes en base a los existentes, para la cual se empleó la siguiente ecuación:

$$Y = a + bx$$

dónde  $y$  es el peso vivo y  $x$  la variable dependiente.

La Figura 1 describe dimensiones que ocupa un camélido cuando está en posición de reposo, de la cual se logra obtener un área con la característica de que el cuello extendido implica otra superficie; este espacio varía según el peso y edad de cada animal.

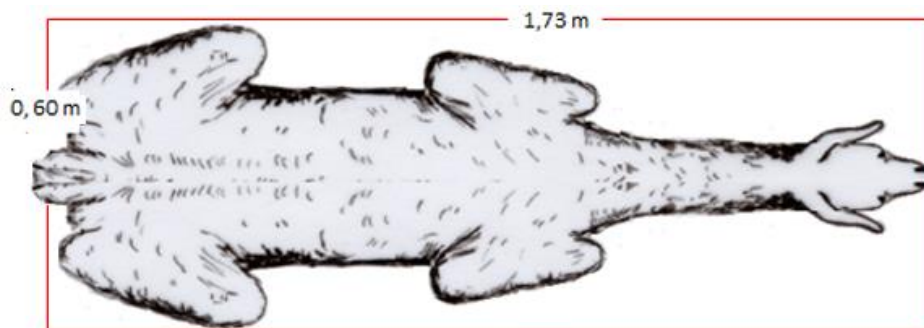


Figura 1. Dimensiones corporales en reposo y cuello extendido del camélido

**Cálculos de área según longitud mayor y ancho mayor.** Para estimar el área que ocuparían los animales, se ha procesado los datos del Cuadro 1, para lo cual se ha empleado la siguiente fórmula:

**Área básica = Longitud mayor \* Ancho mayor**

Posteriormente, se adicionó un área de 0,2 m<sup>2</sup>, que simula un área libre que los animales necesitan para separarse entre ellos y no exista hacinamiento; así se ha observado dentro el corral evaluado, para lo cual se empleó la siguiente fórmula y se aplicó para todos los animales, según sus pesos determinados o estimados:

**Área final = Área básica + Área libre**

**Ecuación para estimar áreas según las clases de animales (MÉTODO 2)**

Se ajustó la ecuación que se muestra a continuación, la cual expresa similares valores que el anterior modelo evaluando el largo y ancho de los camélidos. Esta ecuación, se emplea para distintas especies animales, en este caso fue ajustada de porcinos a camélidos (Manteca y Ruíz de la Torre 2004):

$$\text{Sup en m}^2 = 0,055 * \text{PV}^{0,67}$$

dónde:

Factor A: que tiene un valor de 0,055, el cual es aplicado a todas las clases animales.

PV: es el peso vivo de los animales, determinado con balanza.

x: valor exponencial que multiplica el producto del Factor A por el peso vivo de los camélidos, que es igual a 0,67.

## Resultados y discusión

En el Cuadro 1, se describe las distintas longitudes que adoptaron las llamas, tanto longitud como el ancho, por lo que los resultados muestran el área final.

Entre los valores más destacables, se tiene que animales grandes, demandan 1,49 m<sup>2</sup>, y un animal de talla media, demanda 1 m<sup>2</sup> y finalmente un animal pequeño demanda 0,59 m<sup>2</sup>.

Estos resultados, son similares a los indicados por la FAO-Bolivia (2009), que indica que el área para llamas hembras adultas, debe ser de 1,5 m<sup>2</sup>/animal y que un área de 45 m<sup>2</sup> (5 m \* 9 m) puede alojar 40 animales.

**Cuadro 1.** Longitud mayor y ancho corporal para estimar el área demandada por las llamas

Longitud mayor (m)	Ancho mayor (m)	Área básica (m <sup>2</sup> )	Área libre (m <sup>2</sup> )	Área final (m <sup>2</sup> )
2,58	0,50	1,29	0,2	1,49
2,27	0,46	1,04	0,2	1,24
2,02	0,43	0,87	0,2	1,07
1,95	0,41	0,80	0,2	1,00
1,94	0,42	0,81	0,2	1,01
1,92	0,41	0,79	0,2	0,99
1,69	0,38	0,64	0,2	0,84
1,57	0,36	0,57	0,2	0,77
1,23	0,32	0,39	0,2	0,59

**Relación actual del área por pesos vivos**

Una vez logrados los resultados anteriores, se dividió el área total con el peso de cada uno de los animales, para generar una relación área/peso, de esta manera tener información fidedigna, así como se observa en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Relación peso vivo / área en el módulo de camélidos

Peso (kg)	Área (m <sup>2</sup> )
107,2	1,73
100	1,61
98,8	1,59
97,6	1,57
74	1,19
65	1,04
32	0,51

Considerando que estos datos son reales, es evidente que ocupan más espacio a comparación de otros resultados, cabe recalcar que hubo espacios holgados, lo cual implicaría mayor comodidad ergonómica para los animales, o por el contrario, implicaría desperdicio de espacio, considerando que en las áreas rurales, existe mayor población de animales.

Considerando las conceptualizaciones de Arquíñeva y Pacci (2014), quienes indican que la función de la infraestructura es:

- Reducir la mortalidad de crías hasta un 20%.
- Atenuar las temperaturas bajas que se presenta en las zonas alto andinas, en los meses de mayo a agosto.
- Reducir la posibilidad que se presente neumonías en crías y adultos.
- Sirve como infraestructura para realizar el empadre controlado.
- Proteger crías de los animales de depredadores.

Entonces justifica el realizar este tipo de análisis, considerando que en el área ganadera camélida, existe poca infraestructura de esta naturaleza, por lo que coadyuvará en la mejora de la productividad llamera - alpaquera.

**Estimación del área demandada empleando ecuación matemática**

Una vez desarrolladas las mediciones y reemplazado los pesos vivos en la ecuación planteada, se tiene los valores detallados en el Cuadro 3

**Cuadro 3.** Áreas obtenidas mediante el empleo de la ecuación planteada

Factor A	Peso vivo	Exponente X	m <sup>2</sup>
0,055	160	0,67	1,64
0,055	130	0,67	1,43
0,055	107,2	0,67	1,26
0,055	100	0,67	1,20
0,055	98,8	0,67	1,19
0,055	97,6	0,67	1,18
0,055	74	0,67	0,98
0,055	65	0,67	0,90
0,055	32	0,67	0,56

El Cuadro 3 muestra -por ejemplo- que animales con 160 kg de peso, requieren 1,64 m<sup>2</sup>; animales con 100 kg de peso vivo, demandan 1,2 m<sup>2</sup>, y una cría que tiene 32 kg de peso vivo, demanda 0,56 m<sup>2</sup>; entre los valores más importantes.

El método biométrico con la ecuación ajustada, tiene la misma tendencia en la demanda de área según los diferentes pesos de los animales; los cuales difieren con las áreas reales de los espacios que ocupan los camélidos en los módulos productivos de camélidos.

Las diferencias posiblemente favorezcan la comodidad ergonómica de los animales, o afecte la ineficiencia del empleo de la superficie dentro el interior de un cobertizo o *qarwa uta*. Entonces, así como lo asevera Care (2016), estas dimensiones permitirán a la infraestructura productiva, proteger de forma eficiente contra los fenómenos climáticos adversos; bajas temperaturas (helada), vientos fuertes, granizadas o nevadas, fuertes lluvias, sequía, etc., que afectan directamente a la salud y producción del ganado.

Dados los constantes cambios climáticos que se han estado manifestando en los últimos años, muchas instancias gubernamentales como privadas, fueron apoyando la construcción de infraestructuras para proteger a los animales, pero la capacidad de estos cobertizos no tiene un sustento matemático, pese a que en otras áreas de las ciencias, se maneja apropiadamente la biometría, más que todo el peso vivo; de esta manera, los resultados mostrados pretenden dar a los productores de ganadería camélida, una propuesta técnica que pueda incluso separar según grupos de animales como ser adultos y juveniles, sin embargo, será importante realizar validaciones para precisar su empleo, de esta manera cumplir con los

verdaderos propósitos que tiene una *qarwa uta*, así lo menciona Care (2016), protegiendo a los animales de los efectos negativos del clima, que va empeorando cada vez más con el pasar del tiempo, debido a la contaminación acelerada y los efectos del cambio climático.

Es importante destacar que no se contempla patios, y corrales, que también son importantes para suplementar alimentos y hacer un manejo de revisión rutinaria sanitaria o de selección, entre otros, por lo cual también se debería considerar otros criterios como áreas de ejercicios, comederos, bebederos, estercoleiros y otros, incluso en el diseño de la altura de las paredes, es importante aplicar la biometría del animal, para así evitar la fuga de animales por salto que pudieran realizar los animales.

Dillon y Grigera (2011), mencionan que los animales no se estresan por sí mismos, es el humano el que provoca el *discomfort* animal, porque los somete a distintos sistemas de producción comercial.

Para entender mejor las áreas donde trabajar, se debe tener en cuenta el comportamiento normal de los animales, así como se ha realizado la biometría con adecuados espacios, minimizando la competencia, el miedo y el dolor.

## Conclusiones

- Se ha modelado o determinado dos formas de calcular el área de reposo de los camélidos (“*biometría*” y “*ecuación*”) para el diseño de cobertizos o *qarwa utas*, lo cual es un modelo a seguir para futuras construcciones para la protección contra las inclemencias climáticas.

- Las propuestas presentadas deben ser validado con pruebas piloto en el comportamiento productivo y reproductivo de llamas y alpacas.

## Referencias citadas

- Arquiñeva P., Pacci O. 2014. Cobertizo climatizado como cobijo nocturno de alpacas en el distrito de Santa Ana, provincia de Castrovirreyna-Huancavelica. Tesis de grado. Universidad Nacional de Huancavelica. Facultad de Ingeniería Electrónica. Huancavelica, Perú.
- Boada F. (s/f). Zoometría de los camélidos. Universidad Técnica de Ambato. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ecuador.
- Butrón J. 2012. Caracterización de los parámetros biométricos en llamas (*Lama glama*) variedad *Kara* en la comunidad de Botijlaca, cantón Zongo del departamento de La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- CARE. 2016. Construcción y uso de mini-establos con confort térmico para ganado vacuno. Proyecto Ramis Resiliente, Oficina Departamental Puno. Perú.
- Dillon J., Grigera J. 2011. Hablando de bienestar-confort animal. Producir XXI. Buenos Aires. Servicio Técnico de Nutralmix SRL. Sitio Argentino de Producción Animal. 19 (235): 37-44.
- FAO Bolivia. 2009. Guía de construcción de un cobertizo para llamas. Proyecto de emergencia para agricultores de subsistencia y productores de llamas afectadas por las olas de fríos en las tierras alto andinas de Bolivia.
- Manteca X., Ruíz de la Torre J. 2004. Necesidades de espacio en cebo. En línea. Disponible en: [https://www.3tres3.com/articulos/11-necesidades-de-espacio-en-cebo\\_8020/](https://www.3tres3.com/articulos/11-necesidades-de-espacio-en-cebo_8020/)
- Leyva V., Falcón N. 2007. Evaluación de medidas corporales para la selección de llamas madres y crías. Rev. Inv. Vet. Perú 2007. 18 (1): 18-29.
- Valenzuela S. 2018. Efecto del chaleco y cobertizo en maternidad en la ganancia de peso vivo y supervivencia de crías de alpaca (*Vicugna pacos*) en Iscahuaca, Apurímac. Tesis de grado. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Abancay, Perú.