

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**  
**Y ZOOTECNIA**



**TEMPERATURA, HUMEDAD AMBIENTAL Y ALGUNAS**  
**CARACTERÍSTICAS GANADERAS EN LA PRODUCCIÓN, pH Y**  
**DENSIDAD DE LA LECHE DEL VACUNO HOLSTEIN (*Bos taurus*) EN**  
**TAMBURCO, APURÍMAC**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**BACH. RUTH MARISOL BENITES CARRIÓN**

**ABANCAY, PERÚ**

**2018**



**TEMPERATURA, HUMEDAD AMBIENTAL Y ALGUNAS  
CARACTERÍSTICAS GANADERAS EN LA PRODUCCIÓN, pH Y  
DENSIDAD DE LA LECHE DEL VACUNO HOLSTEIN (*Bos taurus*) EN  
TAMBURCO, APURÍMAC**



## **DEDICATORIA**

- A mis padres y hermanos quienes con su inmenso amor, apoyo incondicional, paciencia, comprensión y compañía en cada momento de mi vida, me ayudaron a lograr uno de mis objetivos.
- A las personas que me brindaron su apoyo y compromiso para terminar la tesis, en especial a mi asesor, jurados y productores de leche del distrito de Tamburco.



## AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme vida.
- A mi familia, amigos y compañeros de estudio por acompañarme en este momento tan importante de mi formación profesional.
- A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por la oportunidad de ser parte de ella y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por los conocimientos brindados.
- A mis padres y hermanos que con afecto y disciplina me ayudaron a forjar la persona que soy, lo que me sirvió para alcanzar mis más preciados ideales de superación.
- A mi asesor Dr. Nílton César Gómez Urviola, por su amistad, apoyo, compromiso y sobre todo, por compartir su experiencia que sirvió de mucho para orientarme.
- A los miembros del jurado evaluador de la tesis, Dr. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva, Dra. Dora Yucra Vargas y Dr. Julio Iván Cruz Colque; por toda la ayuda proporcionada, a todos muchas gracias.
- A los productores de leche, proveedores de la empresa Tambo Grande, de las zonas de Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumararra, Kerapata y Ccanabamba, que muy amablemente se comprometieron con este estudio, brindando el acceso a sus predios para la recolección de datos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

TEMPERATURA, HUMEDAD AMBIENTAL Y ALGUNAS  
CARACTERÍSTICAS GANADERAS EN LA PRODUCCIÓN, pH Y DENSIDAD  
DE LA LECHE DEL VACUNO HOLSTEIN (*Bos taurus*) EN TAMBURCO,  
APURÍMAC

PRESENTADO POR LA BACH. RUTH MARISOL BENITES CARRIÓN PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA,  
SUSTENTADO Y APROBADO EL 20 DE SETIEMBRE DE 2018, ANTE EL  
JURADO:

Presidente:

  
MSc. Ludwing Angel Cárdenas Villanueva

Primer miembro:

  
MSc. Dora Yucra Vargas

Segundo miembro:

  
M.V.Z. Julio Iván Cruz Colque

Asesor:

  
Dr. Nilton César Gómez Urviola

## ÍNDICE

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| RESUMEN  | XIII        |
| ABSTRACT   | XIV         |
| I. INTRODUCCIÓN  | 1           |
| II. MARCO TEÓRICO  | 3           |
| 2.1 Antecedentes   | 3           |
| 2.2 Bases teóricas   | 10          |
| 2.2.1 Ganadería lechera en el Perú                                     | 10          |
| 2.2.2 Diferentes tipos de ganadería lechera                            | 11          |
| 2.2.2.1 Ganadería comercial  | 11          |
| 2.2.2.2 Pequeña y mediana ganadería                                    | 11          |
| 2.2.2.3 Ganadería con producción de subsistencia                       | 12          |
| 2.2.3 Algunas características de la crianza de vacunos de leche        | 12          |
| 2.2.3.1 Generalidades  | 12          |
| 2.2.3.2 Instalación de un establo lechero                              | 13          |
| 2.2.3.3. Manejo de pastos  | 14          |
| 2.2.3.4 Alimentación y nutrición                                       | 14          |
| 2.2.3.5 Sanidad  | 15          |
| 2.2.3.6 Producción   | 15          |
| 2.2.4 Importancia de la caracterización de las explotaciones ganaderas | 16          |
| 2.2.5 Determinación de la producción de leche                          | 17          |



|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.2.6   | Calidad de la leche  | 18 |
| 2.2.6.1 | Densidad de la leche   | 19 |
| 2.2.6.2 | Factores que modifican la densidad de la leche                         | 20 |
| 2.2.6.3 | pH de la leche   | 21 |
| 2.2.6.4 | Factores que modifican el pH de la leche                               | 22 |
| 2.2.7   | El clima en la producción bovina                                       | 23 |
| 2.2.8   | Temperatura ambiental  | 24 |
| 2.2.8.1 | Zona termoneutral  | 27 |
| 2.2.8.2 | Temperatura crítica superior   | 28 |
| 2.2.8.3 | Temperatura crítica inferior   | 29 |
| 2.2.9   | Humedad ambiental  | 30 |
| 2.2.10  | Formas de determinar la temperatura ambiental y la<br>humedad relativa | 31 |
| 2.2.11  | Índice de temperatura-humedad (ITH)                                    | 32 |
| 2.2.12  | Efectos del calor ambiental sobre la producción de leche               | 35 |
| III.    | <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>  | 37 |
| 3.1     | Tipo y nivel de investigación  | 37 |
| 3.2     | Materiales y equipos   | 37 |
| 3.3     | Método y diseño de la investigación                                    | 37 |
| 3.3.1   | Lugar de estudio   | 37 |
| 3.3.2   | Población y muestra  | 39 |
| 3.3.3   | Procedimiento de la investigación                                      | 40 |
| 3.3.3.1 | Determinación de variables climáticas                                  | 40 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.3.3.2 | Determinación de la producción de leche                    | 41 |
| 3.3.3.3 | Determinación de la densidad, temperatura y pH de la leche | 41 |
| 3.3.3.4 | Cálculo del Índice de temperatura-humedad (ITH)            | 42 |
| 3.3.3.5 | Recolección de la información de las explotaciones         | 43 |
| 3.4     | Análisis estadístico                                       | 44 |
| 3.4.1   | Procesamiento y análisis de datos                          | 44 |
| IV.     | RESULTADOS Y DISCUSIÓN                                     | 47 |
| V.      | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES                             | 68 |
| 5.1     | Conclusiones   | 68 |
| 5.2     | Recomendaciones  | 69 |
| VI.     | BIBLIOGRAFÍA   | 70 |
|         | ANEXOS   | 84 |





## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Tabla 1.</b> Vacas evaluadas por predio ganadero en los sectores muestreados   | 40          |
| <b>Tabla 2.</b> Categorías del estrés térmico para animales en producción según World Meteorological Organization, 1989   | 43          |
| <b>Tabla 3.</b> Matriz de correlación entre temperatura ambiental, humedad relativa, ITH, producción, densidad y pH de la leche por la mañana (encima de la diagonal) y tarde (debajo de la diagonal) en los predios de los productores del distrito de Tamburco. | 48          |
| <b>Tabla 4.</b> Promedio de temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura-humedad por la mañana en predios ganaderos del distrito de Tamburco.  | 49          |
| <b>Tabla 5.</b> Promedio de temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura-humedad por la tarde en predios ganaderos del distrito de Tamburco.   | 50          |
| <b>Tabla 6.</b> Promedio de producción, densidad y pH de la leche por la mañana en predios ganaderos del distrito de Tamburco.  | 52          |
| <b>Tabla 7.</b> Promedio de producción, densidad y pH de la leche por la tarde en predios ganaderos del distrito de Tamburco.   | 53          |
| <b>Tabla 8.</b> Promedio de temperatura ambiental, humedad relativa, índice de temperatura-humedad, producción, densidad y pH de la leche, respecto a los horarios de ordeño en predios ganaderos del distrito de Tamburco.                                       | 54          |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 9.</b> Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a infraestructura.                            | 56 |
| <b>Tabla 10.</b> Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a alimentación.                              | 58 |
| <b>Tabla 11.</b> Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a sanidad.                                   | 59 |
| <b>Tabla 12.</b> Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a otros aspectos.                            | 60 |
| <b>Tabla 13.1</b> Matriz de discriminación de 18 variables cualitativas respecto a las explotaciones bovinas (ACM).                       | 62 |
| <b>Tabla 13.2</b> Matriz de discriminación de 18 variables cualitativas respecto a las explotaciones bovinas (ACM).                       | 63 |
| <b>Tabla 14.1</b> Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH por la mañana y tarde en hatos ganaderos del distrito de Tamburco. | 85 |
| <b>Tabla 14.2</b> Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH por la mañana y tarde en hatos ganaderos del distrito de Tamburco. | 86 |
| <b>Tabla 14.3</b> Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH por la mañana y tarde en hatos ganaderos del distrito de Tamburco. | 87 |
| <b>Tabla 14.4</b> Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH global en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.                | 88 |
| <b>Tabla 14.5</b> Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH global en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.                | 89 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 14.6</b> Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH global en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.   | 90 |
| <b>Tabla 15.</b> ANOVA de un factor entre variables determinadas por la mañana y tarde.  | 92 |
| <b>Tabla 16.</b> Matriz de correlación entre temperatura ambiental, humedad relativa, ITH y la producción, densidad y pH de la leche por la mañana en los predios de los productores del distrito de Tamburco. | 93 |
| <b>Tabla 17.</b> Matriz de correlación entre temperatura ambiental, humedad relativa, ITH y la producción, densidad y pH de la leche por la tarde en los predios de los productores del distrito de Tamburco.  | 94 |
| <b>Tabla 18.1</b> Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones bovinas entre sectores.   | 95 |
| <b>Tabla 18.2</b> Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones bovinas entre sectores.   | 96 |
| <b>Tabla 18.3</b> Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones bovinas entre sectores.   | 97 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Figura 1.</b> Temperaturas críticas del medio ambiente para la sobrevivencia animal y zonas abarcadas por ellas (Arias <i>et al.</i> , 2008 adaptado de Bianca 1968 y Silanikove, 2000) | 26          |
| <b>Figura 2.</b> Interacción de temperatura ambiental y humedad relativa y zonas de estrés térmico (Sandoval <i>et al.</i> , 2017)   | 34          |
| <b>Figura 3.</b> Ubicación de los sectores donde se realizó el estudio   | 39          |
| <b>Figura 4.</b> Medidas de discriminación de variables cualitativas en las explotaciones bovinas  | 64          |
| <b>Figura 5.</b> Asociación de las categorías variables en los cinco sectores, Tamburco.   | 64          |
| <b>Figura 6.</b> Ordeño de las vacas   | 103         |
| <b>Figura 7.</b> Medición de la temperatura ambiental (°C) y humedad relativa (%)  | 103         |
| <b>Figura 8.</b> Pesado de la leche  | 104         |
| <b>Figura 9.</b> Determinación de la temperatura de la leche   | 104         |
| <b>Figura 10.</b> Determinación de la densidad de la leche   | 105         |
| <b>Figura 11.</b> Determinación del pH de la leche   | 105         |

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la relación de la temperatura y humedad ambiental con la producción, densidad y pH de la leche del bovino Holstein, y describir algunas características de infraestructura, alimentación y sanidad de los predios ganaderos en los sectores Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumaranra, Kerapata y Ccanabamba del distrito de Tamburco. Se muestreó por conveniencia 50 vacas Holstein en producción de cinco sectores (10 vacas/sector). La temperatura y humedad ambiental, así como el peso, densidad y pH de la leche fueron determinados por la mañana y tarde, durante el ordeño. Los datos fueron analizados mediante el programa SPSS v. 20 utilizando distribución de frecuencias, estadísticos descriptivos, matriz de correlaciones y ANOVA. Se encontró correlaciones inversas débiles por la mañana ( $p < 0.01$ ) entre la humedad ambiental con la producción ( $r = -0.396$ ) y densidad de la leche ( $r = -0.424$ ); y por la tarde ( $p < 0.05$ ) entre la temperatura ambiental y producción de leche ( $r = -0.344$ ). Por la mañana el valor medio máximo del ITH se ubica en Mosoccpampa (55.5) el mínimo en Pumaranra (51.8) y valores similares en Kerapata, Ccanabamba y Ccorhuani (53.3) ( $p < 0.001$ ); y por la tarde el ITH estimado en Ccanabamba (74.03) es superior al de Kerapata (72.57), Mosoccpampa (71.92), Pumaranra (71.63) y Ccorhuani (70.26) ( $p < 0.001$ ). Se concluyó que el ITH por la mañana se encuentra en promedio dentro de la zona de confort térmico ( $\leq 70$ ), y por la tarde está por encima, lo que provoca, sumado a otros factores, que disminuya la producción láctea.

**Palabras clave:** Cambio climático, factores ambientales, producción.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the relationship of environmental temperature and humidity with the production, density and pH of milk in Holstein cattle, and describe some relevant characteristics of infrastructure, feeding and health of the livestock farms in sectors Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumaranra, Kerapata and Ccanabamba of the district of Tamburco. 50 Holstein cows in production were selected through convenience sampling of the five sectors (10 cows / sector). Temperature and humidity as well as weight, density and pH of milk were determined in the morning and afternoon, during the milking. The data was analyzed using the SPSS v. 20 program using frequency distribution, descriptive statistics, correlation matrix and ANOVA. Weak inverse correlations were found in the morning ( $p < 0.01$ ) between environmental humidity and production ( $r = -0.396$ ) and between environment humidity and milk density ( $r = -0.424$ ) and in the afternoon ( $p < 0.05$ ) between environmental temperature and milk production ( $r = -0.344$ ). In the morning the maximum average value of the ITH is located in Mosoccpampa (55.5) the minimum in Pumaranra (51.8) and similar values in Kerapata, Ccanabamba and Ccorhuani (53.3) ( $p < 0.001$ ); in the afternoon the estimated ITH in Ccanabamba (74.03) is higher than in Kerapata (72.57), Mosoccpampa (71.92) and Pumaranra (71.63) and Ccorhuani (70.26) ( $p < 0.001$ ). It was concluded that the ITH in the morning is on average within the thermal comfort zone ( $\leq 70$ ), but in the afternoon it rises, causing, along with other factors, a decrease in the milk production.

**Keywords:** Climate change, environmental factors, production

## I. INTRODUCCIÓN

La población de ganado bovino en el Perú es de aproximadamente 5 156 044 mayor en 14.7% a la población registrada en el censo agropecuario de 1994. Los animales de la raza Holstein representan el 10.3% (INEI-MINAG, 2012). Los 10 419 bovinos Holstein existentes en la región Apurímac, cumplen un rol importante en la vida de las comunidades campesinas, al ser fuente de proteínas (carne, leche y sus derivados), ingresos económicos, fertilizantes, cuero, entre otros, tal como sucede en el distrito de Tamburco-Abancay, donde la producción de leche es una de las actividades agropecuarias prioritarias para la sostenibilidad de los productores, al proveer leche a la empresa agroindustrial “Tambo Grande”.

La condición de los animales y la producción de leche son influenciadas por el clima (Johnson, 1987; Schimmelpfennig *et al.*, 1996). La variación del clima está determinada principalmente por la temperatura ambiental y humedad relativa, que influyen sobre la producción de los animales. El vacuno intenta adaptarse a la variación del clima mediante cambios metabólicos, fisiológicos y de comportamiento, cuya eficiencia depende de la raza, edad, nivel productivo y características individuales (Johnson, 1987). Los extremos climáticos, calor y frío, pero más concretamente la calor, tiene efectos adversos en la producción de leche y reproducción de los animales de mayor potencial productivo (West, 2003).

Se estima que en promedio se pierde anualmente 500 kg de leche/vaca en los meses calurosos de verano, a más del efecto de los problemas reproductivos, salud y reducción de la calidad de la leche (Flamenbaum, 2008; Rhoads *et al.*, 2009).

En la región Apurímac, la temperatura ambiental y periodicidad de las lluvias se están alterando, muy probablemente debido al cambio climático; se estima que la temperatura de la región se ha incrementado en casi 1 °C y al 2030 podría duplicarse (ERFCC, 2012). Las variaciones de temperatura ambiental y humedad relativa, afectan la producción bovina lechera, sin embargo, en el Perú aún no se determina la magnitud del efecto. En Tamburco la población de vacuno Holstein totaliza 798 animales aproximadamente distribuidos en más de un centenar de familias (INEI, 2016). La leche que se comercializa es muy importante para lograr ingresos económicos y asegurar con ellos en cierta forma el alimento diario de la familia tamburquina. Asimismo, para muchos productores la actividad ganadera es trascendental y de ella depende el arraigo a sus predios, lo que de alguna manera influye a que no se produzca la migración del campo a la ciudad. Según se incrementa la población habrá más demanda de proteína animal (carne y leche), elevando su precio al consumidor; por tanto, se tornará inaccesible para las personas pobres. Preocupados por la problemática descrita se fijó como objetivo, determinar la relación de la temperatura y humedad ambiental con la producción, pH y densidad de la leche del vacuno Holstein; asimismo, describir algunas características ganaderas más relevantes de infraestructura, alimentación y sanidad de las explotaciones vinculadas a la empresa Tambo Grande del distrito de Tamburco, Apurímac.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Ruiz *et al.* (2017), determinaron la severidad y duración del estrés calórico en terneras y vaquillas lecheras de las cinco principales localidades de lechería intensiva de la región Lima, Perú (Végueta, Huacho, Huaral, Lima y Cañete) durante el periodo 2010-2013. Se determinó el índice de temperatura-humedad sobrecarga (ITH sobrecarga) y la duración de estrés calórico por mes y localidad, y el porcentaje de días del año donde el ITH sobrecarga fue superior a 0. Los resultados demostraron que el ITH sobrecarga mensual fue mayor que cero en todos los meses del año para vaquillas. Asimismo, febrero fue el mes donde el estrés calórico se presentó con mayor severidad y duración, tanto en vaquillas como en terneras. Con respecto a la duración del estrés calórico, las vaquillas y las terneras pasaron cerca de 10 y 5 horas diarias, respectivamente, expuestas a estrés calórico en los meses de verano. Las vaquillas de Végueta y Cañete pasaron el 86 y 83% de días del año con estrés calórico, respectivamente, mientras que las terneras de Cañete pasaron el 47% de los días con estrés calórico. Concluyeron que en las localidades de Cañete y Végueta, a diferencia de las otras localidades se presenta con mayor severidad y duración el estrés calórico en las vaquillas, en tanto que solo ocurre en Cañete para el caso de las terneras.

Leyva-Corona *et al.* (2015), evaluaron la relación entre factores climáticos, producción de leche y marcadores fisiológicos indicativos de estrés calórico, en ganado bovino productor de leche manejado bajo dos sistemas de enfriamiento artificial durante el verano en el Valle del Yaqui. Para ello utilizaron 28 vacas

multíparas de raza Holstein con 150 días en leche. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos tratamientos experimentales como escenario climático: enfriamiento previo al ordeño (EPO; n=14) y enfriamiento adicional (EA; n=14). De mayo 7 a julio 23 de 2011, las vacas del grupo EPO fueron enfriadas sólo antes de cada ordeña (07:00 y 17:00 h) y las del EA recibieron un programa intensivo de enfriamiento en la sala de espera a la ordeña. Las vacas de ambos tratamientos fueron alojadas en corrales con sombra durante el estudio. La producción de leche (PL) fue registrada diariamente usando un sistema electrónico. La temperatura ambiental (TA), humedad relativa (HR), fueron recolectadas (d= día y n= noche). Utilizaron el SAS (2004) para todos los análisis estadísticos. Correlacionaron la PL con las variables climáticas. Para medir las unidades de cambio en esas asociaciones usaron un modelo de regresión (PROC REG). Las variables climáticas se correlacionaron ( $P < 0.05$ ) con PL, pero HR fue la principal variable que explicó PL durante el día (EPO:  $r = -0.53$ ;  $P < 0.05$  y EA:  $r = -0.28$ ;  $P < 0.05$ ) y la noche (EPO:  $r = 0.54$ ;  $P < 0.001$  y EA:  $r = 0.29$ ;  $P < 0.05$ ). El modelo de PL incluyó HRd ( $R^2 = 0.92$ ;  $P < 0.001$ ) en EPO y FR ( $R^2 = 0.92$ ;  $P < 0.001$ ) en EA. Concluyeron que es importante considerar todas las variables climáticas en la instalación de sistemas de enfriamiento, y principalmente se debe configurar el equipo en función de la remoción de humedad con ventilación forzada y baños para evitar la intensificación del gradiente de humedad de la vaca.

Contreras y Manríquez (2014), estudiaron la influencia de algunas variables climatológicas registradas en las estaciones meteorológicas sobre la producción de leche del día de control (PLDC) para valorar el efecto del estrés calórico. Utilizaron

30 353 pesajes de la Empresa Genética Camilo Cienfuegos en la provincia de Pinar de Río, provenientes de 24 hatos de vacas de la raza Siboney de Cuba (3/8 cebú 5/8 Holstein), que parieron entre los años 1998 al 2000 y tuvieron aproximadamente 8 pesajes mensuales por lactancia. Los datos climatológicos del día de pesaje (PLDC) lo obtuvieron de la estación meteorológica Paso Real de San Diego donde se registraron los valores de humedad relativa media, temperaturas máximas, mínimas y medias y la velocidad del viento de cada día de pesaje. Los efectos de la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento así como sus interacciones fueron significativos, provocando pérdidas de aproximadamente el 4% de la producción del día de control. Demostraron que la temperatura máxima y la humedad relativa media así como su interacción constituyen variables críticas para la producción de leche.

Sánchez (2012), determinó si el estrés calórico disminuye la producción de leche y la fertilidad en hatos lecheros de la Comarca Lagunera. Utilizó los registros (n = 2 195 231) de los promedios mensuales de 15 hatos durante el periodo comprendido de 2002 a 2010. El promedio de vacas fue 1700/hato/mes. Los hatos se clasificaron de acuerdo al nivel de producción de leche: nivel bajo (1), nivel medio (2) y nivel alto (3). La producción de leche se obtuvo del total de litros producidos entre el total de vacas ordeñadas en un mes dado. Las unidades del índice de temperatura-humedad (ITH) se calcularon mediante la combinación de temperatura y humedad relativa con la siguiente expresión:  $ITH = (9/5 \times \text{temperatura } ^\circ\text{C} + 32) - (11/2 - 11/2 \times \text{humedad relativa}) \times (9/5 \times \text{temperatura } ^\circ\text{C} - 26)$ . Utilizó un modelo mixto con medidas repetidas, como efecto fijo se tuvo el mes, el nivel productivo, la interacción mes por nivel, el factor aleatorio fue el hato, el cual se anidó dentro del

nivel de producción de leche. Los análisis los llevó a cabo con la subrutina de modelos mixtos implementados en el SPSS. La producción de leche se incrementó de acuerdo a su nivel de producción. Las medias de cuadrados mínimos (MCM  $\pm$  e.e.) indicaron que la producción de leche fue de  $26.3 \pm 0.3$ ,  $28.4 \pm 0.3$  y  $29.6 \pm 0.3$  L en los niveles 1, 2 y 3, respectivamente. El ITH obtenido a 72 unidades indica que las vacas estuvieron bajo condiciones de estrés calórico en los meses de julio (76), agosto (77) y septiembre (74). Concluye que los meses más críticos en los hatos lecheros de la Comarca Lagunera fueron de julio a septiembre, ya que es cuando se registraron los porcentajes de fertilidad más bajos, así mismo, en estos meses se obtuvieron los valores más altos en el ITH.

WingChing-Jones *et al.* (2008), evaluaron el efecto del ambiente sobre la producción láctea diaria de un hato puro de la raza Jersey, aclimatado al trópico húmedo desde su nacimiento, analizaron los registros de producción de 26 animales y sus respectivas lactancias. Las 4130 observaciones analizadas incluyeron: la identificación de la vaca; el día de pesa de la leche; el mes; el año; la producción de leche diaria; el día de lactancia respectivo; el número de parto; la edad del animal; las temperaturas máxima y mínima; la precipitación; la radiación solar; y la humedad relativa máxima y mínima. Los días de lactancia, el número de lactancias (3a-5a), la edad del animal (7.5 - 10 años) y el número de parto tuvieron un efecto altamente significativo sobre la producción de leche diaria. Con las variables ambientales obtuvieron que la precipitación  $>40 \text{ mm.día}^{-1}$  y la humedad relativa  $<80\%.\text{día}^{-1}$  ( $p<0.001$ ) presentan un efecto directo sobre la producción de leche y que tanto la temperatura ambiental ( $p=0.32$ ), como la radiación solar ( $p=0.31$ ) y sus

interacciones, tuvieron un efecto significativo. Concluyeron que el incremento en la producción de leche debido a la precipitación diaria ronda  $1.0 \text{ l.día}^{-1}.\text{animal}^{-1}$ , mientras que la merma en producción promedio con relación a la humedad relativa (HR) alcanza hasta  $1.75 \text{ l.día}^{-1}.\text{animal}^{-1}$ .

Echeverri y Fernando (2006), determinaron la influencia de los cambios meteorológicos sobre la producción y calidad de la leche en 240 000 registros correspondientes a la producción, calidad sanitaria y composicional de la leche de hatos en 2 municipios del departamento de Antioquia, fueron recolectados durante 4 años y asociados a los cambios en temperatura, humedad relativa, brillo solar y precipitación reportados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) en el mismo periodo de tiempo. El análisis lo llevaron a cabo mediante la utilización del programa SAS. V.9.0., obtuvieron que a pesar de que la relación entre la producción de leche, porcentaje de proteína y grasa, recuento de células somáticas y calidad bacteriológica fue significativa ( $p < 0.05$ ), el coeficiente de correlación fue bajo. Encontraron efecto significativo de la temperatura, el brillo solar, precipitación sobre los parámetros de producción y calidad de la leche ( $p < 0.05$ ). Concluyeron que los parámetros de producción y calidad de la leche se afectan por el cambio en los factores meteorológicos, principalmente por los efectos sobre la producción de forraje en los hatos y los problemas adicionales, causados por el estrés calórico que fisiológicamente sufren los bovinos con estos cambios.

Rodrigo y María (1996), estudiaron los efectos de la temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento sobre la producción de leche durante el

primer tercio de la lactancia de vacas Holstein Friesian de la provincia de Ñuble. Para ello utilizaron 2000 controles lecheros reales proporcionados por el servicio de control lechero oficial C.A.S. Ltda. de la ciudad de Chillan, los cuales fueron asociados con registros meteorológicos entre 1992 y 1994. Para el análisis estadístico, la producción de leche del día del control fue ajustada mediante un modelo lineal que incluyó los factores de corrección: predio, época de parto, año de parición y número ordinal de lactancia. Posteriormente realizaron regresiones múltiples entre dichas variables. Demostraron que tanto las temperaturas máximas así como los días extremadamente húmedos afectan negativamente la producción de leche. Los mayores efectos detrimentales se presentaron durante los 30 y 90 días post parto, por el contrario, los primeros 30 días de lactancia y, a contar de los 90 días, no se demostraron efectos estadísticamente significativos. Igualmente, los días fríos, con viento y con baja humedad, tampoco fueron capaces de afectar significativamente la producción de leche al día del control. Concluyeron que existe gran relación entre las temperaturas elevadas, la baja de producción de leche y la menor ingestión de materia seca, lo cual limitaría la disponibilidad de nutrientes a nivel de la glándula mamaria, reduciendo así la síntesis de leche.

Igono *et al.* (1992), describieron cuantitativamente el perfil ambiental del centro de Arizona utilizando datos meteorológicos entre 1971 y 1986, los criterios de temperatura ambiente asumidos fueron: inferior a 21 °C, entre 21 y 27 °C, y más de 27 °C. El perfil ambiental del centro de Arizona se compone de diferentes niveles de termoneutralidad y periodos de estrés por calor. Utilizaron los datos de producción de leche de vacas Holstein de dos granjas comerciales de marzo de 1990 a febrero de

1991, para evaluar los efectos estacionales. En general, la producción de leche es menor durante el estrés por calor comparado con los periodos de termoneutralidad. Durante el estrés por calor, el periodo frío de horas por día con temperaturas menores a 21 °C proporciona un margen de seguridad para reducir los efectos del estrés por calor sobre la disminución de la producción láctea. Usando la temperatura ambiental mínima, media y máxima, se consideró como temperaturas críticas superiores para la producción de leche 21, 27 y 32 °C, y un índice de confort térmico (ITH) mínimo, medio y máximo de 64, 72 y 76 como indicadores de medio ambiente térmico, respectivamente. La producción media máxima diaria de leche fue 30.3 kg.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Ganadería lechera en el Perú

Se inicia a principios del siglo XIX. En 1905 comenzó la importación de vacunos suizos, en especial de la raza Dirham, para la Costa; mientras que en 1908 se introdujo ganado de las razas Brown Swiss y Normandos para la Sierra. Esta actividad cobró gran importancia en la época de la Primera Guerra Mundial, cuando se funda la Asociación de Ganaderos del Perú (1915) y, a fines de la misma, se introdujeron significativas cantidades de vacunos lecheros de la raza Holstein de los Estados Unidos, Chile y Argentina, y Brown Swiss de EE.UU. (Gutiérrez *et al.*, 2010). Hoy distribuida en casi todo el país, la crianza de ganado vacuno Holstein continua con su importante rol, generadora de trabajo e ingresos para las empresas comerciales y familias campesinas; además, contribuye a la seguridad alimentaria de todo el país. Macedo (2006) citado en Vélez de Villa (2013) reafirma que la ganadería bovina en el Perú, es un sector importante en la producción agropecuaria. Al ver que de un total de 1 764 660 hogares rurales, 486 829 crían vacunos e involucra a una población de 4 500 000 habitantes aproximadamente.

En los departamentos de la sierra, esta actividad se realiza como una tradición heredada de generación en generación; sin embargo, la escasa disponibilidad de los recursos, el bajo nivel de instrucción de los ganaderos y la diversidad del clima hacen que se realice sin una óptima gestión que permita desarrollar al sector ganadero bovino como un negocio más rentable (Gutiérrez *et al.*, 2010). Dentro de los factores críticos para el desarrollo de la ganadería bovina están: la implementación de un programa de pastos y sistemas de pastoreo, mejoramiento genético, capacitación para



el manejo sanitario y transformación de la leche, infraestructura y un impulso a la comercialización mediante facilidades legislativas y promoción de la asociatividad (Plan Ganadero, 2017).

## **2.2.2 Diferentes tipos de ganadería lechera**

El MINAGRI en el Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2017-2021 distingue tres tipos de ganadería en el país:

### **2.2.2.1 Ganadería comercial (Costa principalmente)**

Crianzas modernas intensivas con ganado de raza especializado en la producción de leche, manejando aproximadamente el 9% de la población de vacunos. Aplican tecnología avanzada, por lo que tienen índices productivos por encima del promedio nacional 7 300 L de leche por campaña. Los productores tienen un buen nivel de educación, disponen de acceso a cierto tipo de crédito e información y pertenecen a alguna organización de productores. Tienen una vinculación desarrollada con el mercado.

### **2.2.2.2 Pequeña y mediana ganadería (Costa, Sierra y Selva)**

Explotaciones semi intensivas y extensivas, con ganado criollo mejorado y criollo mejorado, estos productores manejan aproximadamente el 34% de la población de vacunos, utilizan tecnología media a baja, puede encontrarse índices productivos de 2 300 L por campaña de leche. Representan un alto porcentaje de la población rural, son productores con nivel de instrucción educativa intermedia, no tienen acceso al crédito formal, carecen de un sistema de información y se encuentran débilmente

organizados. Tienen una vinculación semi-desarrollada con el mercado, su producción está principalmente orientada al mercado local y regional. En esta categoría se encuentran los pequeños ganaderos lecheros; así como, la ganadería extensiva bovina.

### **2.2.2.3 Ganadería con producción de subsistencia (Costa, Sierra y Selva)**

Actividad de productores que poseen pocas cabezas de ganado, en su totalidad criollo, manejan el 57% de la población vacuna, poseen parcelas muy pequeñas y bajo nivel tecnológico; en este tipo de producción encontramos índices productivos de 700 L por campaña de leche, que se complementa con la agricultura, en un sistema familiar. Productores con bajos niveles de instrucción educativa, no cuentan con organizaciones gremiales su organización es predominantemente territorial. Tienen una débil articulación con el mercado y desarrollan estrategias de autoconsumo en su producción. En esta categoría se encuentra la gran mayoría de los productores y representan el 70% de los productores a nivel nacional.

## **2.2.3 Algunas características de la crianza de vacunos de leche**

### **2.2.3.1 Generalidades**

#### **a. Sistema de explotación**

El sistema de explotación que predomina a nivel de valles interandinos según Padilla (2006), es el mixto, también llamado sistema semi-intensivo. Las explotaciones son pequeñas donde se mantiene a los animales en un encierro parcial, tienen una mediana producción de leche y utilizan sistemas de reproducción por inseminación

artificial y monta natural. Los productores obtienen sus ingresos de la venta de leche y sus derivados

#### **b. Vacuno de leche**

Dentro de las razas más importantes de ganado bovino, se pueden nombrar a la raza Holstein, Brown Swiss y Jersey, las mismas son diferentes en la cantidad de leche que producen y la proporción de grasa que esta contiene. Las características de las diferentes razas de vacunos de leche son muy importantes para poder saber qué tipo de animal criar, según la localización del establo o el tipo de crianza que se quiera empezar (Lesur, 2008).

#### **2.2.3.2 Instalaciones de un establo lechero**

Los espacios requeridos para el ganado lechero son: establos para vacas en lactación, sector de maternidad y terneros, sector de alimentación, sala de ordeño, establo para vaquillas, establo para vacas secas, toril, establo para aislamiento y hospital; entre los equipos están: comederos, bebederos, sombras, silo, mangas o bretes, bañadero, cunas y estercolero (Casas, 2010). Koeslag (2008), menciona que estas construcciones dependen del clima, material disponible de la zona y ganado que se tiene. Por ejemplo, en zonas con climas fríos la construcción es cerrada, con buen aislamiento y una adecuada ventilación.

### **2.2.3.3 Manejo de pastos**

#### **a. Pastos cultivados**

Los alimentos más nutritivos, baratos y fáciles de obtener se encuentran en las zonas ganaderas alto andinas y están conformados por asociaciones de gramíneas y leguminosas resistentes al frío como el rye grass italiano (*Lolium multiflorum*), dátilo (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) forman el sustento más abundante y rentable para toda explotación ganadera (Mantari, 1997).

#### **b. Sistema de pastoreo**

Bojorquez (1996), indica que se tienen dos sistemas de pastoreo, el continuo y el rotativo. El continuo, llamado también pastoreo libre es generalmente utilizado en explotaciones extensivas de vacunos; y el rotativo que consiste en dividir el terreno en un número variable de parcelas y cada parcela es pastoreada por determinado periodo, considerando el tiempo necesario para el rebrote de la planta.

#### **c. Sistemas de riego**

Lazo (2006), menciona que se debe implementar el uso tecnificado de riego y de esta forma hacer buen uso del agua, sobretodo en épocas de sequía. Existen diferentes tipos de riego: por gravedad, impulso, aspersión y de surcos.

### **2.2.3.4 Alimentación y nutrición**

En la alimentación de bovinos se consideran dos grupos de alimentos (Lesur, 2008):

**a. Forrajes:** son baratos y de bajo contenido alimenticio y las vacas los consumen en grandes cantidades, se dan al ganado como pastos vivos durante el pastoreo; forrajes verdes o pastos recién cortados; forrajes secos, cortados y luego secados; ensilado o pastos cortados y después fermentados.

**b. Concentrados:** son muy nutritivos y caros, pero se consumen en menor cantidad, son alimentos altamente digestibles que tienen un mínimo porcentaje de fibra y una alta proporción de proteínas y energía, como los granos de cereales, el sorgo y muchos subproductos, dentro ellos, harina de pescado, melaza y desperdicios de algunas cosechas agrícolas. Algunos de los concentrados son más ricos en proteínas, como la avena y el salvado de trigo.

### 2.2.3.5 Sanidad

Mantener la salud del hato permite mantener la eficiencia productiva y reproductiva, al minimizar las pérdidas económicas por enfermedad o parásitos que bordean el 10% en las crías de vacuno lechero (Koeslag, 2008). La enfermedad que se presenta en mayor proporción en vacunos de leche, es la mastitis, seguido de metritis y timpanismo (Gave, 2010).

### 2.2.3.6 Producción

#### **a. Producción por campaña**

Huamán (2006), encontró que la producción de leche estandarizada (2X.305.E.A.) en vacas Holstein es de  $3\ 950.42 \pm 589.39$  kg (establo La Colombina, Huancayo). Padilla (2006), refiere que la producción de leche promedio en condiciones de altitud

y alimentación con base de pastos naturales y cultivados está entre 1500 a 3500 litros/vaca/campaña.

#### **b. Producción promedio de leche vaca/día**

Gave (2010), encontró que la producción de leche en el valle del Mantaro con un sistema de explotación mixta es de 7.27 litros vaca/día. Mientras que Huamán (2006), halló una producción de leche/día de  $16.25 \pm 2.59$  (establo La Colombina, Huancayo).

#### **c. Periodo de lactación o días de ordeño**

Huamán (2006), encontró que la duración de la campaña láctea es de  $305.25 \pm 49.45$  días.

### **2.2.4 Importancia de la caracterización de las explotaciones ganaderas**

Las unidades de producción son un componente de un sistema integrado de recursos humanos y naturales donde el productor organiza estos elementos y determina las condiciones de manejo según a sus objetivos (Osvaldo, 2000).

La producción familiar o tradicional generalmente dispone de pequeños predios, reducida mano de obra, capital y de información, además hay diferenciación en la forma en la que usa y organizar esos recursos: en tanto que en los sistemas empresariales se persigue el objetivo de obtener la máxima utilidad posible, para lo cual organiza su producción. Jordana (2015), menciona que para la supervivencia de poblaciones locales ganaderas y consecuentemente para la comunidad humana que las gestiona, las poblaciones deberían ser caracterizadas en todas sus dimensiones, la

caracterización de las explotaciones ganaderas permite saber el nivel tecnológico implementado por los sistemas productivos, en relación a los diferentes aspectos que inciden en dicho proceso como son en infraestructuras, reproducción, alimentación, sanidad, entre otros. Finalmente, las infraestructuras inadecuadas, instalaciones de manejo deficientes, la falta de planificación de la reproducción, suplementación deficiente y la falta de programas sanitarios estratégicos, constituyen factores técnicos y estructurales que limitan el desarrollo eficiente y sostenible del sistema productivo (Valerio, 2010), trayendo como consecuencias vulnerabilidad del recurso genético por lo que la magnitud de la importancia que ha adquirido la caracterización de los recursos zoogenéticos se evidencia en la constitución de una red iberoamericana de conservación de la biodiversidad de los animales domésticos locales para el desarrollo rural sostenible.

### **2.2.5 Determinación de la producción de leche**

El registro o el control de la producción láctea es una herramienta fundamental e importante para el ganadero en la mejora genética, consiste en el registro preciso de la producción de leche durante cada periodo de lactación de la vaca productora (Vieiria de Sá, 1965). Este registro para ser riguroso habría de ser realizado diariamente, pero de esta forma sería incompatible con su aplicación práctica debido a que esta actividad demanda mucho esfuerzo, requiere tiempo y resulta muy costosa para el productor siendo éstas las principales razones de su desuso en la mayoría de las unidades de producción. El control lechero en la fase de ordeño, es el procedimiento por el cual se registra la producción de leche, diaria y total, y todas las circunstancias de cada animal (fecha de nacimiento, padre, madre, fechas de parto,

número de lactación, etc.). En las ganaderías en las que se practican dos ordeños diarios existen dos tipos posibles de control (Serradilla, 1996): a) El control de la leche ordeñada en cada uno de los ordeños, lo que requiere dos visitas diarias del controlador. b) El control simplificado que se circunscribe al control de uno solo de los ordeños diarios. Ambos casos nos permiten estimar la producción lechera promedio de la siguiente manera:

Método A (control de los dos ordeños)

$$L = L_m + L_t$$

Donde:

L: producción de leche por día

L<sub>m</sub>: ordeño de la mañana

L<sub>t</sub>: ordeño de la tarde

Método B (control de un solo ordeño)

$$L = 2 \times (L_m \text{ o } L_t)^*$$

\*L<sub>m</sub>, para el ordeño de la mañana; o L<sub>t</sub>, si se utiliza el ordeño de la tarde.

### 2.2.6 Calidad de la leche

El término calidad de la leche, incluye las propiedades composicionales y microbiológicas. Las características composicionales incluyen las propiedades físicas y químicas (Calderón *et al.*, 2007).



### 2.2.6.1 Densidad de la leche

Es una propiedad física que determina la relación que hay entre la masa y el volumen de la sustancia (leche), por lo tanto la densidad está dada en unidades de masa sobre volumen (gramos/centímetro cúbico, kilogramo/litro, g/L, etc.). La densidad es utilizada para comparar las masas de diferentes sustancias o de una misma bajo diferentes condiciones. La densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche. Para el caso de la leche fresca la densidad puede ayudarnos a determinar la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso (Munguía, 2010).

La densidad de la leche se determina por la técnica de lactodensimetría. Los lactodensímetros son aerómetros, cuerpos flotadores de vidrio lastrados en su parte inferior con varilla graduada, y que en ocasiones pueden llevar incorporado un termómetro, permitiendo la lectura paralela de la densidad y la temperatura. Cuando el aerómetro se introduce en la leche sufre un impulso hacia arriba igual al peso del líquido desaloja (principio de Arquímedes), quedando el valor de densidad reflejado en la varilla graduada (Periago, 2013).

El procedimiento involucra homogenizar y verter la leche fresca en la probeta e introducir con cuidado el lactodensímetro y termómetro en la muestra manteniendo el aparato en el eje de la probeta y provocar un ligero movimiento de rotación. Por último, esperar a que se estabilice y realizar la lectura en el enrase superior del menisco para la densidad. Para su lectura, se tiene que considerar que esta depende primordialmente de la temperatura, se observa que a medida que esta se eleva, el valor absoluto de la densidad disminuye, esta característica hace que se obtengan

diferentes valores de densidad para una misma leche. De allí que la lectura de la densidad se refiere siempre a una temperatura de 15 °C (Munguía, 2010).

La densidad de la leche de vaca oscila normalmente entre 1027 a 1034 g/L (1027 a 1034 g/mL), si marca el lactodensímetro 1022 a 1025 g/L significa que la leche tiene agua agregada (aguada) y si marca 1037-1040 g/L indica que la leche fue adulterada, agregándole maicena, leche en polvo, etc. Sin embargo, la densidad de la leche permanece invariable si la leche es aguada con soluciones preparadas que tengan la misma densidad o es aguada y desnatada al mismo tiempo. Por otro lado, si la temperatura de la leche es diferente, se tiene que aplicar la siguiente corrección. Si está por encima de 15 °C la densidad real o corregida será igual a la suma de la densidad de leche obtenida más 0.0002 (T° -15 °C), si está por debajo de 15 °C la densidad real o corregida será igual a la resta de la densidad de leche obtenido menos 0.0002 (15 °C - T°) (Munguía, 2010). La Norma Técnica Peruana (NTP 2002.001), específica como requisito una densidad mínima 1.0296 y máxima 1.0340 g/cm<sup>3</sup> para la leche cruda a 15 °C.

#### **2.2.6.2 Factores que modifican la densidad de la leche**

Existen muchas causas que actúan variando la densidad de la leche, como son la composición química, la temperatura de medición, la temperatura de almacenamiento, el tiempo transcurrido desde el ordeño, el ordeño fraccionado, la centrifugación y otras operaciones tecnológicas. Así, la densidad depende no sólo, de la temperatura del momento de la determinación, sino también de las temperaturas anteriores, y además este parámetro adquiere su valor más bajo poco después del ordeño, aumentando después lentamente. Generalmente, el tiempo que tarda en

estabilizarse el valor de densidad de la leche depende de la temperatura anterior de almacenamiento. A 15 °C tarda de 1 a 2 días, mientras que a 50 °C lo suele hacer en seis horas. Este comportamiento recibe el nombre de fenómeno de Recknagel, y depende de la lenta solidificación de la grasa y de la disminución de la cantidad de agua libre. Por ello la temperatura a que ha estado sometida la muestra de leche influye muy ligeramente en el resultado final (Periago, 2013).

### 2.2.6.3 pH de la leche

El pH representa la acidez actual (concentración de H<sup>+</sup> libres) de la leche.

$$\text{pH} = -\log a\text{H}^+$$

Donde  $a\text{H}^+$  es la actividad de H<sup>+</sup>. Para soluciones diluidas es posible utilizar concentración de H<sup>+</sup> en lugar de actividad (Singh *et al.*, 1997). Este es el caso de la leche, donde las concentraciones de H<sup>+</sup> oscilan entre 0.16 y 0.32  $\mu\text{mol/l}$ .

La leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6.5 y 6.8 como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfórico y cítrico, principalmente (Alais, 1985; Fox y McSweeney, 1998). Estos valores se aplican solamente a temperaturas cercanas a 25 °C.

La medición potenciométrica del pH con un “pH-metro” es la única medida precisa. La regulación de estos aparatos se hace con soluciones buffer de pH conocido, en general se usan dos soluciones: una de pH 7 para la zona neutra y otra de pH 4 para la zona ácida. La determinación del pH tiene un inconveniente para su utilización en las plantas lácteas: si en la superficie de la leche existe una película grasa, ésta forma

una lámina sobre los electrodos que los aísla del medio y hace que no se registre respuesta en el equipo. En ese caso se debe lavar los electrodos con una solución detergente. Otro método para medir pH es el uso de papeles o cintas indicadoras embebidas en soluciones colorantes que cambian de color según el pH de la leche (Alais, 1985).

#### **2.2.6.4 Factores que modifican el pH de la leche**

El pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación. El pH del calostro es más bajo que el de la leche, por ej. pH 6.0 es explicado por un elevado contenido en proteínas. El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7.4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia.

Por otro lado, valores de pH 6.9 a 7.5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones Na y Cl y una reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico soluble (Alais, 1985).

El pH es altamente dependiente de la temperatura. Las variaciones de la temperatura causan muchos cambios en el sistema buffer de la leche, principalmente se ve afectada la solubilidad del fosfato de calcio (Fox y McSweeney, 1998). El pH disminuye en promedio 0.01 unidades por cada °C que aumenta, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio. Esta variación es muy importante considerando el estrecho rango de variación del pH de la leche (Negri, 2005).

El pH también puede ser diferente entre muestras de leche fresca de vacas individuales reflejando esto variaciones en la composición (Singh *et al.*, 1997). A pesar de todos estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido y valores de pH inferiores a 6.5 o superiores a 6.9 ponen en evidencia leche anormal (Negri, 2005).

### **2.2.7 El clima en la producción bovina**

El efecto del clima en la producción animal ha sido estudiado desde hace aproximadamente medio siglo, lográndose importantes avances en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y de comportamiento animal bajo condiciones termoneutrales y de estrés climático, adicionalmente sus influencias en el bienestar y producción animal han sido reconocidas y estudiadas desde 1950 (Arias *et al.*, 2008).

Cada área geográfica se caracteriza por un ambiente climático predominante, al que los animales se adaptan mediante un sistema termorregulador (Martínez, 2006), que les permite mantener una temperatura corporal y un ambiente interno estable, para bovinos de leche, el rango de temperatura corporal considerado normal (normotermia) es de 38.4 a 39.0 °C (Seath *et al.*, 1946; Hansen *et al.*, 1992). Sin embargo, cuando los límites llegan a ser sobrepasados, los animales sufren estrés al ser marcadamente influenciados, en ciertas ocasiones, por oscilaciones de variables climáticas o por la combinación de factores negativos a los que se someten. Frente a estos periodos desfavorables los animales responden a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento, en la mayoría de los casos esta respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados. Lo que provoca una reducción en su desempeño productivo. Al respecto, Johnson (1986) reafirma que el clima repercute

directamente en el desempeño productivo del ganado afectando el consumo de energía de la dieta, los requerimientos de mantención y la distribución de la energía.

Arias *et al.* (2008), mencionan que el clima tiene un efecto variable y complejo en el ganado bovino, al estar condicionada por el medioambiente en que estos viven y se reproducen; más específicamente la respuesta productiva del ganado es variable y compleja, por ser múltiples los factores que interactúan simultáneamente. Y puede ser de dos formas interrelacionadas: la acción directa, que determina el grado de equilibrio entre la fisiología del animal y el ambiente que lo rodea, lo cual se denomina confort y es responsable del aprovechamiento de los alimentos; y la acción indirecta, que se manifiesta principalmente a través de la producción de alimentos, la cual contribuye a su vez al mayor o menor aprovechamiento del grado de confort (Morillo, 1994). Entre los factores climáticos más influyentes en la ganadería están:

### **2.2.8 Temperatura ambiental**

La temperatura ambiental mide la intensidad de calor en un ambiente, en grados Fahrenheit (°F) o en grados Celsius (°C). Además, es la condición que determina la dirección del flujo neto de calor entre dos cuerpos (desde el cuerpo del animal hacia el medio o viceversa).

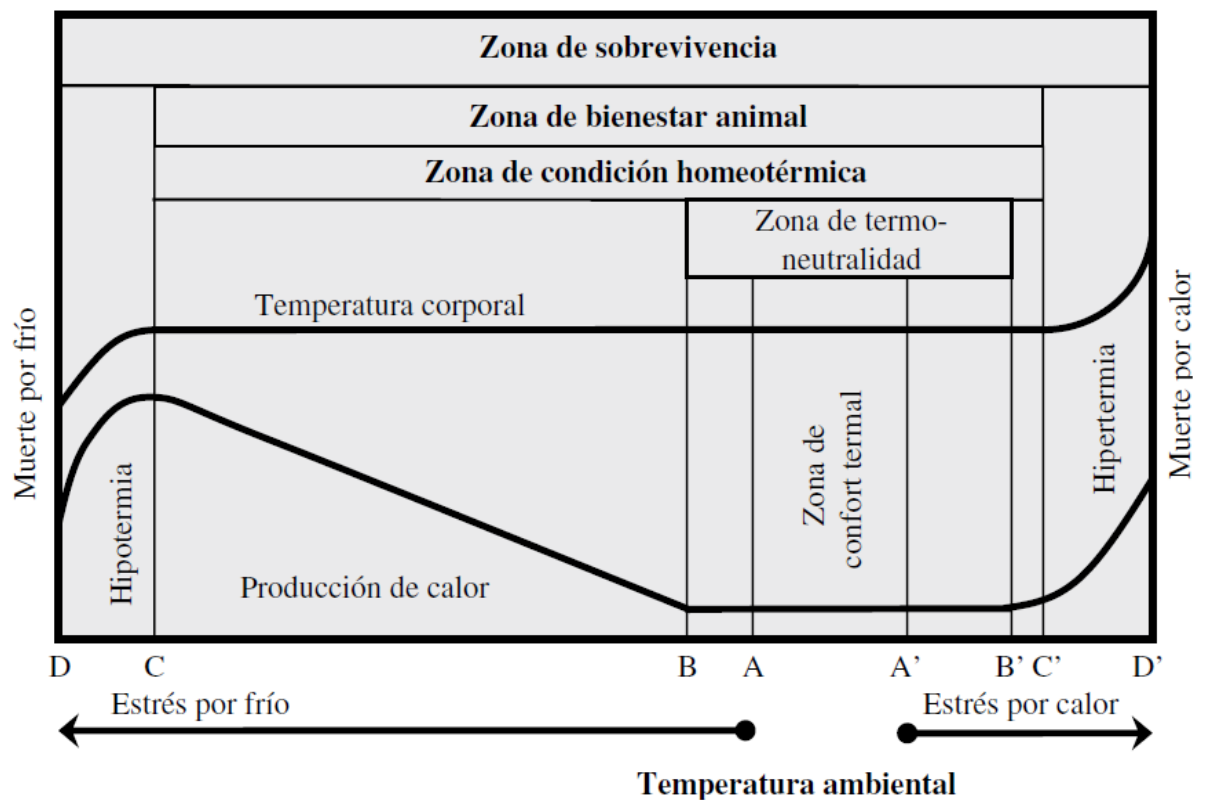
Es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicadora de estrés en el bovino (Arias *et al.*, 2008) y del que se sabe con certeza que tiene efecto sobre el consumo de alimento, consumo de agua, producción y composición de la leche, tasa de concepción y otros (Vélez de Villa, 2013). Por lo que, el conocimiento apropiado del régimen térmico del ambiente, junto con el

requerimiento térmico de los animales, es una herramienta útil para la toma de decisiones (Echarte *et al.*, 2002; Oliveros *et al.*, 2008).

La temperatura ambiental óptima para las vacas se encuentra entre 7 y 22 °C; dentro de este rango la vaca puede mantener la temperatura corporal sin realizar ningún esfuerzo adicional, es decir, sin necesidad de utilizar mecanismos fisiológicos compensatorios. A partir de los 22 °C se observa que las vacas comienzan a incrementar su frecuencia respiratoria (enfriamiento respiratorio), perdiendo efectividad por encima de los 27 °C; esto sucede debido a que la relación del volumen de los pulmones con respecto al volumen total del cuerpo es mucho menor, y no es suficiente para disipar la cantidad de calor que produce la vaca (Jiménez, 2005; Oberto *et al.*, 2006). Asimismo, Johnson (1986) informó de los umbrales térmicos a los cuales vacas Holstein disminuyen su producción diaria de leche -5 °C y 21 °C. Estos valores representan límites a los cuales los animales activan mecanismos fisiológicos que les aseguran su supervivencia en desmedro de la productividad (Arias *et al.*, 2008).

Es bien conocido, por múltiples estudios, que el ganado bovino es más susceptible a sufrir estrés durante el verano. Y se considera, en general, que se adapta bastante bien a condiciones frías (Collier *et al.*, 1982). Sin embargo, cuando las temperaturas mínimas son extremas, éstas producen menores ganancias de peso, extensión del período de engorda, reducción de la conversión de alimento y reducción en la cantidad de leche producida (Christison *et al.*, 1974). Asimismo, Young (1981), reportó que la producción de leche comienza a decrecer alrededor de -4 °C, y tiene una marcada depresión a -23 °C. La menor productividad durante el invierno está

asociada a mayor demanda de energía para mantención y a menor digestibilidad del alimento.



**Figura 1.** Temperaturas críticas del medio ambiente para la supervivencia animal y zonas abarcadas por ellas (Arias *et al.*, 2008 adaptado de Bianca 1968 y Silanikove, 2000).

La Figura 1, muestra una representación esquemática de la relación entre la temperatura del ambiente, temperatura corporal y supervivencia del animal. El rango térmico A-A', representa el rango de temperatura ambiental en que la temperatura del cuerpo se mantiene constante con un esfuerzo mínimo de los mecanismos termorreguladores, asimismo la producción de calor del animal se mantiene basal;



estas condiciones brindan una zona de confort térmico, donde los animales pueden expresar su máximo potencial productivo (Arias *et al.*, 2008). En esta zona de confort no existe sensación de frío ni calor. Las zonas A-B para condiciones frías y A'-B' para condiciones de calor representan cambios en la temperatura efectiva ambiental que demanda esfuerzos mínimos en el animal para mantener su temperatura corporal. B y B' son las temperaturas críticas mínima y máxima respectivamente. En la zona B-C y B'-C' los animales requieren activar mecanismos termo regulatorios (fisiológicos y de comportamiento) para conservar la temperatura corporal. En la zona C-D y C'-D' los animales infructuosamente intentan hacer frente al desbalance energético para tratar de mantener las condiciones homeotérmicas; la temperatura corporal es afectada pudiendo conducir al animal a la muerte por hipotermia o hipertermia. D y D' son las temperaturas letales mínima y máxima respectivamente.

#### **2.2.8.1 Zona termoneutral**

Es el rango de temperatura del aire dentro del cual la producción de calor interna del animal no es afectada (Figura 1) (Bianca, 1972). Dentro de este rango la utilización del alimento es óptima. Los límites de esta zona son las temperaturas críticas superior e inferior, señaladas como B' y B respectivamente en la Figura 1. Se define temperatura crítica como la menor o mayor temperatura del aire a la que un animal puede mantener su temperatura corporal normal, sin que se altere su tasa metabólica basal. El estado fisiológico del animal puede transformarse en un factor predisponente a la influencia del ambiente. Las temperaturas críticas varían con la edad, grado de aislamiento y la producción de leche. Cualquier referencia a las

temperaturas críticas debe tener en cuenta el ambiente al que normalmente están expuestos los animales, pues el acondicionamiento previo afecta la cobertura corporal y la intensidad del metabolismo (Cruz, 2009). Entonces, animales adaptados a ambientes muy fríos tendrán una tolerancia mayor a éste que los que no lo están (Starr, 1988).

#### **2.2.8.2 Temperatura crítica superior (TCS)**

Es el límite superior de la zona termoneutral, punto hipertérmico. Cuando la temperatura ambiente supera la zona de bienestar térmico (A') (Figura 1) se activan los mecanismos físicos de defensa contra el calor: vasodilatación capilar periférica, sudoración, jadeo. Al elevarse más la temperatura (por encima de B' o temperatura crítica superior) se intensifica el sudor y el jadeo y quizás haya una disminución compensatoria en la producción de calor. En respuesta al incremento de la temperatura por encima de C' aumenta más el sudor o jadeo (dependiendo de la especie) o ambos, pero el enfriamiento logrado de esta manera es insuficiente para mantener la homeotermia, de manera que la temperatura corporal comienza a subir. Esto provoca un aumento en el índice metabólico que finalmente lleva a la hipertermia o muerte por calor, si la temperatura está por encima de D' (Figura 1).

Su magnitud depende de la tasa metabólica, aislación térmica y de la habilidad del animal para disipar calor por evaporación. El incremento en la tasa metabólica, que se observa por encima de TCS, es una consecuencia del incremento en la temperatura corporal y del esfuerzo respiratorio realizado para aumentar la pérdida de calor evaporativo. Puede parecer un contrasentido el hecho de que los animales, en condiciones de altas temperaturas ambientales, lleguen a aumentar su producción de

calor, pero esto se explica por el aumento de la frecuencia respiratoria (que produce calor), en un intento de aumentar las pérdidas evaporativas y por el aumento de las pérdidas no evaporativas, si aumenta la temperatura corporal. En realidad sería como un círculo vicioso, en que al intentar aumentar las pérdidas de calor, se incrementa la producción de calor. Es conveniente comprender que los anteriores son, más bien, mecanismos de ajuste en el corto plazo. En el largo plazo los animales se adaptan, en cierto grado, a las altas temperaturas, bajando particularmente la tasa metabólica. Esto se debe a una disminución del consumo de alimento y de la actividad tiroidea (Echavarría y Miazzo, 2002).

En vacas lecheras, la TCS es de 25-26°C, independientemente de la aclimatación previa o de su producción de leche (Berman *et al.*, 1985). Por encima de la TCS, el incremento de la temperatura corporal influye negativamente en el comportamiento, reduciendo la producción de leche y alterando su composición, y las vacas entran en estrés calórico (Kadzere *et al.*, 2002).

### **2.2.8.3 Temperatura crítica inferior (TCI)**

Es el límite inferior de la zona termoneutral, punto hipotérmico. Se podría definir como la temperatura del aire por debajo de la cual, el animal debe incrementar su producción metabólica de calor para mantener el equilibrio térmico. Bajo estas condiciones, la producción de calor se hace cada vez más dependiente de la temperatura ambiental. Cuando la temperatura cae por debajo de la zona de bienestar térmico (A) se presenta una vasoconstricción capilar periférica y piloerección generalizada, lo que provoca un aumento en la conservación del calor. Al disminuir más la temperatura ambiente (por debajo del punto B o temperatura crítica inferior)

se incrementa la producción de calor (por un incremento en la ingestión de alimento, por ejemplo). Ahí el animal aún se encuentra en la zona homeotérmica, en la cual la temperatura corporal permanece constante. A cierta temperatura exterior más baja (C) no alcanza el calor producido para compensar las pérdidas, por lo que la temperatura corporal comienza a descender. Después de haber alcanzado un máximo la producción de calor disminuye rápidamente, acelerándose el proceso de enfriamiento. Al alcanzar la temperatura letal (D) el animal muere por hipotermia. En condiciones ambientales por debajo de la temperatura crítica inferior (TCI), los animales deben incrementar su tasa metabólica por encima del valor de reposo, para balancear la tasa o ritmo de pérdida de calor hacia los alrededores. En estas circunstancias el calor es perdido primordialmente mediante formas no evaporativas, siendo mínimas las pérdidas de calor evaporativas y máxima por aislación térmica corporal. El conocimiento de los valores de las Temperaturas Críticas Inferiores (TCI) es importante, sobre todo en condiciones de confinamiento y en épocas de bajas temperaturas ambientales, ya que si se logra mantener a los animales dentro de la zona termoneutral, el proceso de producción será más eficiente porque no se estará derivando energía del alimento para la producción de calor termoregulatorio (Echavarría y Miazso, 2002).

### **2.2.9 Humedad ambiental**

La humedad relativa (HR), que es la proporción de vapor de agua real (agua) que posee una masa de aire (%), indica qué tan cerca está el aire de la saturación. Se mide en porcentaje entre 0 y 100, donde el 0% significa aire completamente seco y 100%

aire saturado. Es considerado un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas (Da Silva, 2006).

West (2003), refiere que la HR tiene influencia sobre el confort del ganado; cuando la HR es superior a 50%, y la temperatura es mayor a 27 °C, empieza a afectar a los animales en producción, generando el estrés de calor. Así entonces, valores altos de HR reducen el potencial de disipación de calor tanto de la piel (sudoración) como del aparato respiratorio (respiración) (Da Silva, 2006), afectando a los animales especialmente en ambientes en los que la disipación del calor por vías evaporativas es crucial para mantener la condición homeotérmica (NRC, 1981). En otras palabras, podría expresarse que la acción conjunta de la temperatura y humedad del aire, ejerce un efecto perjudicial a medida que ambas variables aumentan. Y resultan ser más tolerables los valores elevados de temperatura cuando la humedad relativa es baja, esto porque resulta efectivo el mecanismo de transpiración para disipar calor corporal. Adicionalmente existen otros factores que tienen efectos indirectos sobre estas variables, la lluvia; en condiciones de pastoreo, puede incrementar la severidad del estrés por calor, debido al aumento de humedad (Cruz, 2009).

#### **2.2.10 Formas de determinar la temperatura ambiental y la humedad relativa**

Una forma de medir la humedad relativa en forma directa es a través de un higrómetro. Estos instrumentos están basados en el uso de un componente electrónico, que utilizan la capacidad de ciertos materiales de absorber moléculas de vapor de agua a través de su superficie. Este proceso, al modificar las propiedades eléctricas de un componente de un circuito electrónico (resistencia o condensador), permite crear una señal eléctrica que es proporcional a la humedad. Este tipo de

sensor se utiliza en estaciones meteorológicas automáticas y en equipos de radiosondeos. Se han inventado muchos instrumentos para medir la temperatura de forma precisa. Sin embargo, ambas variables temperatura (T) y humedad relativa (HR); se miden y muestran conjuntamente en el termohigrómetro o termohigrómetro digital (Meruane y Garreaud, 2015).

### **2.2.11 Índice de temperatura-humedad (ITH)**

Es el indicador más difundido para expresar y monitorear si las condiciones ambientales resultan ser estresantes para los bovinos. Se basa en el efecto simultáneo de la temperatura del aire y humedad relativa del ambiente. Fue desarrollado por Thom en 1959 para detectar niveles de estrés por calor en humanos. Posteriormente se desarrollaron distintas ecuaciones para ser aplicadas sobre el ganado lechero (Cruz, 2009). Así, la conversión realizada por Valtorta y Gallardo (1996), aplicada en Argentina, calcula el ITH para determinar estrés por calor en el ganado lechero. El ITH es una herramienta de gran utilidad para el manejo en sistemas de producción animal y para la toma de decisiones en relación al ambiente (Olivares *et al.*, 2013).

La zona de confort térmico para vacas lecheras en producción toma valores de ITH entre 35 y 70 y se ha determinado un valor crítico para la producción de leche en vacas Holando de 72 (Johnson *et al.*, 1961). En función de este nivel, se han caracterizado distintas categorías de estrés calórico según la magnitud del ITH (LWSI-LCI, 1970 citado por Du Preez *et al.*, 1990): 1) mayor a 72 la producción de leche comienza a ser afectada; 2) alerta, ITH entre 74 - 78, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales; 3) peligro, ITH entre 78 - 82, la productividad de los animales es

altamente disminuida y es necesario tomar medidas de protección como enfriamiento o dietas adecuadas y 4) emergencia, ITH de valores mayores a 82, puede ocurrir la muerte de los animales, por lo que todas las medidas para el enfriamiento de los animales son recomendadas. El ITH umbral es el nivel del ITH a partir del cual inicia el estrés calórico en una especie, según edad o nivel productivo. El ITH umbral en un vacuno lechero productivo es de 70 (Figura 2) (St-Pierre, 2003). Un valor de 70 a 77 ocasiona disconfort térmico que disminuye la producción de leche del ganado vacuno. Sin embargo, recientes investigaciones refieren que el ITH umbral de las vacas lecheras de alta producción (más de 35 kg/día) es de solo 68, más bajo de lo que se pensaba hasta ahora (Burgos y Collier, 2011).

A partir de este índice (ITH) se han propuesto índices más específicos que expresan mejor el efecto del estrés calórico sobre la producción del ganado vacuno (Martínez, 2006). Así, el estudio realizado por St-Pierre *et al.* (2003), propone nuevos índices para estimar la duración del estrés por calor y la sobrecarga de calor, a través del modelo senoidal del ITH. Estos índices son excelentes indicadores del riesgo potencial que tiene el estrés calórico sobre la reproducción y producción del ganado vacuno en una determinada zona y época (Sandoval *et al.*, 2017).

|                |    | Humedad relativa (%) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |
|----------------|----|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|                |    | 0                    | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80  | 85  | 90  | 95  | 100 |    |
| Temperatura °C | 15 | 59                   | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59  | 59  | 59  | 59  |     |    |
|                | 16 | 59                   | 59 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 61 | 61  | 61  | 61  | 61  | 61  |    |
|                | 17 | 60                   | 60 | 60 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62  | 62  | 63  | 63  | 63  |    |
|                | 18 | 61                   | 61 | 61 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 64 | 64  | 64  | 64  | 64  | 64  |    |
|                | 19 | 62                   | 62 | 62 | 62 | 63 | 63 | 63 | 63 | 64 | 64 | 64 | 64 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65  | 66  | 66  | 66  | 66  |    |
|                | 20 | 63                   | 63 | 63 | 63 | 64 | 64 | 64 | 65 | 65 | 65 | 65 | 66 | 66 | 66 | 67 | 67 | 67  | 67  | 68  | 68  | 68  |    |
|                | 21 | 63                   | 64 | 64 | 64 | 65 | 65 | 65 | 66 | 66 | 66 | 66 | 67 | 67 | 67 | 68 | 68 | 68  | 69  | 69  | 69  | 70  | 70 |
|                | 22 | 64                   | 65 | 65 | 65 | 66 | 66 | 67 | 67 | 67 | 68 | 68 | 68 | 69 | 69 | 70 | 70 | 70  | 71  | 71  | 71  | 71  | 72 |
|                | 23 | 65                   | 65 | 66 | 66 | 67 | 67 | 68 | 68 | 68 | 69 | 69 | 70 | 70 | 71 | 71 | 71 | 72  | 72  | 73  | 73  | 74  |    |
|                | 24 | 66                   | 66 | 67 | 67 | 68 | 68 | 69 | 69 | 70 | 70 | 71 | 71 | 72 | 72 | 73 | 73 | 74  | 74  | 74  | 75  | 75  |    |
|                | 25 | 67                   | 67 | 68 | 68 | 69 | 69 | 70 | 70 | 71 | 71 | 72 | 72 | 73 | 74 | 74 | 75 | 75  | 76  | 76  | 77  | 77  |    |
|                | 26 | 67                   | 68 | 69 | 69 | 70 | 70 | 71 | 72 | 72 | 73 | 73 | 74 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77  | 77  | 78  | 78  | 79  |    |
|                | 27 | 68                   | 69 | 70 | 70 | 71 | 71 | 72 | 74 | 73 | 74 | 75 | 75 | 76 | 76 | 77 | 78 | 78  | 79  | 80  | 80  | 81  |    |
|                | 28 | 69                   | 70 | 70 | 71 | 72 | 72 | 73 | 74 | 75 | 75 | 76 | 77 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80  | 81  | 81  | 82  | 83  |    |
|                | 29 | 70                   | 71 | 71 | 72 | 73 | 74 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 | 81 | 82  | 82  | 83  | 84  | 84  |    |
|                | 30 | 71                   | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 | 81 | 82 | 82 | 83  | 84  | 85  | 86  | 86  |    |
|                | 31 | 72                   | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85  | 86  | 86  | 87  | 88  |    |
|                | 32 | 73                   | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  |    |
|                | 33 | 73                   | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  |    |
|                | 34 | 74                   | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  |    |
|                | 35 | 75                   | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  |    |
| 36             | 76 | 77                   | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94  | 95  | 96  | 97  |     |    |
| 37             | 76 | 78                   | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 96  | 97  | 98  | 99  |     |    |
| 38             | 77 | 79                   | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97  | 98  | 100 | 101 |     |    |
| 39             | 78 | 79                   | 80 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 | 88 | 89 | 90 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 98 | 99  | 100 | 101 | 103 |     |    |
| 40             | 79 | 80                   | 81 | 83 | 84 | 85 | 86 | 88 | 89 | 90 | 92 | 93 | 94 | 95 | 97 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 104 |     |    |

**Figura 2.** Interacción de temperatura ambiental y humedad relativa y zonas de estrés térmico (Sandoval *et al.*, 2017).

La Figura 2 muestra los colores que indican el grado de estrés calórico en bovinos lecheros. El color rojo indica un estrés calórico severo (zona térmica). El color naranja, un estrés calórico moderado (zona de calor moderado). El color amarillo, un estrés leve (zona de calor leve). El color verde, la ausencia de estrés (zona termoneutral).



### 2.2.12 Efectos del calor ambiental sobre la producción de leche

Las vacas lecheras expuestas a temperaturas fuera de su zona de termoneutralidad realizan ajustes metabólicos para mantener la homeotermia. La exposición a temperaturas mayores a la temperatura crítica superior disminuye la producción de leche (Kadzere *et al.*, 2002, Ominski *et al.*, 2002; Arieli, *et al.*, 2004). Y cambia su composición (Bianca, 1965; Kadzere *et al.*, 2002).

El efecto de las altas temperaturas de un día se puede evidenciar hasta dos días después en la disminución de producción de leche (Buffington *et al.*, 1983, Muller *et al.*, 1994). Estudios con vacas Holando reportan producción de más leche, grasa (Mc Dowell *et al.*, 1976) y proteína (Barash *et al.*, 2001) cuando las vacas paren en épocas frías en comparación a épocas más cálidas. Las condiciones meteorológicas tienen mayor influencia en los primeros 60 días de lactación sobre estas variables que en otros meses de la lactancia. En este período las altas temperaturas restringen el consumo de alimento causando una rápida utilización de las reservas y provocando altas pérdidas de peso corporal (Mc Dowell *et al.*, 1976; Barash *et al.*, 2001). Las principales causas de la disminución en la producción de leche serían una disminución del consumo voluntario de materia seca y un aumento significativo de los requerimientos energéticos de mantenimiento. Además, las altas temperaturas modifican el comportamiento ingestivo de agua y forraje (principalmente en pastoreo) y afectan el normal funcionamiento del aparato digestivo: digestión, absorción y metabolismo celular. Estos aspectos influyen directamente en la eficiencia de utilización de los nutrientes y en consecuencia en la síntesis de leche, tanto en cantidad como en composición (Valtorta *et al.*, 1998). Asimismo, la

humedad influye, se han encontrado disminuciones en la producción de leche cuando a 32 °C el contenido de humedad se incrementaba de 20 a 45%. Esta diferencia en la humedad determinó disminuciones en el consumo e incrementos en la temperatura rectal que explican la disminución en la producción de leche (Johnson y Vanjonack, 1976).

Cuando la temperatura ambiente aumenta y se incrementa la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal, no solo disminuye la producción de leche, sino que también cambia la composición de la misma disminuyendo la caseína y los sólidos no grasos y aumentando el porcentaje de grasa, la cual también cambia su composición con menos ácidos volátiles y aumentando los componentes insaturados (Regan y Richardson, 1938). Las alteraciones en la composición, los cambios en la proporción de acético/propiónico y la disminución de ácidos grasos volátiles pueden ser provocados por la disminución en el consumo (Collier *et al.*, 1982). La disminución en los niveles de consumo voluntario durante la lactación está, en general, asociada con un incremento en el contenido de grasa y una disminución en el contenido de proteína de la leche (Flux y Patchell, 1954 citados por Muller *et al.*, 1994).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

El estudio realizado fue de tipo observacional, analítico, longitudinal y prospectivo, nivel relacional.

#### **3.2 Materiales y equipos**

Equipo de medición meteorológica portátil Brunton Adc Pro

Balanza digital (precisión 0.1 g).

Termómetro de alcohol

Probeta de 500 ml

Lactodensímetro de Quevenne

pH-metro digital Etekcit ATC 2011+

#### **3.3 Método y diseño de la investigación**

##### **3.3.1 Lugar de estudio**

El estudio se realizó en los sectores Mosoccpampa (1), Ccorhuani (2), Pumaranra (3), Kerapata (4) y Ccanabamba (5) del distrito de Tamburco, provincia de Abancay, región Apurímac. Durante 27 días comprendidos entre octubre y noviembre de 2017.

El distrito de Tamburco se encuentra ubicado en la parte norte de la ciudad de Abancay, el acceso es mediante la carretera Cusco-Abancay. Tiene una extensión de 54.6 kilómetros cuadrados. Su posición geográfica está comprendida entre las coordenadas 13° 33' de latitud sur y 72° 51' de longitud oeste. En pisos ecológicos

correspondientes a las regiones Quechua, Suni y Puna (2581 a 4800 m) (MDT, 2016). Presenta un clima semiseco, templado cálido con deficiencias de lluvias en otoño e invierno, con una temperatura promedio anual máxima de 25 °C y mínima de 12 °C, humedad relativa entre 59 % y 70 % calificado como húmeda y precipitación pluvial entre 641 y 1119 mm/año. Con un promedio de 17.5 °C, octubre es el mes más cálido (MINAGRI, 2018). Los sectores que lo conforman son:

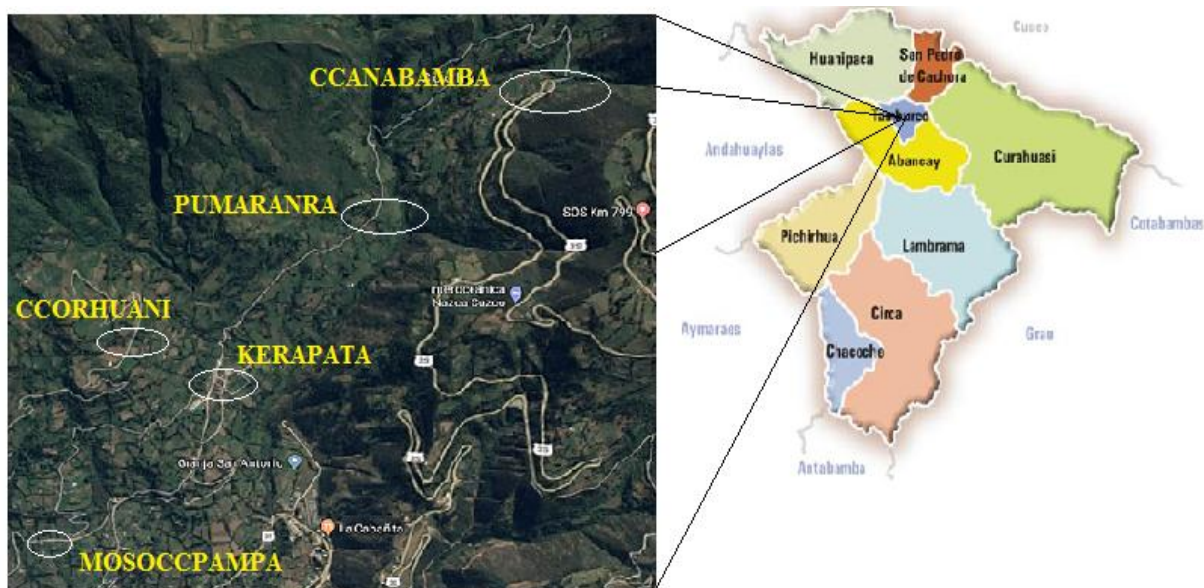
Sector 1) Mosoccpampa se encuentra a una Latitud Sur: 13° 35' 45.6''; Longitud Oeste: 72° 52' 19.3'' y altitud de 2787 m. Temperatura 17 °C, humedad relativa 65%.

Sector 2) Ccorhuani está ubicado a Latitud Sur: 13° 34' 6.5''; Longitud Oeste: 72° 52' 15.4'' y una altitud de 3090 m. Temperatura 14 °C, humedad 68 %.

Sector 3) Pumaranra se encuentra a una altitud de 2971 m. Latitud Sur: 13° 61' 97.7''; Longitud Oeste: 72° 87' 43.9''. Temperatura 15 °C, humedad 68 %.

Sector 4) Kerapata está ubicada a una altitud de 2915 m; Latitud Sur: 13° 35' 52.2''; Longitud Oeste: 13° 35' 52.2''. Temperatura 16 °C y humedad relativa 67%.

Sector 5) Ccanabamba está ubicado a una Latitud Sur: 13° 36' 3.3''; Longitud Oeste: 72° 50' 39'' y una altitud de 3210 m. Temperatura 14 °C y humedad 69%.



**Figura 3.** Ubicación de las zonas donde se realizó el estudio.

### 3.3.2 Población y muestra

De un total de 194 vacas en producción pertenecientes a 64 predios ganaderos proveedores de leche de la empresa Tambo Grande, ubicados en 16 sectores del distrito de Tamburco (Ampay, Antabamba Baja, Bancapata, Ccanabamba, Ccocha, Ccorhuani, Colcani, Huillquipata, Kerapata, Maucacalle, Mosoccpampa, Pantillay, Pumararra, Sahuanay, Soccoshuaycco, Tamburco). Se trabajó solo con 13 predios ganaderos que mostraron regularidad en la producción de leche, responsabilidad y cumplimiento (Empresa Tambo Grande, 2017).

El muestreo de las observaciones fue realizado por conveniencia en los sectores, Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumararra, Kerapata y Ccanabamba, totalizando 50 vacas Holstein en producción (10 vacas/sector), se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Vacas en producción de 3 a 8 años de edad.
- Vacas en lactación que van desde el segundo al tercer periodo de lactación.
- Vacas monitoreadas sanitariamente por la empresa “Tambo Grande”.
- Vacas alimentadas bajo el mismo régimen alimenticio.

**Tabla 1.** Vacas evaluadas por predio ganadero en los sectores muestreados.

| Sector       | Número de vacas por sector | Número de predio ganadero | Número de vacas/predio ganadero |
|--------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Mosoccpampa  | 10                         | 4                         | 2/PG1, 3/PG2, 2/PG3, 3/PG4      |
| Ccorhuani    | 10                         | 3                         | 4/PG5, 4/PG6, 2/PG7             |
| Pumaranra    | 10                         | 1                         | 10/PG8                          |
| Kerapata     | 10                         | 3                         | 4/PG9, 4/PG10, 2/PG11           |
| Ccanabamba   | 10                         | 2                         | 8/PG12, 2/PG13                  |
| <b>Total</b> | 50                         | 13                        | 50                              |

*PG = predio ganadero*

### 3.3.3 Procedimiento de la investigación

Cada uno de los 13 predios fueron examinados en una sola ocasión, en la siguiente forma:

#### 3.3.3.1 Determinación de variables climáticas

La temperatura y humedad ambiental; se obtuvieron por medio de un equipo de medición meteorológica portátil Brunton Adc Pro. La medición se efectuó antes del

ordeño, en cada predio ganadero por la mañana (5:00 am) y tarde (4:00 pm). Los datos fueron registrados en las Tablas 14.1, 14.2 y 14.3 (anexos).

### **3.3.3.2 Determinación de la producción de leche**

Se determinó la producción diaria de leche de cada vaca mediante una balanza digital, en dos ordeños 05:00 am y 04:00 pm. Los pesos obtenidos fueron registrados como se puede observar en las Tablas 14.1, 14.2 y 14.3 (anexos).

### **3.3.3.3 Determinación de la densidad, temperatura y pH de la leche**

La densidad, temperatura y pH de la leche fue determinada mediante un lactodensímetro, termómetro y pH-metro, respectivamente. El procedimiento consistió en verter la leche a una probeta de 500 ml, homogenizándola evitando formar burbujas (espuma) en la superficie y posteriormente, introducir los instrumentos de medida, teniendo cuidado de no acercarlos a las paredes de la probeta, solo en el caso del lactodensímetro, se espera que flote y gire en medio de la leche, hasta estabilizarse. Una vez registradas las medidas se procedió a la corrección de la densidad mediante la siguiente fórmula:

Densidad real o corregida = Densidad leche + 0.0002 (T°-15 °C)\*

\* Solo se realiza la corrección si la temperatura de la leche (T°) es mayor a 15 °C.

Los datos fueron registrados en las Tablas 14.1, 14.2 y 14.3 (anexos).

### 3.3.3.4 Cálculo del índice de temperatura-humedad (ITH)

En la mañana (5 am) y tarde (4 pm) de cada día se estimó el ITH según la metodología de Olivares *et al.* (2013), que a su vez emplea la fórmula de conversión de Valtorta *et al.* (1996), siguiente:

$$\text{ITH} = \left[ (1.8 \times T_a) + 32 \right] - \left\{ \left[ 0.55 - (0.55 \times \text{HR}/100) \right] \times \left[ (1.8 \times T_a) - 26 \right] \right\}$$

Donde:

Ta: Temperatura del aire (°C)

HR: Humedad del aire (%)

Luego de lograr la estimación del ITH (Tablas 14.1, 14.2 y 14.3, anexos), se procedió a contrastarlo con la escala establecida por el World Meteorological Organization (1989), que indica las categorías de estrés térmico para los animales en producción (Tabla 2).



**Tabla 2.** Categorías del estrés térmico para animales en producción según World Meteorological Organization (1989).

| <b>ITH</b> | <b>Categoría</b> | <b>Interpretación</b>   |
|------------|------------------|---|
| <70        | Normal           | Condiciones adecuadas, el animal no está bajo ningún estrés de calor.   |
| 71-79      | Alerta           | Aproximándose al límite crítico de producción; no dejar los animales expuestos al sol.  |
| 80-83      | Peligro          | Por encima del límite crítico de producción; no someter a los animales a demasiados movimientos.  |
| >84        | Emergencia       | Condiciones extremas de estrés calórico en la producción; minimizar cualquier actividad, se deben realizar actividades durante la mañana. |

### 3.3.3.5 Recolección de información de las explotaciones

Los datos sobre algunas características de infraestructura, alimentación y sanidad de cada una de las explotaciones ganaderas fueron registrados en el Formulario 1 (anexos).

Estas características fueron identificadas mediante las siguientes abreviaturas: explotación posee establo (EPE); explotación posee corrales (EPCR); explotación posee bebederos (EPB); explotación posee comederos (EPCM); lugar de ordeño (LO); suplementación alimentaria según el estado fisiológico (SASEF); uso del ensilaje/heno en la alimentación de los vacunos (UEHAV); fertiliza pastos (FP); uso

de insecticidas o plaguicidas en los pastos cultivados (UIPPC); procedencia del agua utilizada para la crianza de vacunos (PACV); disposición de fuentes de agua en el lugar de pastoreo (DFALP); número de veces que abreven los animales al día (NVAAD); animales con antecedentes de mastitis (AAM); número de desparasitación externa al año (NDEA); número de desparasitación interna al año (NDIA); uso de la leche cuando se administra antibióticos a la vaca (ULCAAV); presencia de problemas en la explotación (PPE); continuidad en la producción de leche (CPL).

### **3.4 Análisis estadístico**

#### **3.4.1 Procesamiento y análisis de datos**

Los datos registrados (Tablas 14.1, 14.2 y 14.3, anexos), fueron tabulados y codificados en el programa Excel de la Microsoft Office 2010 ®, luego se procedió al análisis detallado mediante el paquete estadístico SPSS v.20, en la siguiente forma:

Para describir las características cualitativas de las 13 explotaciones estudiadas, se calculó primero las frecuencias absolutas y relativas, y posteriormente se realizó el análisis de correspondencia múltiple (ACM), estructurando y asociando las categorías de 18 variables respecto a los 5 sectores que abarco la investigación (Mosoccpampa, Kerapata, Ccorhuani, Pumaranra y Ccanabamba). Se determinó la fiabilidad del modelo mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con base a su consistencia interna, es decir, la correlación entre las variables, y poder establecer así su homogeneidad (Cronbach, 1951). Se tomó en cuenta que el coeficiente oscila

entre -1 y +1, y que la consistencia interna es alta cuando los valores están entre 0.70 y 0.90 (Oviedo y Campo, 2005). La fórmula aplicada fue la siguiente:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_x^2} \right)$$

Donde  $n$  es el número de variables,  $S_i^2$  es la varianza de la variable  $x_i$ , y  $S_x^2$  es la varianza de los valores resultantes de la sumatoria de cada variable  $x_i$ .

Para el análisis de las variables cuantitativas (temperatura, humedad, ITH, producción, densidad, pH), se describió cada una de ellas mediante medidas de tendencia central y dispersión y luego se les comparó entre sectores mediante el ANOVA de un solo factor cuya fórmula es la siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde  $X_{ij}$  es la variable respuesta para la  $j$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo tratamiento,  $\mu$  es la media general de la población,  $\alpha_i$  es el  $i$ -ésimo efecto del tratamiento, que es la diferencia entre la media del  $i$ -ésimo tratamiento y la media general de la población, y  $\epsilon_{ij}$  es el error experimental (Navidi, 2006).

Los promedios de las variables cuantitativas señaladas fueron comparadas mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

Además, se realizó un análisis correlacional lineal bivariado con el objeto de obtener los coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) mediante la fórmula siguiente:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n S_x S_y}$$

Donde  $x_i$  e  $y_i$  se refieren a las puntuaciones diferenciales de cada par;  $n$  al número de casos;  $S_x$  y  $S_y$  a las desviaciones típicas de cada variable.

El coeficiente de correlación de Pearson toma valores entre -1 y 1: un valor 1 indica relación lineal perfecta positiva; un valor de -1 indica relación perfecta negativa; un valor de 0 indica relación lineal nula. En este contexto, valores cercanos a 1 o a -1 indican fuerte relación lineal; asimismo, valores cercanos a 0 indican débil relación lineal (Navidi, 2006).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Temperatura ambiental y humedad relativa con la producción, densidad y pH de la leche del vacuno Holstein en los predios ganaderos del distrito de Tamburco

Al analizar los valores significativos del  $r$  de Pearson en la Tabla 3, podemos observar que la producción ( $r = -0.396$ ) y densidad de la leche ( $r = -0.424$ ), por la mañana, correlacionan de forma inversa y débil con la humedad ( $p < 0.01$ ). Lo que significa, que conforme va aumentando la humedad relativa, la producción y densidad de la leche disminuyen. Esta situación podría explicarse debido a la reducción de la evaporación, por la poca capacidad de intercambio de calor que se puede realizar entre el ambiente y el animal, cuando la humedad relativa es alta (West, 1994).

También se observa en la Tabla 3, que la producción de leche por la tarde está correlacionada de manera inversa y débil ( $p < 0.05$ ) con el ITH ( $r = -0.350$ ) y la temperatura ambiental ( $r = -0.344$ ). Esto quiere decir, que a medida que aumente el ITH y temperatura, la producción de leche disminuirá. Este tipo de fenómeno ha sido estudiado y se piensa que ocurre por el estrés que se genera en las vacas lecheras al incrementarse la temperatura (Arias *et al.*, 2008), aunque es muy probable que existan otros factores que actúen de forma sinérgica, produciendo un efecto detrimental (4%) sobre la producción de leche, como reporta Contreras *et al.* (2014), por esta razón, lo ideal es efectuar el cálculo del índice de temperatura-humedad. En ese sentido, cuando el ITH supera 72 se interpreta que existe un significativo estrés

térmico, por lo que se esperaría una disminución de la producción láctea (St-Pierre, 2003).

**Tabla 3.** Matriz de correlación entre temperatura ambiental, humedad relativa, ITH, producción, densidad y pH de la leche por la mañana (encima de la diagonal) y tarde (debajo de la diagonal) en los predios de los productores del distrito de Tamburco.

|       |     | Mañana         |                |                |                 |                 |             |
|-------|-----|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------|
|       |     | T              | H              | ITH            | P               | D               | pH          |
| Tarde | T   | 1              | 0.065 n.s.     | <b>0.999**</b> | 0.214 n.s.      | -0.172 n.s.     | -0.166 n.s. |
|       | H   | 0.180 n.s.     | 1              | 0.022 n.s.     | <b>-0.396**</b> | <b>-0.424**</b> | 0.111 n.s.  |
|       | ITH | <b>0.965**</b> | <b>0.432**</b> | 1              | 0.232 n.s.      | -0.152 n.s.     | -0.169 n.s. |
|       | P   | <b>-0.344*</b> | -0.136 n.s.    | -0.350*        | 1               | 0.212 n.s.      | 0.161 n.s.  |
|       | D   | 0.018 n.s.     | 0.190 n.s.     | 0.065 n.s.     | 0.064 n.s.      | 1               | 0.167 n.s.  |
|       | pH  | -0.029 n.s.    | -0.020 n.s.    | -0.033 n.s.    | -0.153 n.s.     | 0.157 n.s.      | 1           |

T: temperatura ambiental (°C); H: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad; P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH (0-14); \* P<0.05; \*\*P<0.01; n.s.: no significativo

## 4.2 Comparación de la temperatura ambiental, humedad relativa e ITH entre sectores

### 4.2.1 Descripción de las variables obtenidas por la mañana

La temperatura y humedad ambiental promedio por la mañana, durante el periodo experimental en los cinco sectores se presenta en la Tabla 4. De acuerdo a los resultados obtenidos, los sectores que registran promedios similares de temperatura son Ccorhuani (11.18 °C), Kerapata (11.85 °C) y Ccanabamba (11.33 °C). Mientras que la media máxima (12.88 °C) y mínima (10.57 °C) correspondieron a Mosoccpampa y Pumaranra, respectivamente (p<0.001). La mayor humedad relativa promedio correspondió a Mosoccpampa (79.09 %) y Kerapata (79.39 %) y la inferior

a Ccorhuani (74.79 %) ( $p < 0.001$ ). El ITH calculado se observa en la Tabla 4, donde el valor medio máximo se ubica en Mosoccpampa (55.51); el mínimo en Pumaranra (51.84) y valores similares en Kerapata (53.86), Ccanabamba (53.11) y Ccorhuani (52.94) ( $p < 0.001$ ), los mismos están por debajo del nivel crítico (70), por lo que podríamos considerarlos como adecuados respecto a evitar el estrés térmico (WMO, 1989). Resultados similares respecto al ITH matutino ( $< 70$ ) fueron encontrados por Hernández (2009) y Olivares *et al.* (2013), por lo que se podría pensar que hay mucho más riesgo de sufrir estrés térmico en la tarde que por la mañana. Sin embargo, cabe indicar que los valores del ITH varían de acuerdo al clima y horario de la zona en la que se registren las mediciones.

**Tabla 4.** Promedio de temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura-humedad por la mañana en predios ganaderos del distrito de Tamburco.

| Variables | Sector             |      |                      |      |                    |      |                    |      |                      |      | Sig. |
|-----------|--------------------|------|----------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|----------------------|------|------|
|           | Mosoccpampa        |      | Ccorhuani            |      | Pumaranra          |      | Kerapata           |      | Ccanabamba           |      |      |
|           | Media              | DE   | Media                | DE   | Media              | DE   | Media              | DE   | Media                | DE   |      |
| T         | 12.88 <sup>a</sup> | 0.50 | 11.18 <sup>c,d</sup> | 0.55 | 10.57 <sup>d</sup> | 1.21 | 11.85 <sup>b</sup> | 0.36 | 11.33 <sup>b,c</sup> | 0.43 | ***  |
| H         | 79.09 <sup>a</sup> | 0.67 | 74.79 <sup>c</sup>   | 1.76 | 78.37 <sup>a</sup> | 1.20 | 79.39 <sup>a</sup> | 0.47 | 76.54 <sup>b</sup>   | 2.71 | ***  |
| ITH       | 55.51 <sup>a</sup> | 0.81 | 52.94 <sup>b</sup>   | 0.84 | 51.84 <sup>c</sup> | 1.96 | 53.86 <sup>b</sup> | 0.59 | 53.11 <sup>b</sup>   | 0.74 | ***  |

T: temperatura ambiental (°C); H: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad; DE: desviación estándar; n.s.: no significativo; <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes dentro de la fila indican diferencia significativa (\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ ).

#### 4.2.2 Descripción de las variables obtenidas en la tarde

La temperatura ambiental promedio de las explotaciones (Tabla 5) en los sectores Ccanabamba (25.56 °C) y Kerapata (25.31 °C) es superior a la temperatura de las explotaciones en Ccorhuani (23.53 °C), Mosoccpampa (24.69 °C) y Pumaranra

(24.59 °C) ( $p < 0.001$ ). Asimismo, el valor medio de la humedad relativa en Ccanabamba (63.92 %) es mayor al de las explotaciones en Kerapata (53.69 %), Pumaranra (53.90 %), Mosoccpampa (55.42 °C) y Ccorhuani (54.66 %) ( $p < 0.001$ ). El ITH estimado en Ccanabamba (74.04) fue superior al de Kerapata (72.57), Mosoccpampa (71.92), Pumaranra (71.63) y Ccorhuani (70.26) ( $p < 0.001$ ) (Tabla 5). Estos valores superiores a 70 nos sugieren que se estaría produciendo un ligero estrés térmico en los animales, por estar fuera del rango considerado como zona de confort ( $\leq 70$ ) (Johnson *et al.*, 1961; St-Pierre *et al.*, 2003). También habría que considerar que el ITH en Ccanabamba (74.03) se encuentra dentro la categoría de alerta muy cercana al límite crítico que afecta la producción (WMO, 1989). Asimismo, de acuerdo al ITH hallado, solo por las tardes se estarían produciendo pérdidas en la producción de leche provocadas por el estrés térmico (Hernández, 2009; Olivares *et al.*, 2013; Contreras *et al.*, 2014).

**Tabla 5.** Promedio de temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura-humedad por la tarde en predios ganaderos del distrito de Tamburco.

| Variables | Sector             |      |                      |      |                    |      |                      |      |                    |      | Sig. |
|-----------|--------------------|------|----------------------|------|--------------------|------|----------------------|------|--------------------|------|------|
|           | Mosoccpampa        |      | Ccorhuani            |      | Pumaranra          |      | Kerapata             |      | Ccanabamba         |      |      |
|           | Media              | DE   | Media                | DE   | Media              | DE   | Media                | DE   | Media              | DE   |      |
| T         | 24.69 <sup>b</sup> | 1.08 | 23.53 <sup>c</sup>   | 1.11 | 24.59 <sup>b</sup> | 0.62 | 25.31 <sup>a,b</sup> | 0.92 | 25.56 <sup>a</sup> | 0.49 | ***  |
| H         | 55.42 <sup>b</sup> | 0.63 | 54.66 <sup>b,c</sup> | 1.60 | 53.90 <sup>c</sup> | 0.18 | 53.69 <sup>c</sup>   | 1.75 | 63.92 <sup>a</sup> | 0.59 | ***  |
| ITH       | 71.92 <sup>b</sup> | 1.47 | 70.26 <sup>c</sup>   | 1.36 | 71.63 <sup>b</sup> | 0.82 | 72.57 <sup>b</sup>   | 1.07 | 74.04 <sup>a</sup> | 0.65 | ***  |

T: temperatura ambiental (°C); H: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad; DE: desviación estándar; n.s.: no significativo; <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes dentro de la fila indican diferencia significativa (\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ ).



### **4.3 Comparación de la producción, densidad y pH de la leche entre sectores**

#### **4.3.1 Descripción de las variables obtenidas en la mañana**

La producción y pH de la leche promedio que se puede observar en la Tabla 6, no difieren significativamente entre sectores según la prueba de Duncan ( $p>0.05$ ). No obstante, la densidad de la leche registrada en los sectores Ccorhuani, Ccanabamba y Kerapata (1.028 g/mL) están por encima respecto a los sectores Pumarana y Mosoccpampa (1.027 g/mL) ( $p<0.001$ ). Estos valores de densidad se encuentran por debajo del rango establecido por la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001) y por lo hallado por Viera (2013;  $1.0293 \pm 0.0009$  g/cm<sup>3</sup>). Los valores de densidad indicados en la Tabla 6 son ligeramente más bajos a otras investigaciones, debido a que la medición se realizó después de una hora del ordeño aproximadamente, siendo lo recomendable entre 3 a 4 horas buscando que la leche se estabilice físico químicamente (Periago, 2013). No fue posible en nuestro caso por las condiciones de trabajo planteadas por la empresa Tambo Grande, la cual acopia la leche de todos los productores a una hora determinada.

**Tabla 6.** Promedio de producción, densidad y pH de la leche por la mañana en predios ganaderos del distrito de Tamburco.

| Variables | Sector             |       |                    |       |                    |       |                    |       |                    |       | Sig. |
|-----------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|------|
|           | Mosoccpampa        |       | Ccorhuani          |       | Pumaranra          |       | Kerapata           |       | Ccanabamba         |       |      |
|           | Media              | DE    | Media              | DE    | Media              | DE    | Media              | DE    | Media              | DE    |      |
| P         | 5.94               | 1.19  | 6.86               | 1.05  | 6.46               | 2.38  | 5.52               | 1.20  | 6.20               | 1.99  | n.s. |
| D         | 1.027 <sup>b</sup> | 0.001 | 1.028 <sup>a</sup> | 0.001 | 1.027 <sup>b</sup> | 0.000 | 1.027 <sup>a</sup> | 0.001 | 1.028 <sup>a</sup> | 0.001 | ***  |
| pH        | 6.71               | 0.06  | 6.74               | 0.04  | 6.72               | 0.04  | 6.74               | 0.06  | 6.75               | 0.07  | n.s. |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH (0-14); DE: desviación estándar; n.s.: no significativo; <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes dentro de la fila indican diferencia significativa (\* P<0.05; \*\*P<0.01; \*\*\*P<0.001).

#### 4.3.2 Descripción de las variables obtenidas en la tarde

La producción de leche en la tarde (Tabla 7) no difiere significativamente entre sectores según la prueba de Duncan ( $p > 0.05$ ), en cambio la densidad y pH si lo hacen. La densidad es mayor en Kerapata, Ccorhuani y Ccanabamba (1.028 g/mL) sobre los demás sectores ( $p < 0.01$ ), sin embargo, está por debajo de lo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP 200.001). Las variaciones de la densidad de la leche se relacionan con las densidades de sus componentes químicos (agua, grasa, proteína, lactosa y minerales) (Viera, 2013). Asu vez, estos componentes varían acorde al tipo de alimentación de las vacas (Calvache y Navas, 2012), es así que el alto contenido de fibra favorece al aumento de la concentración de grasa láctea (Yang y Beauchemin, 2007) y en forma concomitante esto provoca la disminución de la densidad (Celiz y Juárez, 2009).

El pH considerado un factor determinante para la homeostasis, es mayor en Kerapata, Ccorhuani, Ccanabamba y Pumaranra (6.7) y menor en Mosoccpampa

(6.6) ( $p < 0.05$ ), valores que están considerados como aceptables (pH 6.6-6.8) por la empresa Tambo Grande (MINAG, 2012) y Alais (1985).

**Tabla 7.** Promedio de producción, densidad y pH de la leche por la tarde en predios ganaderos del distrito de Tamburco.

| Variables | Sector             |       |                    |       |                     |       |                    |       |                     |       | Sig. |
|-----------|--------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|------|
|           | Mosoccpampa        |       | Ccorhuani          |       | Pumaranra           |       | Kerapata           |       | Ccanabamba          |       |      |
|           | Media              | DE    | Media              | DE    | Media               | DE    | Media              | DE    | Media               | DE    |      |
| P         | 4.88               | 0.86  | 5.45               | 0.83  | 5.19                | 1.77  | 4.51               | 1.18  | 4.30                | 2.11  | n.s. |
| D         | 1.027 <sup>b</sup> | 0.000 | 1.028 <sup>a</sup> | 0.001 | 1.027 <sup>b</sup>  | 0.000 | 1.028 <sup>a</sup> | 0.000 | 1.028 <sup>a</sup>  | 0.001 | **   |
| pH        | 6.68 <sup>b</sup>  | 0.05  | 6.74 <sup>a</sup>  | 0.05  | 6.70 <sup>a,b</sup> | 0.02  | 6.74 <sup>a</sup>  | 0.05  | 6.72 <sup>a,b</sup> | 0.06  | *    |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH (0-14); DE: desviación estándar; n.s.: no significativo; <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes dentro de la fila indican diferencia significativa (\*  $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ ; \*\*\* $P < 0.001$ ).

#### 4.4 Comparación de variables entre la mañana y tarde.

Al analizar la Tabla 8 se observa que la producción de leche es la única variable que difiere entre la mañana y la tarde ( $p < 0.001$ ), siendo los kilogramos de leche producidos por la mañana mayor que por la tarde. Los valores de densidad y pH de la leche obtenidos en ambos horarios de ordeño son similares. Para el caso de la temperatura, humedad e ITH se observa que difieren significativamente entre la mañana y tarde.

**Tabla 8.** Promedio de temperatura ambiental, humedad relativa, índice de temperatura-humedad, producción, densidad y pH de la leche, respecto a los horarios de ordeño en predios ganaderos del distrito de Tamburco.

| Variables | Mañana |      | Tarde |      | Sig. |
|-----------|--------|------|-------|------|------|
|           | Media  | D.E. | Media | D.E. |      |
| T         | 11.56  | 1.02 | 24.74 | 1.10 | ***  |
| H         | 77.64  | 2.32 | 56.32 | 4.04 | ***  |
| ITH       | 53.45  | 1.62 | 72.08 | 1.64 | ***  |
| P         | 6.20   | 1.64 | 4.87  | 1.45 | ***  |
| D         | 1.03   | 0.00 | 1.03  | 0.00 | n.s. |
| pH        | 6.73   | 0.05 | 6.72  | 0.05 | n.s. |

T: temperatura ambiental (°C); H: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad; P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH (0-14); DE: desviación estándar; n.s.: no significativo; \* P<0.05; \*\*P<0.01; \*\*\*P<0.001.

#### 4.5 Algunas características de infraestructura, alimentación y sanidad de los predios ganaderos que crían bovino Holstein.

##### 4.5.1 Características generales de las explotaciones

Todos las explotaciones de ganado vacuno Holstein de los cinco sectores encuestados (Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumararra, Kerapata y Ccanabamba), proveen de manera independiente leche a la empresa Tambo Grande y utilizan el sistema productivo semi-intensivo y el ordeño a mano sin ternero, dos veces por día. Esto significa que los productores hacen uso de los recursos forrajeros producidos en la misma finca (IICA, 2004) y otros insumos como las galletas descartadas por la empresa Tambo Grande.

#### 4.5.2 Características de infraestructura de las explotaciones

El 84% de las explotaciones disponen de establos o cobertizos para alojar a los bovinos (Tabla 9). Los cobertizos están contruidos a base de madera con techo de calamina y en la mayoría de estos cobertizos el piso es de tierra y/o concreto; solo en algunos casos se observó cobertizos con pisos de madera (23.1%). El resto de explotaciones estudiadas (16%) mantiene los vacunos a campo abierto. Solo en Pumararra se ubicó una explotación con corrales instalados. La mayoría de las explotaciones (80%), disponen de bebederos ubicados cerca a los cobertizos. Únicamente en el sector Ccanabamba los productores no tienen bebederos para los bovinos, ya que son trasladados directamente al río o manantiales donde se acondiciona un embalse para que beban el agua. Los comederos contruidos de cemento en los cobertizos están presentes en 66% de las explotaciones de los sectores Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumararra y Kerapata, se observó que el resto usa recipientes (tinajas, lavadores y otros) acondicionados como comederos. Respecto al ordeño lo realizan, Pumararra (100%) en establo con piso de tierra-concreto, Ccanabamba (80%) a campo abierto, Mosoccpampa (70%) y Ccorhuani (60%) en establo con piso de tierra y campo abierto, y Kerapata (40%) en establo con piso de tierra-concreto y campo abierto. Cabe mencionar que las explotaciones no cuentan con sombras, por lo que algunos vacunos quedan expuestos al sol en los días calurosos y otros son protegidos por sus propietarios estacándolos en lugares donde existen árboles y es mucho mejor cuando estos están ubicados cerca a fuentes de agua y zonas de pastoreo, ya que permite optimizar el uso de estos recursos, minimizando los costos de traslado (Pire, 2015).

**Tabla 9.** Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a infraestructura.

| Variables respecto a infra_estructura                    | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|--|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|  | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaranra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|  | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| Explotación posee establo                                |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 2                 | 20.0  | 42            | 84.0 |
| No   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 8                 | 80.0  | 8             | 16.0 |
| Explotación posee corrales                               |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 10            | 20.0 |
| No   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 40            | 80.0 |
| Explotación posee bebederos                              |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| SI   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 0                 | 0.0   | 40            | 80.0 |
| No   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 10                | 100.0 | 10            | 20.0 |
| Explotación posee comederos                              |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 7                  | 70.0  | 8                | 80.0  | 10               | 100.0 | 8               | 80.0  | 0                 | 0.0   | 33            | 66.0 |
| No   | 3                  | 30.0  | 2                | 20.0  | 0                | 0.0   | 2               | 20.0  | 10                | 100.0 | 17            | 34.0 |
| lugar de ordeño  |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Establo con piso de tierra                               | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Campo abierto  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 8                 | 80.0  | 8             | 16.0 |
| Establo con piso de tierra + campo abierto               | 7                  | 70.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 2               | 20.0  | 0                 | 0.0   | 15            | 30.0 |
| Establo con piso de concreto +establo con piso de tierra | 0                  | 0.0   | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 14            | 28.0 |
| Establo con piso de concreto + campo abierto             | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Establo con piso de madera                               | 3                  | 30.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 3             | 6.0  |
| Establo con piso de madera +campo abierto                | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 2                 | 20.0  | 2             | 4.0  |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.

### 4.5.3 Características de alimentación de las explotaciones

En todas las explotaciones se observó que la alimentación del ganado vacuno Holstein es a base de *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium sp*, *Medicago sativa*, *Lolium sp.* y *Zea mays*. Asimismo, 76% de los productores (Tabla 10) suplementan la alimentación de las vacas durante el periodo de lactación con una mezcla de afrecho, maíz molido y sal yodada o galletas descartadas por la empresa Tambo Grande; hechas a base de quinua y kiwicha. Por otro lado, el uso de ensilado de maíz en la alimentación del ganado solo pudo observarse en el sector Pumararra. Con todos los animales se practica el pastoreo con estaca durante el año, regando los pastos aproximadamente cada 15 días por inundación y aspersión. La fertilización de la tierra solo se realiza en 28% de las explotaciones, principalmente con estiércol de cuy y vaca en Mosoccpampa, Ccorhuani y Kerapata. El pastoreo con estaca es común en pequeños ganaderos, lo que es conveniente, porque se desperdicia poco pasto, sin embargo, requiere mucha mano de obra cuando se cambia a los animales de lugar (Blanco *et al.*, 2003). En la Tabla 10, el 38% de las explotaciones utiliza agua de red pública, 36% agua de manantial y red pública, 12% agua de acequia y red pública, 8% agua de río, acequia, manantial y red pública y 6% agua de acequia, manantial y red pública. Otro dato importante es que el 64% de las explotaciones no disponen de agua en el lugar de pastoreo. El 44% de los animales abrevan por día dos veces y 56% más de dos veces, esto sucede en la mayoría de las explotaciones a las 12:00 pm y 3:00 pm. Destacamos que un deficiente abastecimiento de agua (cantidad y calidad) en el lugar de pastoreo, repercute en las funciones vitales de la vaca (Vidaurreta, 2016).

**Tabla 10.** Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a la alimentación.

| Variables respecto a la alimentación                       | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|--|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|  | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaranra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|  | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| Suplementación alimentaria según el estado fisiológico     |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 6               | 60.0  | 2                 | 20.0  | 38            | 76.0 |
| No   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 8                 | 80.0  | 12            | 24.0 |
| Uso del ensilaje/heno en la alimentación de los vacunos    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 10            | 20.0 |
| No   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 40            | 80.0 |
| Fertiliza pastos   |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 2                  | 20.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 6               | 60.0  | 0                 | 0.0   | 14            | 28.0 |
| No   | 8                  | 80.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 4               | 40.0  | 10                | 100.0 | 36            | 72.0 |
| Uso de insecticidas o plaguicidas en los pastos cultivados |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 2                  | 20.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 2             | 4.0  |
| No   | 8                  | 80.0  | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 48            | 96.0 |
| Procedencia del agua utilizada para la crianza de vacunos  |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Red pública  | 5                  | 50.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 6               | 60.0  | 8                 | 80.0  | 19            | 38.0 |
| Manantial + red pública                                    | 2                  | 20.0  | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 4               | 40.0  | 2                 | 20.0  | 18            | 36.0 |
| Acequia + manantial + red pública                          | 3                  | 30.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 3             | 6.0  |
| Acequia + red pública                                      | 0                  | 0.0   | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 6             | 12.0 |
| Río + acequia + manantial + red pública                    | 0                  | 0.0   | 4                | 40.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Disposición de fuentes de agua en el lugar de pastoreo     |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 2                  | 20.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 2                 | 20.0  | 18            | 36.0 |
| No   | 8                  | 80.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 8                 | 80.0  | 32            | 64.0 |
| Número de veces que abrevan los animales al día            |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Dos  | 6                  | 60.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 0                 | 0.0   | 22            | 44.0 |
| Más de dos   | 4                  | 40.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 10                | 100.0 | 28            | 56.0 |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.



#### 4.5.4 Características de sanidad de las explotaciones

Como se observa en la Tabla 11, el 64% de las explotaciones desparasitan internamente a sus animales dos veces por año y 36% más de dos veces. La desparasitación externa no se realiza en Ccanabamba y Ccorhuani, pero sí en Mosoccpampa y Pumaránra, una vez al año, y en Kerapata, dos o más veces por año. El 64% de los productores de Mosoccpampa, Kerapata, Ccorhuani y Ccanabamba, manifiestan haber tenido casos de mastitis bovina; asimismo, indican que la leche con trazas de antibióticos es destinada al consumo de terneros y/o canes (84%), o para producir queso (16%). Estos residuos presentes en la leche y sus derivados, pueden provocar efectos adversos en los humanos por lo que representan un riesgo en la salud pública (Máttar *et al.*, 2009).

**Tabla 11.** Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a la sanidad.

| Variables respecto a la sanidad                             | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|---|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|   | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaránra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|   | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| Número de desparasitación externa al año                    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Ninguna   | 8                  | 80.0  | 10               | 100.0 | 0                | 0.0   | 2               | 20.0  | 10                | 100.0 | 30            | 60.0 |
| Una   | 2                  | 20.0  | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 12            | 24.0 |
| Dos   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Más de dos  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Número de desparasitación interna al año                    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Dos   | 2                  | 20.0  | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 10                | 100.0 | 32            | 64.0 |
| Más de dos  | 8                  | 80.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 0                 | 0.0   | 18            | 36.0 |
| Uso de la leche cuando se administra antibióticos a la vaca |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| La utiliza  | 0                  | 0.0   | 8                | 80.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 8             | 16.0 |
| La desecha  | 10                 | 100.0 | 2                | 20.0  | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 42            | 84.0 |
| La vende  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.

#### 4.5.5 Otros aspectos

Los productores encuestados perciben que en los últimos años la sensación de calor y frío se ha acentuado. Así mismo, que el caudal de agua para riego es insuficiente en comparación con años pasados (Tabla 12). Esta situación es muy evidente en los meses de junio, julio y agosto, donde los pastos son escasos para la alimentación del ganado debido a una irrigación deficiente, sobre todo en las propiedades de mayor extensión. Por otra parte, es alentador saber que el 75% de productores continuará con la producción de leche a pesar de los inconvenientes climáticos, disponibilidad de agua y pastos. En relación a lo encontrado por nosotros habría que mencionar que a nivel global, la variación de la temperatura y precipitación pluvial, presencia de heladas y sequías, reducen la productividad animal y agrícola (Gómez *et al.*, 2009).

**Tabla 12.** Porcentaje de explotaciones bovinas que cumplen una característica respecto a otros aspectos.

| Variables respecto a otros aspectos           | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|---|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|   | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaranra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|   | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| Presencia de problemas en la explotación      |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Escasez de pastos naturales                   | 0                  | 0.0   | 4                | 40.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Escasez de agua + Escasez de pastos naturales | 10                 | 100.0 | 6                | 60.0  | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 46            | 92.0 |
| Continuidad en la producción de leche         |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 5                  | 50.0  | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 6               | 60.0  | 10                | 100.0 | 41            | 82.0 |
| No  | 5                  | 50.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 9             | 18.0 |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.

#### 4.5.6 Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM)

La matriz de discriminación obtenida en el ACM indica que las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión son (Tabla 13.1 y 13.2): EPCR, EPCM, SASEF, UEHAV, UIPPC, PACV, DFALP, AAM, NDEA y PPE. Mientras que en la segunda dimensión están: EPE, EPB, LO, FP, NVAAD, NDIA, ULCAAV y CPL. La medida de la varianza explicada por cada dimensión es 36.17% y 26.70%, respectivamente, totalizando un 62.87%. Se observa que la primera dimensión está conformada principalmente por variables relacionadas con la infraestructura, desparasitación externa y suplementación alimentaria. La segunda dimensión está conformada por variables relacionadas con la infraestructura, desparasitación interna y uso de la leche con antibióticos (Tabla 13.1 y 13.2). La consistencia interna de los datos es alta (Alfa de Cronbach igual a 0.872).

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en la primera dimensión fueron EPCR (0.754) y UEHAV (0.754) y en la segunda LO (0.85) (Figura 4; Tabla 13.1 y 13.2).

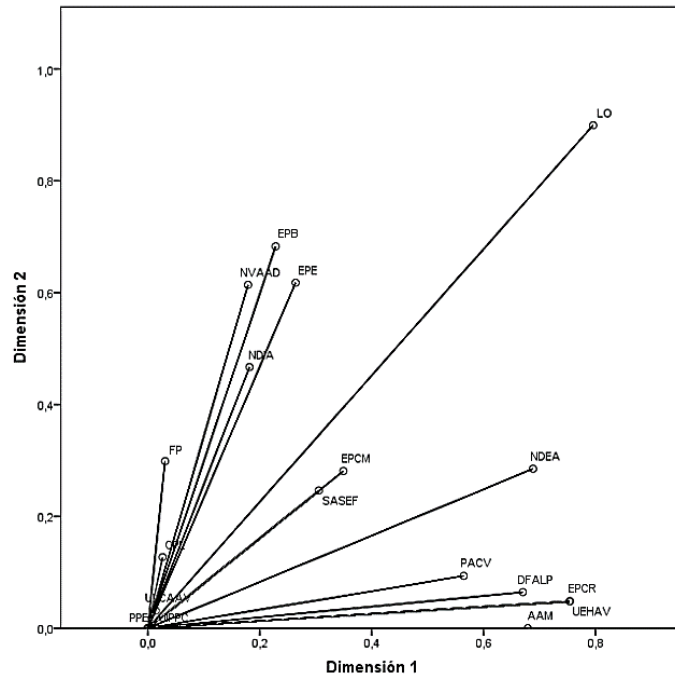
**Tabla 13.1** Matriz de discriminación de 18 variables cualitativas respecto a las explotaciones bovinas (ACM).

| Variables cualitativas   | Categorías                   | Dimensión |       | Media |
|--|------------------------------|-----------|-------|-------|
|  |                              | 1         | 2     |       |
| Explotación posee establo (EPE)                                    | Si                           | 0.264     | 0.618 | 0.441 |
|  | No                           |           |       |       |
| Explotación posee corrales (EPCR)                                  | Si                           | 0.754     | 0.048 | 0.401 |
|  | No                           |           |       |       |
| Explotación posee bebederos (EPB)                                  | Si                           | 0.229     | 0.683 | 0.456 |
|  | No                           |           |       |       |
| Explotación posee comederos (EPCM)                                 | Si                           | 0.350     | 0.281 | 0.315 |
|  | No                           |           |       |       |
| Lugar de ordeño (LO)   | Establo con piso de concreto | 0.796     | 0.899 | 0.848 |
|  | Establo con piso de tierra   |           |       |       |
|  | Corral con piso de concreto  |           |       |       |
|  | Corral con piso de tierra    |           |       |       |
|  | Sala de ordeño               |           |       |       |
|  | Campo abierto                |           |       |       |
|  |                              |           |       |       |
| Suplementación alimentaria según el estado fisiológico (SASEF)     | Si                           | 0.306     | 0.247 | 0.276 |
|  | No                           |           |       |       |
| Uso del ensilaje/heno en la alimentación de los vacunos (UEHAV)    | Si                           | 0.754     | 0.048 | 0.401 |
|  | No                           |           |       |       |
| Fertiliza pastos (FP)  | Si                           | 0.031     | 0.299 | 0.165 |
|  | No                           |           |       |       |
| Uso de insecticidas o plaguicidas en los pastos cultivados (UIPPC) | Si                           | 0.015     | 0.001 | 0.008 |
|  | No                           |           |       |       |
| Procedencia del agua utilizada para la crianza de vacunos (PACV)   | Rio                          | 0.565     | 0.094 | 0.329 |
|  | Laguna (L)                   |           |       |       |
|  | Acequia (A)                  |           |       |       |
|  | Manantial (M)                |           |       |       |
|  | Red pública (RP)             |           |       |       |
|  | M+RP                         |           |       |       |
|  | A+M+RP                       |           |       |       |
|  | A+RP                         |           |       |       |
|  | Río+A+M+RP                   |           |       |       |
|  |                              |           |       |       |
| Disposición de fuentes de agua en el lugar de pastoreo (DFALP)     | Si                           | 0.670     | 0.065 | 0.368 |
|  | No                           |           |       |       |

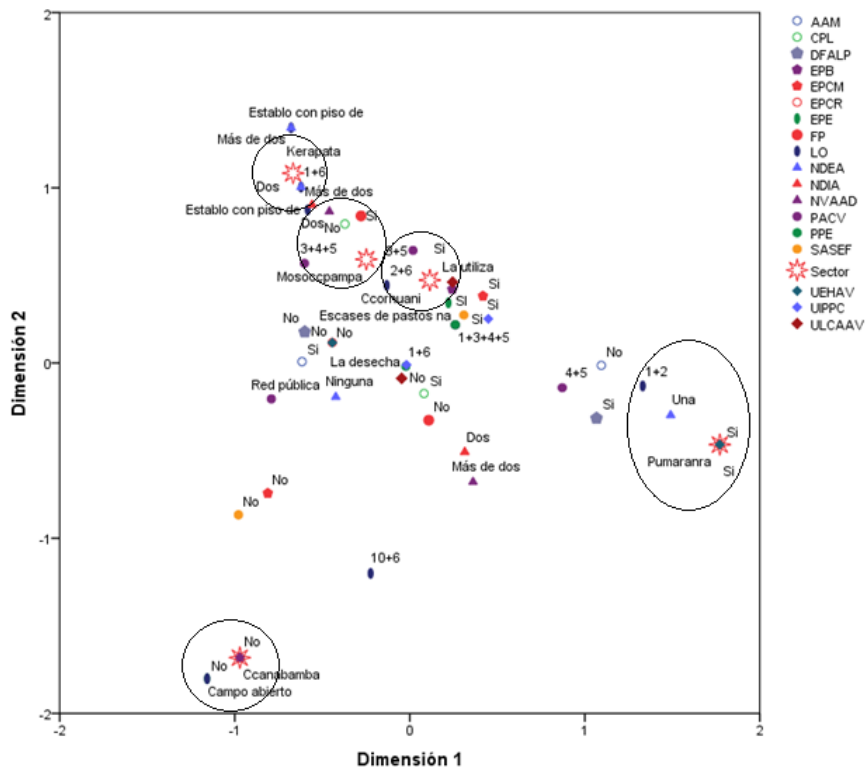
**Tabla 13.2** Matriz de discriminación de 18 variables cualitativas respecto a las explotaciones bovinas (ACM).

| Variables cualitativas   | Categoría                         | Dimensión |        | Media  |
|--|-----------------------------------|-----------|--------|--------|
|  |                                   | 1         | 2      |        |
| Número de veces que abrevan los animales al día (NVAAD)              | Una                               | 0.179     | 0.614  | 0.396  |
|  | Dos                               |           |        |        |
|  | Más de dos                        |           |        |        |
| Animales con antecedentes de mastitis (AAM)                          | Si                                | 0.679     | 0.000  | 0.340  |
|  | No                                |           |        |        |
| Número de desparasitación externa al año (NDEA)                      | Ninguna                           | 0.688     | 0.285  | 0.487  |
|  | Una                               |           |        |        |
|  | Dos                               |           |        |        |
| Número de desparasitación interna al año (NDIA)                      | Ninguna                           | 0.181     | 0.467  | 0.324  |
|  | Una                               |           |        |        |
|  | Dos                               |           |        |        |
| Uso de la leche cuando se administra antibióticos a la vaca (ULCAAV) | La utiliza                        | 0.014     | 0.031  | 0.023  |
|  | La desecha                        |           |        |        |
|  | La vende                          |           |        |        |
| Presencia de problemas en la explotación (PPE)                       | Escasez de agua (EA)              | 0.008     | 0.000  | 0.004  |
|  | Contaminación del aire            |           |        |        |
|  | Contaminación del suelo           |           |        |        |
|  | Erosión del suelo                 |           |        |        |
|  | Sobrepastoreo                     |           |        |        |
|  | Escasez de pastos naturales (EPN) |           |        |        |
|  | EA+EPN                            |           |        |        |
| Continuidad en la producción de leche (CPL)                          | Si                                | 0.026     | 0.127  | 0.077  |
|  | No                                |           |        |        |
| % de la varianza   |                                   | 36.166    | 26.699 | 31.433 |

Alfa de Cronbach promedio igual a 0.872



**Figura 4.** Medidas de discriminación de variables cualitativas en las explotaciones bovinas.



**Figura 5.** Asociación de las categorías variables en los cinco sectores, Tamburco.

En la Figura 5 obtenida a través del ACM, se observan las categorías de las variables cualitativas que más discriminan a las explotaciones bovinas de los cinco sectores (encerrados en un círculo). Las categorías más discriminatorias son las siguientes (Figura 5, Tabla 13.1 y 13.2):

#### **En las explotaciones bovinas de Mosoccpampa:**

- El agua utilizada para la crianza de vacunos procede de manantes, red pública y acequia, en 30%.
- Las vacas abrevan dos veces por día, en 60%.
- Fertilizan sus pastos haciendo uso de estiércol de cuy y vaca, en 20%.
- Tienen deseos de continuar con la producción de leche en 50% de los casos.
- La media de producción de leche por la mañana está en 5.94 kg.
- La media de producción de leche por la tarde está en 4.88 kg.
- La media de densidad de la leche por la mañana y tarde está en 1.027 g/mL
- La media de pH de la leche por la mañana y tarde está en 6.7.

#### **En las explotaciones bovinas de Ccorhuani:**

- El ordeño por la mañana se realiza en establo con piso de tierra y el ordeño de la tarde en campo abierto, en el 60%.
- El agua utilizada para la crianza de vacunos procede de la red pública y acequia, en 60%.
- Las explotaciones poseen bebederos, 100%.
- Utilizan la leche cuando se administra antibióticos a la vaca, para procesar queso, en 80%.

- La media de producción de leche por la mañana está en 6.86 kg.
- La media de producción de leche por la tarde está en 5.45 kg.
- La media de densidad de la leche por la mañana y tarde está en 1.028 g/mL
- La media de pH de la leche por la mañana y tarde está en 6.7.

#### **En las explotaciones bovinas de Pumaranra:**

- El ordeño por la mañana y tarde se realiza en establo con piso de concreto y piso de tierra, en el 100%.
- Realizan desparasitaciones externas una vez al año, 100%.
- Poseen corrales, 100%.
- Usan ensilado de maíz en la alimentación de los vacunos, 100%.
- La media de producción de leche por la mañana está en 6.46 kg.
- La media de producción de leche por la tarde está en 5.19. kg.
- La media de densidad de la leche por la mañana y tarde está en 1.027 g/mL
- La media de pH de la leche por la mañana y tarde está en 6.7.

#### **En las explotaciones bovinas de Kerapata:**

- Realizan desparasitación externa dos veces al año, en 40%.
- Realizan desparasitación interna más de dos veces por año, en 100%.
- El ordeño se realiza en establo con piso de concreto y a campo abierto en 40%.
- La media de producción de leche por la mañana está en 5.52 kg.
- La media de producción de leche por la tarde está en 4.51 kg.
- La media de densidad de la leche por la mañana está en 1.027 g/mL



- La media de densidad de la leche por la tarde está en 1.028 g/mL
- La media de pH de la leche por la mañana y tarde está en 6.7.

**En las explotaciones bovinas de Ccanabamba:**

- El ordeño por la mañana y tarde se realiza en campo abierto, en 80%.
- No poseen bebederos, en 100%.
- No poseen establo o cobertizo, en 80%.
- La media de producción de leche por la mañana está en 6.20 kg.
- La media de producción de leche por la tarde está en 4.30 kg.
- La media de densidad de la leche por la mañana y tarde está en 1.028 g/mL
- La media de pH de la leche por la mañana y tarde está en 6.7.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- En los sectores Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumararra, Kerapata y Ccanabamba del distrito de Tamburco, durante la mañana en los meses de octubre y noviembre, existe una correlación inversa entre la humedad con la producción (-0.396) y densidad (-0.424) de la leche de los vacunos Holstein, y por la tarde, la producción de leche correlaciona inversamente con la temperatura ambiental (-0.374) e ITH (-0.350).
- El ITH por la mañana, en las explotaciones de ganado vacuno Holstein del distrito de Tamburco, se encuentra en promedio dentro del rango considerado como zona de confort térmico ( $\leq 70$ ), y por la tarde está por encima, lo que provoca, sumado a otros factores, que disminuya la producción láctea.
- En Mosoccpampa, Ccorhuani, Pumararra, Kerapata y Ccanabamba del distrito de Tamburco existe el sistema productivo semi-intensivo y se practica el ordeño a mano sin ternero, dos veces por día; en su mayoría disponen de establos o cobertizos (84%) para alojar a los bovinos y no disponen de fuentes de agua en el lugar de pastoreo (64%).

## 5.2 Recomendaciones

- Se debe monitorear la temperatura y humedad relativa ambiental de las zonas productoras de leche de la región de Apurímac, e informar a los productores para que puedan adecuar sus sistemas de manejo animal y se evite la disminución de la productividad.
- Realizar estudios similares en zonas donde haya una mayor población de bovino lechero, incluyendo otras variables ambientales, fisiológicas de la vaca y propias a la composición química de la leche.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Alais, CH. 1985. Ciencia de la leche. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A. p.873.
2. Arias, R.A.; Mader, T.L.; Escobar, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch. Med. Vet., 40: 7-22.
3. Arieli, A.; Adin, G.; Bruckental, I. 2004. The effect of protein intake on performance of cows in hot environmental temperatures. J. Dairy Sci., 87: 620-629.
4. Barash, H.; Silanikove, N.; Shamay, A.; Ezra, E. 2001. Interrelations among ambient temperature, day length, and milk yield in dairy cows under mediterranean climate. J. Dairy Sci., 84: 2314-2320.
5. Berman, A.; Folman, Y. M.; Kaim, M.; Mamen, Z.; Herz, D.; Wolfenson, A.; Graber, Y. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high yielding dairy cows in a tropical climate. J. Dairy Sci., 68: 488-495.
6. Bianca, W. 1965. Reviews of the progress of dairy science. Section a physiology cattle in a hot environment. J. Dairy Res., 32: 291-345.
7. Bianca, W. 1968. Thermoregulation. En: Hafez E.S. (Ed.), Adaptation of domestic animals. Philadelphia, USA: Lea & Febiger. pp. 97-118
8. Bianca, W. 1972. Termorregulación. En: Hafez E.S. (Ed.), Adaptación de los animales de granja. México: Herrero. pp. 135-162.



9. Blanco, M.S.; Malaver, M.; Peso, S. 2003. Manual práctico de ganadería: alimentación animal, sanidad animal, mejoramiento ganadero. Manuales técnicos 24. ITDG LA, Lima.
10. Bojorquez, C. 1996. Alimentación a base de pasturas. I curso nacional de nutrición y alimentación animal. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia, Huancayo, Perú.
11. Buffington, D.E.; Collier, R.J.; Canton, G.H. 1983. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Transactions of the ASAE, 26(6): 1798-1801.
12. Burgos, Z.R.; Collier, R.J. 2011. Feeding strategies for high-producing dairy cows during periods of elevated heat and humidity. Tri-state dairy nutrition conference, april 19 and 20, EEUU, pp. 111-115.
13. Calderón, A.; Rodríguez, V.; Vélez, S. 2007. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. Rev. MVZ Córdoba, 12(1): 912-920.
14. Calvache, G.I; Navas, P.A. 2012. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. Rev. Cienc. Anim., 5: 73-85.
15. Casas, A. 2010. Curso de módulo de bovinos I. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia, Huancayo, Perú.
16. Celiz, M.; Juárez, D. 2009. Microbiología de la leche. Seminario de procesos fundamentales físico - químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en Medio Ambiente. Laboratorio de Química F.R. Bahía Blanca. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.



17. Christison, G.I.; Milligan, J.D. 1974. A seven year study of winter performance of feedlot steers in western Canada. Proceeding of the International Livestock Environment Symposium, University of Nebraska-Lincoln, USA. pp. 296-300.
18. Collier, R.J.; Beede, D.K.; Thatcher, W.W.; Israel, L.A.; Wilcox, C.J. 1982. Influence of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.*, 65: 2213-2227.
19. Contreras, C.M.; Manríquez, H.E. 2014. Factores climáticos y su relación con la producción de leche del día de control en vacas Siboney. Tesis de grado. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur.
20. Cruz, B.G. 2009. Biometeorología del calor sobre la producción de leche de vacas Holstein en Uruguay. Tesis de maestría. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
21. Da Silva, R.G. 2006. Weather and climate and animal production. In Update of the guide to agricultural meteorological practices. WMO-No.134 published in 1982.
22. Du Preez, J.H.; Hattingh, P.J.; Giesecke, W.H.; Einsenberg, B.E. 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. III. Monthly Temperature-humidity Index mean values and their significance in the performance of dairy cattle. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 57: 243-248.
23. Echarte, L.; Prando, D.; Maggiora, A. 2002. Altas temperaturas y producción de huevos en tres localidades del sudeste de Buenos Aires. Resúmenes IX Reunión Argentina de Agrometeorología. Asoc. Argentina de Agrometeorología. Córdoba, Argentina.



24. Echavarría, A.; Miazzi, R. 2002. El ambiente en la producción animal. En: [http://www.produccionbovina.com/clima\\_y\\_ambientacion/01el\\_ambiente\\_en\\_la\\_produccion\\_animal.htm](http://www.produccionbovina.com/clima_y_ambientacion/01el_ambiente_en_la_produccion_animal.htm) (Consulta: 04 de enero de 2017).
25. Echeverri, Z.J.J.; Restrepo, L.F. 2006. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos municipios de Antioquia-Colombia. *Lasallista de investigación*, 6(1): 50-57.
26. Empresa agroindustrial Tambo Grande. 2017. Tamburco, Abancay. En: <http://www.tambogrande.pe> (Consulta: 04 de enero de 2017).
27. Flamenbaum, I. 2008. Manejo del estrés calórico del ganado lechero en entorno tropical y subtropical. En X Congreso Panamericano para la Leche. Costa Rica: FEPALE.
28. Fox, P.F.; McSweeney, P.L.H. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry*. Blackie Academic & Professional, Londres. p. 478.
29. Gave, A. 2010. Caracterización de la actividad lechera en la provincia de Jauja. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia, Huancayo, Perú.
30. Gobierno regional de Apurímac. 2012. Estrategia regional frente al cambio climático de la región Apurímac-ERFCC Apurímac. pp. 11-17.
31. Gómez, B.C.; Fernández, C.M. 2009. Análisis comparativo de las emisiones de metano y efecto del cambio climático sobre la ganadería en el Perú. En: SEPIA XIII, tema I: Los impactos del cambio climático sobre el agua y el manejo de los recursos naturales. Cusco, 10 al 13 de agosto.



32. Gutiérrez, R.H.; Trujillo, V.G.; Martínez, F.M. 2010. Plan estratégico del sector ganadero bovino en el Perú. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
33. Hansen, P.J.; Thatcher, W.W.; Ealy, A.D. 1992. Methods for reducing effects of heat stress on pregnancy. In Van Horn H. H. and Wilcox C. J. (Eds), Large Dairy Herd Management. Champaign, IL, American Dairy Science Association. pp. 116-125.
34. Hernández, G.F. 2009. Efectos de la temperatura ambiental elevada en vacas de doble propósito en diferentes momentos del posparto en un hato en Cuitláhuac, Veracruz. Tesis de grado. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
35. Huamán, T. 2006. Determinación de índices productivos y reproductivos del ganado vacuno lechero Holstein del establo la Colombina. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia, Huancayo, Perú.
36. IICA, 2004. Estudio comparativo de dos sistemas de producción de leche: pastoreo y confinamiento, San José de Costa Rica, p 62.
37. Igono, M.O.; Bjotvedt, G.; Sanford-Crane, H.T. 1992. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J. Biometeorol*, 36: 77-87.
38. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). 2010. Norma Técnica Peruana (NTP) 202.001. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. Lima, Perú.



39. Instituto Nacional de Estadística e Informática (NEI). 2016. IV Censo Nacional Agropecuario, 2012. Página web oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. En: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/?id=CensosNacionales> (Consulta: 26 de diciembre de 2016).
40. Instituto Nacional de Estadística e Informática-Ministerio Nacional de Agricultura. 2012. Población de ganado bovino en el Perú. IV Censo Nacional Agrario, 2012. En:<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesI VCENAGRO.pdf> (Consulta: 5 de setiembre de 2016).
41. Jiménez, L.M. 2005. Estrés por calor en vacas de leche. En: <http://62.174.80.130/articulos/n171/A17105.pdf>.
42. Johnson, H.D. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. En: Moberg, G.P. (Ed), Limiting the effects of stress on cattle. Western Regional Research Publication #009 and Utah Agricultural Experimental Station Re-search Bulletin, 512: 33-45.
43. Johnson, H.D. 1987. Bioclimates and livestock. En: Johnson, H.D. (Ed.), Bioclimatology and the adaptation of livestock. St. Louis MO: Elsevier. p. 3-15.
44. Johnson, H.D.; Kibler, H.H.; Ragsdale, A.C.; Berry, I.L.; Shanklin, M.D. 1961. Role of heat tolerance and production level in response of lactating Holstein to various temperature-humidity conditions. J. Dairy Sci., 44:1191.

45. Johnson, H.D.; Vanjonack, W.J. 1976. Effects of environmental and the other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *J. Dairy Sci.*, 59(9): 1063-1617.
46. Jordana, J.; Delgado J. 2015. Una visión socio-económica de la conservación de las razas y sistemas locales basada en sus productos diferenciados. *Rv. AICA*, 6:1-15.
47. Kadzere, C.T.; Murphy, M.R.; Silanikove, N.; Maltz, E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 77: 59-91.
48. Koeslag, J.H. 2008. *Bovinos de leche*. México: Editorial Trillas.
49. Lazo, C. 2006. *Tecnología para el riego*. CONCYTEC. Lima-Perú.
50. Lesur, L. 2008. *Manual de ganado bovino para leche*. México: Editorial Trillas.
51. Leyva-Corona, J.C.; Armenta-Castelo, D.I.; Zamorano-Algandar, R.; Thomas, M.G.; Rincon, G.; Medrano, J.F.; Rivera-Acuña, F.; Reyna-Granados, J.R.; Luna-Nevárez, P. 2015. Variables climáticas asociadas a la producción de leche en vacas Holstein criadas bajo condiciones de estrés por calor del Valle del Yaqui, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 11(1): 1-11.
52. Mantari, C. 1997. *Establecimiento de praderas alto andinas bajo riego*. Ministerio de Agricultura, Dirección Regional de Agricultura. Huancayo, Perú.
53. Martínez, M.A. 2006. Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero: estrés por calor. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*, 7(10): 1-22.



54. Máttar, S.; Calderón, A.; Sotelo, D.; Sierra, M.; Tordecilla, G. 2009. Detección de antibióticos en leche: un problema de salud pública. *Rev. salud pública*, 11 (4): 579-590.
55. Mc Dowell, R.E.; Hooven, N.W.; Camoens, J.K. 1976. Effect of climate on performance of Holstein in first lactation. *J. Dairy Sci.*, 59(5): 965-973.
56. Meruane, C; Garreaud, R. 2015. Determinación de la humedad en la atmósfera. En: Muñoz, R. Primera versión DGF. En: <http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/modHR.pdf> (Consulta: 04 de enero de 2017).
57. Ministerio de Agricultura, 2012. Ganaderos de Apurímac se modernizan y tecnifican gracias a la asociatividad. Dirección General de Competitividad Agraria, Nota de prensa, DIA-DGCA/JAG-7.
58. Ministerio de Agricultura y Riego, 2017. Clima de la sierra y Selva. Centro de Predicción Numérica del Tiempo y Clima Instituto Geofísico del Perú. En: <http://minagri.gob.pe/portal/datero/53-sector-agrario/el-clima> (Consulta: 26 de junio de 2018).
59. Morillo, D. 1994. Efectos de la época sobre la producción forrajera y bovina. *Rev. Fac. Agron.*, 11(2):152. En: [www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web)  
[seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EPPFI](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web)  
[H/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web). (Consulta: 28 de abril de 2018).
60. Muller, C.J.C.; Botha, J.A.; Smith, W.A. 1994. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a mediterranean climate in South Africa. Feed intake, milk production and milk composition. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 24(2): 49-55.



61. Munguía, J.L. 2010. Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche. Proyecto Occidente Ganadero, Technoserve. Nicaragua.
62. Municipalidad Distrital de Tamburco. 2016. Plan local de seguridad ciudadana del distrito de Tamburco. Comité distrital de seguridad ciudadana-CODISEC.
63. National Research Council. 1981. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. National Academy Press. Washington DC, USA.
64. Navidi, W. 2006. Estadística para ingenieros y científicos. México: Editorial McGraw Hill/Interamericana. pp. 623-659.
65. Negri, L.M. 2005. EL pH y la acidez de la leche. Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2° ed. INTA.
66. Oberto, M.; Reitú, M.; Pirra, M.A. 2006. Estrés calórico: ¿Qué podemos hacer? ¿Dietas frías, manejo del ambiente? Producir XXI. Argentina. En: <http://www.produccionbovina.com.ar/climayambientación.pdf>.
67. Olivares, B.O.; Guevara, E.; Oliveros, Y.; López, L. 2013. Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 31(3): 209-223.
68. Oliveros, Y. 2008. Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde. *Revista Zootecnia Tropical*, 26(4):531-537.



69. Ominski, K.H.; Kennedy, A.D.; Wittenberg, K.M.; Moshtaghi, S.A. 2002. Physiological and productin reponses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress. *J. Dairy Sci.*, 85: 730-737.
70. Osvaldo, B. 2000. Caracterización de los sistemas de producción caprina en el oeste pampeano. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, departamento de producción animal, España.
71. Oviedo, H.C.; Campo, A.A. 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Rev. Colomb. Psiquiatr.*, 34:572-80.
72. PG (2017-2021). 2017. Diagnóstico de crianzas priorizadas para el Plan Ganadero 2017-2021, Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Políticas Agrarias, Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Lima-Perú.
73. Padilla, J.F. 2006. Crianza de vacas lecheras. Lima, Perú: Editorial Macro EIRL.
74. Periago, C.M.J. 2013. Higiene inspección y control alimentario: Tema 2: higiene, inspección y control de calidad de la leche. Depto. de Bromatología e Inspección de Alimentos, Universidad de Murcia, Murcia, España. pp. 17-19.
75. Pire, E. 2015. Disposición de los árboles de sombra para la ganadería. Blog Contexto Ganadero. En: <http://www.contextoganadero.com/blog/bgs-disposicion-de-los-arboles-de-sombra-para-la-ganaderia-falta-foto> (Consulta: 31 de julio de 2018).
76. Regan, W.M.; Richardson, G.A. 1938. Reactions of the dairy cows to changes in environmental temperature. *J. Dairy Sci.*, 21: 73-79.



77. Rhoads, M.L.; Rhoads, R.P.; Van Baale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R.; Weber, W.J.; Crooker, B.A.; Baumgard, L.H. 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *J Dairy Sci.*, 92: 1986–1997.
78. Rodrigo, M.; María, J. 1996. Efecto de la temperatura ambiental, la humedad relativa y la velocidad del viento sobre la producción lechera de vacas Holstein Friesian en el primer tercio de la lactancia. Tesis de grado. Universidad de Concepción, Chile.
79. Ruiz, G.L.F.; Sandoval, M.R.; Pizarro, P.J.; Carcelén, C.F. 2017. Severidad y duración del estrés calórico en terneras y vaquillas de las principales localidades de lechería intensiva del departamento de Lima, Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 28(3): 505-513.
80. Sánchez, F. 2012. El estrés calórico disminuye la producción de leche y la fertilidad en los meses de julio, agosto y septiembre en hatos de la Comarca Lagunera de México. Tesis de grado. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Coahuila, México.
81. Sandoval, R.; Delgado, A.; Ruiz, L.F. 2017. Severidad y duración del estrés calórico en las principales localidades de la cuenca lechera de Lima. *Rev. Actualidad Ganadera*, 30: 8-10.
82. Schimmelpfennig, D.; Lewandrowski, J.; Reilly, J.; Tsigas, M.; Parry, I. 1996. Agricultural adaptation to climate change: issues of longrun sustainability. Agricultural Economic Report No. AER740, USDA, USA.
83. Seath, D.M.; Miller, G.D. 1946. Effect of warm weather on grazing performance of milking cows. *J. Dairy Sci.* 29: 199-206.



84. Serradilla, J.M. 1996. Control lechero y selección de caprino. En: Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo IX. Producción caprina. Coord. Buxadé, Carlos. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. p. 336.
85. Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest Prod. Sci.*, 67: 1-18.
86. Singh, H.; McCarthy, O.J.; Lucey, J.A. 1997. Physico-chemical properties of milk. En Fox P.F. (Ed.), *Advanced dairy chemistry: Lactose, water, salts and vitamins*. Londres: Chapman & Hall. pp. 470-518.
87. SPSS Inc. 2011. *IBM SPSS Statistics 20 Core System. User's guide*, Chicago, Illinois, USA.
88. Starr, J.R. 1988. Weather, climate and animal performance. Technical Note N° 190. World Meteorological Organization - N° 684. ISBN 92-63-10684-3.
89. St-Pierre, N.R.; Cobanov, B.; Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US Livestock Industries. *J. Dairy Sci.* 86 (E. Suppl.):E52–E77.
90. Thom, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*, 12: 57-59.
91. Valerio, D.; Garcia, A.; Acero, R.; Perea, J.; Tapia, M.; Romero, M. 2010. Caracterización estructural del sistema ovino-caprino de la Región Noroeste de Republica Dominicana. *Arch. Zootec.*, 59(227): 333-343.
92. Valtorta, S.E.; Gallardo, M.R. 1996. El estrés por calor en producción lechera. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Rafaela, Argentina. *Miscelánea N° 81*. pp. 173-185.
93. Valtorta, S.; Leva, P.; Castro, H.; Gallardo, M.; Maciel, M.; Guglielmone, A.; Anzani, O. 1998. Producción de leche en verano. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. p. 109.



94. Vélez de Villa, V.E. 2013. Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. pp. 2-10.
95. Vieiria de Sá, F. 1965. Lechería tropical. México: Editorial UTECA.
96. Viera, V.M.A. 2013. Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el valle del Mantaro. Tesis de grado. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
97. Vidaurreta, I. 2016. Calidad y disponibilidad de agua para los bovinos en producción. En: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/calidad-disponibilidad-agua-bovinos-t39470.htm>. (Consulta: 01 de agosto de 2018).
98. West, J. 1994. Interactions of energy and bovine somatotropin with heat stress. *J. Dairy Sci.*, 77: 2091-2102.
99. West, J. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 86: 2131-2144.
100. WingChing-Jones, R.; Pérez, R.; Salazar, E. 2008. Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado Jersey en el trópico húmedo: el caso del Módulo Lechero-SDA/UCMR. *Agronomía Costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 32(1): 87-94.
101. World Meteorological Organization. 1989. Animal health and production at extremes of weather. Technical Note N° 191. Geneva. p. 181.





102. Yang, W.; Beauchemin, K. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Digestion and milk production. *Journal Dairy Science*, 90: 3410-3421.
103. Young, B.A. 1981. Cold stress as it affects animal production. *J. Anim Sci.*, 52: 154-163.

# ANEXOS



**Tabla 14.1** Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH por la mañana y tarde en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.

| Sector      | Productor | N° Observación (vacas) | Edad (años) | Periodo de lactación (meses) | Mañana |       |     |      |      | Tarde |     |       |     |      |      |      |
|-------------|-----------|------------------------|-------------|------------------------------|--------|-------|-----|------|------|-------|-----|-------|-----|------|------|------|
|             |           |                        |             |                              | P      | D     | PH  | T    | H    | ITH   | P   | D     | PH  | T    | H    | ITH  |
| Mosoccpampa | 1         | 1                      | 5           | 4                            | 8.0    | 1.026 | 6.8 | 13.5 | 79.0 | 56.5  | 6.1 | 1.027 | 6.6 | 26.3 | 55.4 | 74.1 |
|             |           | 2                      | 4           | 8                            | 6.2    | 1.027 | 6.7 | 13.7 | 78.9 | 56.8  | 5.0 | 1.028 | 6.7 | 26.3 | 56.3 | 74.2 |
|             | 2         | 3                      | 5           | 8                            | 6.4    | 1.027 | 6.7 | 12.8 | 79.8 | 55.3  | 5.0 | 1.027 | 6.6 | 24.3 | 54.5 | 71.3 |
|             |           | 4                      | 8           | 8                            | 5.2    | 1.026 | 6.6 | 13.0 | 79.0 | 55.7  | 5.7 | 1.027 | 6.6 | 24.3 | 54.8 | 71.3 |
|             |           | 5                      | 6           | 4                            | 6.6    | 1.027 | 6.6 | 13.2 | 79.0 | 56.0  | 5.3 | 1.026 | 6.7 | 24.0 | 55.0 | 70.9 |
|             | 3         | 6                      | 7           | 8                            | 5.3    | 1.026 | 6.6 | 12.0 | 80.1 | 54.0  | 4.5 | 1.027 | 6.7 | 25.6 | 55.0 | 73.1 |
|             |           | 7                      | 8           | 7                            | 4.8    | 1.026 | 6.7 | 12.7 | 80.0 | 55.2  | 3.2 | 1.027 | 6.7 | 25.2 | 55.3 | 72.6 |
|             | 4         | 8                      | 4           | 8                            | 5.5    | 1.027 | 6.6 | 12.5 | 78.5 | 54.9  | 5.0 | 1.027 | 6.6 | 23.8 | 55.5 | 70.7 |
|             |           | 9                      | 4           | 8                            | 7.3    | 1.027 | 6.7 | 12.5 | 78.3 | 54.9  | 5.2 | 1.027 | 6.7 | 23.6 | 56.1 | 70.5 |
|             |           | 10                     | 7           | 7                            | 4.1    | 1.027 | 6.6 | 12.9 | 78.3 | 55.5  | 3.8 | 1.027 | 6.7 | 23.5 | 56.3 | 70.3 |
| Ccorhuani   | 5         | 11                     | 3           | 4                            | 6.0    | 1.029 | 6.8 | 10.7 | 78.0 | 52.0  | 5.5 | 1.029 | 6.8 | 22.8 | 55.7 | 69.3 |
|             |           | 12                     | 3           | 4                            | 7.0    | 1.029 | 6.7 | 10.7 | 75.0 | 52.1  | 5.0 | 1.029 | 6.7 | 22.8 | 55.8 | 69.3 |
|             |           | 13                     | 6           | 3                            | 9.0    | 1.028 | 6.7 | 10.9 | 72.0 | 52.6  | 7.0 | 1.028 | 6.7 | 22.5 | 56.9 | 69.0 |
|             |           | 14                     | 5           | 5                            | 8.0    | 1.028 | 6.8 | 11.0 | 72.0 | 52.7  | 6.0 | 1.027 | 6.8 | 21.9 | 57.0 | 68.2 |
|             | 6         | 15                     | 4           | 6                            | 6.0    | 1.027 | 6.8 | 10.9 | 75.2 | 52.4  | 5.0 | 1.027 | 6.8 | 25.4 | 52.5 | 72.5 |
|             |           | 16                     | 4           | 5                            | 6.1    | 1.028 | 6.7 | 10.9 | 75.0 | 52.5  | 4.0 | 1.028 | 6.7 | 24.9 | 52.8 | 71.9 |
|             |           | 17                     | 5           | 4                            | 7.0    | 1.028 | 6.7 | 11.1 | 74.9 | 52.8  | 6.0 | 1.028 | 6.7 | 24.1 | 53.6 | 70.9 |
|             |           | 18                     | 6           | 6                            | 5.5    | 1.028 | 6.7 | 11.3 | 74.5 | 53.1  | 5.0 | 1.027 | 6.7 | 24.0 | 54.2 | 70.8 |
|             | 7         | 19                     | 5           | 5                            | 7.0    | 1.026 | 6.7 | 12.0 | 75.8 | 54.1  | 6.0 | 1.027 | 6.7 | 23.9 | 53.9 | 70.7 |
|             |           | 20                     | 6           | 7                            | 7.0    | 1.027 | 6.8 | 12.3 | 75.5 | 54.6  | 5.0 | 1.027 | 6.7 | 23.0 | 54.2 | 69.5 |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH: potencial de hidrogeniones; T: temperatura (°C); H: humedad (%); ITHM: índice de temperatura-humedad.

**Tabla 14.2** Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH por la mañana y tarde en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.

| Sector   | Productor | N° Observación (vacas) | Edad (años) | Periodo de lactación (meses) | Mañana |       |     |      |      | Tarde |     |       |     |      |      |      |
|----------|-----------|------------------------|-------------|------------------------------|--------|-------|-----|------|------|-------|-----|-------|-----|------|------|------|
|          |           |                        |             |                              | P      | D     | PH  | T    | H    | ITH   | P   | D     | PH  | T    | H    | ITH  |
| Pumarana | 8         | 21                     | 8           | 8                            | 3.8    | 1.026 | 6.6 | 9.2  | 80.1 | 49.5  | 2.8 | 1.027 | 6.6 | 25.8 | 53.6 | 73.2 |
|          |           | 22                     | 7           | 8                            | 4.0    | 1.027 | 6.7 | 9.2  | 80.1 | 49.5  | 3.6 | 1.027 | 6.7 | 25.3 | 53.6 | 72.5 |
|          |           | 23                     | 5           | 6                            | 5.2    | 1.027 | 6.7 | 9.8  | 79.0 | 50.6  | 4.7 | 1.027 | 6.7 | 24.9 | 53.8 | 72.0 |
|          |           | 24                     | 7           | 8                            | 4.7    | 1.027 | 6.7 | 9.8  | 79.0 | 50.6  | 3.2 | 1.026 | 6.7 | 24.9 | 53.9 | 72.0 |
|          |           | 25                     | 6           | 8                            | 5.2    | 1.027 | 6.6 | 10.0 | 78.8 | 50.9  | 5.0 | 1.026 | 6.7 | 24.5 | 53.9 | 71.5 |
|          |           | 26                     | 6           | 8                            | 5.0    | 1.026 | 6.7 | 10.0 | 78.0 | 50.9  | 4.3 | 1.027 | 6.7 | 24.3 | 54.0 | 71.2 |
|          |           | 27                     | 3           | 5                            | 9.0    | 1.027 | 6.8 | 11.5 | 77.6 | 53.3  | 7.0 | 1.027 | 6.7 | 24.3 | 54.1 | 71.2 |
|          |           | 28                     | 3           | 5                            | 9.0    | 1.027 | 6.6 | 12.0 | 77.1 | 54.1  | 7.8 | 1.027 | 6.7 | 24.0 | 54.1 | 70.8 |
|          |           | 29                     | 4           | 6                            | 9.2    | 1.027 | 6.7 | 12.0 | 77.0 | 54.1  | 6.5 | 1.027 | 6.7 | 24.0 | 54.0 | 70.8 |
|          |           | 30                     | 4           | 6                            | 9.5    | 1.027 | 6.7 | 12.2 | 77.0 | 54.4  | 7.0 | 1.027 | 6.7 | 23.9 | 54.0 | 70.7 |
| Kerapata | 9         | 31                     | 7           | 5                            | 5.5    | 1.028 | 6.8 | 11.3 | 80.3 | 52.9  | 4.0 | 1.028 | 6.7 | 25.9 | 52.8 | 73.2 |
|          |           | 32                     | 4           | 8                            | 6.0    | 1.028 | 6.8 | 11.5 | 80.0 | 53.2  | 5.1 | 1.028 | 6.8 | 25.7 | 52.9 | 73.0 |
|          |           | 33                     | 5           | 7                            | 6.9    | 1.028 | 6.7 | 11.9 | 79.1 | 53.9  | 5.3 | 1.028 | 6.7 | 25.5 | 53.0 | 72.7 |
|          |           | 34                     | 7           | 6                            | 5.0    | 1.027 | 6.7 | 12.0 | 78.9 | 54.1  | 4.0 | 1.028 | 6.7 | 24.9 | 53.2 | 71.9 |
|          | 10        | 35                     | 6           | 6                            | 7.0    | 1.027 | 6.8 | 11.7 | 79.7 | 53.6  | 5.0 | 1.027 | 6.7 | 26.5 | 51.8 | 73.9 |
|          |           | 36                     | 7           | 8                            | 4.0    | 1.028 | 6.7 | 12.1 | 79.5 | 54.2  | 2.7 | 1.028 | 6.7 | 26.0 | 52.1 | 73.3 |
|          |           | 37                     | 5           | 7                            | 6.7    | 1.028 | 6.6 | 12.3 | 79.0 | 54.5  | 6.5 | 1.028 | 6.7 | 25.9 | 53.6 | 73.3 |
|          |           | 38                     | 8           | 8                            | 4.0    | 1.027 | 6.7 | 12.4 | 79.0 | 54.7  | 3.0 | 1.027 | 6.7 | 25.1 | 53.9 | 72.3 |
|          | 11        | 39                     | 5           | 8                            | 4.1    | 1.026 | 6.7 | 11.5 | 79.3 | 53.3  | 4.0 | 1.027 | 6.7 | 23.9 | 56.7 | 70.9 |
|          |           | 40                     | 6           | 8                            | 6.0    | 1.027 | 6.7 | 11.8 | 79.1 | 53.7  | 5.5 | 1.028 | 6.6 | 23.7 | 56.9 | 70.7 |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH: potencial de hidrogeniones; T: temperatura (°C); H: humedad (%); ITHM: índice de temperatura-humedad.

**Tabla 14.3** Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH por la mañana y tarde en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.

| Sector     | Productor | N° Observación (vacas) | Edad (años) | Periodo de lactación (meses) | Mañana |       |     |      |      | Tarde |     |       |     |      |      |      |
|------------|-----------|------------------------|-------------|------------------------------|--------|-------|-----|------|------|-------|-----|-------|-----|------|------|------|
|            |           |                        |             |                              | P      | D     | PH  | T    | H    | ITH   | P   | D     | PH  | T    | H    | ITH  |
| Ccanabamba | 12        | 41                     | 6           | 8                            | 4.0    | 1.027 | 6.8 | 10.7 | 79.3 | 52.0  | 2.0 | 1.027 | 6.8 | 26.3 | 63.3 | 75.0 |
|            |           | 42                     | 5           | 8                            | 5.0    | 1.027 | 6.8 | 10.8 | 78.7 | 52.2  | 2.0 | 1.028 | 6.8 | 26.1 | 63.1 | 74.7 |
|            |           | 43                     | 6           | 6                            | 8.0    | 1.028 | 8.8 | 11.0 | 78.1 | 52.5  | 6.0 | 1.027 | 6.7 | 26.0 | 63.0 | 74.5 |
|            |           | 44                     | 6           | 5                            | 9.0    | 1.028 | 6.8 | 11.2 | 78.0 | 52.8  | 7.0 | 1.028 | 6.6 | 25.8 | 63.8 | 74.3 |
|            |           | 45                     | 7           | 6                            | 6.0    | 1.028 | 6.7 | 11.2 | 77.5 | 52.8  | 5.0 | 1.028 | 6.6 | 25.7 | 64.0 | 74.2 |
|            |           | 46                     | 7           | 8                            | 4.0    | 1.027 | 6.7 | 11.4 | 77.3 | 53.2  | 2.0 | 1.027 | 6.7 | 25.1 | 64.2 | 73.4 |
|            |           | 47                     | 6           | 6                            | 9.0    | 1.027 | 6.6 | 11.5 | 76.6 | 53.3  | 7.0 | 1.028 | 6.8 | 25.0 | 64.3 | 73.2 |
|            |           | 48                     | 7           | 8                            | 4.0    | 1.028 | 6.7 | 11.8 | 75.2 | 53.8  | 2.0 | 1.028 | 6.7 | 25.0 | 64.6 | 73.3 |
|            | 13        | 49                     | 5           | 8                            | 6.0    | 1.028 | 6.7 | 11.7 | 74.7 | 53.7  | 5.0 | 1.027 | 6.7 | 25.5 | 64.4 | 74.0 |
|            |           | 50                     | 7           | 8                            | 7.0    | 1.028 | 6.6 | 12.0 | 70.0 | 54.3  | 5.0 | 1.028 | 6.7 | 25.1 | 64.5 | 73.4 |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH: potencial de hidrogeniones; T: temperatura (°C); H: humedad (%); ITHM: índice de temperatura-humedad.

**Tabla 14.4** Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH global en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.

| Sector      | Productor | N° Observación (vacas) | Edad (años) | Periodo de lactación (meses) | Global |       |     |      |      |      |
|-------------|-----------|------------------------|-------------|------------------------------|--------|-------|-----|------|------|------|
|             |           |                        |             |                              | P      | D     | PH  | T    | H    | ITH  |
| Mosoccpampa | 1         | 1                      | 5           | 4                            | 7.1    | 1.027 | 6.7 | 19.9 | 67.2 | 66.0 |
|             |           | 2                      | 4           | 8                            | 5.6    | 1.028 | 6.7 | 20.0 | 67.6 | 66.2 |
|             | 2         | 3                      | 5           | 8                            | 5.7    | 1.027 | 6.7 | 18.6 | 67.2 | 64.1 |
|             |           | 4                      | 8           | 8                            | 5.5    | 1.027 | 6.7 | 18.7 | 66.9 | 64.2 |
|             |           | 5                      | 6           | 4                            | 6.0    | 1.027 | 6.7 | 18.6 | 67.0 | 64.1 |
|             | 3         | 6                      | 7           | 8                            | 4.9    | 1.027 | 6.7 | 18.8 | 67.6 | 64.4 |
|             |           | 7                      | 8           | 7                            | 4.0    | 1.027 | 6.7 | 19.0 | 67.7 | 64.7 |
|             | 4         | 8                      | 4           | 8                            | 5.3    | 1.027 | 6.7 | 18.2 | 67.0 | 63.5 |
|             |           | 9                      | 4           | 8                            | 6.3    | 1.027 | 6.7 | 18.1 | 67.2 | 63.3 |
|             |           | 10                     | 7           | 7                            | 4.0    | 1.027 | 6.7 | 18.2 | 67.3 | 63.5 |
| Ccorhuani   | 5         | 11                     | 3           | 4                            | 5.8    | 1.029 | 6.8 | 16.8 | 66.9 | 61.4 |
|             |           | 12                     | 3           | 4                            | 6.0    | 1.029 | 6.7 | 16.8 | 65.4 | 61.4 |
|             |           | 13                     | 6           | 3                            | 8.0    | 1.028 | 6.7 | 16.7 | 64.5 | 61.3 |
|             |           | 14                     | 5           | 5                            | 7.0    | 1.028 | 6.8 | 16.5 | 64.5 | 60.9 |
|             | 6         | 15                     | 4           | 6                            | 5.5    | 1.027 | 6.8 | 18.2 | 63.9 | 63.3 |
|             |           | 16                     | 4           | 5                            | 5.1    | 1.028 | 6.7 | 17.9 | 63.9 | 63.0 |
|             |           | 17                     | 5           | 4                            | 6.5    | 1.028 | 6.7 | 17.6 | 64.3 | 62.6 |
|             |           | 18                     | 6           | 6                            | 5.3    | 1.028 | 6.7 | 17.7 | 64.4 | 62.6 |
|             | 7         | 19                     | 5           | 5                            | 6.5    | 1.027 | 6.7 | 18.0 | 64.9 | 63.1 |
|             |           | 20                     | 6           | 7                            | 6.0    | 1.027 | 6.7 | 17.7 | 64.9 | 62.7 |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH: potencial de hidrogeniones; T: temperatura (°C); H: humedad (%); ITHM: índice de temperatura-humedad.

**Tabla 14.5** Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH global en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.

| Sector   | Productor | N° Observación (vacas) | Edad (años) | Periodo de lactación (meses) | Global |       |       |      |      |      |      |
|----------|-----------|------------------------|-------------|------------------------------|--------|-------|-------|------|------|------|------|
|          |           |                        |             |                              | P      | D     | PH    | T    | H    | ITH  |      |
| Pumarana | 8         | 21                     | 8           | 8                            | 3.3    | 1.027 | 6.7   | 17.5 | 66.9 | 62.5 |      |
|          |           | 22                     | 7           | 8                            | 3.8    | 1.027 | 6.7   | 17.3 | 66.9 | 62.1 |      |
|          |           | 23                     | 5           | 6                            | 5.0    | 1.027 | 6.7   | 17.4 | 66.4 | 62.3 |      |
|          |           | 24                     | 7           | 8                            | 4.0    | 1.027 | 6.7   | 17.4 | 66.5 | 62.3 |      |
|          |           | 25                     | 6           | 8                            | 5.1    | 1.027 | 6.7   | 17.3 | 66.4 | 62.1 |      |
|          |           | 26                     | 6           | 8                            | 4.7    | 1.027 | 6.7   | 17.2 | 66.0 | 62.0 |      |
|          |           | 27                     | 3           | 5                            | 8.0    | 1.027 | 6.8   | 17.9 | 65.9 | 63.1 |      |
|          |           | 28                     | 3           | 5                            | 8.4    | 1.027 | 6.7   | 18.0 | 65.6 | 63.2 |      |
|          |           | 29                     | 4           | 6                            | 7.9    | 1.027 | 6.7   | 18.0 | 65.5 | 63.2 |      |
|          |           | 30                     | 4           | 6                            | 8.3    | 1.027 | 6.7   | 18.1 | 65.5 | 63.3 |      |
| Kerapata | 9         | 31                     | 7           | 5                            | 4.8    | 1.028 | 6.8   | 18.6 | 66.6 | 64.1 |      |
|          |           | 32                     | 4           | 8                            | 5.6    | 1.028 | 6.8   | 18.6 | 66.5 | 64.1 |      |
|          |           | 33                     | 5           | 7                            | 6.1    | 1.028 | 6.7   | 18.7 | 66.1 | 64.2 |      |
|          |           | 34                     | 7           | 6                            | 4.5    | 1.028 | 6.7   | 18.5 | 66.1 | 63.9 |      |
|          | 10        | 35                     | 6           | 6                            | 6.0    | 1.027 | 6.8   | 19.1 | 65.8 | 64.8 |      |
|          |           | 36                     | 7           | 8                            | 3.4    | 1.028 | 6.7   | 19.1 | 65.8 | 64.7 |      |
|          |           | 37                     | 5           | 7                            | 6.6    | 1.028 | 6.7   | 19.1 | 66.3 | 64.8 |      |
|          |           | 38                     | 8           | 8                            | 3.5    | 1.027 | 6.7   | 18.8 | 66.5 | 64.3 |      |
|          |           | 11                     | 39          | 5                            | 8      | 4.1   | 1.027 | 6.7  | 17.7 | 68.0 | 62.8 |
|          |           |                        | 40          | 6                            | 8      | 5.8   | 1.028 | 6.7  | 17.8 | 68.0 | 62.9 |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH: potencial de hidrogeniones; T: temperatura (°C); H: humedad (%); ITHM: índice de temperatura-humedad.

**Tabla 14.6** Producción, densidad, pH, temperatura, humedad e ITH global en hatos ganaderos del distrito de Tamburco.

| Sector     | Productor | N°<br>Observación<br>(vacas) | Edad<br>(años) | Periodo de<br>lactación (meses) | Global |       |     |      |      |      |
|------------|-----------|------------------------------|----------------|---------------------------------|--------|-------|-----|------|------|------|
|            |           |                              |                |                                 | P      | D     | PH  | T    | H    | ITH  |
| Ccanabamba | 12        | 41                           | 6              | 8                               | 3.0    | 1.027 | 6.8 | 18.5 | 71.3 | 64.1 |
|            |           | 42                           | 5              | 8                               | 3.5    | 1.028 | 6.8 | 18.5 | 70.9 | 64.1 |
|            |           | 43                           | 6              | 6                               | 7.0    | 1.028 | 7.8 | 18.5 | 70.6 | 64.1 |
|            |           | 44                           | 6              | 5                               | 8.0    | 1.028 | 6.7 | 18.5 | 70.9 | 64.1 |
|            |           | 45                           | 7              | 6                               | 5.5    | 1.028 | 6.7 | 18.5 | 70.8 | 64.1 |
|            |           | 46                           | 7              | 8                               | 3.0    | 1.027 | 6.7 | 18.3 | 70.8 | 63.7 |
|            |           | 47                           | 6              | 6                               | 8.0    | 1.028 | 6.7 | 18.3 | 70.5 | 63.7 |
|            |           | 48                           | 7              | 8                               | 3.0    | 1.028 | 6.7 | 18.4 | 69.9 | 63.9 |
|            | 13        | 49                           | 5              | 8                               | 5.5    | 1.028 | 6.7 | 18.6 | 69.6 | 64.2 |
|            |           | 50                           | 7              | 8                               | 6.0    | 1.028 | 6.7 | 18.6 | 67.3 | 64.1 |

P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH: potencial de hidrogeniones; T: temperatura (°C); H: humedad (%); ITHM: índice de temperatura-humedad.



## **Lista de productores por sector que participaron en la investigación**

### **Mosocpampa**

- 1 Nely Taipe Martínez
- 2 Agustina Ccahuari Arias
- 3 Federico Saavedra Monzón
- 4 Alipio Pedraza Cconahira

### **Ccorhuani**

- 5 Doroteo Llerena Arredondo
- 6 Santosa Cruz Huaccachi
- 7 Nicolasa Huamán Pataca

### **Pumaranra**

- 8 Celestina Santosa Cervantes Ramires

### **Kerapata**

- 9 Epifania Monzón Ferro
- 10 Saturnina Mallqui Aedo
- 11 Marcelina Córdova Urrutia

### **Ccanabamba**

- 12 Teresa Chávez de Camacho
- 13 Margarita Camacho Condori

**Tabla 15.** ANOVA de un factor entre variables determinadas por la mañana y tarde.

|            |              | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F        | Sig.  |
|------------|--------------|-------------------|----|------------------|----------|-------|
| <b>pH</b>  | Inter-grupos | 0.006             | 1  | 0.006            | 2.129    | 0.148 |
|            | Intra-grupos | 0.266             | 98 | 0.003            |          |       |
|            | Total        | 0.272             | 99 |                  |          |       |
| <b>P</b>   | Inter-grupos | 44.222            | 1  | 44.222           | 18.427   | 0.000 |
|            | Intra-grupos | 235.191           | 98 | 2.400            |          |       |
|            | Total        | 279.414           | 99 |                  |          |       |
| <b>D</b>   | Inter-grupos | 0.000             | 1  | 0.000            | 0.697    | 0.406 |
|            | Intra-grupos | 0.000             | 98 | 0.000            |          |       |
|            | Total        | 0.000             | 99 |                  |          |       |
| <b>T</b>   | Inter-grupos | 4338.857          | 1  | 4338.857         | 3841.327 | 0.000 |
|            | Intra-grupos | 110.693           | 98 | 1.130            |          |       |
|            | Total        | 4449.550          | 99 |                  |          |       |
| <b>HR</b>  | Inter-grupos | 11361.428         | 1  | 11361.428        | 1048.113 | 0.000 |
|            | Intra-grupos | 1062.309          | 98 | 10.840           |          |       |
|            | Total        | 12423.737         | 99 |                  |          |       |
| <b>ITH</b> | Inter-grupos | 8677.109          | 1  | 8677.109         | 3259.663 | 0.000 |
|            | Intra-grupos | 260.873           | 98 | 2.662            |          |       |
|            | Total        | 8937.981          | 99 |                  |          |       |

pH: potencial de hidrogeniones (0-14); P: producción (kg); D: densidad (g/mL); T: temperatura ambiental (°C); HR: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad.

**Tabla 16.** Matriz de correlación entre temperatura ambiental, humedad relativa, ITH, y la producción, densidad y pH de la leche por la mañana en los predios de los productores del distrito de Tamburco.

|     |                        | T      | H       | ITH   | P    | D    | pH |
|-----|------------------------|--------|---------|-------|------|------|----|
| T   | Correlación de Pearson |        |         |       |      |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       |        |         |       |      |      |    |
|     | N                      | 50     |         |       |      |      |    |
| H   | Correlación de Pearson | .065   |         |       |      |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .652   |         |       |      |      |    |
|     | N                      | 50     | 50      |       |      |      |    |
| ITH | Correlación de Pearson | .999** | .022    |       |      |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .000   | .877    |       |      |      |    |
|     | N                      | 50     | 50      | 50    |      |      |    |
| P   | Correlación de Pearson | .214   | -.396** | .232  |      |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .136   | .004    | .105  |      |      |    |
|     | N                      | 50     | 50      | 50    | 50   |      |    |
| D   | Correlación de Pearson | -.172  | -.424** | -.152 | .212 |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .231   | .002    | .290  | .140 |      |    |
|     | N                      | 50     | 50      | 50    | 50   | 50   |    |
| Ph  | Correlación de Pearson | -.166  | .111    | -.169 | .161 | .167 |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .250   | .443    | .239  | .264 | .247 |    |
|     | N                      | 50     | 50      | 50    | 50   | 50   | 50 |

T: temperatura ambiental (°C); H: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad; P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH (0-14); \* P<0.05; \*\*P<0.01; n.s.: no significativo.

**Tabla 17.** Matriz de correlación entre temperatura ambiental, humedad relativa, ITH, y la producción, densidad y pH de la leche por la tarde en los predios de los productores del distrito de Tamburco.

|     |                        | T      | H      | ITH    | P     | D    | pH |
|-----|------------------------|--------|--------|--------|-------|------|----|
| T   | Correlación de Pearson |        |        |        |       |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       |        |        |        |       |      |    |
|     | N                      | 50     |        |        |       |      |    |
| H   | Correlación de Pearson | .180   |        |        |       |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .210   |        |        |       |      |    |
|     | N                      | 50     | 50     |        |       |      |    |
| ITH | Correlación de Pearson | .965** | .432** |        |       |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .000   | .002   |        |       |      |    |
|     | N                      | 50     | 50     | 50     |       |      |    |
| P   | Correlación de Pearson | -.344* | -.136  | -.350* |       |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .014   | .348   | .013   |       |      |    |
|     | N                      | 50     | 50     | 50     | 50    |      |    |
| D   | Correlación de Pearson | .018   | .190   | .065   | .064  |      |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .900   | .187   | .656   | .658  |      |    |
|     | N                      | 50     | 50     | 50     | 50    | 50   |    |
| pH  | Correlación de Pearson | -.029  | -.020  | -.033  | -.153 | .157 |    |
|     | Sig. (bilateral)       | .842   | .892   | .821   | .288  | .277 |    |
|     | N                      | 50     | 50     | 50     | 50    | 50   | 50 |

T: temperatura ambiental (°C); H: humedad relativa (%); ITH: índice de temperatura-humedad; P: producción (kg); D: densidad (g/mL); pH (0-14); \* P<0.05; \*\*P<0.01; n.s.: no significativo.

**Tabla 18.1** Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones bovinas entre sectores.

| Variables cualitativas                                   | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|--|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|  | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaranra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|  | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| <b>Explotación posee establo</b>                         |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 2                 | 20.0  | 42            | 84.0 |
| No   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 8                 | 80.0  | 8             | 16.0 |
| <b>Explotación posee corrales</b>                        |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 10            | 20.0 |
| No   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 40            | 80.0 |
| <b>Explotación posee bebederos</b>                       |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| SI   | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 0                 | 0.0   | 40            | 80.0 |
| No   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 10                | 100.0 | 10            | 20.0 |
| <b>Explotación posee comederos</b>                       |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si   | 7                  | 70.0  | 8                | 80.0  | 10               | 100.0 | 8               | 80.0  | 0                 | 0.0   | 33            | 66.0 |
| No   | 3                  | 30.0  | 2                | 20.0  | 0                | 0.0   | 2               | 20.0  | 10                | 100.0 | 17            | 34.0 |
| <b>lugar de ordeño</b>                                   |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Establo con piso de concreto                             | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Establo con piso de tierra                               | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Corral con piso de concreto                              | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Corral con piso de tierra                                | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Sala de ordeño   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Campo abierto  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 8                 | 80.0  | 8             | 16.0 |
| Establo con piso de tierra + campo abierto               | 7                  | 70.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 2               | 20.0  | 0                 | 0.0   | 15            | 30.0 |
| Establo con piso de concreto +establo con piso de tierra | 0                  | 0.0   | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 14            | 28.0 |
| Establo con piso de concreto + campo abierto             | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Establo con piso de madera                               | 3                  | 30.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 3             | 6.0  |
| Establo con piso de madera +campo abierto                | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 2                 | 20.0  | 2             | 4.0  |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.

**Tabla 18.2** Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones bovinas entre sectores.

| Variables cualitativas  | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|---|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|   | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaranra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|   | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| <b>Suplementación alimentaria según el estado fisiológico</b>     |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 6               | 60.0  | 2                 | 20.0  | 38            | 76.0 |
| No  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 8                 | 80.0  | 12            | 24.0 |
| <b>Uso del ensilaje/heno en la alimentación de los vacunos</b>    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 10            | 20.0 |
| No  | 10                 | 100.0 | 10               | 100.0 | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 40            | 80.0 |
| <b>Fertiliza pastos</b>   |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 2                  | 20.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 6               | 60.0  | 0                 | 0.0   | 14            | 28.0 |
| No  | 8                  | 80.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 4               | 40.0  | 10                | 100.0 | 36            | 72.0 |
| <b>Uso de insecticidas o plaguicidas en los pastos cultivados</b> |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 2                  | 20.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 2             | 4.0  |
| No  | 8                  | 80.0  | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 48            | 96.0 |
| <b>Procedencia del agua utilizada para la crianza de vacunos</b>  |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Rio   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Laguna  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Acequia   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Manantial   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Red pública   | 5                  | 50.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 6               | 60.0  | 8                 | 80.0  | 19            | 38.0 |
| Manantial + red pública   | 2                  | 20.0  | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 4               | 40.0  | 2                 | 20.0  | 18            | 36.0 |
| Acequia + manantial + red pública                                 | 3                  | 30.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 3             | 6.0  |
| Acequia + red pública   | 0                  | 0.0   | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 6             | 12.0 |
| Rio + acequia + manantial + red pública                           | 0                  | 0.0   | 4                | 40.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| <b>Disposición de fuentes de agua en el lugar de pastoreo</b>     |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 2                  | 20.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 2                 | 20.0  | 18            | 36.0 |
| No  | 8                  | 80.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 8                 | 80.0  | 32            | 64.0 |
| <b>Número de veces que abrevan los animales al día</b>            |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Una   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Dos   | 6                  | 60.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 0                 | 0.0   | 22            | 44.0 |
| Más de dos  | 4                  | 40.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 10                | 100.0 | 28            | 56.0 |
| <b>Animales con antecedentes de mastitis</b>                      |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Si  | 6                  | 60.0  | 6                | 60.0  | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 32            | 64.0 |
| No  | 4                  | 40.0  | 4                | 40.0  | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 18            | 36.0 |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.

**Tabla 18.3** Frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas de las explotaciones bovinas entre sectores.

| Variables cualitativas   | Sector             |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
|--|--------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|---------------|------|
|  | Mosoccpampa<br>n=4 |       | Ccorhuani<br>n=3 |       | Pumaranra<br>n=1 |       | Kerapata<br>n=3 |       | Ccanabamba<br>n=2 |       | Total<br>n=13 |      |
|  | F.A.               | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.             | F.R.  | F.A.            | F.R.  | F.A.              | F.R.  | F.A.          | F.R. |
| <b>Número de desparasitación externa al año</b>                    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Ninguna  | 8                  | 80.0  | 10               | 100.0 | 0                | 0.0   | 2               | 20.0  | 10                | 100.0 | 30            | 60.0 |
| Una  | 2                  | 20.0  | 0                | 0.0   | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 12            | 24.0 |
| Dos  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Más de dos   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| <b>Número de desparasitación interna al año</b>                    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Ninguna  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Una  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Dos  | 2                  | 20.0  | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 0               | 0.0   | 10                | 100.0 | 32            | 64.0 |
| Más de dos   | 8                  | 80.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 10              | 100.0 | 0                 | 0.0   | 18            | 36.0 |
| <b>Uso de la leche cuando se administra antibióticos a la vaca</b> |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| La utiliza   | 0                  | 0.0   | 8                | 80.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 8             | 16.0 |
| La desecha   | 10                 | 100.0 | 2                | 20.0  | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 42            | 84.0 |
| La vende   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| <b>Presencia de problemas en la explotación</b>                    |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Escasez de agua  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Contaminación del aire   | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Contaminación del suelo  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Erosión del suelo  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Sobrepastoreo  | 0                  | 0.0   | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Escasez de pastos naturales  | 0                  | 0.0   | 4                | 40.0  | 0                | 0.0   | 0               | 0.0   | 0                 | 0.0   | 4             | 8.0  |
| Escasez de agua + Escasez de pastos naturales                      | 10                 | 100.0 | 6                | 60.0  | 10               | 100.0 | 10              | 100.0 | 10                | 100.0 | 46            | 92.0 |
| <b>Continuidad en la producción de leche</b>                       |                    |       |                  |       |                  |       |                 |       |                   |       |               |      |
| Sí   | 5                  | 50.0  | 10               | 100.0 | 10               | 100.0 | 6               | 60.0  | 10                | 100.0 | 41            | 82.0 |
| No   | 5                  | 50.0  | 0                | 0.0   | 0                | 0.0   | 4               | 40.0  | 0                 | 0.0   | 9             | 18.0 |

F.A.: frecuencia absoluta; F.R.: frecuencia relativa.

## Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

### TEMPERATURA MAÑANA Duncan

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|---------|---------|
|             |    | 1                            | 2       | 3       | 4       |
| Pumaranra   | 10 | 10.5700                      |         |         |         |
| Ccorhuani   | 10 | 11.1800                      | 11.1800 |         |         |
| Ccanabamba  | 10 |                              | 11.3300 | 11.3300 |         |
| Kerapata    | 10 |                              |         | 11.8500 |         |
| Mosoccpampa | 10 |                              |         |         | 12.8800 |
| Sig.        |    | 0.052                        | 0.626   | 0.095   | 1.000   |

### HUMEDAD MAÑANA Duncan

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|---------|
|             |    | 1                            | 2       | 3       |
| Ccorhuani   | 10 | 74.7900                      |         |         |
| Ccanabamba  | 10 |                              | 76.5400 |         |
| Pumaranra   | 10 |                              |         | 78.3700 |
| Mosoccpampa | 10 |                              |         | 79.0900 |
| Kerapata    | 10 |                              |         | 79.3900 |
| Sig.        |    | 1.000                        | 1.000   | 0.182   |

### ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD MAÑANA Duncan

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|---------|
|             |    | 1                            | 2       | 3       |
| Pumaranra   | 10 | 51.8430                      |         |         |
| Ccorhuani   | 10 |                              | 52.9400 |         |
| Ccanabamba  | 10 |                              | 53.1090 |         |
| Kerapata    | 10 |                              | 53.8590 |         |
| Mosoccpampa | 10 |                              |         | 55.5080 |
| Sig.        |    | 1.000                        | 1.000   | 0.182   |

### DENSIDAD MAÑANA Duncan

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|
|             |    | 1                            | 2       |
| Mosoccpampa | 10 | 1.02660                      |         |
| Pumaranra   | 10 | 1.02680                      |         |
| Kerapata    | 10 |                              | 1.02740 |
| Ccanabamba  | 10 |                              | 1.02760 |
| Ccorhuani   | 10 |                              | 1.02780 |
| Sig.        |    | 0.488                        | 0.194   |



**TEMPERATURA TARDE Duncan**

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|---------|
|             |    | 1                            | 2       | 3       |
| Ccorhuani   | 10 | 23.5300                      |         |         |
| Pumaranra   | 10 |                              | 24.5900 |         |
| Mosoccpampa | 10 |                              | 24.6900 |         |
| Kerapata    | 10 |                              | 25.3100 | 25.3100 |
| Ccanabamba  | 10 |                              |         | 25.5600 |
| Sig.        |    | 1.000                        | 0.090   | 0.528   |

**HUMEDAD TARDE Duncan**

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|---------|
|             |    | 1                            | 2       | 3       |
| Kerapata    | 10 | 53.6900                      |         |         |
| Pumaranra   | 10 | 53.9000                      |         |         |
| Ccorhuani   | 10 | 54.6600                      | 54.6600 |         |
| Mosoccpampa | 10 |                              | 55.4200 |         |
| Ccanabamba  | 10 |                              |         | 63.9200 |
| Sig.        |    | 0.076                        | 0.141   | 1.000   |

**ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD TARDE Duncan**

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|---------|
|             |    | 1                            | 2       | 3       |
| Ccorhuani   | 10 | 70.2600                      |         |         |
| Pumaranra   | 10 |                              | 71.6300 |         |
| Mosoccpampa | 10 |                              | 71.9200 |         |
| Kerapata    | 10 |                              | 72.5650 |         |
| Ccanabamba  | 10 |                              |         | 74.0350 |
| Sig.        |    | 1.000                        | 0.083   | 1.000   |

**DENSIDAD TARDE Duncan**

| Sector      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |
|-------------|----|------------------------------|---------|
|             |    | 1                            | 2       |
| Pumaranra   | 10 | 1.02680                      |         |
| Mosoccpampa | 10 | 1.02700                      |         |
| Ccanabamba  | 10 |                              | 1.02760 |
| Ccorhuani   | 10 |                              | 1.02770 |
| Kerapata    | 10 |                              | 1.02770 |
| Sig.        |    | 0.430                        | 0.711   |

| Sector      | N  | <b>pH TARDE Duncan</b>       |        |
|-------------|----|------------------------------|--------|
|             |    | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |
|             |    | 1                            | 2      |
| Mosoccpampa | 10 | 6.6820                       |        |
| Pumaranra   | 10 | 6.6990                       | 6.6990 |
| Ccanabamba  | 10 | 6.7200                       | 6.7200 |
| Ccorhuani   | 10 |                              | 6.7380 |
| Kerapata    | 10 |                              | 6.7380 |
| Sig.        |    | 0.089                        | 0.092  |

## FORMULARIO 1

### UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

#### ALGUNAS CARACTERÍSTICAS GANADERAS DE LA PRODUCCIÓN DEL VACUNO HOLSTEIN (*Bos taurus*) EN TAMBURCO, APURÍMAC

Fecha: 22 / 10 / 2017  
 Nombre del productor: Agustina Ccahuari Arias  
 Teléfono: 974885662 Zona: Monoccepampa

#### I. ASPECTOS GENERALES

##### 1.1 Sistema de producción utilizado

|                   |     |                        |     |                   |     |
|-------------------|-----|------------------------|-----|-------------------|-----|
| Sistema intensivo | ( ) | Sistema semi-intensivo | (X) | Sistema extensivo | ( ) |
|-------------------|-----|------------------------|-----|-------------------|-----|

1.2 ¿Cuántas veces ordeña una vaca/día? 2.....

1.3 ¿Forma de ordeño?

|                    |     |                         |     |                           |     |
|--------------------|-----|-------------------------|-----|---------------------------|-----|
| A mano sin ternero | ( ) | Con ordeñadora mecánica | (X) | A mano con ternero en pie | ( ) |
|--------------------|-----|-------------------------|-----|---------------------------|-----|

#### II. CARACTERÍSTICAS DE INFRAESTRUCTURA DE LA EXPLOTACIÓN

##### 2.1 Infraestructura presente para la crianza de vacunos

|           |        |        |           |        |        |           |        |        |
|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| Establo   | Si (X) | No ( ) | Sombras   | Si ( ) | No (X) | Corral    | Si ( ) | No (X) |
| Bebederos | Si (X) | No ( ) | Comederos | Si (X) | No ( ) | Otro..... |        |        |

##### 2.2 Lugar de ordeño de las vacas

|                              |     |                             |     |                |     |
|------------------------------|-----|-----------------------------|-----|----------------|-----|
| Establo con piso de concreto | ( ) | Corral con piso de concreto | ( ) | Sala de ordeño | ( ) |
| Establo con piso de tierra   | (X) | Corral con piso de tierra   | ( ) | Campo abierto  | ( ) |

#### III. CARACTERÍSTICAS ALIMENTARIAS DEL GANADO EN LA EXPLOTACIÓN

|   |        |                 |     |             |     |
|---|--------|-----------------|-----|-------------|-----|
| 3.1 Suplementación estratégica alimentaria de acuerdo al estado fisiológico | Si (X) | No ( )          |     |             |     |
| En la gestación   | ( )    | En la lactación | (X) | Pre-empadre | ( ) |

Otro.....

|   |        |        |
|---|--------|--------|
| 3.2 ¿Suministra sal a los vacunos?                              | Si (X) | No ( ) |
| 3.3 ¿Pastorea el ganado durante todo el año?                    | Si (X) | No ( ) |
| 3.4 ¿Utiliza ensilaje/heno para la alimentación de los vacunos? | Si ( ) | No (X) |

Mencione el tipo de ensilaje/heno: .....

3.5 ¿Qué tipo de planta forrajera provee a sus animales?

|         |                                     |                  |                                     |       |                                     |
|---------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|
| Alfalfa | <input checked="" type="checkbox"/> | Pastos naturales | <input checked="" type="checkbox"/> | Chala | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|

Asociación forrajera: *nye... grano... + alfalfa*

|                            |        |  |
|----------------------------|--------|--|
| 3.6 ¿Fertiliza sus pastos? | Si ( ) | No ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
|----------------------------|--------|--|

|                        |  |        |
|------------------------|--|--------|
| 3.7 ¿Riega sus pastos? | Si ( <input checked="" type="checkbox"/> ) | No ( ) |
|------------------------|--|--------|

Con el agua de... *JALANUCUO*

|   |        |  |
|---|--------|--|
| 3.8 ¿Utiliza insecticidas o plaguicidas en los pastos cultivados? | Si ( ) | No ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
|---|--------|--|

3.9 Procedencia del agua utilizada para la crianza de vacunos:

|           |     |             |                                     |            |     |
|-----------|-----|-------------|-------------------------------------|------------|-----|
| Río       | ( ) | Laguna      | ( )                                 | Acequia    | ( ) |
| Manantial | ( ) | Red pública | <input checked="" type="checkbox"/> | Otros..... |     |

|   |        |  |
|---|--------|--|
| 3.10 ¿Dispone de fuentes de agua en el lugar de pastoreo? | Si ( ) | No ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
|---|--------|--|

3.11 ¿Cuántas veces al día abreven los animales?

|     |     |     |                                     |            |     |
|-----|-----|-----|-------------------------------------|------------|-----|
| Una | ( ) | Dos | <input checked="" type="checkbox"/> | Más de dos | ( ) |
|-----|-----|-----|-------------------------------------|------------|-----|

¿a qué hora? *12:00... y 3:30.*

|  |        |  |
|--|--------|--|
| 3.12 ¿Tiene medio de almacenamiento de agua? | Si ( ) | No ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
|--|--------|--|

#### IV. CARACTERÍSTICAS DE SANIDAD DE LA EXPLOTACIÓN

|                             |  |        |
|-----------------------------|--|--------|
| 4.1 ¿Vacuna a sus animales? | Si ( <input checked="" type="checkbox"/> ) | No ( ) |
|-----------------------------|--|--------|

|   |  |        |
|---|--|--------|
| 4.2 ¿Animal con antecedentes de mastitis? | Si ( <input checked="" type="checkbox"/> ) | No ( ) |
|---|--|--------|

4.3 ¿Cuántas veces desparasita externamente a su ganado por año?

|         |     |     |                                     |     |     |            |     |
|---------|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|------------|-----|
| Ninguna | ( ) | Una | <input checked="" type="checkbox"/> | Dos | ( ) | Más de dos | ( ) |
|---------|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|------------|-----|

4.4 ¿Cuántas veces desparasita internamente a su ganado por año?

|         |     |     |     |     |     |            |                                     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-------------------------------------|
| Ninguna | ( ) | Una | ( ) | Dos | ( ) | Más de dos | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-------------------------------------|

4.5 ¿Qué hace con la leche cuando a su vaca le administran antibióticos?

|            |     |            |                                     |          |     |
|------------|-----|------------|-------------------------------------|----------|-----|
| La utiliza | ( ) | La desecha | <input checked="" type="checkbox"/> | La vende | ( ) |
|------------|-----|------------|-------------------------------------|----------|-----|

#### V. OTROS ASPECTOS

|   |  |        |
|---|--|--------|
| 5.1 ¿Percibe que el clima está cambiando en los últimos años? | Si ( <input checked="" type="checkbox"/> ) | No ( ) |
|---|--|--------|

5.2 Señalar si existe en la explotación algunos de los siguientes problemas:

|  |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
| Contaminación del agua                   | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| Contaminación del aire                   | ( )                                 |  |
| Contaminación del suelo                  | ( )                                 |  |
| Erosión de suelo                         | ( )                                 |  |
| Sobrepastoreo                            | ( )                                 |  |
| Escases de pastos naturales              | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| 5.3 ¿Piensa continuar produciendo leche? | Si ( )                              | No ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |

## FIGURAS



**Figura 6.** Ordeño de las vacas.



**Figura 7.** Medición de la temperatura ambiental (°C) y humedad relativa (%).

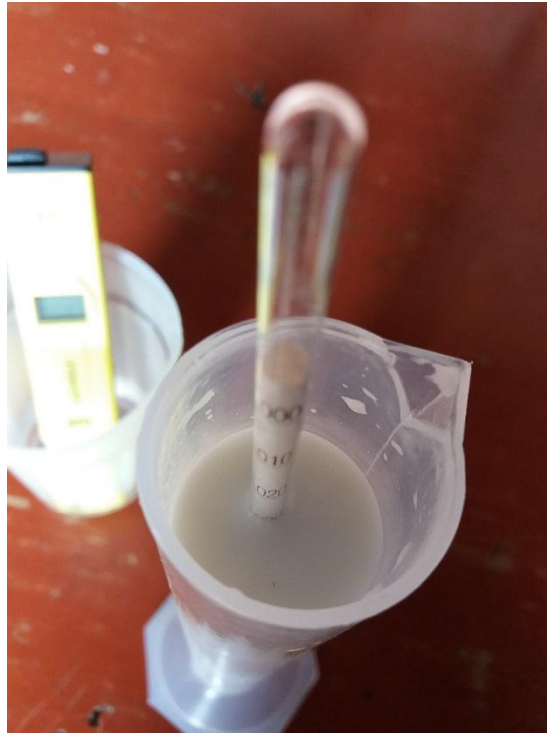




**Figura 8.** Pesado de la leche.



**Figura 9.** Determinación de la temperatura de la leche.



**Figura 10.** Determinación de la densidad de la leche.



**Figura 11.** Determinación del pH de la leche.