

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2015



INFORME FINAL

“INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE BOVINA EN 03 ZONAS LECHERAS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN”

PRESENTADO POR EL EQUIPO DE INVESTIGACION:

Ing. M.Sc. ENRIQUE NAVARRO RAMÍREZ

Ing. M.Sc. MARIO PEZO GONZÁLES

Ing. M.Sc. MANUEL RAMÍREZ NAVARRO

COLABORADOR:

Ing. RICHER GARAY MONTES

TARAPOTO - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2015



INFORME FINAL

“INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE BOVINA EN 03 ZONAS LECHERAS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN”

PRESENTADO POR EL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:

Ing. M.Sc. ENRIQUE NAVARRO RAMÍREZ

Ing. M.Sc. MARIO PEZO GONZÁLES

Ing. M.Sc. MANUEL RAMÍREZ NAVARRO

COLABORADOR:

Ing. RICHER GARAY MONTES

Tarapoto – Perú

2016

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, que por intermedio de la Oficina de Investigación, hicieron posible el financiamiento del presente trabajo de investigación.

Al Sr. Jorge Meléndez Ludeña, propietario del *Fundo Santa Mercedes*, ubicado en la provincia de Moyobamba (Alto Mayo), quien nos brindó todas las facilidades para la toma de muestras de leche de su hato ganadero.

Al Ing. Carlos Francois Hidalgo Reátegui, propietario de Ganadería Hidalgo, quien en todo momento nos facilitó el acceso al fundo ganadero ubicado en el distrito de Zapatero – Sector el Mangual (Bajo Mayo) para la toma de muestras de leche durante toda la ejecución de la investigación.

Al Sr. Miguel Ángel Hidalgo Vásquez, presidente del Centro de Acopio Lechero Tingo de Saposoa y propietario del Fundo Primavera, que se localiza en la localidad de Tingo de Saposoa y parte de la zona de Bellavista (Huallaga Central). También no dudó en brindarnos todo el apoyo respectivo para la toma de muestras de leche.

ÍNDICE

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
	2.1. Tipo de estudio y localización.....	12
	2.2. Equipos y materiales.....	13
	2.3. Metodología.....	13
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
	3.1. Características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de Bovino y su comparación estadística con la prueba de Duncan al 5%.....	16
	3.2. Correlación entre los parámetros de calidad de la leche bovina y los factores ambientales mediante Spearman.....	24
IV.	CONCLUSIONES.....	28
V.	RECOMENDACIONES.....	31
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS.....	32
	ANEXO 1: Resultados fisicoquímico y microbiológico de la leche de bovino en las zonas de estudio.....	34
	ANEXO 2: Datos meteorológicos.....	37
	ANEXO 3: Ubicación geográfica de las zonas ganaderas en la región San Martín.....	38
	ANEXO 4: Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda.....	39
	ANEXO 5: Correlaciones de Spearman.....	40
	ANEXO 6: Análisis de varianza y prueba de Duncan al 5%.....	41
	ANEXO 7: Panel fotográfico.....	48

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AGV	: Ácidos grasos volátiles
ANOVA	: Analysis of variance
°C	: grados centígrados
g	: gramo(s)
GPS	: Global Positioning System
ISO	: International Organization for Standardization
mL	: mililitro(s)
mm	: milímetro(s)
N	: Normalidad
NaOH	: Hidróxido de sodio
NTP	: Norma Técnica Peruana
P	: probabilidad
R	: Rho de Spearman
SAS	: System Analysis Software
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
UFC	: Unidades formadoras de colonias

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Puntos de toma de muestras y cantidades analizadas.....	13
2	Métodos de ensayo aplicados para los análisis.....	14
3	Descripción de las variables físicas y químicas de leche fresca en 03 zonas lecheras de la Región San Martín - Año 2015.....	16
4	Descripción de las variables microbiológicas de leche fresca en 03 zonas lecheras de la Región San Martín - Año 2015.....	22
5	Correlaciones de Spearman entre los parámetros de calidad y los factores ambientales.....	25
6	Resultados del grado de significancia entre los parámetros de calidad y los factores ambientales.....	27
7	Resultados físico-químicos y microbiológicos de leche de bovino (Fundo Santa Mercedes – Alto Mayo) (Año 2015).....	34
8	Resultados físico-químicos y microbiológicos de leche de bovino (Ganadería Hidalgo – Bajo Mayo) (Año 2015).....	35
9	Resultados físico-químicos y microbiológicos de leche de bovino (Centro de Acopio Tingo de Saposoa –Huallaga Central) (Año 2015).....	36
10	Datos meteorológicos promedios en las zonas de estudio (meses: agosto a noviembre 2015).....	37
11	Requisitos fisicoquímico y microbiológico de la leche cruda..	39
12	Correlaciones y orden jerárquico de Spearman.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Densidad de muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.....	17
2	Acidez de muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.....	18
3	Porcentaje de materia grasa en muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.....	19
4	Porcentaje de proteína en muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.....	20
5	Porcentaje de proteína en muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.....	21
6	Promedio de aerobios mesófilos en muestras de leche de 03 zonas ganaderas de la Región San Martín.....	23
7	Promedio de coliformes en muestras de leche de 03 zonas ganaderas de la Región San Martín.....	24

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de los factores ambientales (temperatura, precipitación, humedad, radiación solar) en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche bovina de las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central de la Región San Martín. Para ello se recolectaron muestras de leche durante cuatro meses en cada zona de estudio y fueron analizadas para obtener sus características de densidad, acidez, grasa, proteína, sólidos totales, mesófilos aerobios y numeración de coliformes. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 5%, además se realizó una correlación de Spearman con la finalidad de determinar el grado de asociación entre las variables de calidad fisicoquímicas y microbiológicas de la leche con los factores ambientales. Concluyendo que los factores ambientales (radiación solar y temperatura ambiental) influyen en la densidad, materia grasa y por ende en la cantidad de sólidos totales presentes en la leche, teniendo asociaciones negativas (inversas) estrechas. La humedad relativa y la precipitación tienen correlaciones positivas (directas) estrechas en los valores de densidad, materia grasa y sólidos totales en la leche de bovino. Sin embargo estos parámetros meteorológicos tuvieron poca o casi ninguna influencia sobre la acidez y contenido proteico. Además los factores ambientales afectaron directamente a la numeración de aerobios mesófilos, en especial la radiación solar y la temperatura, así en las zona de mayor temperatura (Huallaga Central), se obtuvieron resultados altos de aerobios mesófilos en la leche; sin embargo la numeración de coliformes no se vieron influenciados por los factores ambientales.

Palabras clave: Factores ambientales, leche de bovino, calidad fisicoquímica y microbiológica

ABSTRACT

The present work of investigation had as aim determine the influence of the environmental factors (temperature, precipitation, humidity, solar radiation) in the physicochemical and microbiological quality of the bovine milk of the zones of the Alto Mayo, Bajo Mayo and Huallaga Central of the Region San Martin. For it samples of milk were gathered for four months in every zone of study and were analyzed to obtain his characteristics of density, acidity, fat, protein, solid total, mesófilos aerobic and numeration of coliformes. For the comparison of averages. Duncan test at 5% was used to compare means, in addition Spearman correlation was performed in order to determine the degree of association between the variables of physicochemical and microbiological quality of milk with environmental factors. Concluded that environmental factors (solar radiation and ambient temperature) affect the density, fat and thus in the amount of total solids in milk, have close negative associations (reverse). The relative humidity and precipitation have close positive relationships (direct) in the values of density, fat and total solids in milk cattle. However these meteorological parameters had little or no influence on the acidity and protein content. Besides environmental factors directly affecting the numbering of aerobic mesophilic, especially solar radiation and temperature, and in the higher temperature zone (Huallaga Central), high aerobic mesophilic results were obtained in milk; however numbering coliforms were not influenced by environmental factors.

Key words: Environmental factors, bovine milk, physicochemical and microbiological quality.

I. INTRODUCCIÓN

Siendo la ganadería una de las principales actividades económicas de la Región San Martín, la cual es de tipo extensiva con razas mejoradas de Brown Swiss y Holstein cruzadas con Gyr para producción de leche y carne, con una alimentación a base de gramíneas mejoradas (*Brachiaria brizhanta*, pasto Camerún, King Grass) y leguminosas (*Centrosema*, *Stylosanthes*), sin embargo la producción de leche en nuestra región es destinada principalmente para el consumo interno, teniendo como mercado cautivo la compra de leche por parte del Programa del Vaso de Leche a través de las Municipalidades a los comités organizados, y una menor proporción a la elaboración de derivados lácteos como quesos, yogurt y leche pasteurizada, teniendo en cuenta que para la elaboración de estos productos es necesario contar con una leche de buena calidad, es decir con niveles de grasa, densidad, proteínas y sólidos totales que incrementen el rendimiento de la producción. Es precisamente que esta calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche fresca se ve afectada por factores ambientales como: temperatura ambiental, humedad relativa, viento, radiación solar, lluvia y altitud.

Los efectos del clima sobre la producción animal son directos e indirectos. Directos porque afectan las necesidades energéticas de los animales e indirectos dado que influyen sobre la disponibilidad de forraje. El principal problema climático lo constituye el efecto combinado de lluvia y viento, todos los productores lecheros conocen que cuando existe lluvia y viento los animales dejan de comer, lo que implica que bajarán la producción de leche y por lo tanto su calidad. La humedad del aire reduce notablemente la tasa de pérdida de calor del animal, el enfriamiento por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio depende de la humedad del aire (Arias, Mader y Escobar, 2010).

Bajo condiciones tropicales, la temperatura y la precipitación son los elementos meteorológicos más determinantes en el efecto que el tiempo produce en los animales de fines zootécnicos. Sin embargo, otros elementos tales como la radiación solar y la humedad relativa del aire pueden jugar un rol importante cuando presentan valores máximos en combinación con otros factores (Arias, Mader y Escobar, 2010).

Con el desarrollo de este trabajo de investigación, se pretende estimular y fortalecer el desarrollo de herramientas específicas para facilitar la toma de decisiones, sobre aspectos de ganadería-medio ambiente, diseñadas para adaptar principios generales de manejo mejorado de las interacciones, en especial, a las necesidades y condiciones regionales de San Martín.

Es por este motivo que la presente investigación pretende analizar el efecto que podrían tener estos factores ambientales en la calidad de la leche bovina que es producida en tres zonas lecheras de la Región San Martín, para ello nos enmarcaremos a las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central; planteándonos los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar la influencia de los factores ambientales en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche bovina en 03 zonas lecheras de la región San Martín.

Objetivos específicos:

- Determinar las características fisicoquímicas (densidad, acidez, contenido de grasa, proteína y sólidos totales) y microbiológicas (aerobios mesófilos y coliformes) de la leche bovina proveniente del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central de la Región San Martín.
- Determinar la influencia de los factores ambientales (temperatura, precipitación, humedad, radiación solar) en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche bovina de las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central de la Región San Martín.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, nos planteamos además las siguientes hipótesis:

Hipótesis Alternativa: (Hi)

Los factores ambientales influyen en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche bovina en la Región San Martín.

Hipótesis Nula: (Ho)

Los factores ambientales no influyen en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche bovina en la Región San Martín.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de estudio y localización

Se realizó un estudio de tipo descriptivo, buscando especificar y analizar las propiedades fisicoquímicas (densidad, acidez, grasa, proteína y sólidos totales) de la leche bovina de las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central de la Región San Martín. Para luego analizar si los factores ambientales (temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa y radiación solar) de cada zona de estudio influyen en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche.

El diseño de investigación aplicado fue de tipo transeccional correlacional. La unidad experimental fue de 1 litro de leche, por cada punto de toma de muestra, la cual fue distribuida para los diferentes análisis (fisicoquímicos y microbiológicos).

Las muestras fueron recolectadas de los centros de acopio de las zonas antes mencionadas durante cuatro (04) meses (agosto a noviembre del 2015). Estas muestras lácteas se obtuvieron a partir de ganados de las razas Brown Swiss y Holstein cruzadas con Gyr (F1), con edades entre 2,5 y 4 años, ya que son estas razas las predominantes en las zonas de estudio. El tipo de ordeño empleado fue manual y en algunos casos mecanizados. La alimentación de este ganado fue a base de gramíneas mejoradas (*Brachiaria brizhanta*, pasto camerún, King Grass) y leguminosas (*Centrosema*, *Stylosanthes*), además preparados alimenticios conteniendo torta de soya, maíz molido, polvillo de arroz, afrecho de trigo, sal común, sal mineral, calcio y magnesio en las tres zonas de estudio.

Los puntos de toma de muestra, así como las fechas realizadas los análisis se presentan a continuación en la tabla 1:

Tabla 1. Puntos de toma de muestras y cantidades analizadas

ZONA (ALTITUD)	ASOCIACION/ FUNDO	UBICACION DEL CENTRO DE ACOPIO	MESES DE TOMA DE MUESTRAS	NUMERO DE MUESTRAS	TOTAL
ALTO MAYO (860 msnm)	FUNDO SANTA MERCEDES	Carretera	Agosto	02	08
		Moyobamba – Yantaló KM 3.	Setiembre	02	
			Octubre	02	
		Moyobamba	Noviembre	02	
BAJO MAYO (325 msnm)	GANADERÍA HIDALGO	Carretera	Agosto	02	08
		Cuñumbuque – San Jose de Sisa Km 21	Setiembre	02	
			Octubre	02	
		Zapatero.	Noviembre	02	
HUALLAGA CENTRAL (247 msnm)	CENTRO DE ACOPIO TINGO DE SAPOSOA	Carretera Fernando Belaunde Terry Sur (Tarapoto – Juanjuí) Km 729-	Agosto	02	08
			Setiembre	02	
			Octubre	02	
		Saposoá.	Noviembre	02	

2.2. Equipos y materiales

Los equipos y materiales que se utilizaron en el presente trabajo fueron: Analizador portátil de leche (Milkotester Master Eco), equipo titulador, frascos de vidrio y plástico de boca ancha con tapa, cooler, cajas térmicas, hielo o ice pack, lactodensímetro quevenne, probeta de 250 ml, vasos de precipitado de 100 ml, pipetas de 10 ml, indicador fenoltaleína, solución de NaOH al 0,1% N, calculadora, altímetro, cámara fotográfica, laptop.

2.3. Metodología

El ordeño del ganado se realizó en horas de la mañana (4:00 am – 6:00 am), y la toma de muestras se procedió a partir de las 6:30 de la mañana en cada centro de acopio y/o fundo, realizándose *in situ* los análisis de densidad y acidez titulable y otros, luego se acondicionaron las muestras en envases estériles y con sistemas de frío para ser enviadas al laboratorio Sociedad de Asesoramiento Técnico SAC para los análisis fisicoquímicos faltantes y microbiológicos (Anexo 1).

La tabla 2 presenta los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche de bovino que fueron realizados utilizando metodologías validadas y recomendadas

por la Norma Técnica Peruana (NTP) e International Organization for Standardization (ISO).

Tabla 2. Métodos de ensayo aplicados para los análisis

Análisis	Método de ensayo
Densidad a 15 °C (g/mL)	NTP 202.008:1998
Acidez (g/100 g)	NTP 202.116: 1999
Materia grasa (g/100 g)	NTP 202.126:1998
Proteína (g/ 100 g)	NTP 202.119:1998
Sólidos totales (g/100 g)	NTP 202.118:1998
Mesófilos aerobios totales (UFC/mL)	ISO 4833 (2003)
Numeración de coliformes (UFC/mL)	ISO 4832 (2006)

Fuente: Sociedad de Asesoramiento Técnico (2015)

La información meteorológica fue obtenida a través del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) y tomada de las estaciones meteorológicas de Moyobamba, Cuñumbuque y Bellavista, ya que reportan datos de los lugares de toma de muestras. Los parámetros reportados fueron: temperatura, precipitación, humedad relativa y radiación solar durante los meses de agosto a noviembre del año 2015. Estos datos resumidos en promedios por zonas y meses se detallan en la tabla 10 (Anexo 2).

Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos fueron organizados y almacenados en hoja de cálculo Excel y todos los procedimientos estadísticos se realizaron mediante el uso del programa estadístico SAS (System Analysis Software), versión 9.0, U.S.A.

Para el análisis de los datos se aplicó estadística descriptiva como promedios (\bar{x}), desviación estándar (DS), valor máximo y valor mínimo para determinar el comportamiento de las diferentes variables evaluadas como densidad, acidez, proteína, materia grasa y sólidos totales. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 5%.

Estadísticamente se realizó además una correlación de Spearman con la finalidad de determinar el grado de asociación entre las variables de calidad fisicoquímicas y microbiológicas de la leche con los factores ambientales,

mediante el programa estadístico STATISTICA versión 10. El rho de Spearman se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

r_s = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = Diferencia entre los rangos (X menos Y)

n = Número de datos.

Se efectuó además, un análisis de varianza para cada una de las características de calidad incluyendo como fuentes de variación los parámetros meteorológicos a analizar. El modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + H_k + B_s + e_{ijks}$$

Donde:

Y_{ijklm} = Variable dependiente (densidad, acidez, proteína, grasa, sólidos totales)

μ = Efecto promedio

T_i = Efecto de la temperatura (i)

P_j = Efecto de la precipitación (j)

H_k = Efecto de la humedad relativa (k)

B_s = Efecto de la radiación solar (s)

e_{ijks} = Error experimental

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características físicoquímicas y microbiológicas de la leche de bovino y su comparación estadística con la prueba de Duncan al 5%.

En la tabla 3 se reporta la estadística descriptiva de las variables físicas y químicas de muestras de leche de bovino de las zonas lecheras del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central en la Región San Martín.

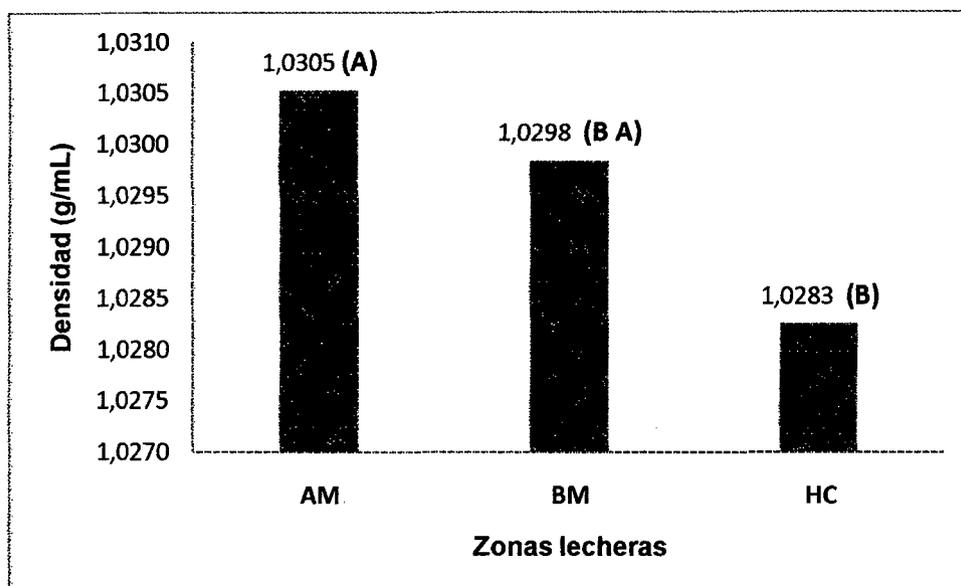
Tabla 3. Descripción de las variables físicas y químicas de leche fresca en 03 zonas lecheras de la Región San Martín – Año 2015

Variables	zona	N	X	SD	Valor mínimo	Valor máximo
Densidad (g/mL)	Alto Mayo	8	1,0305	0,0006	1,0297	1,0330
	Bayo Mayo	8	1,0298	0,0009	1,0282	1,0312
	Huallaga Central	8	1,0283	0,0006	1,0220	1,0310
Acidez (% ácido láctico)	Alto Mayo	8	0,1575	0,0066	0,1500	0,1700
	Bayo Mayo	8	0,1563	0,0048	0,1500	0,1600
	Huallaga Central	8	0,1513	0,0117	0,1300	0,1700
Materia grasa (g/100 g)	Alto Mayo	8	4,2013	0,6307	3,1000	5,3500
	Bayo Mayo	8	3,8450	0,9048	2,3600	5,5800
	Huallaga Central	8	3,1775	0,9449	1,4400	5,1700
Proteína (g/100 g)	Alto Mayo	8	2,8933	0,1763	2,6400	3,1100
	Bayo Mayo	8	2,9575	0,2839	2,4500	3,3400
	Huallaga Central	8	3,0063	0,4200	1,9100	3,2600
Sólidos totales (g/100 g)	Alto Mayo	8	12,7850	1,1335	10,2400	14,0700
	Bayo Mayo	8	12,4013	1,5651	10,0900	14,7500
	Huallaga Central	8	10,9838	1,5437	6,9300	11,8500

n: número de muestras; X: media; SD: desviación estándar

Los datos de la tabla 3 fueron sometidos a la comparación de medias (ANOVA) con la Prueba de Duncan al 5%, con la finalidad de establecer la existencia o no de diferencias significativas entre las mismas.

Las figuras 1; 2; 3; 4 y 5 representan las distribuciones de valores medios de densidad, acidez y cantidades de materia grasa, proteína y sólidos totales de la leche de bovino en cada zona de estudio y su comparación estadística, teniendo en cuenta los requisitos de calidad establecidos en la NTP 202.001(2003) (Leche y productos lácteos). (Anexo 4)



AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central

Medias con la misma letra son significativamente iguales ($P < 0.05$)

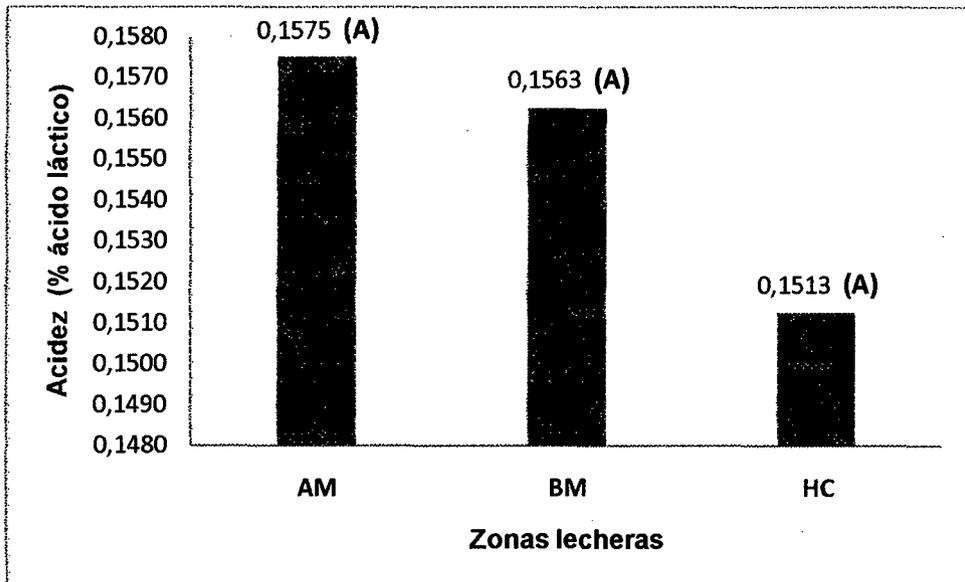
Figura 1. Densidad de muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

En la figura 1 se presenta la distribución de los valores de densidad promedio en cada zona lechera, reportando un coeficiente de determinación (R^2) de 66.21% y un coeficiente de variación de 0,151987. Además el análisis de varianza indica que los valores de densidad de las muestras de leche de las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y del Huallaga Central son significativamente diferentes. Debemos indicar además que sólo los valores de densidades en las zonas del Alto y Bajo Mayo se encuentran dentro del rango establecido en la NTP 202.001(2003), lo cual indica que la leche de bovino debe encontrarse entre 1,0296 y 1,034 g/mL de densidad para considerarse de calidad aceptable.

El reporte de valores extremos muy bajos (valor mínimo) en densidad, puede deberse a la adición de agua y de valores muy altos (valor máximo), a la falta de proteína y energía (Gerber, 2011).

La figura 2 representa los valores de acidez promedio en cada zona lechera, reportando un coeficiente de determinación (R^2) de 54,17% y un coeficiente de variación de 4,952577. La prueba de Duncan indica que los valores de acidez de las zona del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central son estadísticamente iguales. Todos los valores se encuentran dentro del rango establecido en la NTP

202.001:2003 (0,14% - 0,18%). Esta característica casi homogénea de acidez es debido a que todas las muestras fueron analizadas en tiempos muy cortos (no más de 1 hora) de haber sido extraídas del ganado bovino.



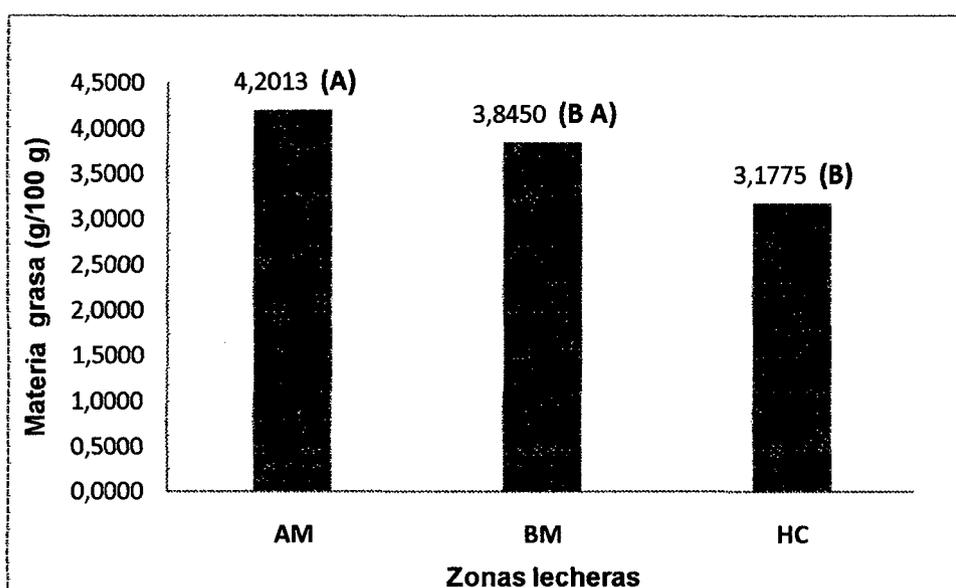
AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central

Medias con la misma letra son significativamente iguales ($P < 0.05$)

Figura 2. Acidez de muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

En la figura 3, se presenta la distribución de las medias del contenido de materia grasa (%) en cada una de las zonas lecheras de San Martín, sometidas al análisis de varianza, se obtuvieron un coeficiente de determinación (R^2) del 60,91% y un coeficiente de variación de 20,56115. Al aplicar la prueba de Duncan, se establece que existe diferencia altamente significativa de los valores de porcentajes de grasa entre las zonas del Alto Mayo y Huallaga Central, mientras entre las zona del Alto Mayo versus Bajo Mayo y Bajo Mayo versus Huallaga Central existen diferencias significativas entre los valores de porcentajes de grasa reportados. Debemos indicar que los valores de grasa de las zonas del Alto Mayo y Bajo Mayo se encuentran por encima del valor mínimo como exigencia de calidad de la NTP 202.001(2003) que es 3,2%; lo que demuestra que en estas zonas la calidad de la leche en cuanto a grasa es muy buena, a diferencia de la producción lechera de la zona del Huallaga Central.

Se afirma que la grasa es el componente más variable en la leche, es al mismo tiempo, el que más cambios sufre por efectos genético, fisiológico y nutricional (Sutton, 2000). Y se ha propuesto que para mantener un mayor porcentaje de grasa en la leche, cuando se suministra un concentrado proteico, entre más número de veces se ofrezca es mejor, pero que se debe ofrecer pasto verde antes de suministrar este suplemento, para un mejor aprovechamiento por parte de los rumiantes (Campabadall, 2012).



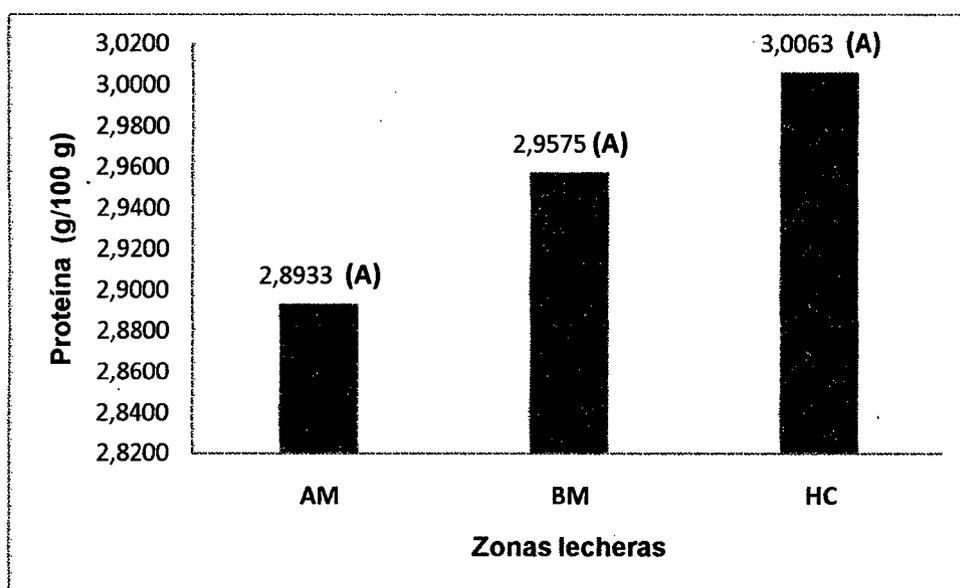
AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central

Medias con la misma letra son significativamente iguales ($P < 0.05$)

Figura 3. Porcentaje de materia grasa en muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

La figura 4 muestra el contenido de proteína promedio (%) en cada zona lechera, con un coeficiente de determinación (R^2) de 39,82% y un coeficiente de variación de 10,63619. Puede observarse que la zona del Huallaga Central reporta los niveles más altos de proteína respecto a las muestras de leche de las otras zonas, sin embargo al aplicar el análisis de varianza con la prueba de Duncan, ésta indica que no hay diferencia significativa entre los valores de proteína de las tres zonas de estudio. Asimismo, debemos mencionar que estos valores no cumplen con la NTP 202.001(2003) que exige un mínimo de 3,2% como requisito para ser considerada de calidad respecto al valor proteico.

Además, se afirma que existe una relación inversa entre la producción de leche y el porcentaje de constituyentes de la misma; cuando se produce más cantidad, los componentes disminuyen por tener un mayor factor de dilución (Campabadall, 2012). También que cuando existe un mejor nivel nutricional se puede aumentar la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), así como una mayor disponibilidad de aminoácidos, elevando así la cantidad de aminoácidos necesarios para la síntesis de la leche en la glándula mamaria (González et al. 2004).



AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central

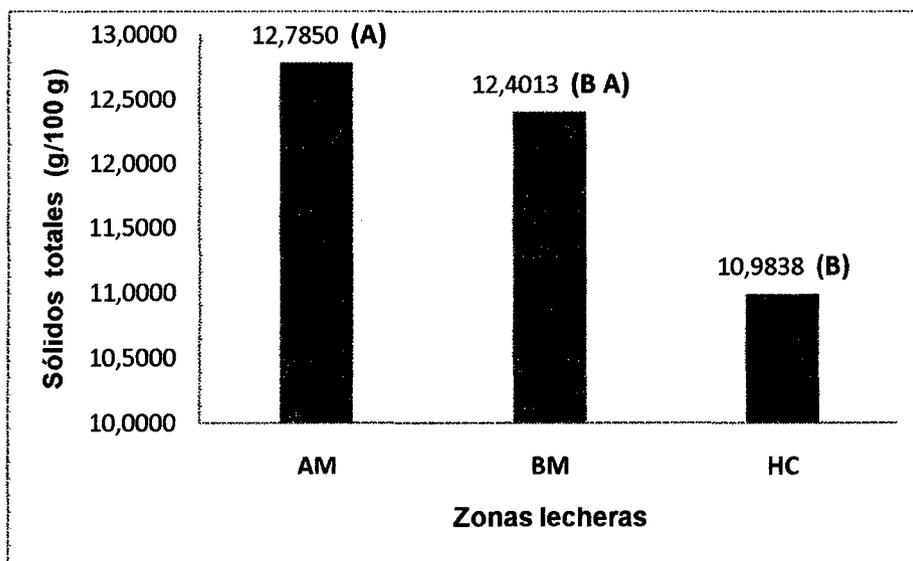
Medias con la misma letra son significativamente iguales ($P < 0.05$)

Figura 4. Porcentaje de proteína en muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

La distribución de las medias del porcentaje de sólidos totales en cada una de las zonas lecheras de San Martín se presenta en la figura 5; sometidas al análisis de varianza, se obtuvieron un coeficiente de determinación (R^2) del 53,98% y un coeficiente de variación de 11,96752. Al aplicar la prueba de Duncan, se establece que existe diferencia altamente significativa de los porcentajes de sólidos totales entre las zonas del Alto Mayo y Huallaga Central, mientras entre las zona del Alto Mayo versus Bajo Mayo y Bajo Mayo versus Huallaga Central existen diferencias significativas entre los valores de porcentajes de sólidos

totales reportados. Debemos indicar que los resultados de sólidos totales de las zonas del Alto Mayo y Bajo Mayo se encuentran por encima del valor mínimo como exigencia de calidad de la NTP 202.001(2003) que es 11,4%; lo que demuestra que en estas zonas la calidad de la leche en cuanto a sólidos totales es muy buena, a diferencia de la producción lechera de la zona del Huallaga Central. En términos de calidad y precio, la leche con mayor porcentaje de sólidos totales tiene mayor rendimiento durante su procesamiento, y por ende el precio a pagar se incrementa por litro de producción.

Actualmente se está dando gran importancia al porcentaje de los sólidos totales, se han determinado valores del 12,37% de sólidos totales en Brasil (Newton, Welington, Humberto, Uriel y Cotarelli, 2011), 12,70% en Colombia (Calderón, Rodríguez y Vélez, 2007), pero inferiores a los reportados en Canadá y Nueva Zelanda del 12,97% y 13,95% respectivamente (Machado, Pereira y Sarres, 2000); debido a que estos países han diseccionado la producción de leche a la obtención de mayores sólidos totales para rendimientos significativos en los procesos industriales. Se ha comprobado que una disminución de 0,5 unidades porcentuales de los sólidos totales puede significar la pérdida de 5 toneladas por cada millón de litros de leche procesada (Fonseca y Santos, 2012).



AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central
Medias con la misma letra son significativamente iguales ($P < 0.05$)

Figura 5. Porcentaje de proteína en muestras de leche en 03 zonas ganaderas de la Región San Martín y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

La estadística descriptiva para la calidad bacteriológica en muestras de leche de bovino en las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central de la Región San Martín, se presenta en la tabla 4:

Tabla 4. Descripción de las variables microbiológicas de leche fresca en 03 zonas lecheras de la Región San Martín- Año 2015.

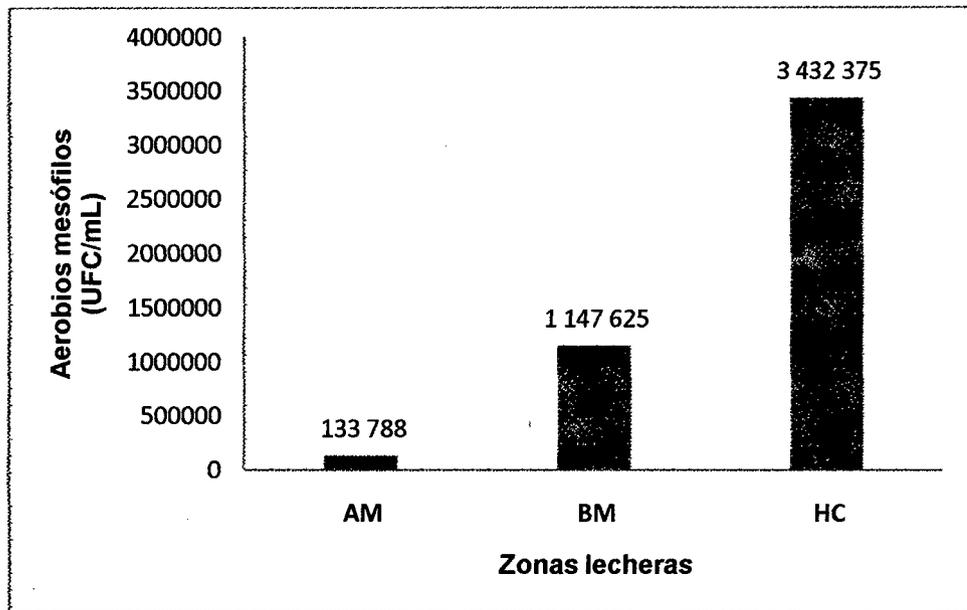
Variables	zona	n	X	SD	Valor mínimo	Valor máximo
Aerobios mesófilos (UFC/mL)	Alto Mayo	8	133 788	91 041	5 300	270 000
	Bayo Mayo	8	1 147 625	1 377 708	42 000	4 000 000
	Huallaga Central	8	3 432 375	2 946 986	99 000	8 200 000
Numeración de coliformes (UFC/mL)	Alto Mayo	8	11 043	18 923	0	57 000
	Bayo Mayo	8	70 730	166 841	170	510 000
	Huallaga Central	8	6 930 273	18 168 919	380	55 00 0000

n: número de muestras; X: media; SD: desviación estándar

La numeración promedio de microorganismos mesófilos aerobios en las tres zonas lecheras del estudio en la Región San Martín, se representa en la figura 6. Puede observarse que las zonas del Bajo Mayo y Huallaga Central reportan valores por encima del requisito microbiológico exigido por la NTP 202.001(2003) que es de 1×10^6 ufc/mL, por lo que pueden considerarse como de mala calidad bacteriológica, siendo la leche del Alto Mayo la que sí se encuentra por debajo de los límites permitidos.

La causa de un recuento alto de mesófilos aerobios se debe a la contaminación bacteriana de residuos de leche que han quedado en la superficie de los implementos usados en la obtención y almacenamiento de la leche, a ubres sucias o no higienizadas previas al ordeño y a la no refrigeración rápida de la leche además a malas condiciones higiénicas de los establos, de los sitios de ordeño, falta de higiene en las manos de los operarios, falta de implementación de prácticas de higiene previo al ordeño como la realización de prácticas de higienización de los pezones, calidad bacteriológica del agua, secado de los pezones y manejo del ternero en sistemas doble propósito, una inadecuada rutina de limpieza y desinfección de los recipientes utilizados en el ordeño, falta de

implementación de redes de frío para la conservación de la leche (Calderón, 2011; Alpina, 2012).

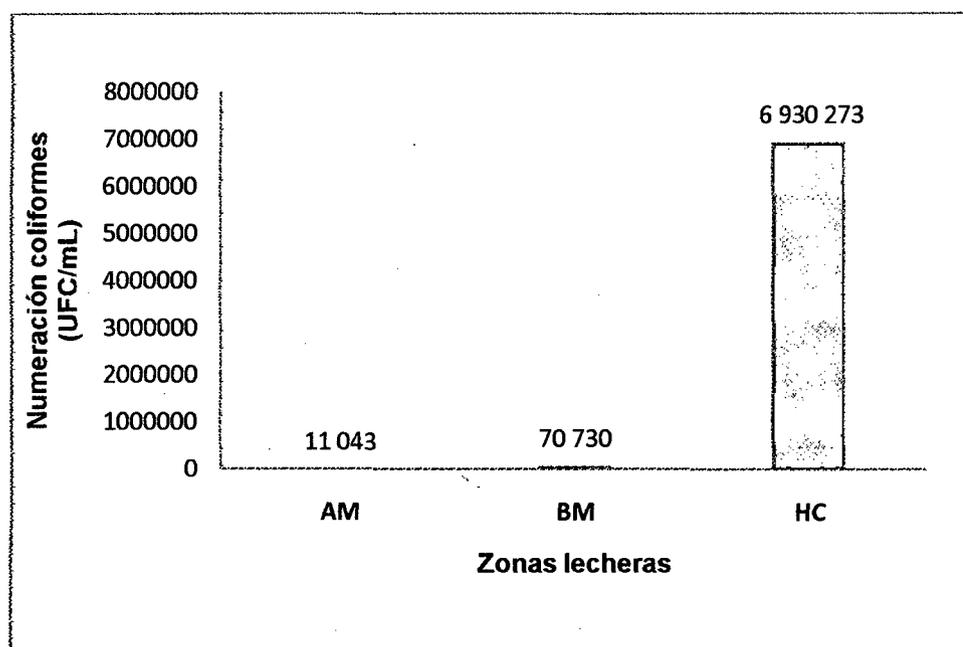


AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central

Figura 6. Promedio de aerobios mesófilos en muestras de leche de 03 zonas ganaderas de la Región San Martín.

La figura 7 representa la distribución promedio de la numeración de coliformes en leches de bovino provenientes del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central, observándose que todas las zonas lecheras reportan leche con calidad bacteriológica mala ya que superan grandemente el requisito máximo permisible según la NTP 202.001(2003) que es de 1000 ufc/mL.

La presencia de coliformes en la leche fresca cruda es un indicador del grado de contaminación fecal y se convierte en un evaluador del grado de limpieza de las manos de los operarios, de la limpieza y desinfección de la piel de los pezones y de las pezoneras, entre otras. La legislación americana reconoce como norma 750 ufc/mL y se establece que la leche considerada como ideal debe contener menos de 50 ufc/ml (Cottrino y Gaviria, 2010).



AM: Alto Mayo; BM: Bajo Mayo; HC: Huallaga Central

Figura 7. Promedio de coliformes en muestras de leche de 03 zonas ganaderas de la Región San Martín.

3.2. Correlación entre los parámetros de calidad de la leche bovina y los factores ambientales mediante Spearman

En la tabla 5 se presentan las correlaciones entre los parámetros de calidad con los parámetros ambientales meteorológicos estudiados, se puede observar que los coeficientes rho (R) de Spearman varían desde menores a -0,5 hasta mayores a +0,5 y algunos entre estos valores, lo que indica que las correlaciones tuvieron significancia estadística entre inversas muy estrechas y directas moderadamente fuertes.

Así, al analizar los valores del R de Spearman en cuanto a la densidad, observamos que la radiación solar así como la temperatura ambiental ejercen una correlación fuerte y negativa (inversa), lo que indica que, a mayor radiación solar y temperatura ambiental, los valores de densidad van a ser menores. Ahora si observamos la correlación entre la humedad relativa y la precipitación frente a la densidad, tenemos el valor de rho (R) igual a 0,676018, lo cual nos indica que existe una correlación fuerte y directa: a mayores valores de humedad relativa y precipitación obtendremos mejores valores de densidad en la leche.

Tabla 5. Correlaciones de Spearman entre los parámetros de calidad y los factores ambientales

VARIABLES	RADIACIÓN SOLAR	HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACIÓN ANUAL	TEMPERATURA AMBIENTE
Densidad	-0,676018	0,676018	0,676018	-0,676018
Acidez	-0,247628	0,247628	0,247628	-0,247628
Materia grasa	-0,457269	0,457269	0,457269	-0,457269
Proteína	0,118005	-0,118005	-0,118005	0,118005
Sólidos totales	-0,501412	0,501412	0,501412	-0,501412
Aerobios mesófilos	0,634000	-0,634000	-0,634000	0,634000
Numeración de coliformes	0,390721	-0,390721	-0,390721	0,390721

En cuanto a la acidez en la leche y su relación con la radiación solar y la temperatura ambiental, el valor de R (-0,247628) nos indica que la correlación entre estos parámetros es moderadamente débil inversa y frente a la humedad relativa y la precipitación, la acidez tiene una correlación positiva moderadamente estrecha (+0,247628).

La humedad relativa y precipitación presentan correlación positiva (directa) moderadamente fuerte con la cantidad de materia grasa; ahora si analizamos la radiación solar y la temperatura ambiental, éstos tienen correlación negativa (inversa) ligeramente estrecha; lo cual indica que a mayores índices de radiación solar y temperatura, la cantidad de grasa en la leche será menor.

Podemos indicar también que los factores ambientales y sus variaciones no tuvieron correlaciones ni directas ni indirectas con el porcentaje de proteína presente en la leche de bovino de las zonas lecheras en estudio, ya que sus valores de R estuvieron cercanos a cero (-0,118 y +0,118)

En cuanto a la correlación entre la radiación solar, temperatura ambiental y sólidos totales, podemos indicar que la asociación fue negativa (inversa) moderadamente fuerte. Ahora si comparamos humedad relativa y precipitación,

estos parámetros tuvieron asociación positiva (directa) moderadamente fuerte con la cantidad de sólidos totales; esto nos indica que a menor temperatura y radiación solar, los sólidos tienden a incrementarse ligeramente en la leche y viceversa.

La correlación del recuento de aerobios mesófilos en la leche con la radiación solar y temperatura ambiental, nos reporta una asociación positiva (directa) fuerte; esto es que mientras estos factores ambientales se incrementen, también se elevará la cantidad de aerobios mesófilos en la leche. En tanto la humedad relativa y la precipitación tienen asociación inversa fuerte con el recuento de aerobios mesófilos en la leche.

En cuanto a la numeración de coliformes en la leche y su relación con la radiación solar y la temperatura ambiental, el valor de R (0,390721) nos indica que la correlación entre estos parámetros es moderadamente débil directa y frente a la humedad relativa y la precipitación, la numeración de coliformes tiene una correlación negativa moderadamente estrecha (-0,390721).

La tabla 6 muestra los resultados del grado de significancia entre los parámetros de calidad de la leche fresca y los factores ambientales mediante la probabilidad de correlación de Spearman.

Según estos resultados, la densidad y el recuento de aerobios mesófilos estuvieron influenciados altamente por los factores ambientales ($p < 0,01$).

Los porcentajes de grasa y sólidos totales estuvieron influenciados significativamente por las variaciones que tuvieron los parámetros meteorológicos ($p < 0,05$), es decir tanto la temperatura ambiental, radiación solar, precipitación y humedad relativa hacen que los valores de grasa y sólidos totales en la leche se vean afectadas y reporten resultados discutibles.

Los factores ambientales (radiación solar, humedad relativa, precipitación y temperatura ambiental) sin embargo no ejercieron efecto significativo sobre la acidez, porcentajes de proteína y numeración de coliformes ($p > 0,05$)

Tabla 6. Resultados del grado de significancia entre los parámetros de calidad y los factores ambientales

VARIABLES	RADIACIÓN SOLAR	HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACIÓN ANUAL	TEMPERATURA AMBIENTE
Densidad	0,000288 **	0,000288 **	0,000288 **	0,000288 **
Acidez	0,243354 NS	0,243354 NS	0,243354 NS	0,243354 NS
Materia grasa	0,024668 *	0,024668 *	0,024668 *	0,024668 *
Proteína	0,582891NS	0,582891NS	0,582891NS	0,582891NS
Sólidos totales	0,012554*	0,012554*	0,012554*	0,012554*
Aerobios mesófilos	0,000879 **	0,000879 **	0,000879 **	0,000879 **
Numeración de coliformes	0,059055 NS	0,059055 NS	0,059055 NS	0,059055 NS

* Diferencia significativa ($p < 0,05$)

** Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$)

NS: No significativo ($p > 0,05$)

IV. CONCLUSIONES

Se determinaron las características fisicoquímicas (densidad, acidez, contenido de grasa, proteína y sólidos totales) y microbiológicas (aerobios mesófilos y coliformes) de la leche bovina proveniente de las zonas ganaderas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central de la Región San Martín.

Los valores promedios de densidades de la leche de bovino en las zonas del Alto y Bajo Mayo (1,0305 y 1,0298 g/mL respectivamente), se encuentran dentro del rango establecido en la NTP 202.001(2003), considerado de calidad aceptable; mientras que la densidad de la leche en la zona del Huallaga Central (1,0283 g/mL) se encuentra por debajo de la norma peruana. Además el análisis de varianza indica que los valores de densidad de las muestras de leche de las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y del Huallaga Central son significativamente diferentes.

Los resultados promedios de acidez en las muestras de leche de la zona del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central fueron 0,1575%: 0,1563% y 0,1513% respectivamente, los cuales se encuentran dentro del rango establecido en la NTP 202.001:2003 (0,14% - 0,18%). Al aplicar la prueba de Duncan indica que los valores de acidez entre estas tres zonas son estadísticamente iguales, es decir no existe diferencia significativa.

La leche de bovino procedentes de las zonas del Alto Mayo y Bajo Mayo contiene cantidades de materia grasa (4,2013% y 3,845% respectivamente) por encima del valor mínimo como exigencia de calidad de la NTP 202.001(2003) que es 3,2%; concluyendo que la calidad en cuanto a grasa es muy buena, a diferencia del contenido graso (3,1775%) de la leche en la zona del Huallaga Central. Al aplicar la prueba de Duncan, se establece que existe diferencia altamente significativa de los valores de porcentajes de grasa entre las zonas del Alto Mayo y Huallaga Central, mientras entre las zona del Alto Mayo versus Bajo Mayo y Bajo Mayo versus Huallaga Central existen diferencias significativas entre los valores de porcentajes de grasa reportados.

La calidad proteica de la leche de bovino provenientes de las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central no es buena, ya que se obtuvieron resultados por debajo de lo mínimo requerido por la NTP 202.001(2003) de 3,2%. El análisis de varianza indica que no existe diferencia significativa entre los valores de proteína de las tres zonas de estudio, es decir son estadísticamente iguales.

Las zonas del Alto Mayo y Bajo Mayo reportaron valores promedios de 12,785% y 12,4013% de sólidos totales respectivamente en muestras de leche de bovino, clasificándose en calidad muy buena en criterios de rendimiento para el procesamiento en derivados lácteos. Sin embargo en la zona del Huallaga Central se obtuvo un promedio de 10,9838%, clasificándolo como de baja calidad. Al aplicar la prueba de Duncan, se estableció que existe diferencia altamente significativa de los porcentajes de sólidos totales entre las zonas del Alto Mayo y Huallaga Central, mientras que los sólidos totales entre las zona del Alto Mayo versus Bajo Mayo y Bajo Mayo versus Huallaga Central tienen diferencias significativas.

El recuento de microorganismos mesófilos aerobios en leche de bovino provenientes del Bajo Mayo y Huallaga Central fueron de $1,15 \times 10^6$ ufc/mL y $3,43 \times 10^6$ ufc/mL respectivamente, considerando de mala calidad bacteriológica. La leche del Alto Mayo tuvo un promedio de $1,34 \times 10^5$ ufc/mL, encontrándose por debajo de los límites permitidos por la NTP 202.001(2003).

La distribución promedio de la numeración de coliformes en leches de bovino provenientes del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central fueron $1,1 \times 10^4$ ufc/mL; $7,07 \times 10^4$ ufc/mL y $6,93 \times 10^6$ ufc/mL respectivamente, observándose que todas las zonas lecheras reportan leche con calidad bacteriológica mala ya que poseen contaminación fecal.

Los factores ambientales afectan a la calidad físico y química de la leche, así tenemos que la radiación solar y la temperatura ambiental influyen en la densidad, materia grasa y por ende en la cantidad de sólidos totales presentes en la leche, teniendo asociaciones negativas (inversas) estrechas: A mayor

temperatura y radiación solar, los niveles de densidad, materia grasa y sólidos totales disminuye en la leche de bovino.

La humedad relativa y la precipitación tienen correlaciones positivas (directas) estrechas en los valores de densidad, materia grasa y sólidos totales en la leche de bovino. Sin embargo estos parámetros meteorológicos tuvieron poca o casi ninguna influencia sobre la acidez y porcentaje de proteína en la leche de las tres zonas lecheras de la Región San Martín.

Los factores ambientales tuvieron influencia en la calidad microbiológica de la leche de bovino, es decir afectaron directamente a la numeración de aerobios mesófilos, en especial la radiación solar y la temperatura, así en las zona de mayor temperatura (Huallaga Central), se obtuvieron resultados altos de aerobios mesófilos en la leche. En cuanto a la numeración de coliformes, éstos no se vieron influenciados por los factores ambientales.

La zona lechera del Alto Mayo, debido a sus condiciones ambientales y a su altitud sobre el nivel del mar, resulta ser la mejor zona para la producción de leche de bovino, ya que reportó niveles muy buenos de calidad, tanto fisicoquímico como microbiológico.

V. RECOMENDACIONES

Orientar a los ganaderos productores de leche a balancear los suplementos alimenticios del bovino para mejorar los niveles de proteína y grasa en la leche en especial en épocas de altas temperaturas y pocas precipitaciones, de esta manera incidimos directamente en la cantidad de sólidos totales para un mejor rendimiento durante el procesamiento de derivados lácteos.

Mejorar las condiciones físicas e higiénicas del área de ordeño, ya que esta actividad deberá realizarse en ambientes mucho más apropiadas para no generar contaminación fecal en la leche al momento del ordeño.

Aplicar buenas prácticas de ordeño, tales como lavado de manos, desinfección de ubres, limpieza de recipientes, pisos y todos los utensilios y equipos a emplear durante esta actividad.

Capacitar permanentemente a los productores de leche en temas de manipuleo de animales, higiene y desinfección de establos, y en buenas prácticas agropecuarias.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS

- Alpina, S. A. (2012). *Calidad bacteriológica la leche*. Boletín técnico. N° 48. Sopo. Dirección de Mercadeo de Leche Alpina. Bogotá.
- Arias, R., Mader, T., Escobar, P. (2010). *Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche*. Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Chile.
- Calderón, A. (2011). *Cuantificación de factores de riesgo de mastitis en sistemas elite de producción de leche en el altiplano Cundiboyacense*. Tesis de Maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Calderón, R. A., Rodríguez, R. V., Vélez, R. 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. Recuperado el 15 de agosto del 2015, de: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v12n1/v12n1a06.pdf>.
- Campabadall, C. (2012). *Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche*. Memorias. II Seminario internacional sobre calidad de la leche. Colanta. Medellín, Colombia. p91-111.
- Carrasco, D. S. (2011). *Metodología de la Investigación Científica*. (Segunda edición). Lima, Perú: San Marcos. 474 pp.
- Celis, M., Juárez, D. (2009). *Microbiología de la Leche*. Buenos Aires. Argentina, Universidad Tecnológica Nacional: Edutecne, 125 pp.
- Cotrino, V. Gaviria, C. (2010). *La calidad de la leche cruda y el tratado de libre comercio*. Recuperado el 12 de diciembre del 2015, de: <http://mvltda.com/programas/ar05.html#top>
- Echeverri, J., Restrepo, L. (2006). *Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia*. Colombia.
- Fonseca, L., Santos, M. (2012). *Propriedades e composicao do leite*. In 2 curso online de atualizacao sobre controle de mastite. Recuperado el 10 de enero del 2016, de: <http://www.Milkpoint.com.br/curso.mastite.asp>.
- García, O., Ochoa, I. (1987), *Derivados Lácteos: Manejo de la Leche*. Módulo 2. Servicio Nacional de Aprendizaje. Centro Agropecuario de la Sabana.

- Gerber, N. (2011). *Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos*. Santander: Gráficas ROA.
- González, H., Fischer, V., Rocha, R., Fainé, G., Stumpj, W., Adeuda, S. (2004). *Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses do ano*. Rev Bras Zootec.; 33:1531-1543.
- INDECOPI-CRT (2003). *Norma Técnica Peruana; NTP 202.001:2003; Leche y Productos Lácteos. Leche Cruda, Requisitos*. (4ta. Edición). Lima, Perú.
- Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M. Fernández, J. (2012). *Control e higiene de los alimentos*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Machado, P., Pereira, A., Sarres, G. (2000) *Compositio do leite de tanques de rebañhos Brasileiros distribuidos segunda sua contagem de células somáticas*. Rev Bras Zootec. 29:1883–1886.
- Newton, P., Wellington, H., Humberto, G., Uriel, V., Cotarelli, A. (2011). *Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo*. Rev Bras Zootec 33: Suplemento 13.
- Sociedad de Asesoramiento Técnico SAC. (2015). *Normas Técnicas Aplicadas para ensayos físico-químicos y microbiológicos de leche fresca de vaca*. Lima.
- Sutton, D. (2000). Altering milk composition by feeding. J Dairy Science. 72:801-2814.

ANEXO 1: RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE DE BOVINO EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

Tabla 7. Resultados físico-químicos y microbiológicos de leche de bovino (Fundo Santa Mercedes – Alto Mayo) (Año 2015)

MESES	RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS				RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS		
	DENSIDAD (g/mL)	ACIDEZ (Exp. en ácido láctico) (g/100 g)	MATERIA GRASA (g/100 g)	PROTEINA (g/100 g)	SÓLIDOS TOTALES (g/100 g)	AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/mL)	NUMERACIÓN DE COLIFORMES (UFC/mL)
AGOSTO	1,0297	0,16	3,10	3,08	10,24	$2,7 \times 10^5$	$5,7 \times 10^4$
	1,0304	0,16	3,75	2,64	11,87	$1,8 \times 10^5$	$2,4 \times 10^4$
SETIEMBRE	1,0320	0,17	4,29	3,11	13,38	$4,8 \times 10^4$	$1,6 \times 10^2$
	1,0330	0,16	4,68	2,75	13,68	$3,7 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$
OCTUBRE	1,0308	0,15	4,42	2,91	12,98	$1,1 \times 10^5$	$2,5 \times 10^3$
	1,0310	0,15	5,35	2,79	14,07	$2,2 \times 10^5$	$2,6 \times 10^3$
NOVIEMBRE	1,0310	0,16	4,22	2,99	13,03	$2,0 \times 10^5$	$9,8 \times 10^2$
	1,0312	0,15	3,80	3,10	13,03	$5,3 \times 10^3$	<1,0 Est

Fuente: Informes de ensayo Sociedad de Asesoramiento Técnico SAC, 2015

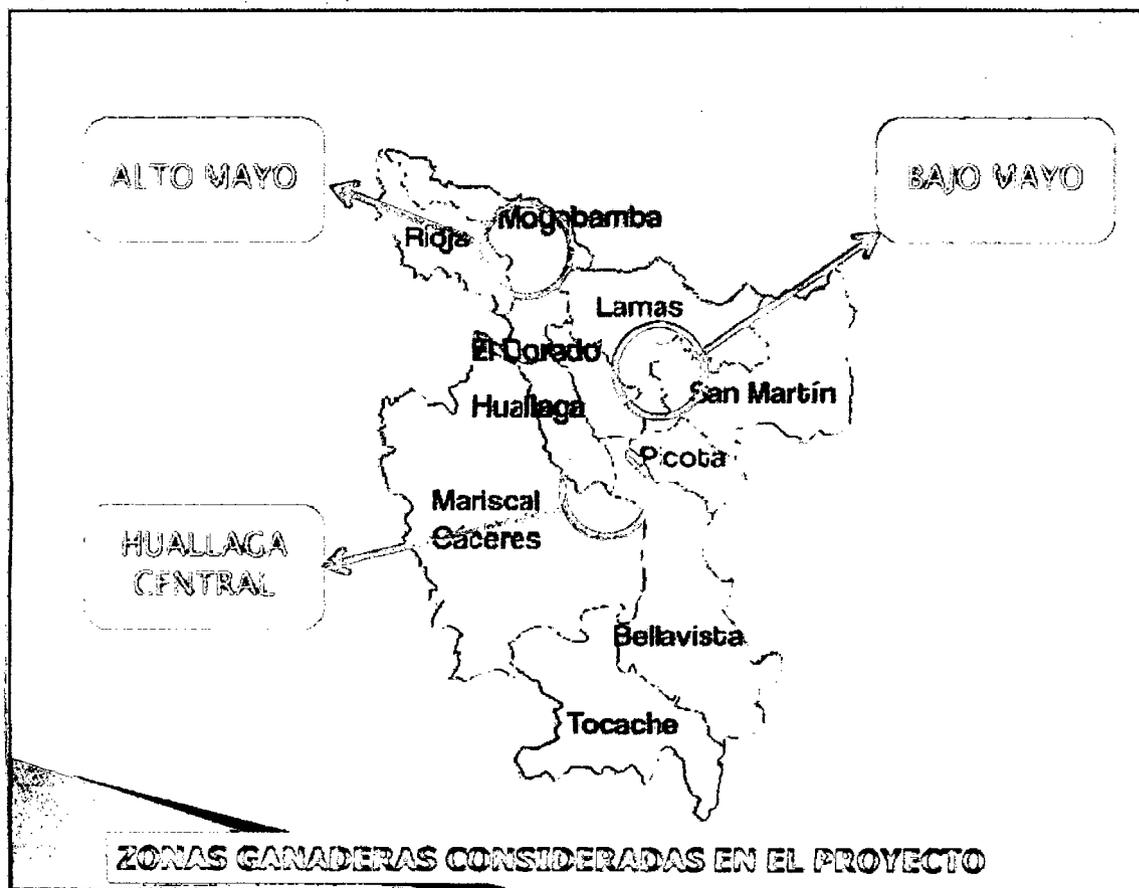
ANEXO 2: DATOS METEOROLÓGICOS

Tabla 10: Datos meteorológicos promedios en las zonas de estudio
(meses: agosto a noviembre del 2015)

Factor Ambiental/Zona	ALTO MAYO (860 msnm)	BAJO MAYO (325 msnm)	HUALLAGA CENTRAL (247 msnm)
Temperatura ambiental (°C)	22,8	25,3	28
Precipitación anual (mm)	1372	999	899
Humedad relativa (%)	83	82	80
Radiación solar (horas/día)	4,1	4,78	5,13

Fuente: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015)

ANEXO 3: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ZONAS GANADERAS EN LA REGIÓN SAN MARTÍN



ANEXO 4: REQUISITOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE CRUDA

Tabla 11: Requisitos fisicoquímico y microbiológico de la leche cruda

Ensayo	Requisito
Densidad a 15 °C (g/mL)	1,0296 – 1,0340
Acidez (g ácido láctico/100 g)	0,14 – 0.18
Materia grasa (g/100 g)	Mínimo 3,2
Proteína (g/ 100 g)	Mínimo 3,2
Sólidos totales (g/100 g)	Mínimo 11,4
Mesófilos aerobios totales (UFC/mL)	Máximo 1 000 000
Numeración de coliformes (UFC/mL)	Máximo 1 000

Fuente: Norma Técnica Peruana 202.001 (2003)

ANEXO 5: CORRELACIONES DE SPEARMAN

Tabla 12. Correlaciones y orden jerárquico de Spearman

Factor Ambiental & Parámetro de calidad	Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-value
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & densidad	24	-0,676018	-4,30299	0,000288
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & acidez	24	-0,247628	-1,19881	0,243354
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & grasa	24	-0,457269	-2,41169	0,024668
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & proteína	24	0,118005	0,55739	0,582891
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & ST	24	-0,501412	-2,71822	0,012554
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & Aerobios mesofilos	24	0,634000	3,84534	0,000879
RADIACIÓN SOLAR (h/día) & Numeración coliformes	24	0,390721	1,99090	0,059055
HR (%) & densidad	24	0,676018	4,30299	0,000288
HR (%) & acidez	24	0,247628	1,19881	0,243354
HR (%) & grasa	24	0,457269	2,41169	0,024668
HR (%) & proteína	24	-0,118005	-0,55739	0,582891
HR (%) & ST	24	0,501412	2,71822	0,012554
HR (%) & Aerobios mesofilos	24	-0,634000	-3,84534	0,000879
HR (%) & Numeración coliformes	24	-0,390721	-1,99090	0,059055
PP ANUAL (mm) & densidad	24	0,676018	4,30299	0,000288
PP ANUAL (mm) & acidez	24	0,247628	1,19881	0,243354
PP ANUAL (mm) & grasa	24	0,457269	2,41169	0,024668
PP ANUAL (mm) & proteína	24	-0,118005	-0,55739	0,582891
PP ANUAL (mm) & ST	24	0,501412	2,71822	0,012554
PP ANUAL (mm) & Aerobios mesófilos	24	-0,634000	-3,84534	0,000879
PP ANUAL (mm) & Numeración coliformes	24	-0,390721	-1,99090	0,059055
Temp. Amb. (°C) & densidad	24	-0,676018	-4,30299	0,000288
Temp. Amb. (°C) & acidez	24	-0,247628	-1,19881	0,243354
Temp. Amb. (°C) & grasa	24	-0,457269	-2,41169	0,024668
Temp. Amb. (°C) & proteína	24	0,118005	0,55739	0,582891
Temp. Amb. (°C) & ST	24	-0,501412	-2,71822	0,012554
Temp. Amb. (°C) & Aerobios mesofilos	24	0,634000	3,84534	0,000879
Temp. Amb. (°C) & Numeración coliformes	24	0,390721	1,99090	0,059055

Correlaciones marcadas son significativas a $p < 0.05000$

ANEXO 6: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE DUNCAN AL 5%

Análisis de covarianza

Obs	rep	localidades	densidad	acidez	grasa	proteína	st
1	1	AM	1.0297	0.16	3.10	3.08	10.24
2	2	AM	1.0304	0.16	3.75	2.64	11.87
3	3	AM	1.0320	0.17	4.29	3.11	13.38
4	4	AM	1.0330	0.16	4.68	2.75	13.68
5	5	AM	1.0308	0.15	4.42	2.91	12.98
6	6	AM	1.0310	0.15	5.35	2.79	14.07
7	7	AM	1.0310	0.16	4.22	2.99	13.03
8	8	AM	1.0312	0.15	3.80	3.10	13.03
9	1	BM	1.0299	0.16	3.40	3.26	13.97
10	2	BM	1.0300	0.16	4.42	2.75	12.12
11	3	BM	1.0290	0.16	3.61	2.45	10.58
12	4	BM	1.0296	0.15	4.06	2.97	12.33
13	5	BM	1.0310	0.15	5.58	3.34	14.75
14	6	BM	1.0312	0.16	4.23	3.20	13.85
15	7	BM	1.0282	0.15	2.36	2.74	10.09
16	8	BM	1.0298	0.16	3.10	2.95	11.52
17	1	HC	1.0280	0.15	2.89	3.12	11.62
18	2	HC	1.0290	0.17	5.17	3.14	11.85
19	3	HC	1.0282	0.16	3.42	3.02	11.66
20	4	HC	1.0308	0.14	3.12	3.26	11.75
21	5	HC	1.0310	0.15	3.14	3.23	11.46
22	6	HC	1.0290	0.16	3.11	3.18	11.35
23	7	HC	1.0220	0.13	1.44	1.91	6.93
24	8	HC	1.0280	0.15	3.13	3.19	11.25

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
rep	8	1 2 3 4 5 6 7 8
localidades	3	AM BM HC

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: **Densidad**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	0.00006721	0.00000747	3.05	0.0303
Error	14	0.00003429	0.00000245		
Total corregido	23	0.00010150			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	densidad Media
0.662137	0.151987	0.001565	1.029742

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
rep	7	0.00003374	0.00000482	1.97	0.1331
localidades	2	0.00003346	0.00001673	6.83	0.0085

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: **Acidez**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	0.00097500	0.00010833	1.84	0.1482
Error	14	0.00082500	0.00005893		
Total corregido	23	0.00180000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	acidez Media
0.541667	4.952577	0.007676	0.155000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
rep	7	0.00080000	0.00011429	1.94	0.1381
localidades	2	0.00017500	0.00008750	1.48	0.2601

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: **Materia grasa**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	12.91015417	1.43446157	2.42	0.0667
Error	14	8.28430833	0.59173631		
Total corregido	23	21.19446250			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	grasa Media
0.609129	20.56115	0.769244	3.741250

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
rep	7	8.58872917	1.22696131	2.07	0.1163
localidades	2	4.32142500	2.16071250	3.65	0.0529

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: **Proteína**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	0.91910833	0.10212315	1.03	0.4638
Error	14	1.38922500	0.09923036		
Total corregido	23	2.30833333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	proteina Media
0.398170	10.63619	0.315009	2.961667

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
rep	7	0.89000000	0.12714286	1.28	0.3272
localidades	2	0.02910833	0.01455417	0.15	0.8649

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: **Sólidos totales**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	34.19512500	3.79945833	1.82	0.1510
Error	14	29.14680833	2.08191488		
Total corregido	23	63.34193333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	sól. Tot. Media
0.539850	11.96752	1.442884	12.05667

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
rep	7	19.79226667	2.82746667	1.36	0.2957
localidades	2	14.40285833	7.20142917	3.46	0.0602

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para **densidad**

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 14
 Error de cuadrado medio 2.449E-6

Número de medias	2	3
Rango crítico	.001678	.001759

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	localidades
A	1.0311375	8	AM
A			
B	1.0298375	8	BM
B			
B	1.0282500	8	HC

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para **acidez**

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 14
 Error de cuadrado medio 0.000059

Número de medias	2	3
Rango crítico	.008232	.008626

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	localidades
A	0.157500	8	AM
A			
A	0.156250	8	BM
A			
A	0.151250	8	HC

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para **materia grasa**

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	14
Error de cuadrado medio	0.591736

Número de medias	2	3
Rango crítico	.8249	.8644

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	localidades
A	4.2013	8	AM
A			
B A	3.8450	8	BM
B			
B	3.1775	8	HC

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para **proteína**

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	14
Error de cuadrado medio	0.09923

Número de medias	2	3
Rango crítico	.3378	.3540

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	localidades
A	3.0063	8	HC
A			
A	2.9575	8	BM
A			
A	2.9213	8	AM

Análisis de covarianza

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para **sólidos totales**

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	14
Error de cuadrado medio	2.081915

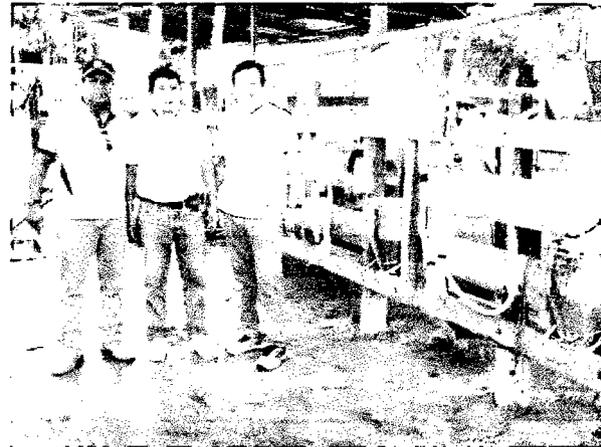
Número de medias	2	3
Rango crítico	1.547	1.621

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

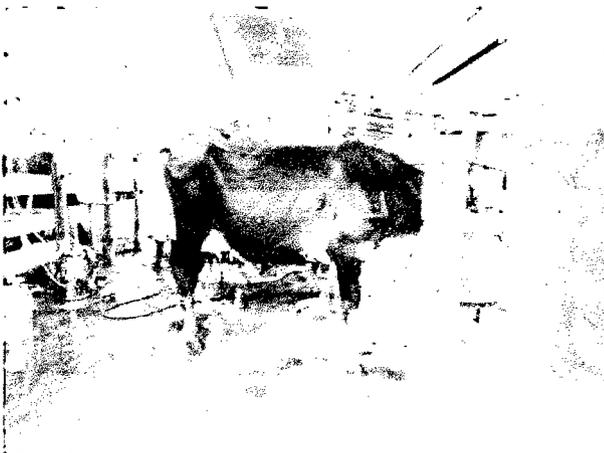
Duncan Agrupamiento	Media	N	localidades
A	12.7850	8	AM
A			
B A	12.4013	8	BM
B			
B	10.9838	8	HC

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

Ganado cruce Holstein con Gyr (F1)
(Ganadería Hidalgo – BAJO MAYO)



Centro de extracción lechera
(Ganadería Hidalgo)



Ordeñamiento mecánico de leche
(Ganadería Hidalgo)



Toma de muestras de leche
(Ganadería Hidalgo)



Fundo Ganadero en Tingo de Saposoa
(HUALLAGA CENTRAL)



Centro de Acopio Tingo de Saposoa



Toma de muestras en Tingo de Saposoa



Analizando densidad de la leche



Fundo Santa Mercedes – Moyobamba
(ALTO MAYO)



Tomando muestras de leche
(ALTO MAYO)