



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

“PREDICCIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL USANDO
TERMÓMETRO INFRARROJO EN UN HATO DE ALPACAS DE
AREQUIPA”

Tesis para optar el título de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Presentado por:
Gabriela Natalia Eduardo Villagra (N° ORCID: 0000-0001-7625-
7214)

Asesor:
Jorge Luis Vilela Velarde (N° ORCID: 0000-0003-0015-6323)

Lima – Perú
2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 15 de octubre del 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. SHIRLEY SUJEY EVANGELISTA VARGAS
Miembro: M.V. MILENA PAOLA MONTENEGRO VEGA
Miembro: M.V. ERIC LEON MISHA

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“PREDICCIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL USANDO TERMÓMETRO INFRARROJO EN UN HATO DE ALPACAS DE AREQUIPA”

Presentada por la bachiller:

GABRIELA NATALIA EDUARDO VILLAGRA

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario y Zootecnista**

Asesorada por: **Mg. JORGE LUIS VIVELA VELARDE**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple (----) calificar a:

Tesista: GABRIELA NATALIA EDUARDO VILLAGRA	Nota (en letras): Dieciocho		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. SHIRLEY SUJEY EVANGELISTA VARGAS
Presidente



Mg. JORGE LUIS VIVELA VELARDE
Asesor



M.V. MILENA PAOLA MONTENEGRO VEGA
Miembro 1



M.V. ERIC LEÓN MISHA
Miembro 2

T // (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios, con amor y humildad te ofrezco cada uno de mis logros.

A mis muy queridos padres Enrique y Gabriela con amor y eterna gratitud por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y porque todos mis logros se los debo a ustedes.

A mi hermanita Mariangélica por su incondicional compañía y a mis abuelitos por siempre desearme lo mejor.

**Predicción de temperatura corporal usando termómetro infrarrojo en un hato de
alpacas de Arequipa**

**Prediction of body temperature using infrared thermometer in a herd of alpacas in
Arequipa**

Gabriela N. Eduardo Villagra, Jorge L. Vilela

RESUMEN

La temperatura es un parámetro indispensable para evaluar el estado clínico de un animal, la medición de esta se debe realizar de manera rápida y precisa para evitar el estrés en el animal y facilitar el trabajo a los encargados. El presente estudio tuvo como objetivo proponer un método de predicción de temperatura corporal usando termómetro infrarrojo. Para ello, se evaluó la temperatura ambiental (TA) de la zona mientras se tomó la temperatura de 50 alpacas con un termómetro infrarrojo en las fosas nasales (FN), zona interna de la oreja (OI), zona media de la oreja (OM) y vientre (V); y al mismo tiempo se evaluó la temperatura corporal con un termómetro rectal. Los datos fueron analizados para determinar mediante regresión el mejor modelo predictivo de temperatura corporal en alpacas. El análisis de todos los datos se realizó con el paquete estadístico SAS® University Edition, 2019. Los modelos predictivos mostraron que las variables de temperatura de la zona de la oreja interna y temperatura ambiental dan una mejor predicción de la temperatura corporal en alpacas.

Palabras claves: Alpacas; temperatura corporal; termómetro infrarrojo; predicción

ABSTRACT

Temperature is an essential parameter to assess the clinical status of an animal, this must be done quickly and accurately to avoid stress on the animal and facilitate the work of those in charge. The present study aimed to propose a method of predicting body temperature use infrared thermometer. For this, the environmental temperature of the area was evaluated while the temperature of 50 alpacas was taken with an infrared thermometer in the nostrils, inner ear area, middle ear and belly area; and at the same time the body temperature was evaluated with a rectal thermometer. The data were analyzed to determine the best regression equation and establish the best predictive model of body temperature in alpacas. The SAS statistical package was used. The combinations of the independent variables in the model revealed that the variables of inner ear temperature and ambient temperature give a better prediction of body temperature in alpacas.

Key words: Alpacas; body temperature; infrared thermometer; prediction

INTRODUCCIÓN

Las alpacas son consideradas parte de la riqueza natural, económica e histórica del Perú, su crianza está relegada principalmente a comunidades campesinas y pequeños productores que se encuentran en las zonas más aisladas y altas de nuestro país, de acuerdo con Syguayro (2009). En la actualidad, según MINAGRI, en el último censo agropecuario (CENAGRO, 2012), se presume que en el Perú hay una población de 3 687 340 alpacas, en donde la mayor concentración se encuentra en Puno, seguido por Cusco y Arequipa.

De acuerdo con Sellier *et al.* (2017), para los criadores de alpacas, es imprescindible una prevención y manejo adecuado para evitar o identificar a tiempo diversos problemas sanitarios. La medición de parámetros fisiológicos sirve para la evaluación periódica de la condición sanitaria de la alpaca según Sellier *et al.* (2017). Para Heath *et al.* (2001) la temperatura es el parámetro más usado y a la vez parte esencial en los exámenes clínicos en medicina veterinaria.

En un estudio realizado por Heath *et al.* (2001), indicaron que las funciones metabólicas como el respirar, caminar, alimentarse, etc. generan aumento de la temperatura corporal. Para contrarrestar el aumento de la temperatura los camélidos utilizan muchos mecanismos para disipar el calor. Estos mecanismos compensatorios comienzan a fallar si no hay movimiento del aire del ambiente y la temperatura corporal se asemeja a la temperatura ambiental.

De acuerdo con Poikalainen *et al.* (2012), la temperatura es un indicador importante en el diagnóstico de las enfermedades y para estimación del estado fisiológico, es por eso por lo que la medición debe ser de manera precisa y clara. Las alteraciones del rango normal de temperatura podrían ser un indicador de un cambio en la condición sanitaria del paciente como infección, inflamación o cambios reproductivos.

Gomart *et al.* (2014) mencionaron que en la práctica veterinaria la técnica de medición de temperatura más común es la rectal, la cual es confiable por la conexión que existe con la temperatura corporal central, siendo considerada como el “patrón oro”. Mostaco *et al.* (2015), mencionan que la temperatura rectal se puede usar como un índice de estrés térmico o de confort para los animales o incluso como un indicador de

enfermedad. Según Hanneman *et al.* (2004), la medición de temperatura rectal puede resultar estresante para el paciente, ya que la inserción del termómetro rectal puede ocasionar un comportamiento defensivo de parte del animal. Es por eso por lo que se requieren técnicas de medición no invasivas y de fácil aplicación para asociar la evaluación del estado térmico del animal y el bienestar animal.

Soerensen y Pedersen (2015), indican que la termometría infrarroja es uno de los métodos alternativos para medir temperatura sin contacto con el cuerpo, por lo que, en Medicina Veterinaria, se ofrecen varios beneficios en comparación con la medición con temperatura rectal. Los sensores de temperatura infrarroja causan menos molestias a los animales, de acuerdo con Chung *et al.* (2010), y tiene ventajas en su uso como el reducido tiempo requerido en contacto con el animal que puede llegar a ser menor de 0.5 segundos, precisión elevada siendo de ± 0.1 °C, y la necesidad de contacto, siendo requerido una menor sujeción y manejo del animal; adicional a ello la medición con termómetro infrarrojo reduce considerablemente el riesgo de propagación de infecciones ya que no es necesario tocar al animal y al no ser necesario la manipulación, reduce el estrés.

Esta investigación permitirá predecir la temperatura corporal en alpacas utilizando termometría infrarroja como método no invasivo para medir la temperatura de la superficie corporal con menor sujeción y manejo del animal, además de obteniendo valores precisos y rápidos, causando menor molestia y estrés al animal, facilitando la labor de los trabajadores requiriendo menos tiempo para la toma de temperatura. Es

por ello, que el objetivo es proponer un método de predicción de temperatura corporal usando termómetro infrarrojo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Poblado de Toccra, ubicado en el distrito de Yanque, en la provincia de Caylloma, de la región Arequipa a 4400 m.s.n.m. en el mes de Junio del 2019. La temperatura ambiental en este mes estuvo en el rango entre -20.0 °C y 18.0 °C y con condición de pastura pobre. Para la evaluación de cada animal se sujetó de la parte inferior del cuello y de la inserción de la cola por un solo operario. Otro operario realizó las mediciones de temperatura infrarroja y temperatura rectal. Se midió la temperatura corporal mediante un termómetro infrarrojo a 50 alpacas que fueron escogidas de manera aleatoria. Las medidas de temperatura rectal e infrarroja fueron tomadas 1 vez en el día entre las 6 am y 8 am dentro del corral al aire libre con pendiente menor a 15°, en condiciones de temperatura ambiente no controlado. Para ello, se utilizó un termómetro rectal clínico de mercurio marca Level y un termómetro infrarrojo FLUKE 62 max de manera simultánea.

El termómetro rectal tiene un rango de medición entre 35.2 - 42.2 °C y fue insertado aproximadamente de 6 a 7 cm en el recto, la lectura se tomó en 1 minuto y durante ese tiempo de manera simultánea se realizó la medición con el termómetro infrarrojo. El termómetro infrarrojo se usó con las siguientes especificaciones: precisión $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, tiene un rango de acción de temperatura de 23 - 510 °C, emisividad de 0.1 a 1.0, con una velocidad de medición menor a 0.5 segundos, y se tomó la temperatura con una

distancia menor de 30 cm en las zonas de fosas nasales, zona interna de la oreja, zona media de la oreja y el vientre, que representa un área igual o menor a 5.88 cm² como se indica en la Figura 1. Las variables utilizadas fueron temperatura rectal (TR), temperatura infrarroja de las zonas de fosas nasales (FN), zona interna de la oreja (OI), zona media de la oreja (OM), vientre (V) y temperatura ambiental (TA). Todas las alpacas evaluadas eran machos con edades entre 1 y 13 años al momento de la evaluación.

Figura 1. Medición de temperatura con termómetro infrarrojo. 1: Medición en la zona de la oreja. 2: Medición en la zona del vientre. 3: Medición en la zona de fosas nasales.



Todos los procedimientos y cuidados se llevaron a cabo siguiendo la Ley de Protección y Bienestar Animal N°30407 de la República del Perú y de acuerdo con las recomendaciones del código de salud de los animales terrestres de la OIE – Organización Mundial de Sanidad Animal.

El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en investigación con animales y biodiversidad de la Universidad Científica del Sur con el código de registro 047 – 2019 – PRE16.

Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS® University Edition con el comando de función PROC REG y PROC CORR, para la obtención de los resultados mediante el análisis de regresión múltiple y la correlación de Pearson entre todas las variables, respectivamente. La variable dependiente TR fue sometida a la prueba de Anderson Darling para comprobar los supuestos de normalidad.

Una vez obtenidos los coeficientes de correlación entre todas las variables se corroboró el modelo mediante el análisis de las variables, siendo así el modelo de regresión propuesto de la siguiente manera:

$$Y = \mu + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \text{residual}$$

Donde

Y = Variable temperatura rectal (°C)

μ = Promedio

β_0 = Intercepto

β_1 = Coeficiente de regresión del efecto de la variable temperatura infrarroja de fosas nasales

β_2 = Coeficiente de regresión del efecto de la variable temperatura infrarroja de zona interna de oreja

β_3 = Coeficiente de regresión del efecto de la variable temperatura infrarroja de zona media de oreja

β_4 = Coeficiente de regresión del efecto de la variable temperatura infrarroja de zona de vientre

β_5 = Coeficiente de regresión del efecto de la variable temperatura ambiental

X_1 = Efecto de la variable temperatura infrarroja de fosas nasales

X_2 = Efecto de la variable temperatura infrarroja de zona interna de oreja

X_3 = Efecto de la variable temperatura infrarroja de zona media de oreja

X_4 = Efecto de la variable temperatura infrarroja de zona de vientre

X_5 = Efecto de la variable temperatura ambiental

RESULTADOS

Los resultados de las temperaturas tomadas con el termómetro rectal, termómetro ambiental y termómetro infrarrojo en las distintas partes de las alpacas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Medición de temperatura ambiental y temperatura corporal de alpacas con termómetro rectal y termómetro infrarrojo (n= 50 alpacas).

Variable (°C)	Media ± D.E.	C.V. (%)
Temperatura rectal	37.92 ± 0.52	1.37
Temperatura ambiental	11.32 ± 7.15	63.16
Temperatura fosas nasales	27.93 ± 3.58	12.82
Temperatura oreja interna	22.77 ± 6.66	29.25
Temperatura oreja media	21.61 ± 8.35	38.64
Temperatura vientre	27.47 ± 4.86	17.69

D.E.: desviación estándar; C.V.: coeficiente de variación

La significancia de TR para la prueba de Anderson Darling fue de $p=0.09$. Las correlaciones de la temperatura rectal con la temperatura ambiental y temperaturas infrarroja se muestran en el Cuadro 2. Se puede observar que la temperatura ambiental tuvo la más alta correlación positiva con la temperatura rectal. La temperatura de fosas nasales tuvo una correlación media con la medida de temperatura rectal, mientras que, con las variables de temperatura de zona interna de la oreja, zona media de la oreja y vientre se observaron valores de correlación negativas.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre los valores de temperatura ambiental, temperatura infrarroja y temperatura rectal en alpacas.

(n= 50 alpacas)

	Ambiental	Rectal	Fosa Nasal	Oreja interna	Oreja media	Vientre
Ambiental	1	0.108	0.286*	0.585**	0.576**	0.012
Rectal	0.108	1	0.034	-0.207	-0.053	-0.104
Fosa Nasal	0.286*	0.034	1	0.373**	0.426**	-0.169
Oreja Interna	0.585**	-0.207	0.373**	1	0.656**	0.033
Oreja Media	0.576**	-0.053	0.426**	0.656**	1	0.290*
Vientre	0.012	-0.104	-0.169	0.033	0.290*	1

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

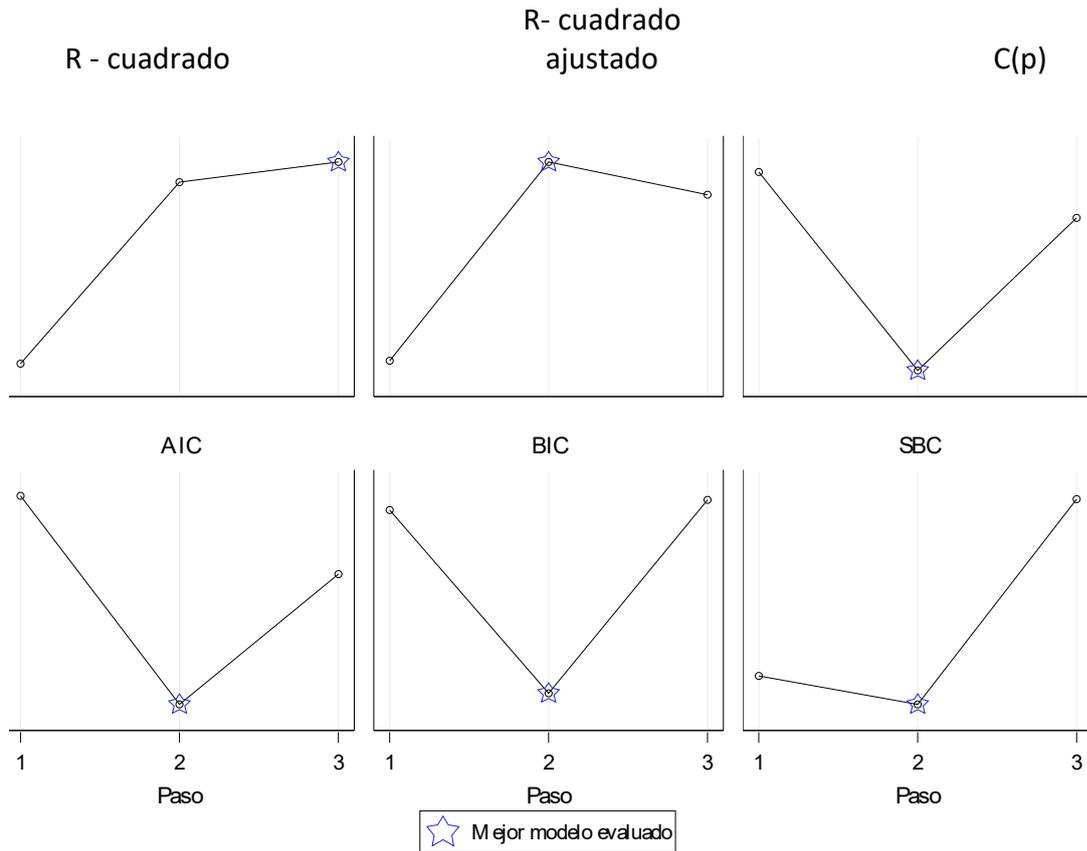
Los datos se analizaron mediante regresión lineal múltiple, por lo tanto, para las ecuaciones de regresión se utilizaron los valores de temperatura rectal como variable dependiente, y como variable independiente se utilizaron los datos tomados con el termómetro infrarrojo como temperatura de las fosas nasales, zona interna de la oreja, zona media de la oreja y vientre, así como temperatura ambiental. Este último fue utilizado ya que aporta información relevante a los modelos de regresión.

Para escoger el mejor modelo predictivo, se realizó el análisis de regresión múltiple, donde se usó como criterio de inclusión en el modelo las variables con nivel de significancia menor o igual a 0.5 y por el método “Forward” se fueron incluyendo las variables de uno en uno y así se obtuvieron 3 modelos predictivos. Para escoger el mejor modelo se consideró el coeficiente de determinación (R^2) que indica la proporción de variación de los resultados que puede ser explicada por el modelo, el Coeficiente de Mallows (C_p) que determina el sesgo del modelo, el criterio de Akaike (AIC) que estima el error de predicción de la muestra, el criterio de información Bayesiana (BIC) y el criterio de información Bayesiana de Schwarz (SBC) que tiene función similar a AIC en estadística bayesiana. Estos resultados se encuentran en la Figura 2, en los cuales, los modelos 2 y 3 presentaron menores valores de AIC, BIC, C_p y SBC. Los modelos que incluyeron las variables de FN y OM no fueron incluidos para el análisis por no cumplir con una significancia menor a 0.5. Al mismo tiempo se consideró el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) donde el coeficiente más alto es la mejor opción, por lo cual este estadístico considera el modelo 2 como el mejor modelo, el cual se indica en el cuadro 3. Siendo así, que el mejor modelo encontrado para la predicción de

temperatura rectal incluye a las variables de temperatura ambiental y de oreja interna.

El coeficiente de correlación de concordancia entre las temperaturas rectales y temperaturas predichas por modelo, son presentadas en el Cuadro 3.

Figura 2. Criterio de ajuste para elegir el mejor modelo para temperatura rectal.



Cuadro 3. Resumen del modelo, variable dependiente: Rectal.

Modelo	R ² ajustado	Error estándar de la estimación	Significancia del modelo	Promedio de temperatura predicha (°C)	CCC con temperatura rectal	I.C. al 95% de CCC
1	0.023	0.508	0.148	37.918	0.08	-0.03, 0.19
2	0.086	0.491	0.045	37.958	0.18	0.02, 0.33
3	0.076	0.194	0.086	37.918	0.23	0.07, 0.39

Modelo 1: (constante), oreja
interna

Modelo 2: (constante), oreja interna, ambiental

Modelo 3: (constante), oreja interna, ambiental,
vientre

C.C.C.: Coeficiente de correlación de concordancia

I.C.: Intervalo de confianza

DISCUSIÓN

La termometría rectal es el método estándar de medición de la temperatura en la práctica, siendo asociada a un estrés significativo para el paciente. Autores como Chen y White (2006) y Chung *et al.* (2010) han reportado información previa sobre la predicción de temperatura corporal mediante la toma de temperatura infrarroja en distintas especies como en cerdos, conejos, vacas y alpacas.

De acuerdo con el coeficiente de determinación ajustado (R^2) el mejor modelo oscilaba entre el modelo 2 (OI y TA) y el modelo 3 (OI, V, TA) ya que presenta los valores de coeficiente de determinación más altos, y teniendo en cuenta los valores del criterio de Akaike, información Bayesiana e información Bayesiana de Schwarz, el mejor modelo sería el modelo 2. Aunque el modelo 3 representa una opción posible, no se le considera debido a que la medición de temperatura del vientre implica mayor sujeción del animal, lo cual hace difícil la medición y/o lectura de la temperatura infrarroja en esa zona. Es así, que el mejor modelo que se encontró para la temperatura rectal, usa predictores de la temperatura de zona interna de la oreja y la temperatura ambiental. La temperatura ambiental tiene una distribución errática y sobredispersa y tiene mucha variabilidad, esto se debe a que la temperatura ambiental ha ido variando desde el momento que se comenzó con la toma de muestras hasta el término de estas.

En estudios realizados por Mostaco *et al.* (2015) y por Vilela (2018) coinciden en el que el mejor ajuste fue la temperatura de la oreja a través del termómetro infrarrojo, a diferencia de otras áreas del cuerpo más expuestas. Es por ello, que esta predilección por la temperatura de la oreja interna pueda deberse a una menor susceptibilidad hacia los efectos ambientales, así como las otras regiones del cuerpo pueden ser utilizadas para disipar el calor influyendo así en las temperaturas obtenidas. Un factor positivo que se debe tener en cuenta, según Kunkle, Nicklin y Sullivan-Tamboe (2004), es que la medición en la oreja presenta una mayor practicidad por la ubicación anatómica, resultando más rápido. Confirmando lo anterior, Gomart *et al.* (2014) mencionan que la termometría infrarroja en el área auricular es una alternativa confiable y menos estresante para estimar la temperatura rectal.

De igual manera, de acuerdo con Kammergaard *et al.* (2013), la oreja al ser una extremidad vascularizada funciona como órgano termorregulador, siendo así una buena fuente de información con respecto al estado térmico. Cuppit y Badsha (2002), mencionan que en perros se ha identificado que la temperatura tomada en la oreja tiene una estimación altamente precisa de la temperatura central en perros, aunque inferior a la rectal. Además, Tabuaciri *et al.* (2012), concluyeron que la correlación entre la temperatura de superficie y la temperatura rectal era más alta en la oreja. Por el contrario, Vieira *et al.* (2016), demostró en un estudio realizado en vacas que la termografía infrarroja de la frente mostró mayor asociación con la temperatura rectal. Esta diferencia se da debido a que hubo condiciones ambientales distintas a las realizadas en el presente estudio, como el cepillado del pelo de las vacas para evitar que

la suciedad interfiera en la toma de temperatura y la restricción de alimento y agua durante 18 horas para minimizar el efecto del aumento de la temperatura como resultado de la digestión de los alimentos. Así mismo, Loughmiller *et al.* (2001) mencionan que en estudios realizados en cerdos en crecimiento no fue posible utilizar la temperatura de superficie de la oreja para predecir la temperatura rectal.

Los resultados del coeficiente de correlación de Pearson que se presentan en el cuadro 2, indican una correlación muy baja (negativa) entre las variables temperatura rectal y temperatura de la zona interna de la oreja y presenta una correlación baja entre las variables temperatura rectal y temperatura ambiental.

El coeficiente de correlación de concordancia que se realizó entre la temperatura rectal y la temperatura predicha fue de 0.18, siendo un valor de correlación baja. Uno de los motivos puede deberse a que el ambiente en el que se toma la muestra no es un ambiente controlado generando que la variable temperatura ambiental tenga una variabilidad elevada, al mismo tiempo en el momento de la captura de alpacas para la toma de muestras se puede dar un aumento de la temperatura corporal alterando los resultados de la medición.

De acuerdo con Soerensen y Pedersen (2015), en diversos estudios se encontró que las áreas con una correlación más alta con la temperatura corporal son los ojos y las orejas, siendo así, en el caso de las orejas altamente dependiente de la ubicación en la que se realizó la medida, siendo que la correlación con la zona de la oreja interna sea más alta ($r=0.85$) a comparación de la zona media ($r=0.27$). La variable temperatura ambiental con temperatura de vientre presentan una correlación elevada indicando que esta

variable estaría influenciada por el medio ambiente. La precisión de la medición con el termómetro rectal puede estar influenciada por la experiencia y exactitud del encargado y esto puede generar variaciones entre mediciones, por lo que en estudios donde no se utilizó la medición de la temperatura rectal (sino la temperatura de la sangre saliente de una herida) los coeficientes de correlación y regresión fueron más elevados, según Chen y White (2006).

Loughmiller *et al.* (2001) indicaron que la condición externa que con mayor frecuencia afecta la temperatura corporal es la temperatura ambiental, debido a que cambios de esta afecta en la vasodilatación del tejido subcutáneo. Al mismo tiempo Knizkova y Kunc (2007) refieren que la temperatura infrarroja tiene algunas limitaciones que es necesario considerar al momento de utilizarse. Una de ellas es el pelaje del animal, ya que la presencia de suciedad, humedad puede alterar las mediciones; el tiempo de alimentación, la rumia, lactación también son factores que es necesario considerar. Sumado a esto, es importante considerar que dentro de las condiciones climáticas en las que se encontraron las alpacas donde se realizó el estudio, es muy común encontrar un clima frío y con corrientes de aire, generando así la pérdida de temperatura corporal de las alpacas y alterando las mediciones con termómetro infrarrojo, de acuerdo con Kammersgaard *et al.* (2013).

CONCLUSIÓN

En el presente estudio, a pesar de que los resultados de correlación entre temperatura rectal y temperatura de oreja interna fueron negativos, se obtuvo una correlación de concordancia positiva entre la temperatura predicha y la temperatura rectal. Por lo

tanto, es posible predecir la temperatura corporal de alpacas usando la temperatura infrarroja de la zona interna de la oreja y la temperatura ambiental. La temperatura infrarroja al ser una técnica no invasiva es una opción prometedora para la medición temperatura en alpacas, pero es necesario realizar más observaciones en distintas locaciones y ambientes para obtener resultados más consistentes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios porque sin Él nada sería posible, por darme a los mejores padres y abuelos, y por permitir que todas las personas que mencionaré a continuación sean partícipes de mi vida y de este trabajo.

Quiero agradecer a mi asesor de tesis, Mg. Jorge Luis Vilela, por guiar, asesorar y apoyarme en el presente trabajo. Por su paciencia y dedicación a pesar de las múltiples responsabilidades y obligaciones que presenta.

A M.V.Z. Emma Quina y Yugen Peña de CEDAT – DESCOSUR, por proporcionar las alpacas y establecimientos para la realización de la parte práctica del presente trabajo.

A Martín Cuzcano y a los alumnos del curso “Producción de rumiantes menores” del ciclo 2019 –1, por su colaboración en la realización de la parte práctica del presente trabajo.

A todos mis docentes, por sus continuas enseñanzas y ejemplo para el logro profesional de mi persona.

A todos mis amigos, que directa o indirectamente colaboraron y apoyaron con sus ánimos para la culminación de este trabajo.

Por supuesto, todo mi agradecimiento y amor hacia mis padres, las personas más importantes en mi vida, por siempre apoyarme, corregirme y enseñarme con amor, por permitirme el haber estudiado esta carrera profesional y velar porque nunca me falte nada. Siempre me faltarán palabras de agradecimiento y amor hacia ustedes. Mi mayor aspiración es el ser buena como ustedes.

A mi muy querida hermanita Mariangélica, mi mejor amiga, por acompañarme y motivarme a ser mejor cada día.

A mi abuelita Mery, por recibirme con mucho amor y la ternura que la caracterizaba en su hogar en Arequipa y ser uno de los motivos que me llevó a escoger el tema y ubicación del presente trabajo.

A mi abuelito Humberto, por acompañarme y cuidarme en todo momento en especial a lo largo de mis años de estudios, por quererme y alegrar todas mis tardes de estudio con sus bellas melodías.

A mi abuelita Gloria, por todo su amor, su ejemplo de fortaleza e independencia, sus palabras de aliento y sus oraciones, porque al igual que yo esperaba con muchas ansias y emoción este momento.

Y a mi abuelito Victor, porque a pesar de que no tuve la dicha de conocerlo, siempre fue una inspiración en mi vida por su amor y respeto hacia los animales de compañía y de campo.

LITERATURA CITADA

1. Censo Nacional Agropecuario. (2012). IV Cenagro. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*.
2. Chen P., White C. (2006). Comparison of Rectal, Microchip Trasponder, and Infrared Thermometry Techniques for Obtaining Body Temperature in the Laboratory Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 45 (1): 57 – 63.
3. Chung T., Jung W., Nam E., Kim J. Park S., Hwang C. (2010). Comparison of rectal and infrared thermometry for obtaining body temperature of gnotobiotic pigs in conventional portable germ free facility. *Asian – Aust. J. Anim. Sci*, 23 (10): 1364- 1368.
4. Cuppit J., Badsha Z. (2002). Temperature measurements – which method is best? *Anaesthesia*, 57 - 619.
5. Gomart S., Allerton F., Gommeren K. (2014). Accuracy of different temperature reading techniques and associated stress response in hospitalized dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 24 (3): 279- 285.
6. Hanneman S., Jesurum J. Bickel D. (2004). Comparison of methods of temperature measurement in swine. *Laboratory animals*, 38: 297 – 306.
7. Heath A., Navarre C., Simpkins A., Purohit R., Pugh D. (2001). A comparison of surface and rectal temperatures between sheared and non – sheared alpacas (*Lama pacos*). *Small Ruminant Research. El Sevier*, 19 – 23.

8. Kammersgaard T., Malmkvist J., Pedersen L. (2013). Infrared thermography – a non – invasive tool to evaluate thermal status of neonatal pigs based on surface temperature. *The animal consortium*, 2026 – 2034.
9. Knížkova I., Kunc P. (2007). Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of the Faculty of Agriculture of OMU*, 22 (3): 329 – 336.
10. Kunkle G., Nicklin C., Sullivan-Tamboe D. (2004). Comparison of Body Temperature in Cats using a Veterinary Infrared Thermometer and a Digital Rectal Thermometer. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 40.
11. Loughmiller J., Spire M., Dritz S., Fenwick B., Hosni H., Hogge S. (2001). Relationship between mean body surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *AJVR*, 62 (5): 676 - 681.
12. Mostaco G., Miranda K., Condotta I., Salgado D. (2015). Determination of Piglets' rectal temperature and respiratory rate through skin surface temperature under climate chamber conditions. *Journal of Brazilian Association of Agricultural Engineering*, 3: 979 – 989.
13. Poikalainen V., Praks J., Veermäe I., Kokin E. (2012). Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue*, 1: 187-194.
14. Sellier N., Guettier E., Staub C. (2014). A review of methods to measure animal body temperature in precision farming. *American Journal of Agricultural Science and Technology*, 2(2): 74-99.

15. Siguayro R. (2009). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama Ch'aku (Lama glama) y la alpaca huacaya (Lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA – Puno [Tesis magister]. Escuela de Post Grado – Maestría en producción animal. *Universidad Nacional Agraria La Molina*.

16. Soerensen D., Pedersen L. (2015). Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57:5.

17. Tabuaciri P., Bunter K., Graser H. (2012). Thermal imaging as a potential tool for identifying piglets at risk. *Australia: Animal Genetics and Breeding Unit*.

18. Vieira M., Correa S., Salles F., Roma L., El Faro L., Bustos P., *et al.* (2016). Mapping the body surface temperature of cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 63 – 69.

19. Vilela J. (2018). Estudio comparativo preliminar de la medición de temperatura corporal vía rectal y vía infrarroja en alpacas (Vicugna pacos). Conference Proceedings. *VIII Congreso mundial de camélidos Oruro - Bolivia*.