

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA

**EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA CALIDAD Y
PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS EN EL PÁRAMO ANDINO**

AUTOR:

CHRISTIAN IVÁN MOYA RODRÍGUEZ

TUTOR:

Dr. Gerardo Kelly

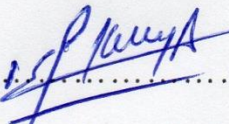
Cevallos – Ecuador

2020

APROBACIÓN

“EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA
CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS EN EL PÁRAMO
ANDINO”

REVISADO POR:


.....

Dr. Gerardo Kelly

TUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS EN EL PÁRAMO ANDINO” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

FECHA



Firmado electrónicamente por:
**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

29 – 09 - 2020

Ing. Mg. Marco Pérez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

30 – 09 - 2020

Dr. Mg. Marco Rosero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

**EUCLIDES
EFRAIN LOZADA
SALCEDO**

Firmado digitalmente por EUCLIDES EFRAIN
LOZADA SALCEDO
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=EUCLIDES EFRAIN LOZADA SALCEDO,
serialNumber=190920140530, ou=ENTIDAD
DE CERTIFICACION DE INFORMACION,
o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2020.09.30 16:14:38 -05'00'

30 – 09 - 2020

Dr. Mg. Efraín Lozada

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Con noble orgullo a mis padres, quienes con amor y comprensión hicieron posible la culminación de mis estudios, a ellos mi eterna gratitud

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, a sus docentes por sus valiosos conocimientos aportados.

Al Dr. Gerardo Kelly tutor de mi tesis quien con su valiosa ayuda me guio acertadamente a la culminación de esta investigación. Al Ing. Pablo Pomboza por su valiosa colaboración en esta investigación

A la cooperativa de unión ganadera Chuquipogyo, por abrirme sus puertas y brindarme toda su colaboración.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes Investigativos	2
1.3 Categorías fundamentales o marco teórico	6
1.3.1 Parámetros Lácteos (calidad de la leche)	6
1.3.2 Factores Climáticos	9
1.4 Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
1.5 Hipótesis	11
CAPITULO II. METODOLOGÍA	12
2.1 Ubicación del Experimento	12
2.2 Características del Lugar	12
2.3 Materiales y Equipos	13
2.4 Factores de Estudio	13
2.5 Métodos	14
2.5.1 Selección de animales	14
2.5.2 Homogenización de grupos	15
2.5.3 Identificación y adaptación de los animales.....	15
2.5.4 Medición de los factores climáticos	16
2.5.5 Medición de la producción diaria de leche.....	16
2.5.6 Evaluación de la calidad de la leche.....	16

2.5.7 Calculo de los índices de estrés	17
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION	18
3.1 Fluctuaciones Climáticas	18
3.2 Factores Climáticos.....	20
3.3 Producción y calidad de la Leche	21
3.4 Índice Temperatura Humedad	24
3.5 Índice Wind Chill.....	26
3.6 Correlación de Pearson	27
3.7 Verificación de la Hipótesis.....	29
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
4.1 Conclusiones	30
4.2 Recomendaciones	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Características del lugar	12
Tabla 2. Ficha clínica.....	14
Tabla 3. Identificación de los grupos.....	15
Figura 1. Temperatura media semanal	18
Figura 2. Humedad relativa media semanal	19
Figura 3. Velocidad del viento media semanal	20
Tabla 4. Factores Climáticos	21
Tabla 5. Parámetros lácteos	22
Figura 4. Índice Temperatura Humedad – Intemperie	24
Figura 5. Índice Temperatura Humedad – Cobertizo.....	25
Figura 6. Wind Chill – Intemperie	26
Figura 7. Wind Chill – Cobertizo	26
Tabla 6. Correlación de Pearson.....	28

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este estudio fue el evaluar la temperatura ambiental sobre la calidad y producción de leche en vacas en el páramo Andino en la parroquia San Andrés de la provincia de Chimborazo. Se utilizaron 10 vacas Holstein criollas en producción las cuales fueron divididas en 2 grupos en un sistema de rotación de potreros permaneciendo las noches a la intemperie (G1) y bajo cobertizo (G2). Se registró los factores climáticos mediante la colocación de sensores (Kestrel) ubicados a 2 metros del suelo en zonas distintas (potreros y cobertizo). Se registró la producción diaria de leche obtenida en los ordeños realizados (mañana y tarde); el análisis de la leche se realizó cada 15 días 3 días consecutivos mediante la utilización del equipo Lactoscan donde se utilizaron muestras de 15 cc. Los valores promedios obtenidos de temperatura media fueron de 12,42 °C para G1 y 14,19 °C para el G2; se calculó el índice de estrés por frío utilizando el WCI (wind chill) obteniendo los siguientes valores 4,4 y 17,26 con una producción de leche promedio de 11,16 y 12,30 litros para el G1 y G2 respectivamente, mostrando una diferencia significativa ($P=0,000006$). En el análisis de leche mostro diferencias significativas ($P<0,05$) entre tratamientos para las variables grasa ($P=0,027$) y conductibilidad ($P=0,016$). El coeficiente de correlación fue significativo ($P<0,05$) entre las producción de leche con los factores climáticos (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, WCI) y altamente significativo ($P<0,01$) entre el WCI y el porcentaje de grasa. Se concluyó que el grupo que permaneció las noches bajo cobertizo aumento su producción lechera y obtuvo un porcentaje mayor de grasa en comparación de los que permanecieron en la intemperie.

Palabras clave: Temperatura, Holstein criolla, WCI, análisis de la leche, producción

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the environmental temperature on the quality and production of milk in cows in the Andean paramo in the San Andrés parish in the province of Chimborazo. 10 Creole Holstein cows in production were used, which were divided into 2 groups in a pasture rotation system, staying the nights outdoors (G1) and under shed (G2). Climatic factors were recorded by placing sensors (Kestrel) located 2 meters from the ground in different areas (paddocks and shed). The daily milk production obtained in the milkings (morning and afternoon) was recorded; Milk analysis was carried out every 15 days, 3 consecutive days using the Lactoscan equipment, where 15 cc samples were used. The mean values obtained for mean temperature were 12.42 ° C for G1 and 14.19 ° C for G2; the cold stress index was calculated using the WCI (wind chill) obtaining the following values 4.4 and 17.26 with an average milk production of 11.16 and 12.30 liters for the G1 and G2 respectively, showing a significant difference ($P = 0.000006$). In the analysis of milk, it showed significant differences ($P < 0.05$) between treatments for the variables fat ($P = 0.027$) and conductivity ($P = 0.016$). The correlation coefficient was significant ($P < 0.05$) between milk production with climatic factors (temperature, relative humidity, wind speed, WCI) and highly significant ($P < 0.01$) between WCI and the percentage of fat. It was concluded that the group that stayed the nights under the shed increased their milk production and obtained a higher percentage of fat compared to those that remained outdoors.

Keywords: Temperature, Creole Holstein, WCI, milk analysis, production

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

La productividad de los animales es afectada directa e indirectamente por el medioambiente: la temperatura, humedad del aire, la radiación solar, dirección del viento, la presión atmosférica y la precipitación; tienen un efecto directo sobre los animales afectando la nutrición del ganado, y dependiendo de la variedad, calidad de pasturas que son los principales componentes de la alimentación. **(Saravia, 2003)**

El clima posee un efecto variable y complejo en el ganado, debido a que condiciona el medioambiente en el que viven. Afectando directa e indirectamente al ganado, modificando calidad, cantidad de alimentos, requerimientos agua, cantidad de energía consumida y el uso de ésta influyendo sobre la producción láctea. Los animales hacen frente a las condiciones adversas del clima modificando sus mecanismos fisiológicos y comportamiento para mantener la temperatura corporal. Observándose alteraciones en la producción, consumo de alimento y comportamiento. **(Arias et al. 2008)**

Estos cambios se acentúan bajo condiciones extremas de frío, con temperaturas que bajan hasta ceros grados centígrados, implicando drásticas reducciones en los índices productivos, tales como ganancia de peso y producción diaria de leche. **(Garzón, 2011)**. El ganado lechero es muy sensible a cambios ambientales requiriendo cada vez alojamientos más sofisticados para prevenir el efecto del estrés evitando pérdidas importantes en la economía debido a la disminución en la producción. **(Martínez, 2006)**.

El clima ideal para la producción láctea oscilan a temperaturas entre 5 y 25 °C, siendo este intervalo la zona de confort térmico; La tolerancia de las vacas a temperaturas menores a 5 °C depende de su producción láctea y de la edad de la misma, siendo una vaca en el pico de lactación más tolerante al frío debido al calor producido por la fermentación ruminal y metabolismo de los nutrientes. A su vez su rendimiento disminuye a medida que la temperatura supera los 27 °C, independiente de la etapa de lactación y de su edad. **(Cerqueira, 2016)**

El ganado se adapta bien a condiciones frías, de hecho dos tercios de la producción bovina de Estados Unidos se concentra en zonas donde se evidencia temperaturas medias inferiores a 0 °C durante los inviernos; produciendo extensión del periodo de engorde, reducción de la conversión de alimento, menor ganancia de peso y disminución en la cantidad de leche producida. **(Vélez, 2013)**

1.2 Antecedentes Investigativos

Investigaciones realizadas en Canadá mediante la utilización de datos acumulados por siete años en el periodo invernal indican que las variables climáticas especialmente la temperatura promedio afecta a la ganancia diaria de peso. Del mismo modo la producción láctea empieza a disminuir alrededor de los 0°C, como sobre los 23°C. Esta menor producción durante el invierno está asociada a una mayor demanda energética para mantención y menor digestibilidad alimenticia. **(Christison y Milligan, 1974)**

Cerqueira (2016) realizó una investigación donde valoró indicadores ambientales e indicadores de estrés de las vacas holstein y su influencia en la producción lechera. Los resultados mostraron temperaturas superiores a 25° C durante 48 días del año, siendo los períodos más críticos primavera y verano. La humedad relativa tuvo una variación de 10 % entre invierno y verano. El índice temperatura humedad (ITH) superó el valor de 72 en 51

días anualmente y el período más crítico de la jornada fue entre las 12:00 y las 16:00 horas, con un ITH medio de 68,0. El paso del ITH de 72 por encima de 78 significó un incremento de 1,3 °C. Todas las correlaciones fueron significativas ($p < 0,001$) y de valor elevado, entre la frecuencia respiratoria, temperatura rectal y ambas con el ITH, por lo que estos indicadores fisiológicos resultan ser excelentes predictores de estrés térmico. Se registró un efecto ($p < 0,005$) del ITH en la producción de leche por día, cuando el valor del ITH era superior a 78 revelándose una menor producción del orden de 1,8 kg/vaca/día

Bouraoui (2002) realizó dos experimentos con vacas frisonas-Holstein lactantes para medir los efectos del estrés por calor, utilizando el índice de temperatura-humedad (THI), sobre la producción de leche, la composición de la leche bajo el clima mediterráneo. Estas pruebas se llevaron a cabo en dos períodos que diferían en los valores promedio de THI (68 ± 3.75 vs. 78 ± 3.23 para los períodos de primavera y verano, respectivamente); reportando una temperatura media de 21,6 °C en primavera y 29,8 °C en verano. El THI diario se correlacionó negativamente con el rendimiento de la leche ($r = -0,76$). Cuando el valor de THI aumentó de 68 a 78, la producción de leche disminuyó en un 21%. El rendimiento de leche disminuyó en un 0.41 kg por vaca por día para cada punto de aumento en los valores de THI por encima de 69. La grasa de la leche (3.24 vs. 3.58%) y la proteína de la leche (2.88 vs. 2.96%) fueron menores para el grupo de verano

De la Casa y Ravelo (2003) realizaron un estudio sobre la evaluación de las condiciones de temperatura y humedad para el ganado lechero en Córdoba, Argentina. Determinado para vacas lecheras de 22.0 ± 2.5 litros / vaca / día de producción media, una tasa de disminución de aproximadamente 0.25 litros / vaca / día por unidad de aumento de THI entre 65 y 80. Debido a pérdidas medias de producción láctea debido a las condiciones de estrés

Angrecka y Herbut (2015) realizaron un estudio sobre el impacto de las bajas temperaturas combinadas con una mayor velocidad del aire ventilado en invierno durante las heladas en un establo de estabulación libre en la medición del estrés por frío en el ganado lechero de raza Holstein-Friesian. El estudio incluyó mediciones de los parámetros del aire exterior e interior (velocidad del viento) y la producción de leche. El estrés por frío se evaluó en tres grupos de estudios (TG) utilizando el índice WCT (Wind Chill Temperature). Durante la investigación, se registraron diferencias significativas de temperatura (5°C) y velocidad del viento (0,5 m/s) en tres zonas del establo ocupadas por el TG individual; todo esto resultó en diferentes valores de WCT. Durante las heladas más severas que duraron 9 días, la temperatura promedio del aire en el establo fue de -8.9 ° C. La temperatura operativa promedio calculada para vacas de todos los TG fue la siguiente: -7.0 ° C para TG1, -11.1 ° C para TG2 y -12.3 ° C para TG3. También se observó que los animales de TG2 sufrían un leve estrés por frío, lo que resultó en una reducción de la producción de leche de aproximadamente 2 kg. Se concluyó que existe una fuerte correlación ($r = 0.72-0.89$ con $P < 0.05$) entre la producción de leche y el índice WCT. Llegaron a la conclusión de que el ganado mantenido en establos libres no es vulnerable a la combinación de baja temperatura y aumento de los movimientos del aire.

Espinosa (2015) realizó una investigación en el cantón Loja, estableciendo parámetros cuantitativos de las características físico químico de la leche de las razas Holstein Friesian y Holstein criolla mediante la utilización del equipo lactoscan recolectando información de cada una de las muestras. Obteniendo los siguientes promedios para la raza Holstein Friesian, grasa de 3,80%, sólidos no grasos 7,60%, densidad 1,03gr/cc, lactosa 4,16%, sales 0,64%, proteína 2,58%, agua adicionada 2,48%, punto de congelación -0,48 °C, pH 6,56, conductividad 5,52. Mientras la raza Holstein mestiza tuvo en contenido de grasa de 3,67%, sólidos no grasos 7,53%, densidad 1,03gr/cc, lactosa 4,13%, sales 0,62%, proteína 2,86%, agua adicionada 2,84%, punto de congelación -0,47 °C, pH 6,59, conductividad 5,46. Haciendo un total de 9 repeticiones por cada raza.

En la investigación realizada por **Chacón (2017)** en el cantón Sígsigde la provincia del Azuay evaluó los porcentajes de grasa, sólidos no grasos, densidad, punto crioscópico, proteínas, lactosa y sales, para determinar la calidad de la leche, el mismo se realizó con una muestra de 350 animales pertenecientes a las siete parroquias del cantón. Las muestras fueron analizadas mediante el Milkotester (lactoscan). Obteniendo los siguientes valores medios: Grasa 3,85%; Sólidos No Grasos 9,44 %; Densidad 32,26 kg/m³; Punto Crioscópico -0,607 °C; Proteína 3,42 %; Lactosa 5,14 % y Sales 0,71 %.

Rodríguez (2017) realizó un estudio cuyo objetivo fue determinar la calidad físico - química de la leche fresca en el sector de Urinsaya – Ccollana, en la Región Cusco. Las muestras se obtuvieron de 27 productores que entregaron leche de 252 vacas en total, el sistema de alimentación es al pastoreo (principalmente kikuyo, alfalfa y avena). Los resultados mostraron que el contenido de grasa fue de 3,12% (\pm D.S. 0,86), sólidos no grasos de 7,86% (\pm D.S. 0,910), densidad de 1,0277g/cm³ (D.S. 1,688), lactosa de 4,33% (\pm D.S. 0,230), proteína de 2,99% (\pm D.S. 0,154), pH de 6,8 (\pm D.S. 0,136); encontrándose el valor promedio de grasa por debajo de los índices establecidos.

Zuluaga y Restrepo (2009) investigó el efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia – Colombia. Reportando que la relación entre la producción de leche, porcentaje de proteína y grasa, recuento de células somáticas y calidad bacteriológica fue significativa ($p < 0.05$). Se encontró efecto significativo de la temperatura, el brillo solar, precipitación sobre los parámetros de producción y calidad de la leche ($p < 0.05$)

1.3 Categorías fundamentales o marco teórico

1.3.1 Parámetros Lácteos (calidad de la leche)

La leche es una mezcla de diferentes sustancias presentes en emulsión o suspensión, presentando sustancias específicas: agua, proteínas, grasa, lactosa, minerales y vitaminas; denominadas como extracto seco o sólidos totales. **(Agudelo y Bedoya, 2005)**

- Agua

El agua es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide en estado de “sol” lióforo (caseína y globulina) o liófilo (albumina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera. El peso específico de la leche oscila entre 1.027 y 1.035, con una media de 1.032. **(Agudelo y Bedoya, 2005)**

- Punto de congelación

Permite detectar la adición de agua en la leche; el punto de congelación de la leche oscila en un rango de $-0,513^{\circ}\text{C}$ a $-0,565^{\circ}\text{C}$. Los componentes que intervienen en el punto de congelación son la lactosa y sales. Un aumento de la acidez de la leche reduce la viscosidad de la misma. **(UNAD, 2016)**

- Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos representan elementos como proteínas, lactosa, minerales y vitaminas, exceptuando el contenido de lípidos y agua. **(Chacón, 2017)**

- Proteínas

La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2,9% al 3,9%), y representa el 38% del total de los sólidos no grasos; las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). **(Valdivia, 2017)**

Caseína: Son relativamente hidrofobias (poco soluble en agua), presentan una característica común precipitan cuando se acidifica leche a pH 4,6; por lo que se les suele denominar proteína insoluble de la leche. Existe tres tipos de caseínas (α , β , Kappa caseínas). **(Valdivia, 2017)**

Proteínas séricas: Son solubles y presentan las siguientes características no coagulan a pH ácido, no son sensibles al ion calcio (Ca^{2+}), son resistentes al cuajo. Están constituidas por tres fracciones albumina, globulina y fracción proteasa – peptona. La proteína más importante es la lactoglobulina por la cantidad en que se encuentra y por ser la responsable en dar el sabor a la leche. **(Abril y Pillco, 2013)**

- Grasa

Constituye cerca del 3% (variando desde 3-4 %) de la leche, se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria. Se encuentra presente en pequeños glóbulos (diámetro de 0,1 a 0,22 micrones) suspendidos en agua; cada glóbulo se halla rodeado de una capa de fosfolípidos que evita que se aglutinen y puedan separarse de la parte acuosa. **(Agudelo y Bedoya, 2005)**

- Densidad

Indica de forma presumible la adulteración de la leche por agregado de agua o por remoción de contenido graso. La densidad de la leche puede fluctuar entre 1,028 a 1,034 gr/ml, con una variación de 0,002 gr/ml por cada grado de temperatura. **(Viera, 2013)**

La densidad variara de acuerdo a la concentración de sus elementos que se encuentran en suspensión, ya que está relacionada con la combinación de sus componentes: agua (1,000 g/ml), grasa (0,931 g/ml), proteínas (1,346 g/ml), lactosa (1,666 g/ml), minerales (5,500 g/ml) y sólidos no grasos (1,616 g/ml). **(Inga, 2017)**

- Determinación pH

El pH normal de la leche fresca es de 6,5-6,7. Valores superiores generalmente se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana. **(LUZ, 2003)**

- Conductividad

En la leche, el valor de la conductividad eléctrica está dado principalmente por la presencia de iones de como cloruros, fosfatos, o calcio, y en menor cantidad por otros elementos como el sodio, muy relevantes a la hora de evaluar la calidad nutricional. A través de la conductividad es posible identificar el comienzo de la enfermedad mastitis, en función de que provocará un aumento de la concentración de sodio y cloruros en la leche, aumentando los valores de conductividad. Por lo tanto, si se trabaja con un comportamiento estándar de la conductividad en la leche, normalmente entre 3 y 14 mS/cm, es posible identificar de forma rápida e in situ el comienzo y desarrollo de la enfermedad. **(Hanna Hints, 2018)**

- Lactosa

Es el principal azúcar de la leche (4,75-5,5%) encontrándose en cantidades vestigiales como glucosa (0,1%); siendo el carbohidrato de mayor presencia en la leche. Representa la fuente de energía (glucosa) más importante para neonato. **(Guerrero y Rodríguez, 2010)**

Es sintetizada en el epitelio de las células mamarias a partir de 2 moléculas de glucosa que se absorben desde la sangre. Una de las moléculas es fosforilada y convertida en galactosa para luego condensarse por medio de la enzima lactosa - sintetasa formando así el disacárido lactosa. **(Chacón, 2017)**

1.3.2 Factores Climáticos

- Temperatura Ambiental

La temperatura es el factor más utilizado como indicador de estrés; Existe un rango de temperatura en el que el animal puede mantener constante su temperatura corporal (zona de confort) sin tener que hacer ajustes fisiológicos y de comportamiento. **(Perera, 2015)**

Cuando los animales se encuentran fuera de su zona de confort, se producen desequilibrios en el balance energético, lo que conlleva a disminuir su producción láctea, siendo los umbrales para vacas Holstein entre 5 y 21°C; estos valores representan los límites por los cuales los animales activan sus mecanismos fisiológicos asegurando su supervivencia en disminución de su producción. **(Villa, 2013)**

- Humedad Relativa

La humedad relativa (HR) es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, los principales efectos están asociados con una reducción de la efectividad en la disipación de

calor por sudoración y respiración. En temperaturas superiores a 30 ° C, la HR comienza a ocupar un rol importante en los procesos evaporativos. **(Da Silva, 2006)**

- Velocidad del Viento

El viento ayuda a reducir los efectos del estrés por calor durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por vías evaporativas, esta respuesta depende del estado en que se encuentra la piel del animal (seca o húmeda). En muchas ocasiones al viento se le suma el frío y esto hace que el animal pierda el calor generado más rápido entrando en desequilibrio térmico (hipotermia), lo que implica un descenso de temperatura. **(Oyhanart, 2017)**

El viento puede ser un factor de mayor riesgo cuando el animal está mojado y con barro adherido a su pelaje, el animal seca ese barro con su calor corporal destinando parte de la energía consumida en la dieta para este propósito. Resultando en menor energía para la producción láctea, sumado a esto que el animal esta carente de nutrientes la caída de temperatura corporal será mayor. **(Córdova, 2010)**

- Índice de Temperatura- Humedad

Es el indicador utilizado para evaluar el riesgo de estrés en bovinos considerando el efecto de las condiciones ambientales (temperatura ambiental y la humedad relativa), estableciendo que valores superiores de ITH superiores al rango de 68 – 72 originan discomfort térmico; Siendo la hora más crítica alrededor de las 15:00 cuando la temperatura ambiente alcanza su máximo. **(INTA 2015)**

- Wind Chill

Es un indicador para condiciones de estrés por frío, el cual fue inicialmente pensado para su uso en humanos; conocido como Wind Chill el cual ha sido utilizado como un indicador de estrés por frío en producción de ganado bovino y fue perfeccionado por la NOAA. Este índice da cuenta del efecto del viento sobre la pérdida de calor bajo condiciones frías (invernó). (Arias et al. 2008)

1.4 Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la temperatura ambiental sobre la calidad y producción de leche en vacas en el Páramo Andino

Objetivos Específicos

- Establecer fluctuaciones climáticas mediante el uso de sensores climáticos
- Cuantificar la producción diaria de leche
- Determinar la calidad de leche

1.5 Hipótesis

La temperatura ambiental influye sobre la calidad y producción de leche en vacas en el Páramo Andino

CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del Experimento

El presente proyecto se realizó en la parroquia San Andrés la cual se encuentra ubicada en la sierra central del país, al noroeste de la Provincia de la Chimborazo, perteneciente al cantón Guano (Urbina), en la Cooperativa de Producción Ganadera Chuquipogyo “COOPCHUQ”

2.2 Características del Lugar

Tabla 1. Características del lugar

Características	
Altitud	3 600 msnm
Latitud	-1 5
Temperatura media	8,9 °C
Humedad relativa	80 %
Precipitación	901 mm
Clima	Tundra (Frío)

Fuente: GAD Parroquial San Andrés (2014)

2.3 Materiales y Equipos

Materiales

- 10 Vacas holstein criollas en producción
- Indumentaria (overol, botas)
- Frascos para muestras de leche (15cc)
- 10 aretes (5 rojos, 5 amarillos) para identificación animal
- Areteadora
- Equipo básico de examinación
- Registros de producción
- Ficha clínica

Equipos

- Lactoscan (medidor de la calidad de leche)
- Sensores climáticos (micro estación climática “Kestrel”)

2.4 Factores de Estudio

G1: sistema bajo rotación de potreros, permaneciendo las noches a la intemperie

G2: sistema bajo rotación de potreros, permaneciendo las noches bajo cobertizo

2.5 Métodos

2.5.1 Selección de animales

La investigación duro 3 meses, en la cual se utilizó 10 animales holstein mestizas en producción, los cuales fueron seleccionados previo a un chequeo clínico para establecer el estado general de salud de cada uno de ellas, mediante la medición de las constantes fisiológicas: Temperatura corporal, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, con la realización de fichas clínicas; las vacas se seleccionaron por su producción promedio de leche, homogenizando cada grupo.

Tabla 2. Ficha clínica

Vacas	Nº Partos	Meses de lactancia	Temperatura (°C)	Frecuencia Cardíaca (lpm)	Frecuencia Respiratoria (rpm)	Producción de leche (lt)
1	4	3 meses	38,6	92	31	14
2	1	3 meses	38,5	86	28	12
3	4	3 meses	38,2	90	30	13
4	3	3 meses	38,4	86	28	13
5	3	3 meses	38,4	84	28	13
6	3	3 meses	38,6	88	29	13
7	2	3 meses	38,5	84	28	13
8	3	3 meses	38,2	90	30	12
9	4	3 meses	38,4	88	29	14
10	4	4 meses	38,5	86	28	13

Fuente: El autor

2.5.2 Homogenización de grupos

Se formó 2 grupos tomando en cuenta la producción promedio de leche, número de partos y los meses de lactancia de las vacas seleccionadas.

2.5.3 Identificación y adaptación de los animales

Se procedió a identificar los grupos mediante la utilización de aretes de dos colores, estos conformaron 2 tratamientos, el primero sometido a un sistema de pastoreo rotatorio, los mismos que permanecieron en los potreros durante la noche (aretes rojos) y el segundo se sometió a un sistema de pastoreo rotatorio permaneciendo las noches bajo cobertizo (aretes amarillos), donde el alimento suministrado fue el mismo para ambos grupos. Los animales del grupo de la cobertura tuvieron una semana de adaptación previo al inicio de la investigación.

Tabla 3. Identificación de los grupos

Vacas	Arete de Identificación
1	C1
2	C2
3	C3
4	C4
5	C5
6	I1
7	I2
8	I3
9	I4
10	I5

Fuente: El autor

2.5.4 Medición de los factores climáticos

Se monitoreo los factores climáticos mediante la colocación de 2 sensores (micro estación climática “Kestrel”) para medir la temperatura ambiental, la humedad relativa y la velocidad del viento, fijándose sobre la base del terreno a una altura aproximada de 2 metros, en dos zonas distintas (zona de los potreros y en los cobertizos), cambiándose cada rotación de potrero. Los sensores registraron parámetros ambientales diariamente durante el tiempo que duro la investigación.

2.5.5 Medición de la producción diaria de leche

Se registró la producción diaria de leche de ambos grupos, tomando datos de los 2 ordeños realizados (mañana y tarde) durante el tiempo que duro la investigación.

2.5.6 Evaluación de la calidad de la leche

Se realizó un análisis de calidad de la leche obtenida en el ordeño de la mañana recolectando 15 cc de la misma en frascos herméticos (plásticos) de cada una de las vacas en investigación cada 15 días, 3 días consecutivos mediante la utilización del equipo Lactoscan, el cual realiza un análisis de la leche en: Grasa (%), Densidad (kg/m³), Conductividad (mS/cm), Sólidos no grasos (%), Proteínas (%), Temperatura (°C), Punto de congelación (°C), pH, Lactosa (%). Con reportes de los resultados obtenidos

2.5.7 Calculo de los índices de estrés

❖ Wind Chill

Se calculó entre el transcurso de las 19:00 hasta las 4:00 horas, utilizando la siguiente formula (NOOA):

$$WCI = 13,12 + 0,6215 * Ta - 11,37 * V^{0,16} + 0,3965 * Ta * V^{0,16}$$

Ta: temperatura media en °C

V: es la velocidad del viento en Kph

❖ ITH

Se calculó durante el transcurso del día entre las 7:00 a las 16:00 horas, mediante la utilización de la fórmula:

$$ITH = 0,8 * Ta + (HR/100) * (Ta - 14,3) + 46,4$$

Ta: temperatura media

HR: humedad relativa

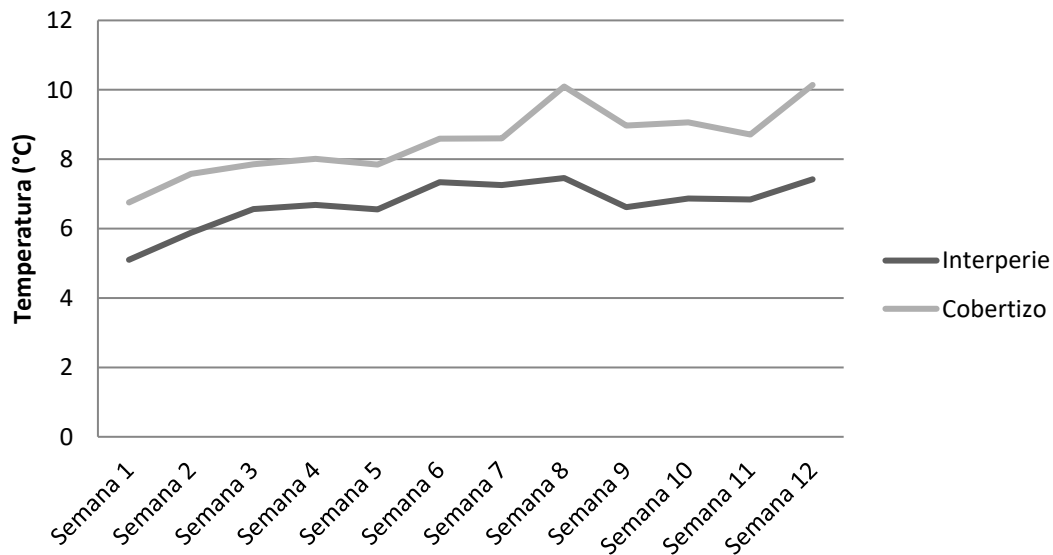
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Fluctuaciones Climáticas

Temperatura

Con respecto a la temperatura promedio semanal durante el periodo estudiado se registró la temperatura mínima durante la primera semana en intemperie (5,1 °C) y bajo cobertizo (6,75 °C). En tanto la temperatura máxima encontrada en intemperie fue de 7,46 °C correspondiente a la semana 8 y en el ambiente de cobertizo fue de 10,14 °C en la semana 12

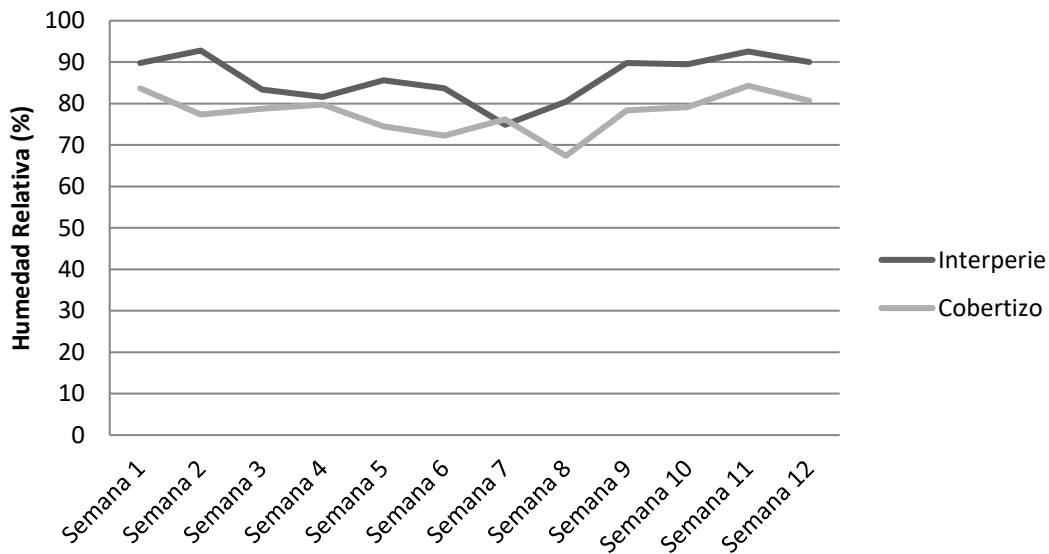
Figura 1. Temperatura media semanal



Humedad Relativa

La humedad relativa promedio semanal mínima registrada en el ambiente de interperie por semana fue de 74,89 % en la semana 7; mientras que para el ambiente de cobertizo fue de 67,40 % en la semana 8. Los valores máximos para interperie fue 92,80 % en la semana 2 y bajo cobertizo fue 84,31 % correspondiente a la semana 11

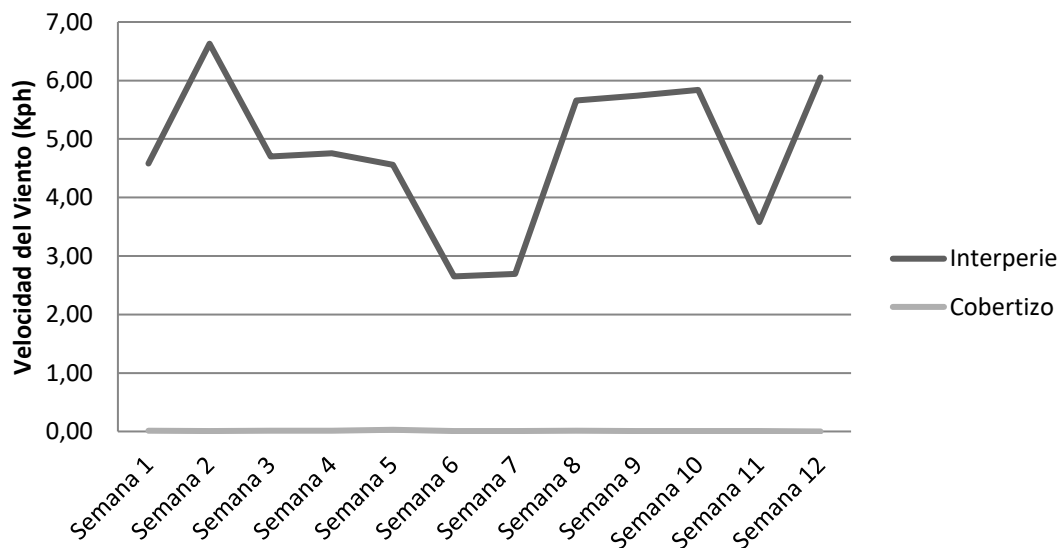
Figura 2. Humedad relativa media semanal



Velocidad del Viento

La velocidad del viento promedio semanal mínima registrada para el ambiente de interperie fue de 2,65 kph en la semana 6, mientras que para el ambiente bajo cobertizo fue de 0 en la semana 12. El valor máximo registrado para la interperie fue de 6,63 kph y bajo cobertizo fue de 0,01 registrando durante varias semanas

Figura 3. Velocidad del viento media semanal



3.2 Factores Climáticos

Los factores climáticos que demostraron una diferencia significativa ($P < 0,05$) fueron la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, humedad relativa, velocidad del viento y el WCI; mientras que el ITH no mostro diferencias significativas

Tabla 4. Factores Climáticos

Variable	Cobertura	Media	SD	EEM	Valores extremos	Valor P
T Max (°C)	Intemperie	12,420	3,2592	0,3621	5,0 - 24,5	0,040
	Cobertizo	14,191	2,6248	0,2916	7,0 - 22,9	
T Min (°C)	Intemperie	2,9926	1,4527	0,1614	-0,1 - 5,6	0,00
	Cobertizo	4,9481	1,2268	0,1363	1,2 - 7,4	
T Media (°C)	Intemperie	7,7062	1,6553	0,1839	3,4 - 13,6	0,0003
	Cobertizo	9,5938	1,4657	0,1629	5,2 - 13,9	
HR (%)	Intemperie	86,040	8,1794	0,9088	61,93 - 96,43	0,001
	Cobertizo	77,566	7,1931	0,79924	56,01 - 89,6	
Vel. Viento (Kph)	Intemperie	4,6101	1,3658	0,1517	1,69 - 8,56	0,00
	Cobertizo	0,0067	0,0210	0,0023	0 - 0,11	
ITH	Intemperie	47,1898	2,5927	0,2880	40,61 - 58,28	1,00
	Cobertizo	47,1898	2,5927	0,2880	40,61 - 58,28	
WCI	Intemperie	4,404	1,1642	0,1294	0,3 - 6,6	0,00
	Cobertizo	17,264	0,8316	0,0924	15,2 - 18,9	

SD: Desviación estándar. EEM: Error estándar de la media. HR: Humedad relativa. ITH: Índice temperatura humedad. WCI: Índice wind chill

3.3 Producción y calidad de la Leche

En la tabla 5, se refleja una diferencia significativa ($P < 0,05$) en producción total, producción en la mañana, producción en la tarde, conductibilidad y en la grasa; mientras que los analitos como densidad, solidos no grasos, proteínas, pH, lactosa y punto de congelación de la leche no se evidencia diferencias significativas

Tabla 5. Parámetros lácteos

Variable	Cobertura	Media	SD	EEM	Valores extremos	Valor P
Prod. Total (L)	Intemperie	11,158	0,5270	0,0586	9,8 - 12,6	0,000006
	Cobertizo	12,296	0,5506	0,0612	10,6 - 13,4	
Prod. Mañana (L)	Intemperie	6,560	0,4164	0,0463	5,6 - 7,8	0,00003
	Cobertizo	7,200	0,3912	0,0435	6,0 - 8,0	
Prod. Tarde (L)	Intemperie	4,598	0,2958	0,0329	4 - 5,6	0,00001
	Cobertizo	5,096	0,3676	0,0408	4,4 - 5,8	
Grasa (%)	Intemperie	3,0850	0,7803	0,1839	1,68 - 4,27	0,027
	Cobertizo	3,6506	0,6857	0,1616	1,86 - 4,73	
Densidad (Kg/m ³)	Intemperie	25,311	4,4279	1,0436	17,81 - 33,46	0,746
	Cobertizo	24,837	4,3013	1,0138	17,87 - 34,53	
SNG (%)	Intemperie	7,9717	0,6547	0,1543	7,09 - 9,44	0,398
	Cobertizo	8,1737	0,7513	0,1771	6,99 - 9,74	
Proteínas (%)	Intemperie	2,8973	0,2286	0,0539	2,55 - 3,26	0,485
	Cobertizo	2,9576	0,2808	0,0662	2,51 - 3,56	
pH	Intemperie	6,574	0,1182	0,0279	6,4 - 6,8	0,703
	Cobertizo	6,589	0,1245	0,0294	6,43 - 6,83	
Lactosa (%)	Intemperie	4,3746	0,3657	0,0862	3,86 - 5,19	0,403
	Cobertizo	4,4819	0,3942	0,0929	3,84 - 5,35	
Conductibilidad (mS/cm)	Intemperie	4,1908	0,3167	0,0746	3,70 - 5,08	0,016
	Cobertizo	3,9530	0,2415	0,0569	3,54 - 4,43	
Punto de congelación (°C)	Intemperie	0,5170	0,0356	0,0084	0,47 - 0,60	0,887
	Cobertizo	0,5154	0,0341	0,008	0,47 - 0,59	

SD: Desviación estándar. EEM: Error estándar de la media. SNG: Sólidos no grasos

Los valores obtenidos del análisis de grasa fueron de 3,65 % para los animales bajo cobertizo los mismos que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por (Agudelo; Bedoya, 2005) de 3,4 al 4%; así como los reportados por (Espinosa 2015) y (Chacón, 2017) con valores de 2,86% y 3,85% respectivamente. Mientras que los animales que permanecieron a la intemperie el valor de grasa fue de 3,08% el cual se encuentra debajo de los parámetros establecidos.

El porcentaje de proteína obtenido en la investigación fue de 2,96% para los animales bajo cobertizo y de 2,9% para los de la intemperie; similares a los resultados de las investigaciones de (Rodríguez, 2017) de 2,99%, al igual que (Chacón, 2017) con un valor de 3,42% los mismos que se encuentra dentro del rango establecido por (Valdivia, 2017) de 2,9 -3,9%

Los valores obtenidos para los parámetros de densidad son 24,873 kg/m³ (1,02487 gr/cm³) y 25,311 kg/m³ (1,02531 gr/cm³) para los animales bajo cobertizo e intemperie respectivamente, similares a los reportados por (Chacón, 2017) de 32,26 kg/m³, (Espinosa 2015) de 1,03 gr/cm³ y (Rodríguez, 2017) de 1,0277 gr/cm³.

Los datos referenciales de (Chacón, 2017) con respecto al punto de congelación de la leche detalla -0,607 °C, (Espinosa 2015) detalla -0,47°C, al compararlo con los obtenidos en la investigación de 0,5154°C y 0,5170°C (cobertizo e intemperie respectivamente) con respecto a los autores los valores se encuentran altos debido al tiempo transcurrido entre la toma de muestra y el análisis realizado. En cuanto al valor de conductibilidad fue de 3,9530 mS/cm en cobertizo y 4,1908 mS/cm en intemperie, los valores se encuentran cercanos a los reportados por (Espinosa 2015) de 5,46 mS/cm

Los resultados obtenidos para los parámetros de sólidos no grasos, lactosa, y ph son de (8,1737%; 4,4819%; 6,58) para los animales en cobertizo y de (7,9717%; 4,3746%; 6,57) para los animales en intemperie, los mismo que no se encuentra alejados según lo reportados por (Espinosa 2015) de (7,53%; 4,13%; 6,59) y (Rodríguez, 2017) de (7,86%; 4,33%; 6,8)

3.4 Índice Temperatura Humedad

Figura 4. Índice Temperatura Humedad – Intemperie

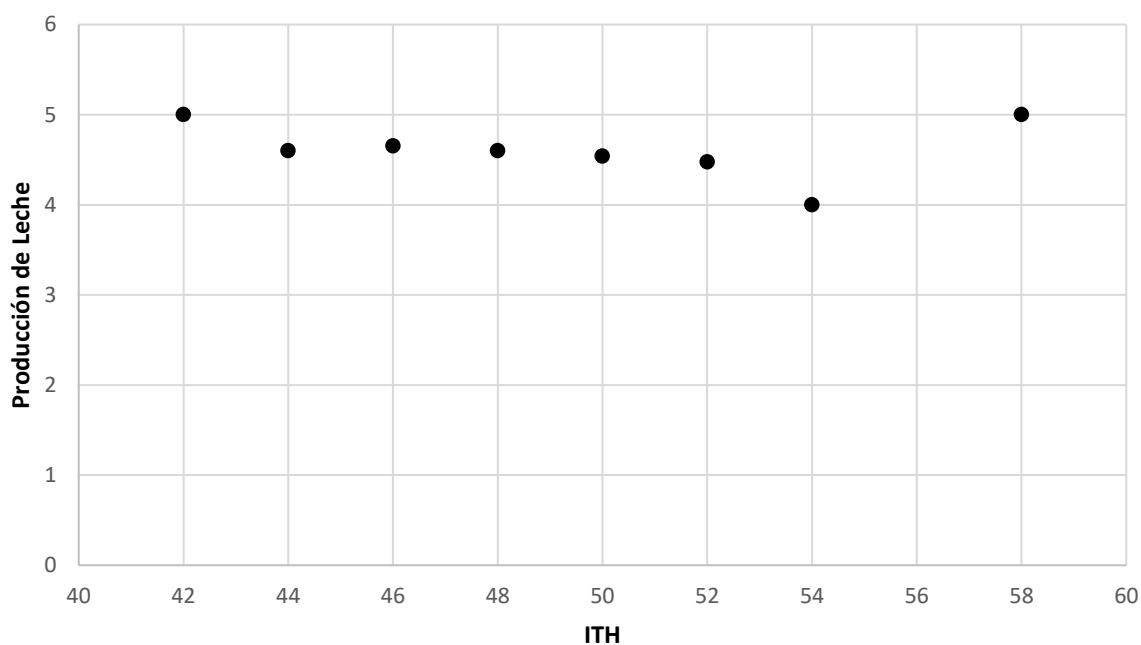
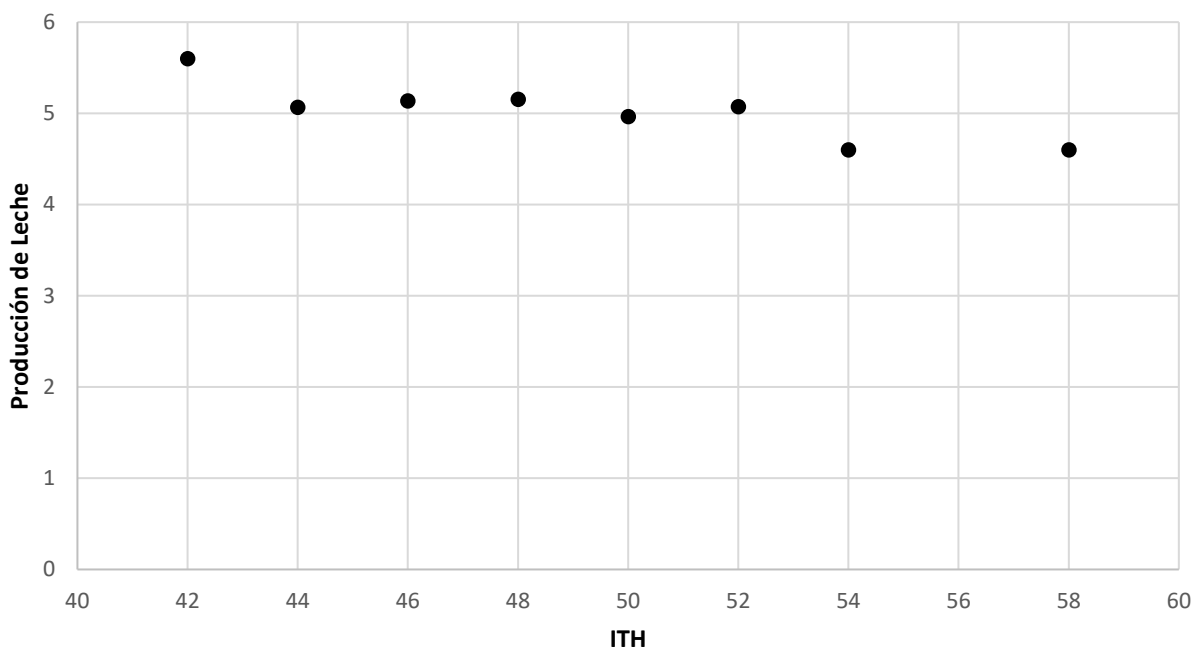


Figura 5. Índice Temperatura Humedad – Cobertizo



Los valores obtenidos en la presente investigación para el índice de temperatura humedad (ITH) se encuentran entre 42 y 58 para ambos grupos de investigación, el cual no llega a producir estrés en los animales, ya que se encuentra por debajo del rango establecido por (INTA 2015) el cual es de valores superiores a 72 para la aparición de estrés; lo que concuerda con investigaciones realizadas por (Cerqueira 2016) y (Bouraoui 2002) reportando valores de ITH superiores a 78 disminuyen la producción acompañados al estrés producido

3.5 Índice Wind Chill

Figura 6. Wind Chill – Intemperie

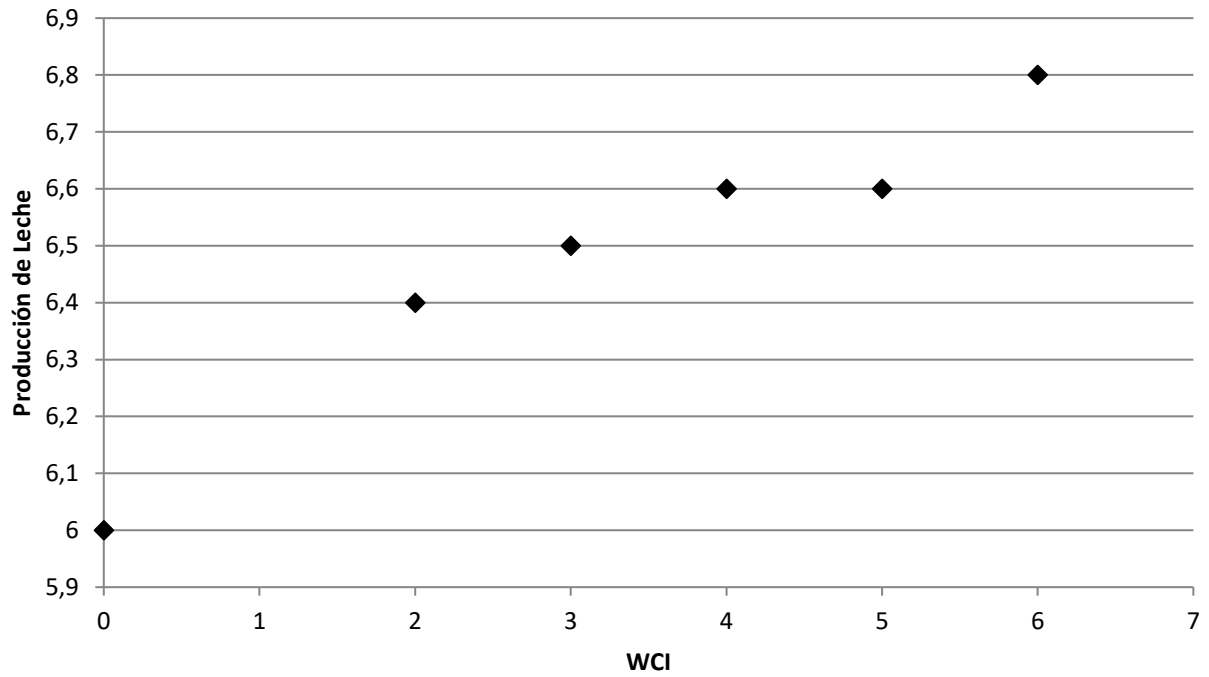
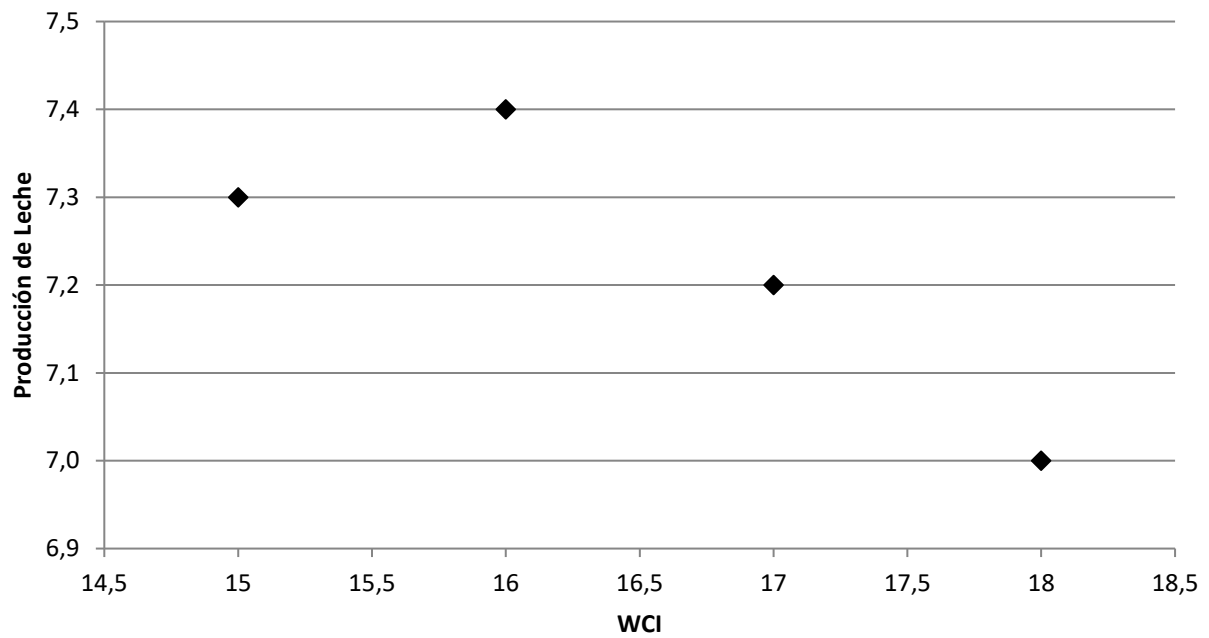


Figura 7. Wind Chill – Cobertizo



El Índice Wind Chill en intemperie se encuentra en el rango (4 a -6°C) de la tabla descrita por NOAA, en la cual el animal puede sufrir una baja posibilidad de congelamiento y un estrés leve, disminuyendo su producción de leche, debido a la utilización de grasa para mantener la temperatura corporal, reflejándose en una cantidad menor de grasa en el análisis de la leche. Concuerd a con lo descrito por (Angrecka, Herbut 2015) ya que en sus estudios realizados demostraron que la producción de leche disminuía desde los 0°C , existiendo una fuerte correlación entre el WCI y la producción de leche. Mientras que en los animales bajo cobertizo el WCI se encontró entre 15 y 18, sin lograr producirse estrés debido a la baja velocidad del viento; con una mayor producción de leche y grasa en esta con respecto a los animales que permanecieron en la intemperie

3.6 Correlación de Pearson

En la tabla 6, existe una correlación significativa (0,05) entre los variables de producción láctea (total, mañana, tarde) con la temperatura mínima, el WCI con la producción láctea; se refleja una correlación negativa significativa (0,05) entre humedad relativa con producción láctea y con la grasa, velocidad del viento con la producción latea y grasa, ITH con producción láctea en la tarde. Mientras que se evidencia una correlación altamente significativa (0,01) entre el WCI con la variable grasa, lactosa con la temperatura mínima

Tabla 6. Correlación de Pearson

Variables	T Max	T Min	T Media	HR	Velocidad Viento	ITH	WCI
Producción Total	-0,009	0,463**	0,208**	-0,319**	-0,674**	-0,128	0,710**
Producción Mañana	0,010	0,482**	0,231**	-0,231**	-0,558**	-0,030	0,618**
Producción Tarde	-0,029	0,276**	0,106	-0,315**	-0,580**	-0,203**	0,574**
Grasa	0,019	0,044	0,037	-0,439**	-0,432**	-0,258	0,358*
Densidad	0,042	0,279	0,150	0,135	0,027	0,310	-0,025
SNG	0,254	0,340*	0,365*	-0,027	-0,128	0,317	0,185
Proteínas	0,256	0,311	0,356*	-0,012	-0,097	0,297	0,156
pH	0,226	0,050	0,224	0,099	-0,065	0,324	0,043
Lactosa	0,201	0,369*	0,330*	-0,019	-0,130	0,307	0,183
Conductibilidad	0,181	0,011	0,164	0,350*	0,422*	0,490**	-0,372*
Punto de congelación	0,187	0,237	0,264	0,020	0,079	0,402*	0,014

SNG: Sólidos no grasos

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Los valores obtenidos en la presente investigación reflejan una relación altamente significativa entre los factores climáticos con la producción de leche; mientras que una relación significativa y altamente con la calidad de la leche. Los cuales son similares a los reportados por (Zuluaga y Restrepo, 2009)

3.7 Verificación de la Hipótesis

Se aprueba la hipótesis ya que la temperatura ambiental en conjunto con otras variables climáticas influye directamente sobre la producción y calidad de la leche en vacas en el Páramo Andino

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se determinó las fluctuaciones climáticas de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento de los animales en cada grupo de experimentación intemperie y cobertizo durante el tiempo que duro la investigación
- La producción de leche se incrementó alrededor de 1 litro en vacas que permanecieron las noches bajo cobertizo debido a la influencia de los factores climáticos
- Se determinó la calidad de leche (grasa, densidad, Sólidos no grasos, proteínas, pH, lactosa, conductibilidad, punto de congelación) de las vacas, obteniendo un porcentaje de grasa mayor en las vacas bajo cobertizo que las de intemperie, debido a que estas las utilizan para regular su temperatura corporal
- Se calculó el índice de estrés por frío (WCI) evidenciando un leve estrés en los animales que permanecieron a la intemperie

4.2 Recomendaciones

- La construcción de un cobertizo incrementa la producción de leche en días de bajas temperaturas, lo que determina una ganancia económica para los productores

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abril, A; Pillco, V. 2013. CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA QUE INGRESA A LA CUIDAD DE CUENCA, PARA SU COMERCIALIZACIÓN. (en línea). Universidad de Cuenca. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4825/1/TESIS.pdf>

Agudelo, A; Bedoya, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. (en línea). Revista Lasallista de Investigación. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>

Angreka, S; Herbut, P. 2015. Conditions for cold stress development in dairy cattle kept infreestall barn during severe frosts. (en línea). University of Agriculture, Krakow, Poland. [Disponible en] <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/145647.pdf>

Arias, R; Mader, T; Escobar, P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea). Escuela de Agronomía. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Católica de Temuco, Chile. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci_arttext

Bouraoui, R. 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. (en línea). HAL. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889824/document>

Cerqueira, J. 2016. Predicción de estrés térmico en vacas lecheras. (en línea). Escuela Superior Agraria del Instituto Politécnico de Viana de Castelo. Portugal. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/308992424_Prediction_of_heat_stress_in_dairy_cows_by_environmental_and_physiological_indicators

Chacón, F. 2017. EVALUACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA LECHE BOVINA. (en línea). Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf>

Christison GI, JD Milligan. 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, Pg 296-300.

Córdova, I. 2010. Efecto de factores climáticos sobre la conducta reproductiva bovina en trópicos. (en línea). REDVET. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/60-factores_climaticos.pdf

Da Silva, R. 2006. Weather and Climate and animal production. (en línea). Disponible en http://www.agrometeorology.org/files-folder/repository/gamp_chap_11.pdf

De la Casa, A; Ravelo, A. 2003. Assessing temperature and humidity conditions for dairy cattle in Córdoba, Argentina. (en línea). Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-003-0179-x>

Espinosa, F. 2015. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO PARA QUESO FRESCO A PARTIR DE LECHE CRUDA PROCEDENTE DE RAZAS DE GANADO VACUNO LECHERO. (en línea). Universidad Nacional de Loja. Disponible en <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/11709/1/franklin%20espinoza%20corregido%20biblioteca.pdf>

GAD Parroquial San Andrés. 2014. Cobertura de Servicios: La Parroquia. (en línea). Ecuador. Disponible en <https://sanandres.gob.ec/index.php/la-parroquia/aspectos-generales>

Garzón, A. 2011. CAMBIO CLIMÁTICO: ¿CÓMO AFECTA LA PRODUCCIÓN GANADERA?. (en línea). REDVET. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080811/081108.pdf>

Guerrero, J; Rodríguez, P. 2010. Características físico-químicas de la leche y su variación. (en línea). Universidad Nacional Agraria (UNA). Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1399/1/tnq04g934.pdf>

Hanna Hints. 2018. Conductividad de la Leche. (en línea). Disponible en <https://www.hannachile.com/blog/post/conductividad-en-leche>

Inga, L. 2017. CONTROL DE LA CALIDAD EN LA DENSIDAD DE LECHE. (en línea). Universidad Técnica de Machala. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11461/1/INGA%20ZAMBRANO%20LUIS%20FERNANDO.pdf>

Instituto de Clima y Agua (INTA). 2015. Índice de Temperatura y Humedad (ITH). (en línea). Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_nro.1_1al6dic_2015.pdf

Khalifa HH. 2003. Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: Interactions between climate and animal production. Proc Symp, EAAP Technical series N° 7, Pg 15-29.

Martínez, A. 2006. Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero. (en línea). REDVET. Departamento de Producción Animal de la Universidad de Córdoba (España). Disponible en <https://www.redalyc.org/html/636/63617167018/>

Oyhanart, L. 2017. Estrés térmico en Bovinos. (en línea). Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. Disponible en <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1300/Oyhanart%2C%20Lucas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Perera, I. 2015. Manejo de Hembras durante la gestación, el parto y la lactancia de crías. 5ed. Editorial Elearning S.L. España. 400p.

Rodríguez, P. 2017. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA DE LA LECHE FRESCA EN EL SECTOR URINSAYA – COLLANA. (en línea). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO. Perú. Disponible en http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1810/253T20170280_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Saravia, C. 2003. Influencia del Ambiente Atmosférico en la Adaptación y Producción Animal. (en línea). Uruguay. Disponible en http://dedicaciontotal.udelar.edu.uy/adjuntos/produccion/662_academicas__academicaarchivo.pdf

UNAD. 2016. DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA LECHE. (en línea). Disponible en http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_LECTURA_Revision_de_Presaberes.pdf

UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ). 2003. INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE CRUDA. (en línea). Disponible en http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf

Valdivia, J. 2017. CAMBIOS FÍSICO QUÍMICOS, SENSORIALES Y NUTRICIONALES, DEBIDO A LA EVAPORACIÓN DE LA LECHE ENTERA. (en línea). Universidad Nacional Agraria. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3101/valdivia-calixto-jorge-andres.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Vélez, E. 2013. Factores de Origen Ambiental que Afectan la Producción de Leche en Vacunos Bajo Pastoreo Semi-Intensivo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Viera, M. 2013. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LECHE DE VACUNO EN LOS DISTRITOS DE APATA, MATAHUASI Y CONCEPCIÓN EN EL VALLE DEL MANTARO. (en línea). Universidad Nacional Agraria. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1751/Q04.V665-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villa, E. 2013. FACTORES DE ORIGEN AMBIENTAL QUE AFECTA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACUNOS BAJO PASTOREO SEMI-INTENSIVO. (en línea). Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. Disponible en http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/06/Articulo_velez.pdf

Zuluaga, J; Restrepo, L. 2009. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia – Colombia. (en línea). Revista Lasallista de Investigación. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v6n1/v6n1a07.pdf>

ANEXOS

Producción láctea

Días	Fecha	VACAS																			
		C1		C2		C3		C4		C5		I1		I2		I3		I4		I5	
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Lunes	12/08/2019	8	6	8	5	7	6	7	6	8	5	7	6	7	6	7	5	7	5	7	6
Martes	13/08/2019	8	5	8	4	7	5	8	7	8	6	6	5	7	5	7	6	6	5	7	5
Miércoles	14/08/2019	8	6	7	6	8	5	8	6	8	5	7	4	8	6	7	5	8	4	7	6
Jueves	15/08/2019	7	6	7	5	7	6	7	6	7	5	6	5	6	5	6	5	7	5	6	5
Viernes	16/08/2019	8	5	8	5	7	6	8	5	8	4	6	4	6	4	6	4	6	5	6	5
Sábado	17/08/2019	7	6	7	5	8	5	8	6	7	5	6	5	6	5	6	4	7	4	6	5
Domingo	18/08/2019	8	6	8	5	8	7	8	4	7	5	6	5	6	4	7	6	6	5	7	4
Lunes	19/08/2019	7	6	7	6	8	6	8	6	7	4	6	4	7	5	7	4	6	5	7	4
Martes	20/08/2019	7	6	7	6	7	5	8	5	8	5	7	5	7	6	6	5	7	4	8	4
Miércoles	21/08/2019	8	5	7	5	8	5	7	6	8	5	7	4	7	5	7	5	6	6	7	5
Jueves	22/08/2019	7	5	7	6	7	4	8	5	7	5	6	5	7	4	7	6	8	4	7	4
Viernes	23/08/2019	8	6	8	5	7	5	7	6	7	4	7	4	7	5	7	5	7	4	6	5
Sábado	24/08/2019	7	5	7	5	7	5	8	5	8	4	6	5	7	6	6	4	8	4	6	4
Domingo	25/08/2019	7	6	7	6	8	6	8	4	8	4	7	6	8	5	7	4	8	5	8	5

Lunes	26/08/2019	8	5	8	6	8	5	8	5	7	6	8	4	7	5	8	5	8	5	8	5
Martes	27/08/2019	8	6	8	5	8	6	7	5	7	5	7	5	6	5	8	4	8	4	8	4
Miércoles	28/08/2019	7	6	7	5	7	5	7	5	7	6	6	4	6	4	8	4	7	4	7	5
Jueves	29/08/2019	8	5	8	4	7	5	8	5	7	4	7	4	6	4	7	6	7	5	7	4
Viernes	30/08/2019	8	6	7	6	8	6	7	6	6	5	6	4	6	5	6	5	6	4	6	5
Sábado	31/08/2019	8	5	8	6	8	5	8	5	7	5	6	5	6	5	7	6	8	4	6	5
Domingo	01/09/2019	7	6	7	5	7	5	8	6	7	6	7	5	6	5	7	4	7	5	7	4
Lunes	02/09/2019	7	6	7	6	7	4	7	5	6	5	6	4	6	4	6	5	5	4	6	5
Martes	03/09/2019	8	5	8	5	8	5	8	5	7	5	6	5	7	4	6	5	7	5	6	6
Miércoles	04/09/2019	7	6	7	5	7	6	7	6	7	6	6	4	7	4	6	4	6	5	6	5
Jueves	05/09/2019	7	6	7	6	8	4	7	6	7	6	6	4	6	4	6	5	6	5	6	4
Viernes	06/09/2019	8	6	7	6	8	4	7	6	7	4	7	4	7	4	6	5	7	4	7	5
Sábado	07/09/2019	7	6	7	5	7	6	8	5	6	5	6	4	7	5	7	4	6	5	6	5
Domingo	08/09/2019	8	5	8	5	7	5	7	5	7	5	6	5	7	4	6	5	8	4	7	4
Lunes	09/09/2019	7	5	7	5	8	4	8	4	7	4	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5
Martes	10/09/2019	8	5	8	4	7	5	7	4	7	5	7	5	6	5	6	5	7	5	7	5
Miércoles	11/09/2019	7	6	7	5	6	5	7	5	6	5	6	5	7	5	6	4	7	4	7	4
Jueves	12/09/2019	8	5	7	5	6	5	6	5	6	5	7	5	6	4	8	4	6	5	8	4
Viernes	13/09/2019	7	6	7	6	7	6	8	5	7	5	6	4	6	4	8	5	6	5	7	4
Sábado	14/09/2019	7	5	7	6	7	6	7	6	7	4	6	4	6	5	7	5	7	4	6	4

Domingo	15/09/2019	7	6	8	4	7	5	7	5	6	5	6	5	7	5	7	5	6	5	6	5
Lunes	16/09/2019	8	5	8	5	8	5	8	4	8	5	7	5	7	6	7	4	7	4	7	4
Martes	17/09/2019	8	4	7	5	7	6	7	4	8	4	6	5	6	5	6	5	6	4	6	5
Miércoles	18/09/2019	8	6	7	5	8	5	7	5	7	5	7	5	6	4	6	5	8	5	7	4
Jueves	19/09/2019	7	5	7	6	7	5	7	6	6	5	8	4	7	5	7	4	7	4	7	4
Viernes	20/09/2019	7	6	8	4	8	4	7	5	7	5	6	5	6	5	7	4	7	4	6	5
Sábado	21/09/2019	8	6	7	5	7	5	6	5	7	4	7	5	6	5	6	5	7	5	7	4
Domingo	22/09/2019	7	5	6	5	7	6	8	4	8	4	8	4	7	4	6	5	6	4	7	4
Lunes	23/09/2019	7	6	6	5	7	6	7	5	7	5	7	5	7	5	7	4	7	5	6	5
Martes	24/09/2019	8	5	7	6	8	5	7	5	7	5	7	6	7	4	6	5	7	4	6	4
Miércoles	25/09/2019	8	4	7	5	7	6	7	4	7	4	8	5	7	5	7	6	7	4	7	4
Jueves	26/09/2019	7	5	7	5	7	5	7	5	8	5	6	4	6	5	6	4	6	5	6	4
Viernes	27/09/2019	8	5	7	6	7	5	7	4	7	5	7	4	6	5	6	5	6	4	7	6
Sábado	28/09/2019	7	6	7	4	8	4	8	4	7	5	7	5	7	5	6	5	6	5	7	5
Domingo	29/09/2019	7	6	8	5	7	6	7	6	6	5	6	4	6	4	6	4	6	4	6	5
Lunes	30/09/2019	7	5	7	5	6	5	7	4	6	4	7	4	7	4	7	5	7	5	6	5
Martes	01/10/2019	7	5	7	5	7	6	7	6	7	5	6	4	6	4	6	4	6	5	6	5
Miércoles	02/10/2019	8	6	7	6	8	4	7	5	8	4	7	4	7	5	7	4	6	5	6	5
Jueves	03/10/2019	6	5	8	5	7	5	8	4	7	4	6	5	7	4	6	5	6	5	7	5
Viernes	04/10/2019	7	5	7	5	7	5	7	4	7	5	7	4	6	5	7	5	7	5	7	4

Sábado	05/10/2019	7	6	7	6	7	4	7	5	7	5	7	4	6	5	6	4	7	4	6	5
Domingo	06/10/2019	8	5	8	4	8	4	7	5	8	4	6	4	6	4	6	4	7	4	7	5
Lunes	07/10/2019	8	6	7	6	7	6	8	5	6	5	7	4	6	4	7	4	8	4	7	4
Martes	08/10/2019	7	5	7	5	7	5	7	6	7	5	7	4	7	6	7	4	7	5	6	4
Miércoles	09/10/2019	7	5	7	6	6	5	7	5	8	4	6	5	6	6	6	5	7	5	6	5
Jueves	10/10/2019	8	6	8	4	6	5	8	5	8	5	6	5	6	5	6	4	6	5	6	4
Viernes	11/10/2019	7	6	7	6	7	6	7	5	7	5	6	4	7	4	7	5	7	6	7	4
Sábado	12/10/2019	7	5	7	6	8	4	8	4	6	5	7	4	6	5	7	4	7	5	7	5
Domingo	13/10/2019	8	5	7	5	7	5	7	4	7	5	7	5	6	4	7	4	6	4	6	5
Lunes	14/10/2019	7	6	7	5	7	6	6	5	7	5	6	4	7	5	6	5	6	5	6	5
Martes	15/10/2019	7	5	8	4	8	4	8	5	8	5	6	6	6	4	6	4	7	4	7	4
Miércoles	16/10/2019	8	4	7	6	8	4	7	6	7	5	6	4	6	5	7	5	7	4	7	4
Jueves	17/10/2019	8	4	7	5	7	5	7	5	7	4	6	5	7	4	6	5	7	5	6	5
Viernes	18/10/2019	7	5	7	4	7	4	7	5	8	5	6	4	7	4	7	4	8	4	8	4
Sábado	19/10/2019	7	6	7	6	7	5	8	5	7	5	7	4	6	4	6	4	7	5	8	4
Domingo	20/10/2019	7	6	6	5	7	6	7	4	7	6	7	4	6	5	6	5	6	4	7	5
Lunes	21/10/2019	8	4	6	5	6	5	7	6	7	5	6	4	6	5	6	4	6	5	6	5
Martes	22/10/2019	8	5	7	5	7	6	6	5	7	4	7	5	6	4	7	4	7	4	6	6
Miércoles	23/10/2019	7	5	7	5	7	6	7	5	7	5	6	5	7	4	7	5	7	5	6	5
Jueves	24/10/2019	7	5	7	6	7	5	7	5	7	6	6	4	7	4	7	4	6	5	7	4

Viernes	25/10/2019	7	4	6	5	6	5	7	4	7	5	6	5	6	4	7	4	7	5	6	5
Sábado	26/10/2019	7	5	7	5	7	6	8	5	7	5	7	4	7	4	6	4	7	4	7	4
Domingo	27/10/2019	7	5	7	4	6	5	6	5	7	4	6	5	6	5	6	5	7	4	6	5
Lunes	28/10/2019	7	4	7	4	7	5	7	4	6	5	7	4	6	5	6	4	6	5	7	4
Martes	29/10/2019	6	5	7	5	7	5	7	4	7	4	6	5	6	4	6	5	6	4	6	5
Miércoles	30/10/2019	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	4	6	5	6	4	6	4
Jueves	31/10/2019	6	5	6	5	6	5	6	4	6	4	5	4	5	5	6	4	6	4	6	4

Análisis de Leche

Análisis	Fecha	Muestra	Grasa	Densidad	SNG	Proteínas	pH	Lactosa	Conductibilidad	Punto de congelación
1	12/08/2019	C1	4,07	15,84	6,84	2,37	6,71	3,63	3,74	0,445
1	12/08/2019	C2	4,48	19,07	7,18	2,58	6,61	3,94	3,47	0,481
1	12/08/2019	C3	4,22	25,06	8,03	2,92	6,55	4,41	3,76	0,523
1	12/08/2019	C4	4,13	13,55	6,17	2,20	6,43	3,38	3,58	0,417
1	12/08/2019	C5	3,73	26,37	8,19	2,98	6,59	4,51	4,01	0,530
1	12/08/2019	I1	2,26	28,32	8,23	3,01	6,54	4,52	4,15	0,520
1	12/08/2019	I2	4,75	17,53	6,61	2,38	6,5	3,62	3,61	0,436

1	12/08/2019	I3	3,87	18,42	6,87	2,47	6,59	3,77	4,51	0,455
1	12/08/2019	I4	4,02	25,72	8,01	2,92	6,33	4,40	3,44	0,516
1	12/08/2019	I5	3,07	27,84	8,36	3,05	6,40	4,58	3,48	0,533
2	28/08/2019	C1	2,96	26,64	8,11	2,95	6,99	4,45	4,41	0,519
2	28/08/2019	C2	2,90	20,83	7,46	2,69	6,62	4,1	3,80	0,494
2	28/08/2019	C3	1,41	32,88	8,75	3,31	6,56	4,96	3,98	0,564
2	28/08/2019	C4	3,09	21,83	7,30	2,64	6,48	4,01	3,48	0,473
2	28/08/2019	C5	3,50	29,27	8,53	3,12	6,73	4,69	4,8	0,543
2	28/08/2019	I1	1,82	27,31	8,09	2,95	6,64	4,44	4,40	0,514
2	28/08/2019	I2	3,54	21,31	7,19	2,60	6,50	3,95	3,89	0,465
2	28/08/2019	I3	5,41	14,26	6,41	2,29	6,64	3,52	3,96	0,436
2	28/08/2019	I4	3,13	25,30	7,93	2,88	6,47	4,36	3,91	0,511
2	28/08/2019	I5	3,84	25,08	7,88	2,87	6,50	4,33	3,63	0,508
3	18/09/2019	C1	3,33	26,09	8,11	2,95	6,61	4,46	3,94	0,523
3	18/09/2019	C2	3,81	19,27	7,33	2,64	6,66	4,02	3,48	0,494
3	18/09/2019	C3	3,21	30,54	8,96	3,27	6,67	4,92	3,70	0,575
3	18/09/2019	C4	3,72	17,31	6,8	2,44	6,50	3,73	3,55	0,455
3	18/09/2019	C5	3,85	30,08	8,83	3,22	6,99	4,85	5,66	0,566
3	18/09/2019	I1	2,01	26,39	7,89	2,88	6,73	4,34	5,05	0,501
3	18/09/2019	I2	3,87	21,75	7,38	2,67	6,52	4,05	4,14	0,48

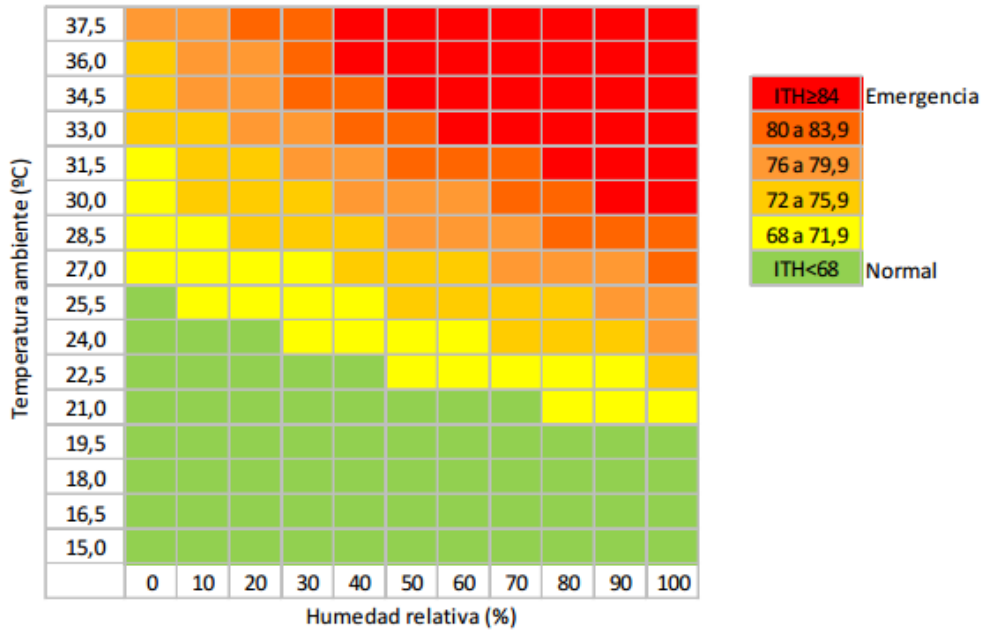
3	18/09/2019	I3	2,25	29,87	8,41	3,08	6,74	4,62	4,97	0,527
3	18/09/2019	I4	2,89	26,45	8,25	3,00	6,58	4,54	3,89	0,534
3	18/09/2019	I5	2,57	29,26	8,70	3,17	6,75	4,78	3,73	0,559
4	01/10/2019	C1	4,72	21,94	7,53	2,75	6,38	4,16	3,65	0,494
4	01/10/2019	C2	4,80	21,20	7,46	2,70	6,21	4,17	3,37	0,52
4	01/10/2019	C3	4,17	18,37	7,23	2,52	6,56	4,05	3,94	0,470
4	01/10/2019	C4	4,03	20,92	7,34	2,64	6,43	4,04	3,77	0,485
4	01/10/2019	C5	2,43	35,26	9,56	3,55	6,64	5,42	4,48	0,567
4	01/10/2019	I1	2,05	29,69	8,73	3,2	6,67	4,69	5,34	0,550
4	01/10/2019	I2	1,26	31,50	8,65	3,17	6,44	4,77	4,09	0,537
4	01/10/2019	I3	3,35	27,87	8,62	3,13	6,46	4,75	3,82	0,553
4	01/10/2019	I4	3,00	29,95	8,70	3,18	6,93	4,80	5,49	0,555
4	01/10/2019	I5	3,07	31,36	9,35	3,12	6,78	5,16	4,36	0,665
5	16/10/2019	C1	4,11	27,65	8,24	3,00	6,51	4,53	4,03	0,526
5	16/10/2019	C2	2,25	30,87	8,98	3,28	6,52	4,94	3,65	0,573
5	16/10/2019	C3	2,03	32,52	9,06	3,32	6,49	4,99	4,01	0,571
5	16/10/2019	C4	3,46	23,00	7,61	2,76	6,51	4,19	3,89	0,495
5	16/10/2019	C5	3,97	43,53	12,42	4,53	7,08	6,81	5,52	0,758
5	16/10/2019	I1	2,77	28,71	8,22	3,01	6,74	4,52	5,18	0,517
5	16/10/2019	I2	1,84	27,92	8,10	2,96	6,48	4,46	3,88	0,51

5	16/10/2019	I3	4,75	24,24	7,93	2,88	6,69	4,36	4,24	0,519
5	16/10/2019	I4	2,95	30,76	8,80	3,22	6,58	4,84	4,22	0,558
5	16/10/2019	I5	2,04	30,11	8,58	3,14	6,30	4,72	3,58	0,541
6	29/10/2019	C1	3,57	23,04	7,63	2,80	6,65	4,22	3,97	0,522
6	29/10/2019	C2	4,87	24,14	8,12	2,88	6,54	4,36	3,41	0,528
6	29/10/2019	C3	5,02	20,07	7,41	2,65	6,54	4,51	3,43	0,4953
6	29/10/2019	C4	5,00	20,27	7,55	2,54	6,51	3,81	3,76	0,4887
6	29/10/2019	C5	2,64	27,7	12,48	4,52	6,43	6,17	4,36	0,5133
6	29/10/2019	I1	2,92	20,80	8,20	3,21	6,53	4,40	5,13	0,518
6	29/10/2019	I2	4,38	21,62	7,49	2,68	6,59	4,06	3,67	0,513
6	29/10/2019	I3	3,84	17,88	6,73	2,46	6,16	3,74	3,93	0,493
6	29/10/2019	I4	3,40	20,26	7,40	2,67	6,85	4,05	4,51	0,501
6	29/10/2019	I5	1,63	21,83	7,44	2,69	6,61	4,08	3,49	0,485

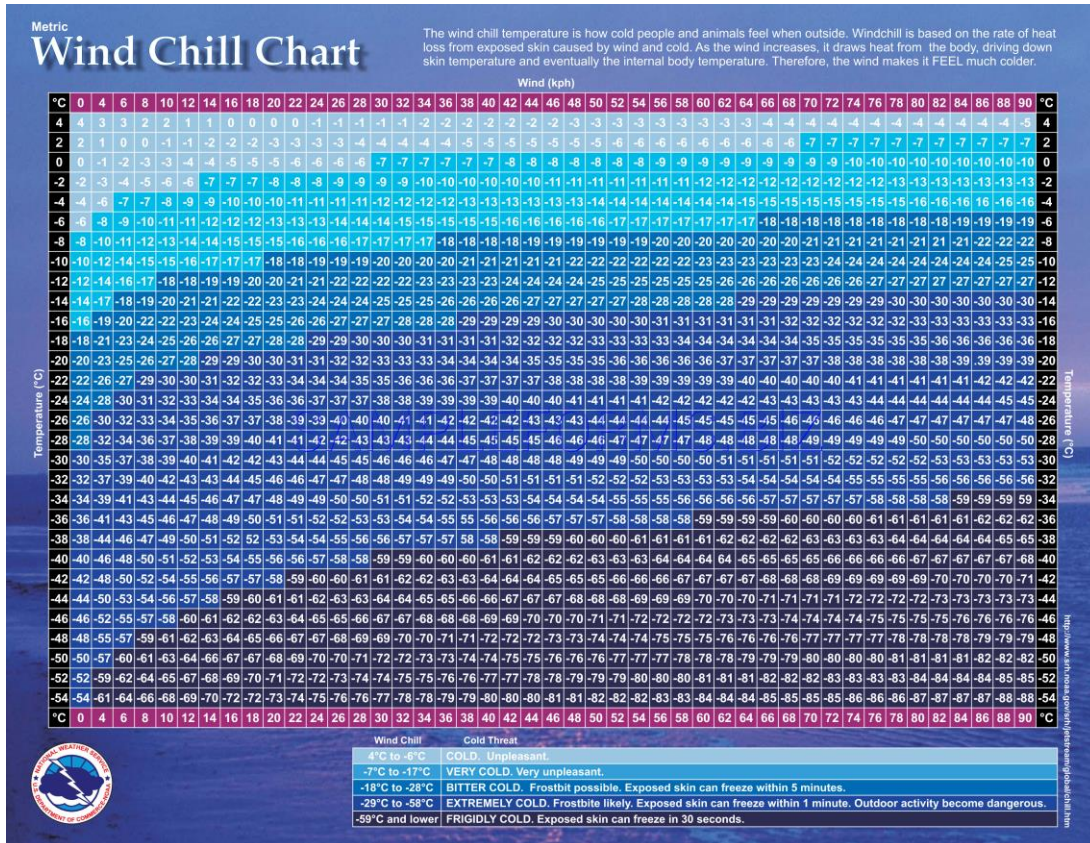
SNG: Sólidos no grasos

Índices de estrés

➤ THI



➤ WCI



Instalaciones (cobertizo)



Unidades experimentales (Vacas)



Chequeo Clínico



Identificación de animales

Arete amarillo (cobertizo)



Arete rojo (intemperie)



Colocación de sensores (Kestrel)



Medición de los factores climáticos



Medición de la producción de leche



Toma de muestras



Análisis de leche (Lactoscan)

