

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS QUÍMICAS



TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS QUÍMICAS

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA
DE ACOPIO Y SU INFLUENCIA EN EL PUNTO
CRIOSCÓPICO, EN CUATRO ÁREAS DE PRODUCCIÓN
DE LA REGIÓN ALTIPLÁNICA DEL DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

POR: SILVIA EUGENIA MAMANI TANCARA

TUTOR: MSc. JUAN ANTONIO ALVARADO KIRÍGIN

LA PAZ – BOLIVIA

Diciembre, 2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS QUÍMICAS



TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS QUÍMICAS

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA
DE ACOPIO Y SU INFLUENCIA EN EL PUNTO
CRIOSCÓPICO, EN CUATRO ÁREAS DE PRODUCCIÓN
DE LA REGIÓN ALTIPLÁNICA DEL DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

POR: SILVIA EUGENIA MAMANI TANCARA

TUTOR: MSc. JUAN ANTONIO ALVARADO KIRÍGIN

TRIBUNAL: Ph. D. RÓMULO GEMIO SIÑANI

LA PAZ – BOLIVIA

Diciembre, 2020

DEDICATORIA

A Dios, creador de todo, y dador de vida, por cuidarme y brindarme fuerza para salir siempre adelante con su bendición, y mostrarme el camino para culminar una meta más en mi vida.

A mis tesoros más preciados y pilares de mi vida, mis queridos padres Francisco y Felipa, por inculcarme valores de respeto, responsabilidad, optimismo, y superación, y permitirme así ser una mejor persona para sociedad. Por brindarme su ternura, paciencia y comprensión incansable. Por estar siempre a mi lado cuidándome, enseñándome a rescatar lo positivo de lo adverso y ser mis guías en este camino, motivándome y alentándome día a día con palabras de aliento, para seguir a delante. Por su apoyo y dedicación a mi persona y confiar incondicionalmente en mí. Por su gran esfuerzo y sacrificio para que pueda cumplir este sueño y culminar con éxito mis estudios. Por su inmenso e infinito amor incondicional, gracias mis queridos padres, los amo con todo mi ser.

A mis padrinos Folkar y Kerstin mis segundos padres, por brindarme siempre su apoyo incondicional y ser parte esencial en el desarrollo de mi vida, por su tiempo y sus consejos para ser mejor, gracias por nunca abandonarme en este sueño, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre en los mejores y peores momentos de mi vida y darme la oportunidad de poder culminar una meta más en mi vida.

A mis padres Francisco y Felipa por su amor y apoyo incondicional, por ayudarme a levantarme después de cada caída y ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y comprenderme durante el transcurso de mis estudios. A mis padrinos Folkar y Kerstin por su apoyo incondicional y estar siempre conmigo en todo momento.

Agradecer a la industria Soalpro S.R.L., por haberme abierto las puertas, y brindado el apoyo en el tiempo que realice mis prácticas profesionales. A los trabajadores y profesionales que integran el equipo de trabajo en la industria, por compartir sus conocimientos y experiencias, en especial agradecer al Jefe de Planta Lácteos Ing. Saulo Aliaga V. y al Jefe de Control de Calidad Ing. Rubén Casilla, por sus valiosas colaboraciones, sugerencias y orientaciones brindadas a lo largo en la realización del presente trabajo.

A mi segundo hogar la Universidad Mayor de San Andrés y a la Carrera de Ciencias Químicas por cobijarme en sus aulas y laboratorios. Al Ph.D. Rigoberto R. Choque A. Director Académico de la Carrera y a todo el plantel docente, a quienes con su vasta experiencia y dedicación me transfirieron sus conocimientos científicos, para mi formación profesional. A mi tutor M.Sc. Juan A. Alvarado K. por su comprensión orientación y consejos y aportes valiosos que me ayudaron a desarrollar el presente proyecto de igual manera a mi tribunal Ph.D. Rómulo Gemio S., de quien he recibido sugerencias constructivas, que me ayudaron a mejorar y desarrollar este proyecto.

A mis amigos y compañeros: Abel Gutiérrez, Lic. Grover Castañeta, Lic. Fabiola Quispe, que siempre me brindaron su apoyo moral, colaboración y por los momentos compartidos, en especial a la persona que hasta este momento comparte un sitio muy especial en mi vida Wilfredo Córdova por su apoyo, ayuda y comprensión. Mi reconocimiento por siempre a cada uno de ellos.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
CAPÍTULO I.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Problemática	6
1.2 Justificación	7
1.3 Antecedentes.....	8
CAPÍTULO II.....	11
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo General.....	11
2.2 Objetivo Específico.....	11
CAPÍTULO III	12
3. MARCO TEÓRICO.....	12
3.1 Producción de leche a nivel Mundial.....	12
3.2 Producción de leche en Bolivia	13
3.3 Producción de leche en el departamento de La Paz.....	14
3.3.1 Federación departamental de productores de la leche en La Paz (FEDELPAZ).....	15
3.3.2 Situación de la ganadería bovina lechera en el departamento de La Paz ...	16
3.4 Producción de leche en la provincia Omasuyos	17
3.5 Producción de leche en la provincia Los Andes	17
3.6 Producción de leche en la provincia Ingavi.....	17
3.7 Cadena productiva de leche o Proceso de producción de la leche.....	18
3.8 Definición de leche	19
3.8.1 Leche fresca y cruda	19
3.9 Calidad de la leche cruda.....	20
3.10 Factores que influyen en la calidad y composición de la leche cruda	20
3.10.1 Factor fisiológico.....	20
3.10.2 Factores higiénico sanitarias.....	21
3.10.3 Factor genético	21
3.10.4 Factor ambiental.....	21

3.11	Composición de la leche	22
3.11.1	Agua	22
3.11.2	Proteínas	22
3.11.3	Glúcidos (carbohidratos)	27
3.11.4	Grasas	28
3.11.5	Vitaminas.....	28
3.11.6	Minerales	30
3.12	Propiedades de la leche	30
3.12.1	Propiedades organolépticas	30
3.12.2	Propiedades fisicoquímicas	31
3.13	Crioscopía de la leche	38
3.13.1	Variación de la crioscopía en la leche	39
3.14	Adulteraciones en la composición química de la leche cruda	40
3.14.1	Adición de agua.....	40
3.14.2	Adición de conservantes químicos	40
3.15	Modificaciones fisicoquímicas	42
3.15.1	Fase coloidal.....	42
3.15.2	Fase gaseosa	43
	CAPÍTULO IV	44
4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	44
4.1	Localización y ubicación	44
4.2	Diagrama del proceso de recepción de la leche cruda	46
4.3	Materiales y Equipos	47
4.3.1	Materiales.....	47
4.3.2	Equipos	47
4.3.3	Reactivos.....	47
4.4	Toma de muestras	47
4.5	Análisis Fisicoquímico	48
4.5.1	Determinación de la acidez titulable.....	48
4.5.2	Determinación del pH y la temperatura.....	48
4.5.3	Determinación de la densidad.....	49

4.5.4	Determinación de los sólidos totales	49
4.5.5	Determinación del punto crioscópico	49
4.6	Análisis comparativo de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda obtenida del ganado vacuno con la leche acopiada de las diferentes áreas de estudio.....	50
4.7	Tratamiento y Análisis estadístico.....	50
	CAPÍTULO V	51
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
5.1	Comparación de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de acopio de las áreas de producción de leche bovina	51
5.1.1	Temperatura.....	52
5.1.2	pH.....	55
5.1.3	Acidez titulable.....	58
5.1.4	Sólidos Totales.....	61
5.1.5	Densidad	64
5.1.6	Punto crioscópico y agua añadida.....	67
5.2	Comparación de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda obtenida directamente del ordeño del ganado vacuno, con la leche cruda acopiada.....	73
5.3	Relación del punto crioscópico, con los parámetros de pH, acidez, sólidos totales y la densidad de la leche cruda	76
5.4	Evaluación comparativa de los puntos crioscópicos que presentan cero por ciento de agua añadida de las diferentes áreas de acopio de leche cruda.	78
	CAPÍTULO VI.....	83
6.	CONCLUSIONES.....	83
7.	RECOMENDACIONES	86
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	87
9.	ANEXOS.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precio pagado por litro de leche cruda, en Bs.	9
Figura 2. 10 Países principales productores de leche (2016).....	12
Figura 3. Consumo de leche per cápita en Bolivia comparado con los parámetros de la FAO.....	14
Figura 4. Proceso de Producción de la Leche.	19
Figura 5. Estructura de las proteínas (R1, R2, etc., son los radicales específicos de cada aminoácido, el número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209)....	22
Figura 6. Representación simbólica de las moléculas de caseína.	25
Figura 7. Representación esquemática de las micelas de la caseína.	26
Figura 8. La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.	27
Figura 9. Localización y Ubicación de las áreas de acopio de leche cruda.	45
Figura 10. Diagrama de recepción de la leche cruda	46
Figura 11. Comparación fisicoquímica de la leche acopiada de las áreas de estudio con la Norma Boliviana NB 33013	52
Figura 12. Comparación de las medias de las temperaturas de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	53
Figura 13. Intervalos de confianza para la media de las temperaturas de las áreas de acopio de leche cruda A, B, C y D.....	54
Figura 14. Comparación de las medias de las temperaturas de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020, con relación a las temperaturas medias obtenidas por SENAMHI.....	55
Figura 15. Comparación de las medias de los pH de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	56
Figura 16. Intervalos de confianza para la media de los pH de las áreas de acopio de leche cruda A, B, C y D.....	57
Figura 17. Comparación de las medias del pH de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.	57
Figura 18. Comparación de las medias de la acidez titulable de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	58

Figura 19. Comparación de las medias de la acidez titulable de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.....	59
Figura 20. Comparación de las medias de la acidez titulable de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.....	60
Figura 21. Comparación de las medias de los sólidos totales de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	62
Figura 22. Comparación de las medias de los sólidos totales de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.....	63
Figura 23. Comparación de las medias de los sólidos totales de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.....	63
Figura 24. Comparación de las medias de la densidad de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	65
Figura 25. Comparación de las medias de la densidad de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.	66
Figura 26. Comparación de las medias de la densidad de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.	66
Figura 27. Comparación de las medias del punto crioscópico de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	68
Figura 28. Comparación de las medias del agua añadida de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.	69
Figura 29. Comparación de las medias del Punto Crioscópico de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.....	70
Figura 30. Comparación de las medias de la densidad de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.	70
Figura 31. Comparación de las medias de punto crioscópico de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones diciembre 2019 a junio 2020.....	71
Figura 32. Comparación de las medias del agua añadida de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones diciembre 2019 a junio 2020.	72
Figura 33. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida, para las leches recolectadas	

del ordeño directo de las vacas en el área B* comparada con la leche acopiada de la misma área B.	75
Figura 34. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida, para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en el área C* comparada con la leche acopiada de la misma área C.	75
Figura 35. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida, para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en el área D* comparada con la leche acopiada de la misma área D.	76
Figura 36. Porcentajes de los valores de agua añadida iguales al cero por ciento, para las áreas de estudio A, B, C, y D.	79
Figura 37. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales y punto crioscópico, para las diferentes áreas de estudio cuando se tiene cero por ciento de agua añadida.	81
Figura 38. Comparación de los Puntos crioscópicos de las leches acopiadas del área A, área B, área C y área D cuando estas presentan un porcentaje de agua añadida igual a 0.	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de una leche cruda de la Leche Cruda.....	10
Tabla 2. Producción de Leche en Litros de ganado bovino en Bolivia y La Paz 2010-2019.	13
Tabla 3. Productores de leche por provincia en La Paz	15
Tabla 4. Producción Láctea de Vacas Mestizas Holstein (Medias y Desviaciones Estándar).	18
Tabla 5. Principales sustancias nitrogenadas de la leche de vaca.	23
Tabla 6. Diferentes tipos de Lípidos presentes en la leche.	28
Tabla 7. Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100 mL).....	30
Tabla 8. Propiedades organolépticas.....	31
Tabla 9. Propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de acopio de las áreas A, B, C y D, de la región altiplánica del Departamento de La Paz.	51
Tabla 10. Comparación de los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda establecida por la Norma Boliviana IBNORCA, con relación propiedades fisicoquímicas obtenida en las áreas de estudio.....	52
Tabla 11. Temperatura [°C] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.....	53
Tabla 12. pH de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.	55
Tabla 13. Porcentaje de Acidez titulable de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.....	58
Tabla 14. Sólidos Totales [°Brix] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.....	61
Tabla 15. Densidad [g/mL] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.	64
Tabla 16. Punto crioscópico [°C] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.....	68
Tabla 17. Agua Añadida [%] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.....	68

Tabla 18. Medias obtenidas para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en las áreas B*, C* y D*, y comparadas con la leche acopiada de las mismas áreas B, C y D.....	73
Tabla 19. Análisis de varianza para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en las áreas B*, C* y D*, y comparadas con la leche acopiada de las mismas áreas B, C y D.....	74
Tabla 20. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área A.	77
Tabla 21. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área B.	77
Tabla 22. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área C.	78
Tabla 23. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área D.	78
Tabla 24. Medias de las variables fisicoquímicas de las áreas A, B, C, y D, cuando presenta un porcentaje de agua añadida igual a 0%.....	79
Tabla 25. Análisis de varianzas Anova para cada variable de las leches crudas de acopio de las áreas A, B, C y D.	80

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Municipios Productores de Leche en Bolivia (2011).	91
Anexo 2. Comunidades pertenecientes a cada área de acopio de leche cruda.....	92
Anexo 3. Área de producción A y algunos centros de acopio de leche cruda.....	93
Anexo 4. Área de producción B y algunos centros de acopio de leche cruda.	93
Anexo 5. Área de producción C y algunos centros de acopio de leche cruda.	94
Anexo 6. Área de producción D y algunos centros de acopio de leche cruda.....	94
Anexo 7. Materiales y equipos de análisis: a) Bureta Schilling de 10mL, b) pHmetro Mettler Toledo S20 Seveneasy, c) Lactodensímetro, d) Refractómetro Atago, e) Termómetro Digital Testo 925, f) Crioscópico Kryostar 1-Funker Gerber.....	95
Anexo 8. Muestra representativa de leche cruda proveniente directamente del ordeño del ganado vacuno.....	95
Anexo 9. Muestras representativas de Leche cruda proveniente directamente del productor del Área B* de muestreo.	96
Anexo 10. Muestras representativas de Leche cruda proveniente directamente del productor del Área C* de muestreo.	96
Anexo 11. Muestras representativas de Leche cruda proveniente directamente del productor del Área D*de muestreo.	97
Anexo 12. Datos proporcionados de los parámetros fisicoquímicos de la leche de acopio, recepcionada de las diferentes áreas de muestreo.	97
Anexo 13. Datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de la leche de acopio, recepcionada de las diferentes áreas de muestreo.	108
Anexo 14. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable temperatura.	114
Anexo 15. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable pH.	115
Anexo 16. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable acidez titulable.....	116
Anexo 17. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable sólidos totales.	117

Anexo 18. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable densidad.....	118
Anexo 19. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable densidad.....	119
Anexo 20. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable densidad.....	120
Anexo 21. Correlación de pH. Acidez, Sólidos totales, Densidad, Temperatura de congelación, Agua añadida, para las leches acopiadas del área A, B, C y D.....	121

RESUMEN

La leche cruda es un alimento de gran importancia para la competitividad de la cadena láctea, por lo cual existe un sistema de pago por la calidad de la misma, donde se toman en cuenta los parámetros fisicoquímicos entre otros, en el cual el punto crioscópico es un importante indicador para evaluar la calidad de la leche cruda.

A partir de ello el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y su influencia en el punto crioscópico de la leche cruda acopiada en cuatro áreas de producción lechera, distribuidas entre las provincias Omasuyos, Los Andes e Ingavi, pertenecientes a la región altiplánica del departamento de La Paz, para tal análisis se efectuó pruebas en laboratorio, a través de los cuales se generó la base de datos, de las muestras tomadas de las cisternas acopiadoras de leche cruda, de cada área de estudio. Para el tratamiento e interpretación de los resultados obtenidos, se empleó la estadística descriptiva e inferencial (Anova, prueba de Tukey y prueba Pearson), mediante el uso de programas estadísticos (Excel y Minitab).

Los resultados obtenidos demuestran que las medias para las variables pH, acidez, densidad y punto crioscópico se encuentran dentro de los estándares de calidad de la Norma Boliviana NB 33013, para las áreas de acopio de leche cruda A, B, C y D, con excepción de los sólidos totales, el cual está por debajo del mínimo permisible. Por otro lado, mediante pruebas Anova y Tukey, se determinó que si existe diferencias significativas en las variables fisicoquímicas con $p < 0,05$. De igual forma se encontraron diferencias significativas entre las muestras de leche acopiadas y las muestras de leche provenientes directamente del ordeño de la vaca, de las áreas B, C y D, mismas que se atribuyen a la contaminación de la materia prima en el traslado hacia las plantas procesadoras, en las muestras B-B*, en las muestras C-C* estas diferencias pueden atribuirse a una posible adulteración, agregando solutos como sal o azúcar para contrarrestar una posible adición de agua, en el caso de las muestras D-D* las diferencias significativas pueden atribuirse a una contaminación indirecta en la cadena láctea. Así también se realizaron correlaciones de los parámetros fisicoquímicos respecto al punto crioscópico, donde se encontró que el agua añadida está altamente correlacionada al punto

crioscópico en las áreas A, B y D, en el caso del área D también se encuentra altamente correlacionado con el punto crioscópico, pero su vez con los sólidos totales, Por otro lado se realizaron comparaciones entre los parámetros fisicoquímicos de las áreas de estudios que presentaban cero por ciento de agua añadida, y se determinó que si existe diferencias significativas entre las diferentes áreas estudiadas con niveles de significancia $p < 0,05$, pero a través de pruebas de Tukey se pudo evidenciar que en las leches provenientes de las áreas D-C tienen una gran similitud entre sus parámetros fisicoquímicos, también se encontró un intervalo de agua añadida de 0,8-0,9%, con base a regresiones lineales para cada área, este valor nos permite estar dentro de los rangos de la Norma Boliviana NB 33013 aun con un cierto porcentaje de agua añadida.

En conclusión, con base a los resultados recabados, se determinó que las leches crudas provenientes del área D, presentan buenos estándares de calidad, así también son los que producen leche con mayor pureza, seguida del área A, en los casos del área B y C, si bien están dentro de los estándares de calidad de la Norma Boliviana NB 33013, necesitan realizar mejoras en cuanto a su producción.

Palabras clave: Leche, evaluación fisicoquímica, acopio, punto crioscópico.

ABSTRACT

Raw milk is a food of great importance for the competitiveness of the dairy chain, which is why there is a system of payment for the quality of it, where the physicochemical parameters are taken into account among others, in which the cryoscopic point is an important indicator to evaluate the quality of the raw milk.

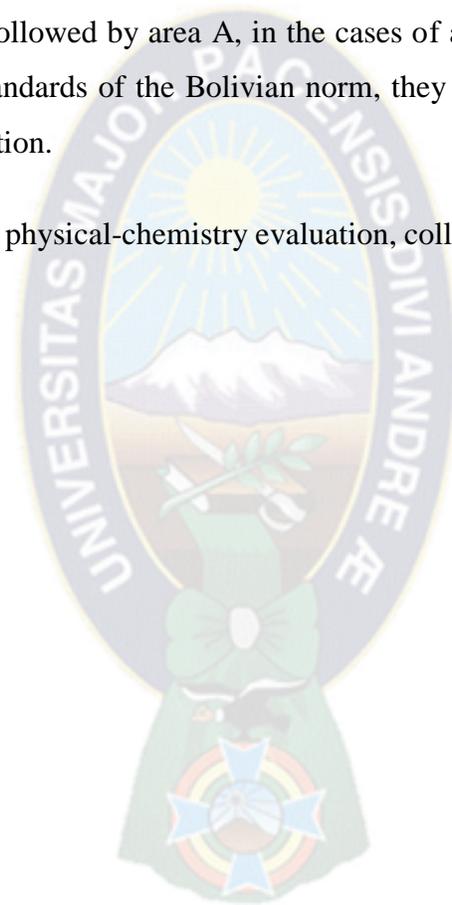
From this, the objective of this research was to evaluate the physicochemical properties and its influence in the cryoscopic point of the raw milk, collected in four areas of milk production, distributed among the provinces of Omasuyos, Los Andes and Ingavi, belonging to the altiplanic region of the department of La Paz. For such analysis, laboratory tests were carried out, through which the data base was generated, from the samples taken from the raw milk collection tanks, of each study area. For the treatment and interpretation of the obtained results, descriptive and inferential statistics were used (Anova, Tukey test and Pearson test), through the use of statistical programs (Excel and Minitab).

The results obtained show that the averages for the variables pH, acidity, density and cryoscopic point are within the quality standards of the Bolivian Standard NB 33013, for the raw milk collection areas A, B, C and D, with the exception of the total solids, which is below the minimum permissible. On the other hand, through Anova and Tukey tests, it was determined that if there are significant differences in the physicochemical variables with $p < 0,05$. Likewise, significant differences were found between the collected milk samples and the milk samples coming directly from the milking of the cow, from areas B, C and D, which are attributed to the contamination of the raw material in the transfer to the processing plants, in the B-B* samples, in C-C* samples these differences can be attributed to a possible adulteration, adding solutes such as salt or sugar to counteract a possible addition of water, in the case of D-D* samples significant differences can be attributed to an indirect contamination in the milk chain. Thus, correlations of physicochemical parameters were also made with respect to the cryoscopic point where it was found that the added water is highly correlated to the cryoscopic point in areas A, B and D, in the case of area D it is also highly correlated to the cryoscopic point, but in

turn to total solids. $<0,05$, but through Tukey's tests it could be evidenced that the milks coming from the D-C areas have a great similarity between their physicochemical parameters, it was also found an interval of added water of 0,8-0,9%, based on linear regressions for each area, this value allows us to be within the range of the Bolivia Standard even with a certain percentage of added water.

In conclusion, based on the results obtained, it was determined that the raw milks coming from area D, present good quality standards, and are also those that produce milk with greater purity, followed by area A, in the cases of area B and C, although they are within the quality standards of the Bolivian norm, they need to make improvements in terms of their production.

Keywords: Milk, physical-chemistry evaluation, collection, cryoscopy point



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La leche es un alimento completo y balanceado, necesaria para cumplir las demandas nutricionales de una población en crecimiento (Contreras, 2014), y es valorado en la industria por sus características físicas, químicas y microbiológicas. Está compuesta por agua, grasa, proteína, lactosa y minerales (Wingching Jones & Mora Chaves, 2019), esto en la actualidad constituye una ventaja competitiva fundamental para la industria láctea, que viene buscando satisfacer las necesidades de los consumidores nacionales.

La leche que más se emplea para la elaboración de productos lácteos es la del ganado vacuno, debido a las propiedades que posee, las cantidades que se obtienen, su agradable sabor, su fácil digestión, y la gran cantidad de derivados que se logran obtener, es por ello que la leche debe cumplir con varios parámetros de calidad para su consumo y transformación, una de estas propiedades son las fisicoquímicas que permiten valorar la calidad de la leche.

Pero frecuentemente la leche resulta ser uno de los alimentos más adulterados, una de esas adulteraciones es la dilución intencional de la leche con agua (Podorozhniaya & Vetokhin, 2014), es por ello que en los sistemas de industrialización se tienen indicadores de la leche, que determinan estas adulteraciones y alteraciones, estos indicadores son el punto de congelación, índice de refracción, el peso específico y la conductividad eléctrica (Podorozhniaya & Vetokhin, 2014).

El punto crioscópico de una solución depende del número de partículas en el disolvente (fase acuosa de la leche) más que el tipo de partículas, es por ello que el método más exacto y rápido para determinar el contenido de agua en la leche es el método crioscópico, la cual es directamente proporcional a la concentración del soluto en solución, es decir que si la leche presentara cualquier soluto reducirá el punto de congelación por debajo de los cero grados, de lo contrario el punto de congelación será próxima a cero grados (Zagorska & Ciprova, 2013).

El punto crioscópico es un importante indicador de la calidad de la leche, que no solo puede verse influenciada por la adición de agua, sino también con la adición de cloruros y/o azúcar, que enmascara esta adulteración y evita ser detectadas por las técnicas comunes de análisis (Gonzales Cuascota, 2012).

Así también existen factores relacionados con la variación del medio ambiente, la gestión y la raza, que influyen de igual manera en el punto crioscópico (Zagorska & Ciprova, 2013).

Otros autores indican la existencia de factores significativos, que influyen en el punto crioscópico de la leche como ser la concentración de lactosa y el pH de la leche, siendo el contenido de lactosa el responsable del 53,8% del punto crioscópico, mientras que otros componentes contribuyen, en importancia decreciente, a lo siguiente: potasio 12,7%, cloruro 10,5%, sodio 7,2%, citratos 4,3%, urea 1,9% y otros componentes 6,9% (Zagorska & Ciprova, 2013).

Es por ello que se pretende comparar, experimentalmente las variaciones de las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, sólidos totales y densidad y el punto crioscópico) de la leche cruda acopiada de diferentes áreas comprendidas dentro de las provincias Omasuyos, Los Andes e Ingavi, de la región altiplánica del departamento de La Paz, y ver la influencias de estas variables en el punto crioscópico, para poder controlar efectivamente la adulteración o alteración en la leche y mantener así su calidad.

1.1 Problemática

La leche cruda es uno de los alimentos de mayor importancia en el mundo, por tanto su calidad alimenticia se define por medio de una serie de características, mismas que pueden ser influenciadas y condicionadas por factores genéticos como la raza, factores fisiológicos como la alimentación, estado sanitario, hora de ordeño, y factores ambientales como el clima, la altitud, distancia, las cuales pueden hacer variar el punto crioscópico, a través de otros parámetros como el pH, acidez, sólidos totales y la densidad.

Pero no solo estos factores son la causa de la variación del punto crioscópico, sino que lamentablemente existen productores que adulteran este alimento, con la finalidad de obtener mayor cantidad de volumen de leche, o disimular y ocultar deficiencias en la inocuidad, adicionando sustancias no autorizadas para preservarlas o sustituyendo elementos sustraídos, causando de esta manera la disminución en la calidad de la misma, esto conlleva a problemas en el procesamiento de la leche y sus derivados obteniendo así un bajo rendimiento, razón por la cual muchas industrias lácteas se vean afectadas.

Esta es la principal razón por la que el pago de la materia prima se la realiza según los resultados de los análisis de laboratorio.

Pero no solo se ven afectados las industrias lácteas, sino también los pequeños y medianos productores, debido a la desconfianza que se causa en las industrias, al momento de adquirir leche de una región determinada.

1.2 Justificación

La leche proveniente del ganado vacuno, es uno de los alimentos más consumidos por la mayor parte de la población, es así que en el último año 2019, el Instituto Nacional de Estadística - INE ha registrado en el departamento de La Paz, una producción de 51.716,114 litros de leche durante ese año (ine.gob.bo, s.f.), siendo los mayores productores, las provincias de Omasuyos, Los Andes, Ingavi, Murillo y Aroma (Ministerio de Desarrollo Rural, 2008).

Es por ello que, para obtener un producto lácteo de calidad, es fundamental contar con una materia prima pura, que cumpla con los estándares de calidad, dentro de ello se contempla los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos totales, densidad, punto crioscópico).

Por esta razón el presente trabajo, pretende brindar conocimientos de apoyo a la calidad de la leche cruda, provenientes de las cuatro áreas producción, que se encuentran distribuidas entre las provincias de Omasuyos, Los Andes e Ingavi, esta información permitirá, a las plantas de transformación de productos lácteos, determinar situaciones

como la adulteración o influencias de los parámetros fisicoquímicos en la calidad de la leche, de estas diferentes áreas de producción lechera.

Esto sería de gran ayuda para las empresas productoras de leche, ya que al tener conocimientos fisicoquímicos de su materia prima, contribuiría a mejorar su producción y constituir una importante reserva económica, debido a que el precio de venta incrementa conforme a las especificaciones de calidad de la leche, así también resulta favorable para las industrias lácteas, ya que al tener información de calidad de la leche de estas áreas de acopio, ayudara a tomar mejores decisiones de adquisición de esta materia prima, para un mejor rendimiento en la transformación de la leche y sus derivados, así también presentar una buena calidad en sus productos.

1.3 Antecedentes

En el año 1955 se inició el “Plan de Política Económica de la Revolución Nacional”, que buscaba incrementar el consumo de leche existente en el país, es así que gracias al aporte de fondos de crédito del gobierno de Dinamarca y la construcción de infraestructura Industrial a cargo del Programa Mundial de Alimentos (PMA), se logró construir cuatro plantas lecheras adicionales en las ciudades de La Paz, Santa Cruz, Tarija y Sucre. Ya por el año 1973 se dio inicio del Programa de Fomento Lechero (PROFOLE), que tenía como objetivo principal fomentar el desarrollo de la actividad lechera de los campesinos del Altiplano. Desde ese año hasta 1989 se hicieron los primeros intentos para introducir la actividad lechera a esta región, implementando y adaptando praderas de forraje artificial, así como a la aclimatación de razas Holstein y Pardo Suizo. Finalmente, en el 2002 se implementó un plan de desarrollo lechero, que fortaleció las asociaciones de productores lecheros, con el objetivo de crear un círculo sostenible de apoyo a la producción (Guachalla, 2010).

En la actualidad, el departamento de La Paz se encuentra en el tercer lugar de producción de leche con un 11,7%, es por tanto una de las regiones más importantes de producción lechera dentro del país (Guachalla, 2010), misma que está compuesta por las provincias de Omasuyos, Los Andes, Ingavi, Murillo y Aroma, que son las productoras de leche de ganado bovino entre la provincia de Omasuyos por tener un mayor parámetro

productivo de leche con 8.1 litros/día por vaca. (autoridadempresas.gob.bo). Según CIPCA el departamento de La Paz cuenta con 188 centros de acopio que tiene una capacidad instalada de frío de 166,000 litros de leche al día, lo que otorga a los productores una ventaja comparativa, en la negociación por el precio de la leche (autoridadempresas.gob.bo).

La comercialización de leche se realiza principalmente, a las empresas acopiadoras como PíL Andina, Delizia, Panda, Soalpro y Lacteosbol, también existen asociaciones pequeñas que se dedican a la transformación de lácteos en sus propias plantas. (Flores, 2020). Siendo así PíL Andina S.A. la empresa que acopia mayor cantidad de leche con 85% del mercado, en segundo y tercer lugar se encuentran Delizia y Soalpro con un 3 y 2 % respectivamente (autoridadempresas.gob.bo).

El mejor precio como pago de esta materia prima, fue registrado por las empresas Flor de Leche y Maya, esto se debería a la exigencia en la calidad de la materia prima (leche) que ellos solicitan (autoridadempresas.gob.bo).

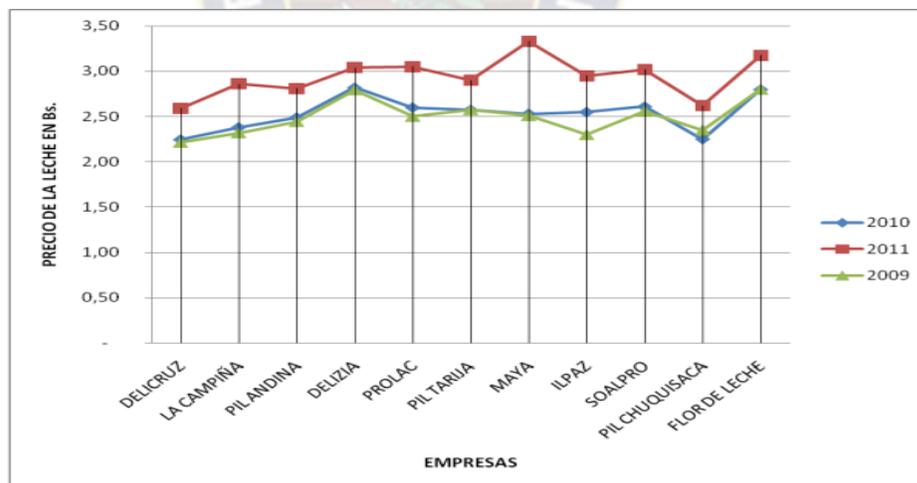


Figura 1. Precio pagado por litro de leche cruda, en Bs.

Fuente: (autoridadempresas.gob.bo)

La calidad de la leche cruda esta normada por el Instituto Boliviano de Normas de Calidad (IBNORCA) por la Norma NB-33013, que define que “La leche es un líquido limpio y fresco, producto del ordeño higiénico, obtenido de la segregación de las glándulas

mamarias de vacas sanas, exenta de calostro y sustancias neutralizantes, conservantes y libre de inhibidores, sin ningún tipo de adición y extracción. Leche que no ha sido sometida a ningún tratamiento térmico” (IBNORCA, 2004).

Es por esta razón que IBNORCA estableció parámetros fisicoquímicos de la leche cruda, que permitan identificar una leche de calidad para su transformación o consumo como se muestra a continuación:

Tabla 1. Parámetros de una leche cruda de la Leche Cruda.

Leche cruda y fresca	Rangos NB 33013	Método de ensayo
Acidez titulable (ácido láctico) en %	0,15 a 0,18	NB 229
Densidad a 20 °C en g/mL	1,028 a 1,034	NB 230
Punto crioscópico °C	-0,520 a -0,570	NB 830
pH	6,6 a 6,8	
Materia grasa mínima en %	2,6	NB 228
Sólidos no grasos mínima en %	8,2	NB 706
Sólidos Totales %	10,8	NB 231:1
Cenizas	0,7	
Lactosa %	4,5	
Proteína mínima %	3,00	

Fuente: (IBNORCA, 2004).

En 1979 Alan F. Wolfschoon y Mucio Mansur, encontraron que el punto crioscópico en la leche de cabra, varía en relación directa con la acidez y los sólidos totales, y de manera inversa con el pH (Wolfschoon Pombo & Mucio, 1979). Así también en el 2013 en Ecuador se realizaron estudios donde se demuestra la relación que existe entre cloruros y acidez láctea con la crioscopía, siendo inversamente proporcionales es decir, a mayor porcentaje de NaCl y acidez láctea en la leche la crioscopía es más baja y viceversa, así también se encontró que cuando la lactosa en la leche se encuentra entre el rango de 4,42%-4,71%, el punto crioscópico tiende a ser alta pero cuando el porcentaje de lactosa se sale de ese rango el punto crioscópico es más bajo (Gonzales Cuascota, 2012).

CAPÍTULO II

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar las propiedades de pH, acidez, sólidos totales, densidad y su influencia en el punto crioscópico, de la leche cruda acopiada en cuatro áreas de producción lechera, distribuidas entre las provincias Omasuyos, Los Andes e Ingavi, pertenecientes a la región altiplánica del departamento de La Paz.

2.2 Objetivo Específico

- Determinar el análisis comparativo de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda acopiada de las diferentes áreas de muestreo, durante el periodo julio 2019 y junio 2020.
- Realizar la comparación del punto crioscópico, del pH, acidez, sólidos totales y la densidad de la leche obtenida directamente del ordeño del ganado vacuno, con la leche de recepcionada en la planta de lácteos.
- Realizar la relación del punto crioscópico, con las propiedades de pH, acidez, sólidos totales y la densidad.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas de las muestras de leche cruda, que presenten cero por ciento de agua añadida.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Producción de leche a nivel Mundial

La leche es producida en la mayoría de los países en desarrollo, y se considera una fuente importante de ingresos económicos para pequeños agricultores, pero a diferencia de los países desarrollados, la producción de leche en países en desarrollo es desfavorable, debido a que estos tienen climas cálidos y/o húmedos lo que hace que el alimento para el ganado vacuno sea pobre en nitrógeno y minerales y rico en fibra, esto es un limitante en la producción de leche (www.fao.org, 2020).

En las últimas tres décadas, la producción mundial de leche ha aumentado en más del 59%, de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en 2018. Siendo la India el mayor productor de leche con un 22% seguido de Estados Unidos de América, China, Pakistán y Brasil (www.fao.org, 2020).

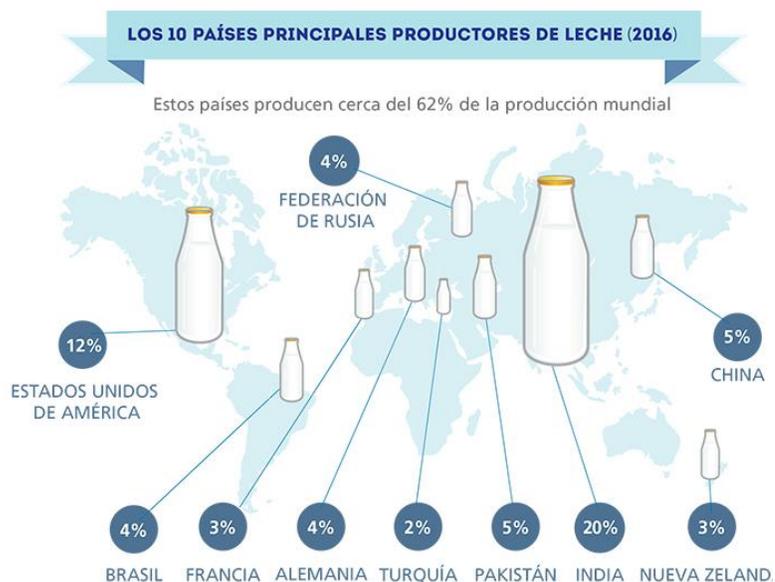


Figura 2. 10 Países principales productores de leche (2016).

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

3.2 Producción de leche en Bolivia

La producción lechera en Bolivia es una de las actividades a la que se dedican muchos productores como fuente generadora de ingresos y se concentra en los Departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Tarija, Chuquisaca, Oruro y Beni, donde gracias al programa de Fondo de Apoyo al Complejo Productivo Lácteo PROLECHE, la producción de leche ha tenido un gran potencial para desarrollar el mejoramiento de la calidad, el rendimiento y costos competitivos, ayudando a tener mayores oportunidades de encontrar mercados que incentivan el consumo de lácteos (Peña C., 2018), y esto se ha demostrado durante los últimos años, donde datos de PROLECHE, indican que la producción nacional de leche superó los 550 millones de litros, ese incremento se puede apreciar en los datos proporcionados por el Instituto de Estadística INE.

Tabla 2. Producción de Leche en Litros de ganado bovino en Bolivia y La Paz 2010-2019.

AÑO	BOLIVIA	LA PAZ
2010	415.469.641	46.876.499
2011	425.557.048	49.517.776
2012	479.731.208	54.129.801
2013	531.902.596	56.345.973
2014	544.175.448	56.528.900
2015	556.448.300	56.878.445
2016(p)	529.623.615	52.277.135
2017(p)	543.508.592	53.156.382
2018(p)	544.412.362	53.244.772
2019(p)	537.920.618	51.716.114

(p) preliminar. Fuente: Instituto Nacional de Estadística - Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.

El consumo promedio anual de leche por persona en Bolivia es de 42 L, dato que se encuentra entre los más bajos de la región. Según parámetros fijados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el consumo mínimo de leche por cada habitante en los países en vías de desarrollo debería ser de 52 L/año, mientras que el ideal es más de 150 L; considerando además, que el consumo per cápita de leche en los países desarrollados es 256 L/año y el consumo per cápita de América Latina es de 105 L/año (Cortez Quispe H. A., 2017).

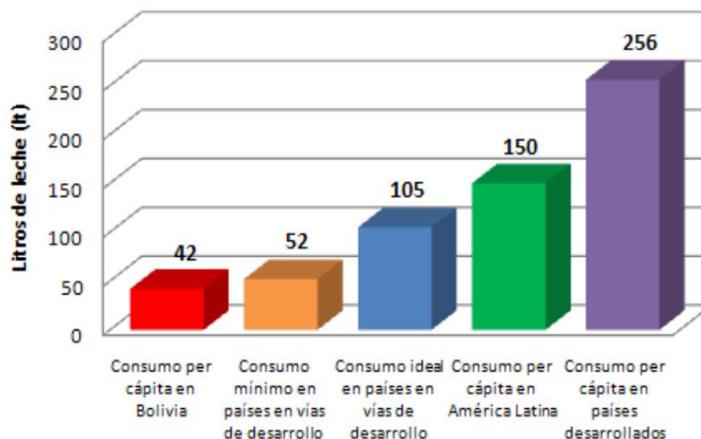


Figura 3. Consumo de leche per cápita en Bolivia comparado con los parámetros de la FAO.

Fuente: Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA.

3.3 Producción de leche en el departamento de La Paz

El departamento de La Paz se encuentra en tercer lugar, en la producción de leche con un 11,7%, como en el número de productores con un 24%. Es por tanto una región importante de producción lechera dentro del país (Baudoin Farah & Albarracín, 2014).

La Cuenca Lechera de La Paz está conformada por cinco provincias las cuales son: Aroma (Patacamaya, Ayo Ayo, Tholar y Lahuachaca); Ingavi (Viacha, Guaqui y Tiahuanacu); Los Andes (Laja, Pucarani y Huayrocondo); Omasuyos (comunidades aledañas a Achacachi) y Murillo (Tacachira, Río Abajo y Saytu). En las demás provincias del departamento, la actividad lechera es incipiente y de difícil cuantificación (MDRAyMA,ALADI, 2008).

En La Paz los productores afiliados y no afiliados ascienden a 4,553 personas, donde los no afiliados comercializan su producción por cuenta propia o elaboran derivados lácteos de forma artesanal (MDRAyMA,ALADI, 2008).

Tabla 3. Productores de leche por provincia en La Paz

Departamento de La Paz		
Provincia	Productores	%
Aroma	980	21
Ingavi	735	16
Los Andes	1573	35
Omasuyos	851	19
Murillo	414	9
TOTAL	4.553	100

Fuente: Censo agropecuario de FEDELPAZ gestión 2005, y entrevista a personas clave para La Paz.

Esta posee sistemas de producción con las siguientes características: tiene terrenos pequeños, razas de animales adaptados a la altura y clima frío, organización modular, praderas naturales, pasturas cultivadas homogéneas, infraestructura productiva mínima, deficiencia de forrajes y alimentos suplementarios (MDRAyMA,ALADI, 2008). Temperatura de 10°C en el altiplano (temperaturas anuales medias entre 5-10°C) (www.autoridadempresas.gob.bos).

Con estas características el mejor parámetro productivo de leche lo tiene la provincia Omasuyos con 8,1 L/día por vaca (www.autoridadempresas.gob.bos).

3.3.1 Federación departamental de productores de la leche en La Paz (FEDELPAZ)

En la actualidad la lechería en el Altiplano ha mejorado, logrando mayores volúmenes de producción debido a la introducción de ganado mejorado (mestizo, adaptado al ecosistema), selección del ganado criollo; introducción de nuevos forrajes con mejores rendimientos; construcción de infraestructuras como establos, comederos, bebederos, etc.; y la implementación de un calendario sanitario. Asimismo, a través de la Federación Departamental de Productores Lecheros de La Paz (FEDELPAZ) y del Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano (PDLA), se ha logrado obtener un importante apoyo técnico de otras instituciones en beneficio de esta actividad.

Según el estudio realizado por CIPCA en la cuenca lechera del Altiplano de La Paz, cuenta con 188 centros de acopio que tiene una capacidad instalada de frío de 166,000

Litros de leche al día, lo que otorga a los productores una ventaja comparativa en la negociación por el precio de la leche (www.autoridadempresas.gob.bos).

3.3.2 Situación de la ganadería bovina lechera en el departamento de La Paz

Los problemas que se presentan en la ganadería bovina son las alteraciones ováricas que por lo general son debidas a las retenciones placentarias atribuibles principalmente a deficiencias de calcio, partos prematuros e infecciones uterinas. Así también otras enfermedades como el timpanismo y el mal de altura atribuibles a fallas en la alimentación y a la altura respectivamente. Pero principalmente las causas de mortalidad en el ganado lechero son la neumonía, diarrea en terneros y accidentes fortuitos como la caída de rayos (MDRAyMA,ALADI, 2008).

La alimentación del ganado lechero en la región del Altiplano tiene características particulares y similares; por un lado, se realiza pastoreo directo en praderas nativas y cultivos de alfalfa, y por otro lado se provee al ganado de heno de alfalfa, avena, cebada, rastrojos de cultivos agrícolas y totora en las riberas del Lago Titicaca. Todos estos alimentos constituyen la base forrajera de la alimentación del ganado lechero del Altiplano (MDRAyMA,ALADI, 2008).

Las vacas de razas puras y mejoradas son más exigentes en la calidad de la alimentación, sus requerimientos de proteínas para satisfacer sus necesidades de mantenimiento y producción son mucho más altos en comparación con los requerimientos de las razas mestizas y criollo; por lo que es imperativo complementar su alimentación con alimentos suplementarios (concentrados, vitaminas, minerales, etc.) (MDRAyMA,ALADI, 2008).

En La Paz, el 51% a la raza Mestiza Holstein, el 40% de los bovinos corresponden a la raza Criolla, y 9% a la raza Mestiza Pardo Suizo. Estas razas presentan desventajas y ventajas productivas, ya que la raza Holstein es la que tiene mayores rendimientos en cuanto a cantidad de leche, pero su porcentaje de grasa es bajo; la raza Pardo Suizo tiene un excelente porcentaje en materia grasa, pero la cantidad de leche producida es mucho menor que de la Holstein; las dos razas son exigentes en cuanto a alimentación y sanidad

en comparación con la raza Criolla que es mucho menos exigente, pero su rendimiento es bajo.

3.4 Producción de leche en la provincia Omasuyos

La actividad lechera en la provincia Omasuyos del departamento de La Paz consiste en la producción, acopio y comercialización de leche como materia prima, misma que se ha incrementado en los últimos años, gracias al apoyo de diferentes instituciones públicas y privadas, el ganado de crianza principalmente es el criollo, no existe ningún proceso de mejoramiento genético sostenido y solo algunas granjas particulares han realizado mejoras en la calidad de sus hatos, principalmente el lechero (Yana, 2011).

Las vacas en esta región alcanzan a producir leche alrededor de 181,66 días al año, presentando cada productor 4,52 vacas de las cuales 1,18 son vacas secas y 3,34 son vacas en producción y 2,69 son terneros (Llanos Pinto, 2007). La región presenta una temperatura de 7,1°C, pero por lo general tiene temporadas heladas de 170 días y con un promedio de precipitaciones anuales de 586 mm y humedad relativa de 65,8% como promedio anual (Quino Relova, 2008).

3.5 Producción de leche en la provincia Los Andes

En la provincia Los Andes los días de producción promedio de leche es 183,38, así también cuenta con un hato formado por 1,03 vacas secas, 3,44 vacas en producción en un total de 3,98 vacas y 3,1 terneras (Llanos Pinto, 2007).

La Provincia Los Andes se caracteriza por ser una zona fría y seca, con promedio de temperaturas de 7,5°C, con presencia de 160 días de helada anuales y una precipitación media anual de 490 mm (Quino Relova, 2008).

3.6 Producción de leche en la provincia Ingavi

En la provincia Ingavi el promedio de días de producción de leche son 172,76, el productor cuenta con un hato de 0,92 vacas secas, 4,41 vacas en producción, el total de vacas es 5,68 y 3,36 terneras (Llanos Pinto, 2007).

Tabla 4. Producción Láctea de Vacas Mestizas Holstein (Medias y Desviaciones Estándar).

Provincias	Producción láctea 305 días
Omasuyos	2124,89 ± 1338,29
Los Andes	2202,87 ± 866,94
Ingavi	1773,32 ± 449,95

Fuente : (Llanos Pinto, 2007).

3.7 Cadena productiva de leche o Proceso de producción de la leche

Las operaciones de ordeño son realizadas por los productores, donde por lo general se lleva a cabo a las 5:30 a.m. y a las 3:30 p.m., de manera manual, luego se transporta a los centros de acopio dos veces en el día, en su mayoría en envases de plástico o cantinas (Gonzales Mamani, 2017) y son transportadas por lo general en motos, en este proceso se debe tomar en cuenta la puntualidad, ya que de ello dependerá que la leche tenga el tiempo suficiente en los tanques de enfriamiento, una vez que llegan a los centros de acopio es recepcionada pasando primeramente por el pesado y posterior filtrado y luego es almacenada en un tanque de refrigeración con temperatura menor a 6°C, pero en ocasiones la mezcla de estos ordeños ocasiona deterioro de la calidad y consecuentemente algunas veces es rechazado por parte de la planta.

El recojo de la leche de acopio por los carros cisternas, se las realiza todas las mañanas entre las 6:30 - 8:30 a.m., y en las tardes entre las tardes alrededor de las 6:00 p.m., al llegar a las industrias lácteas, pasa por el laboratorio para realizar las pruebas fisicoquímicas, para determinar la calidad de esta, una vez obtenida la aprobación, la leche pasa a tanques de enfriamiento dentro la planta para su posterior tratamiento.



Figura 4. Proceso de Producción de la Leche.

Fuente: Elaboración propia.

3.8 Definición de leche

La leche es una secreción nutritiva producida por las glándulas mamarias de las hembras mamíferas, la cual es segregada después del calostro, cuando nace la cría, es de composición compleja, de color blanquecino opaco y ligeramente viscoso, de sabor ligeramente dulce y de pH casi neutro que mantienen en suspensión la proteína, en emulsión grasa y en dilución la lactosa y los minerales, contribuye a la salud metabólica regulando los procesos de obtención de energía, en especial el metabolismo de la glucosa y la inulina (Yapu Tapia, 2010).

3.8.1 Leche fresca y cruda

Según IBNORCA en su Norma NB 33013 2004, define que la leche es un líquido limpio y fresco, producto del ordeño higiénico, obtenido de la segregación de las glándulas mamarias de vacas sanas, y exenta de sustancias neutralizantes, conservantes y libre de inhibidores, sin ningún tipo de adición y extracción, y que no ha sido sometida a ningún tratamiento térmico (IBNORCA, 2004).

3.9 Calidad de la leche cruda

La calidad de la leche ha ido fortificándose en los últimos años, la misma se da en todo el proceso productivo, empezando desde el ordeño, los equipos, el personal y la infraestructura que debe ser adecuada y cumplir con los procedimientos que asegure su calidad, ya que al ser las unidades productoras de leche, un punto de partida, se convierte en el condicionante de todos los eslabones de la cadena de valor (Salazar Guerrero, 2019).

3.10 Factores que influyen en la calidad y composición de la leche cruda

3.10.1 Factor fisiológico

- a. **La gestación:** Durante este periodo se secreta el calostro unos días antes y unos días después del parto, esta leche es un líquido amarillento, viscoso y amargo, que da una reacción ácida (20 y 30°D), cuya composición varía con el tiempo y es sensible a transformaciones industriales (Quispe Guachalla, 2010). Así también durante la lactancia algunas vacas tienen una producción máxima entre el primer y tercer mes para luego caer pronunciadamente (Carrasco, 2008).
- b. **El ordeño:** Para obtener mayor producción y porcentaje de grasa en la leche, el ordeño debe realizarse dos veces al día. Si el intervalo de ordeño a ordeño es de 12 a 14 horas, el porcentaje de grasa será igual. Si el intervalo es de 10 horas se tendrá menor cantidad de leche, pero mayor porcentaje de grasa. Si se realiza un solo ordeño por día, se obtendrá menor cantidad de leche y de grasa, y si no se realiza ningún ordeño la leche se retiene y se inhibe la síntesis, esto ocasiona reducción permanente de la capacidad de producción de la mama y favorece a la infección de la mama (Quispe Guachalla, 2010).
- c. **La alimentación:** Si hay deficiencia de celulosa o paja en los vegetales verdes, provoca descenso en el contenido graso, debido a que la fermentación en el rumen del ganado vacuno, es defectuosa y disminuye la producción de ácido acético y otros volátiles, que son principales formadoras de ácidos grasos. Si el alimento tiene un contenido alto de material nitrogenado no modifica la calidad de proteica de la leche, pero si aumenta el nitrógeno proteico, como ser el contenido de urea (Quispe Guachalla, 2010).

3.10.2 Factores higiénico sanitarias

Mastitis: Es una enfermedad que causa la inflamación de la glándula mamaria por microorganismos patógenos, puede ser debida por la mala higiene en el ordeño, por traumatismos y heridas de la mama, por la suciedad del medio ambiente y la falta de comodidad, por la retención láctea y estrés que disminuyen la residencia natural de la mama. Esta enfermedad hace que incremente la cantidad de glóbulos blancos y modifican las propiedades fisicoquímicas de la leche, reduciendo los niveles de grasa, sólidos no grasos, lactosa y otros, e incrementando los niveles de ácido láctico, cloruros y sodio (Quispe Copa, 2014). En situaciones graves se puede apreciar en los primeros chorros de leche grumos, olor anormal, aceitosa, amarillenta y espesa, donde el animal presenta dolor (Quispe Guachalla, 2010).

3.10.3 Factor genético

- a. **Raza:** Cada raza tiene distinta composición y producción de leche, en la raza Holstein produce mayores volúmenes de leche por día con menor contenido de grasa (3,5%), mientras que la raza Criolla y Pardo Suizo producen menos volúmenes de leche por día, pero con altos porcentajes de grasa (4,0 – 4,5%) en la leche (Quispe Copa, 2014), en cuanto a la lactosa es relativamente igual en las diferentes razas (Carrasco, 2008).
- b. **Edad:** En la edad madura la producción es del 25%, mayor al de la producción en vacas a los tres años, y luego de su primer parto, además la grasa varía desde la primera lactación de la madurez, pero decrece ligeramente al avanzar la edad (Carrasco, 2008).

3.10.4 Factor ambiental

El clima: Debido al calor el ganado vacuno come menos y por ende produce menor leche, y el contenido graso es por lo general menor que en épocas frías. Así también la riqueza de materia grasa y sólidos totales es mínima en verano y máxima al final de otoño, es decir que la concentración de la materia grasa es inversa a la temperatura, si esta es mayor a 27°C o menor a 5°C la concentración de la materia grasa aumenta y la producción de leche disminuye (Quispe Guachalla, 2010).

3.11 Composición de la leche

En la composición de la leche se encuentra: proteína, lactosa, grasa, vitaminas, minerales y enzimas, las moléculas menores están representadas por las sales, lactosa y las vitaminas hidrosolubles, se presentan en un estado de solución verdadera, las moléculas mayores son lípidos, proteínas y enzimas, aparecen en estado coloidal (Arano Barrientos, 2010).

3.11.1 Agua

La leche tiene un contenido de agua aproximadamente del 90%, la cantidad de agua es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria.

La producción de leche es afectada directamente por una disminución de agua, esto ocurre cuando hay un suministro de agua limitada no se encuentra disponible, por eso es una de las razones por la que la vaca debe de tener libre acceso a una fuente de agua todo el tiempo (Arano Barrientos, 2010).

3.11.2 Proteínas

La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando el 2,9% al 3,9%), la proteína láctea es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: las caseicas (80%) y proteicas séricas (20%).

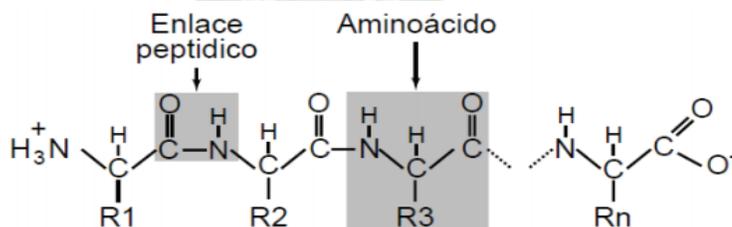


Figura 5. Estructura de las proteínas (R_1 , R_2 , etc., son los radicales específicos de cada aminoácido, el número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209).

Fuente: (Arano Barrientos, 2010).

3.11.2.1 Proteínas Caseicas

La principal proteína de la leche es la caseína, que representa aproximadamente entre 77-82% de la proteína total. Este contenido proteico depende del pienso que consumen los animales lecheros. Los componentes principales son aminoácidos, combinados de diversas maneras para formar polipéptidos y finalmente proteínas, (Quispe Guachalla, 2010) dentro de este grupo se encuentran las siguientes proteínas:

Tabla 5. Principales sustancias nitrogenadas de la leche de vaca.

	Concentración en la leche en %	% del total de sustancias nitrogenadas
Proteínas	3.23	95
1. Caseína	2.56	75
Caseína- α_{S1}	1.33	39
Caseína- α_{S2} :	0.79	23
Caseína- β	0.31	9
Caseína- κ	0.13	4
2. lactoalbúminas	0.52	15
Lactoalbúmina- α	0.15	4
Lactoglobulina- β	0.34	10
Albumina sérica	0.03	1
3. Lactoglobulinas	0.12	4
Euglobulina	0.07	2
Pseudoglobulina	0.05	2
4. Proteínas minoritarias	0,03	1
Sustancias nitrogenadas no proteicas	0.17	5

Fuente: (Quispe Guachalla, 2010).

Esta proteína está en la forma de fosfocaseinato cálcico (grupo fosfórico esterificado en la serina y treonina) y presenta la siguiente estructura:



FOSFOCASEINATO CÁLCICO

Este modelo permite observar como las subunidades se enlazan entre si gracias a los iones de calcio, se sugiere que el fosfato de calcio se une a los grupos NH_2^- de la lisina; el calcio interacciona con el grupo carboxilo ionizado (COO^-). Las submicelas se

constituyen a partir de la interacción constante entre las caseínas α , β y κ . Hay que resaltar la función estabilizadora de la caseína κ contra la precipitación de calcio de otras fracciones proteínicas. La gran cantidad de modelos Físicoquímicos concuerdan que las unidades hidrófobas entre las moléculas de proteínas aseguran la estabilidad de la micela (Yapu Tapia, 2010).

- a. Caseína- α_{S1} :** Esta proteína es mayoritaria en la leche de vaca, tiene 199 aminoácidos en su secuencia, con 8 o 9 grupos fosfato. Está formada por tres regiones hidrofóbicas, con dos de ellas situadas en los extremos, y una zona muy polar, en la que se encuentran todos los grupos fosfato menos uno, lo que le da una carga neta negativa muy importante al pH de la leche (alrededor de 6,6). Así también contiene 17 restos de prolina, distribuidos a lo largo de toda la cadena, lo que hace que tenga muy pocas zonas con estructura secundaria organizada. La asociación con otras moléculas de caseína se produce a través de interacciones hidrofóbicas en las que está implicada fundamentalmente la zona situada entre los aminoácidos 136 y 196 (Quispe Guachalla, 2010).
- b. Caseína- α_{S2} :** Esta proteína está formada por 207 aminoácidos. Su máxima fosforilación afecta a 12 serinas y una treonina. Esta caseína tiene un puente disulfuro entre las cisteínas que ocupan las posiciones 36 y 40 de la secuencia, y es más hidrofílico que la Caseína- α_{S1} , con tres regiones de carga neta negativa, una de ellas en el extremo N-terminal. En la zona del extremo C-terminal se sitúan aminoácidos hidrofóbicos y con carga neta positiva (Quispe Guachalla, 2010).
- c. Caseína- β :** Esta proteína es la más hidrofóbica, y presenta un extremo C-terminal hidrofóbica, mientras que los aminoácidos más hidrofílico, y todos los grupos fosfato unidos a serinas, se concentran en el extremo N-terminal (Quispe Guachalla, 2010).
- d. Caseína- κ :** Esta proteína está formada por 169 aminoácidos. Contiene cisteína y puede formar puentes (-S-S-), hasta 5 cadenas glucosídicas con 5 diferentes carbohidratos (el grupo glucídico se une a la treonina que ocupa la posición 131 confiriéndole carga neta a la proteína). Puede tener hasta 3 grupos fosfato (forma mayoritaria: monofosforilada).

Esta proteína es insensible al Calcio, soluble a todas las temperaturas, se la puede separar del resto, y posee poder estabilizante frente al Ca sobre las otras caseínas formando micelas estables (Quispe Copa, 2014).

La Caseína- κ es muy importante en las industrias lácteas en la elaboración de quesos, debido a que al ser hidrolizada por la renina es posible que se precipite en paracaseína- κ , la cual al reaccionar con el calcio genera paracaseinato de calcio (Yapu Tapia, 2010).

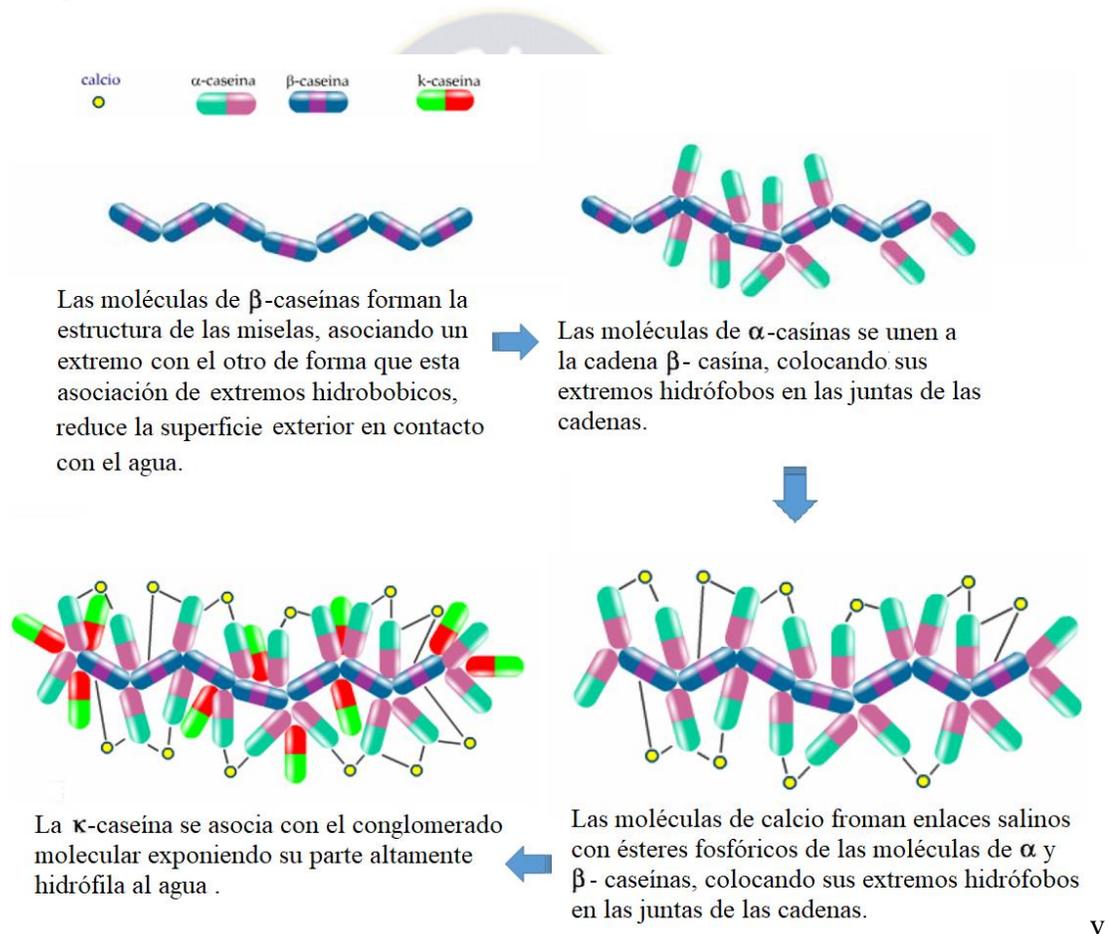
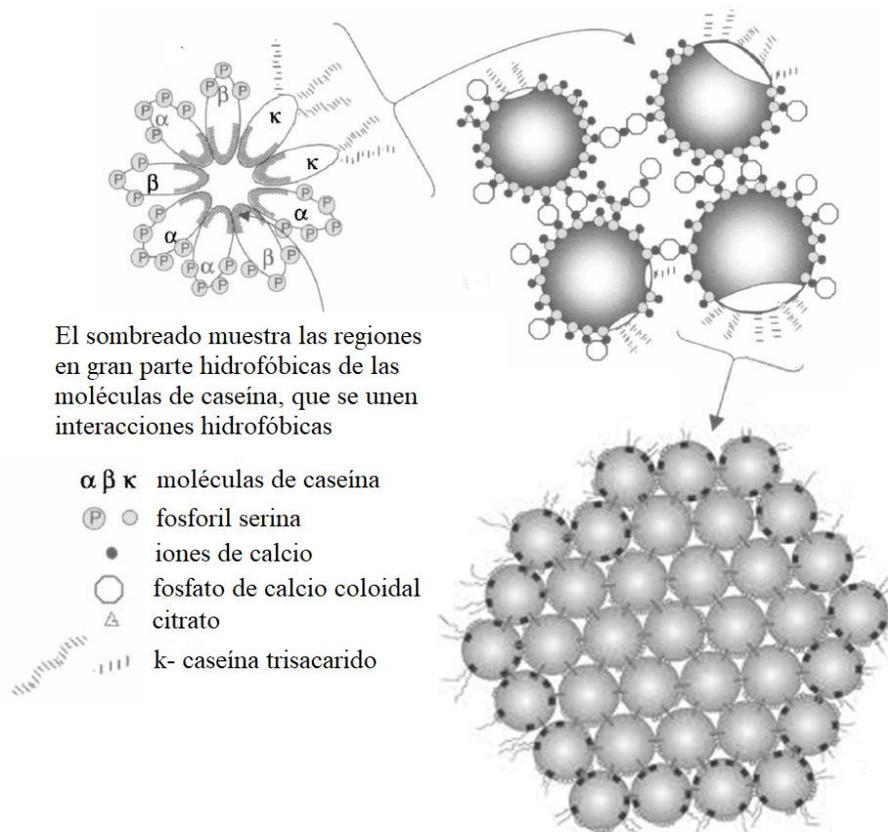


Figura 6. Representación simbólica de las moléculas de caseína.

Fuente: (Quispe Guachalla, 2010).

Todas estas proteínas caseicas interaccionan entre si y con el fosfato de calcio, formando una dispersión coloidal que consiste en partículas complejas grandes y esféricas llamadas “micelas” cuyo diámetro oscila entre 60 a 450 nm, y tiene como promedio 92%

de proteínas. Está compuesta por proteínas α_{S1} , α_{S2} , β y κ caseínas, con una relación medida de 3:1:3:1, y un 8% de componentes inorgánicos, principalmente, fosfato cálcico.



Capa superficial peluda formada por los extremos C-terminales de las cadenas polipeptídicas de k-caseínas con sus residuos de trisacáridos.

Figura 7. Representación esquemática de las micelas de la caseína.

Fuente: (Coultrate, 2002).

3.11.2.2 Proteínas séricas

- La albúmina o lactoalbúminas:** Es la proteína de mayor cantidad después de la caseína con una cifra de 0,5%, mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarse.
- Las globulinas o lactoglobulinas:** Son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre, también es posible que parte de ella se produzca en las células del parénquima mamario y fluctúa en el periodo de lactancia, desde 9-

16% del total de la proteína, que es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de unas milésimas de dicho porcentaje en las últimas etapas de la lactancia.

3.11.3 Glúcidos (carbohidratos)

El principal glúcido (carbohidrato) en la leche es la lactosa a pesar de ser un azúcar, no se percibe el sabor dulce. La concentración de lactosa en la leche tiene un promedio alrededor de 5% a diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente.

3.11.3.1 Lactosa

La lactosa es un disacárido presente únicamente en leches conformado de glucosa (14 mg/100 g) y galactosa (12 mg/100 g) (Arano Barrientos, 2010), La lactosa se sintetiza en la glándula mamaria por un sistema enzimático en el que interviene la lactoalbúmina para después segregarse en la leche (Yapu Tapia, 2010). La leche también está conformada por pequeñas cantidades de glucosa, galactosa, sacarosa, cerebrósidos y amino azúcares derivados de la hexosaminas.

Cuando la lactosa llega al colon, fermenta y produce hidrogeno , dióxido de carbono y ácido láctico, que irritan este órgano, además se absorbe agua en el intestino para equilibrar la presión osmótica , todo esto puede traer como resultado diarrea, flatulencias y calambres abdominales (Yapu Tapia, 2010).

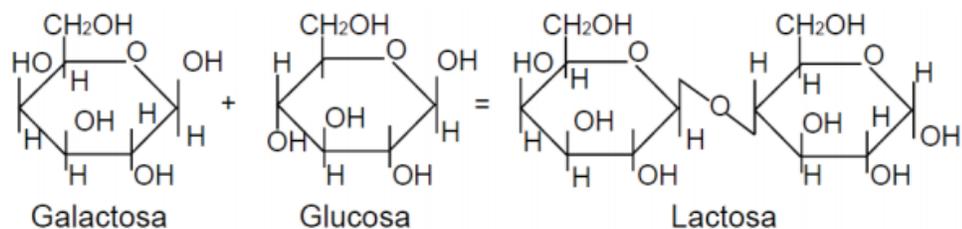


Figura 8. La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.

3.11.4 Grasas

Constituye cerca del 3% de la leche, se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas, formando miles de glóbulos de 3 a 4 μ de diámetro en promedio variando de 1 a 25 μ (Arano Barrientos, 2010). Se tienen varios grupos de lípidos presentes en la leche como ser los triacilglicéridos, diacilglicéridos, monoacilglicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos libres, esteroides y sus ésteres y algunos carbohidratos (Yapu Tapia, 2010).

Tabla 6. Diferentes tipos de Lípidos presentes en la leche.

Lípido	Porcentaje del total de lípidos	Concentración (g/L)
Triacilglicéridos	96 - 98	31
Diacilglicéridos	2,10	0,72
Monoacilglicéridos	0,08	0,03
Fosfolípidos	1,1	0,35
Ácidos grasos libres	0,2	0,08
Colesterol	0,45	0,15
Hidrocarburos	rastros	rastros
Esteres de esteroides	rastros	rastros

Fuente: (Yapu Tapia, 2010).

3.11.4.1 Ácidos grasos saturados, y colesterol

La grasa de la leche contiene triglicéridos derivados de una amplia variedad de ácidos grasos saturados e insaturados. Los ácidos grasos presentes en la leche más importantes son: el oleico y linoleico son insaturados y líquidos a temperatura ambiente, al igual que el butírico, caproico y caprílico. El resto de los ácidos grasos tienen puntos de fusión altos (31 a 70°C), por lo que son sólidos a temperatura ambiente (Arano Barrientos, 2010).

3.11.5 Vitaminas

La leche es un alimento que contiene la variedad más completa de vitaminas sin embargo estas se hallan en pequeñas cantidades y algunos no alcanzan para los requerimientos diarios. Pero en el calostro encontramos riqueza vitamínica, ya que

contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B₂, D y E que la leche normal.

Existen también factores que influyen en el contenido vitamínico como la época del año, tiempo, ambiente y alimentación, este último repercute especialmente en los carotenos presentes en el forraje fresco.

En cuanto a la vitamina E es 10% más abundante en épocas en el que el ganado tiene acceso a forrajes más toscos, lo cual posiblemente dependa del mayor contenido graso de la leche en verano. En la vitamina C se observan fluctuaciones dependiendo de la alimentación.

3.11.5.1 Vitaminas liposolubles

Son las vitaminas A (100 a 500 mg/L); vitamina D (2 mg/L); vitamina E (500 a 100 mg/L); vitamina K (solo hay trazos). Estas vitaminas son resistentes al calor, se hallan en la materia grasa y son menos abundantes (solo), que en la leche humana (Carrasco, 2008).

3.11.5.2 Vitaminas hidrosolubles

Estas vitaminas se hallan en la fase acuosa y son: vitamina B₁ (tiamina o aneurina entre 400 a 1000 mg/L) y vitamina B₂ (riboflavina o lactoflavina entre 800 a 3000 mg/L); estas dos son las más abundantes, la vitamina B₆ y B₁₂ (cianocobalamina) están en muy pequeñas cantidades; así como, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeta a grandes oscilaciones, así como el ácido nicotínico de 5 a 10 mg/L; vitamina C (ácido ascórbico entre 10 a 20 mg/L (Carrasco, 2008)

De las vitaminas hidrosolubles la leche vacuna tiene más vitaminas del complejo B que la leche humana, algunos son muy resistentes a las temperaturas altas (como la B₁) Mientras que otros se destruyen fácilmente con el calor (como la C) (Carrasco, 2008)

3.11.6 Minerales

La leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, calcio manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros, yoduros. Además, se reconoce la presencia de zinc. Una parte de los metales, sobre todo los alcalinos y los halógenos, se encuentran libres en forma de iones en solución. El calcio, por el contrario, se halla en su mayor parte ligado a la caseína (Arano Barrientos, 2010).

Tabla 7. Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100 mL).

Minerales	mg/100mL	Vitaminas	µg/100mL ¹
Potasio	138	Vit A	30,0
Calcio	125	Vit D	0,1
Cloro	103	Vit E	88,0
Fosforo	96	Vit K	17,0
Sodio	58	Vit B1	37,0
Azufre	30	Vit B2	180,0
Magnesio	12	Vit B6	46,0
Minerales trazas ²	0,1	Vit B12	0,4
		Vit C	1,7

¹µg = 0,001 gramo

² Incluye cobalto cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, yodo y otros

Fuente: (Arano Barrientos, 2010).

3.12 Propiedades de la leche

3.12.1 Propiedades organolépticas

3.12.1.1 Aspecto y color

La leche es una suspensión líquida y homogénea, de coloración blanco amarillento ligeramente opaco, el cual se atribuye a la dispersión de luz (Carrasco, 2008) por las micelas de fosfocaseinato de calcio en suspensión coloidal y sus globulosas de grasa en suspensión (Quispe Copa, 2014), dependiendo del contenido de b-caroteno presente en esta materia grasa presentara una coloración más amarilla (Salazar Guerrero, 2019), por lo contrario tendera a un color ligeramente azulada debido a que se añade agua o se elimina materia grasa. En casos poco típicos la leche rica en sodio y en potasio, tendrá una tendencia a ser menos blanca por los caseinatos de sodio y potasio que son más solubles que los de calcio (Quispe Guachalla, 2010).

3.12.1.2 Olor

La leche tiene un olor no muy intenso, aunque si característico. Sin embargo, es ácida cuando contiene bacterias coliformes, adquiriendo un olor característico a establo (Salazar Guerrero, 2019), también puede presentar otros microorganismos que pueden tener efectos desagradables en el olor y sabor. La grasa presente en la leche tiene tendencia a captar los olores fuertes o extraños procedentes del ambiente (Quispe Guachalla, 2010).

3.12.1.3 Sabor

El sabor de la leche es delicado, suave y ligeramente azucarado debido a la presencia de lactosa, este puede variar con la alimentación y la acción de microorganismos. Los métodos de refrigeración de la leche en la granja, han contribuido a la conservación del gusto característico de la leche. Sin embargo; la utilización del frío no impide el desarrollo de los gérmenes psicrótrofos que pueden producir la hidrólisis de algunos componentes de la leche alterando su sabor (Quispe Guachalla, 2010).

Tabla 8. Propiedades organolépticas.

Aspecto	Líquido homogéneo
Color	Blanco opaco o blanco cremoso
Olor	Característico
Sabor	Poco dulce agradable

Fuente: (IBNORCA, 2004).

3.12.2 Propiedades fisicoquímicas

3.12.2.1 Acidez

Se entiende como acidez de la leche, al resultado de una valoración química, esta valoración es la suma de cuatro reacciones, las tres primeras representan a la acidez natural y la última a la acidez desarrollada (Tello Medina, 2016).

a. Acidez natural: Dentro de esta acidez se presentan se dan las siguientes reacciones:

- Acidez debida a la caseína con alrededor de 2/5 partes de la acidez natural.

- Acidez debida a sustancias minerales, la cantidad de CO_2 disuelto y los ácidos orgánicos, que presentan 2/5 partes de la acidez natural.
- Acidez debida a reacciones secundarias de los fosfatos, presenta 1/5 parte de la acidez natural. (Tello Medina, 2016).

b. Acidez desarrollada: Debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en vías de alteración. (Tello Medina, 2016). Al aumentar la acidez valorable, da un sabor y olor ácidos, debilitando la estabilidad coloidal de la leche, fermentándola por acción anaeróbica, a causa de las levaduras que llega a transformar la lactosa en alcohol y CO_2 (Arano Barrientos, 2010).

c. Acidez titulable: Según IBNORCA NB 229 nos dice que la acidez titulable es la suma de la acidez natural más la desarrollada (Arano Barrientos, 2010). Esta acidez en la leche fresca equivalente a 0,12 – 0,18% de ácido láctico, debido a su contenido de anhídrido carbónico, proteínas y algunos iones como fosfato, citrato, etc. Normalmente la leche no contiene ácido láctico; sin embargo, por acción bacteriana la lactosa sufre un proceso de fermentación constituyéndose en ácido láctico y otros componentes que aumentan la acidez titulable (Quispe Copa, 2014).

3.12.2.2 Densidad

También llamado peso específico, donde se mide el peso de un litro del líquido expresado en Kilogramos. La densidad de la leche oscila entre 1,030 – 1,033, es decir que un litro de esta leche pesa de 1,030 a 1,033 kilogramos. Al ser el agua, la parte más abundante de la leche, está relacionado con la influencia que ejerce la materia seca en ella, al ser la grasa de la leche es más ligera que el agua y esta flota por encima (Tello Medina, 2016).

La densidad puede disminuir al aumentar el contenido graso, o puede aumentar cuando se eleva la cantidad de proteína, lactosa y sustancias minerales; depende de la temperatura. (Quispe Guachalla, 2010).

La densidad de la leche de una especie dada no es un valor constante, por estar determinada por dos factores:

- Concentración de los elementos disueltos y en suspensión
- Proporción de materia grasa

La densidad de las leches individuales es variable; los valores medios se encuentran entre 1,030 y 1,033 a la temperatura de 20°C. La densidad de la leche de mezcla es, más significativa, se encuentra próxima a 1,032. La adición de agua a la leche disminuye evidentemente su densidad (Carrasco, 2008).

La leche es aceptada por las industrias siempre y cuando se encuentren entre los rangos que indica IBNORCA, fuera de estos rangos, significa que la leche es adulterada con agua principalmente, cuando la leche es menor del rango de 1,02 g/mL (Quispe Copa, 2014).

3.12.2.3 pH

La leche es de característica cercana a la neutra. Su pH puede variar entre 6,5 y 6,65, los valores distintos de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de CO₂ disuelto; por el desarrollo de micro organismos, que desdoblan o convierten la lactosa en ácido láctico; o por la acción de micro organismos alcalinizantes (Quispe Copa, 2014).

La leche normal tiene un pH promedio de 6,6; el aumento del pH por encima de este valor es un indicador de la presencia de sustancias alcalinas o a causa de mastitis u otros factores y valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana obteniendo una acidificación en la leche y en este caso no puede soportar tratamientos térmicos (Quispe Copa, 2014).

Un valor en la leche fresca está entre 6,5 y 6,8. Algunas empresas prefieren evaluar el pH en vez de la acidez titulable de la leche. Aunque a medida que aumenta la acidez, el pH desciende y viceversa, esta relación no es perfecta, debido a que la leche tiene capacidad buffer, lo cual hace que con leves cambios en la acidez titulable, no se observen

cambios en el pH. Cuando se le coloca agua adicional a la leche, desciende la acidez titulable, pero el pH no cambia (Botina Riobamba, 2013).

3.12.2.4 Grasa

La determinación de la materia grasa aplicada en la práctica en la industria lechera cumple varios objetivos:

- Asegura que la cantidad de materia grasa corresponda al mínimo legal.
- Sirve como dato informativo de apoyo en las sospechas de fraudes y falsificaciones, como adición de agua, leche desnatada, etc.
- Sirve como control de cada uno de los proveedores y como parámetros para el pago de la leche según la cantidad de dicha materia.
- Como paso previo en la estandarización de la grasa de diferentes productos.
- En la regularización en la fabricación de quesos, diferentes tipos de leche, etc.
- Determina la productividad láctea de los animales, tomados individualmente y de las razas bovinas con miras a una crianza de selección. (Tello Medina, 2016).

Está formada por varios compuestos que hacen de ella una sustancia de naturaleza relativamente compleja y es la responsable de ciertas características especiales que posee la leche. La grasa interviene directamente en la economía, nutrición, sabor y otras propiedades físicas de la leche y subproductos (Carrasco, 2008).

La leche entera de vaca se comercializa por lo general con un 3,5% de grasa, lo cual supone alrededor del 50% de la energía suministrada. Los componentes fundamentales de la materia grasa son los ácidos grasos, ya que representan el 90% de la masa de los glicéridos (Carrasco, 2008).

La materia grasa está constituida por tres tipos de lípidos:

- Las sustancias grasas propiamente dichas es decir los triglicéridos y que forman el 96% del total de la materia grasa.
- Los fosfolípidos, que representan entre el 0.8 y el 1%.

- Sustancias no saponificables que constituyen otro 1%.
- El resto lo constituyen diglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos libres, etc.

La grasa se encuentra en forma de emulsión, que están en una suspensión de pequeños glóbulos líquidos cuyos diámetros pueden variar de 0,1 a 0,22 micrones, las mismas son rodeadas por una capa de fosfolípidos que evitan el aglutinamiento entre sí, y pueda separarse de la parte acuosa. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de 8 átomos de carbono) producido en unidades de ácido acético derivada de la fermentación ruminal. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos) y poliinsaturados linoleico y linolénico (Quispe Copa, 2014).

Así también la grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas (lipasas). Los procesos hidrolíticos oxidativos conducen a la formación de peróxidos, aldehídos, cetonas y ácidos grasos libres, originándose así alteraciones del sabor que se hace sebáceo o rancio (Botina Riobamba, 2013).

3.12.2.5 Proteína

La leche de vaca contiene de 3,0 - 3,5% de proteínas, distribuida en caseínas, proteínas solubles o seroproteínas y sustancias nitrogenadas no proteicas. Son capaces de cubrir las necesidades de aminoácidos del hombre y presentan alta digestibilidad y valor biológico.

Las sustancias nitrogenadas constituyen la parte más compleja de la leche. Dentro de estas sustancias están las proteínas (las más importantes) y sustancias no proteicas. Las sustancias proteicas de la leche pueden clasificarse en dos grupos:

- a. **Holoprótidós:** Son llamadas las proteínas solubles de la leche y se hallan en el lactosuero, producido cuando se coagulan las proteínas y constituyen el 17% del total de proteínas de la leche. Los principales holoprótidós presentes en la leche son: lactoalbúmina, lactoglobulina, inmunoglobulina y seroalbúmina.

b. **Heteroprotidos:** El principal heteroprotidos de la leche es a caseína; la caseína comprende un complejo de proteínas fosforadas que coagulan en la leche a un pH de 4,6.

Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: proteínas caseínas (80%) y proteínas séricas (20%) (Botina Riobamba, 2013).

La caseína es la proteína más abundante, de las cuales existen tres tipos de caseínas (Alfa, Beta y Kappa caseína), en la leche también se encuentra la albúmina y la globulina. El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimosina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos (Botina Riobamba, 2013).

3.12.2.6 Sólidos no grasos

El contenido de sólidos no grasos (SNG), se obtiene restando la grasa del contenido de sólidos totales. En este grupo están las proteínas, la lactosa y los minerales. El contenido de SNG tiene relación con el índice de refracción, por lo cual se puede obtener indirectamente por el refractómetro, que arroja una lectura llamada índice lactométrico. Los SNG tienen una variabilidad algo menor que los sólidos totales y su valor oscila entre 8,4 y 9,2%. Valores por debajo de este rango pueden evidenciar leches muy pobres o con agua adicional y valores superiores hacen sospechar la adición de sólidos utilizados como correctores de densidad (cloruro de sodio, sacarosa o almidón) (Botina Riobamba, 2013). A partir de este valor se pueden detectar las muestras de leche sospechosas de fraude por aguado (Tello Medina, 2016).

3.12.2.7 Sólidos totales

Los sólidos totales pueden considerarse en la actualidad como una buena base de clasificación y valorización, por cuanto nos dan una idea suficientemente correcta del valor nutritivo de la leche pues están constituidos por todos los componentes de la leche excepto el agua. Al adicionar agua a la leche disminuye el índice de refracción, por lo

tanto, la determinación de este, permite averiguar el fraude conocido por aguado, además facilita conocer el fraude con soluciones de sales, bicarbonato, etc.

En la medida en que una leche tenga mayor contenido de sólidos totales, tiene más valor económico, pues dará mayor rendimiento en los procesos industriales y será más nutritiva.

También es posible averiguar el contenido aproximado de sólidos a través de fórmulas empíricas a partir de la densidad y del contenido de grasa. Existe una correlación negativa entre el contenido de sólidos de la leche y la producción. Las razas especializadas en producción de leche, la producen con menor contenido de sólidos que las de doble propósito o las razas criollas. El contenido de sólidos también varía con la fase de lactancia, siendo mayor al inicio y final de esta. Normalmente se espera tener valores de 11,5 a 12,0% para las razas de alta producción y de 12,0 a 13,0% para las de baja producción (Botina Riobamba, 2013).

3.12.2.8 Cenizas

Los minerales se agrupan en macro elementos y oligoelementos, según la cantidad en que se encuentren en la leche, lo que es lo mismo que elementos menores o micro elementos. El contenido de cada uno de estos elementos está grandemente determinado por factores genéticos, ya que incluso en condiciones alimenticias desfavorables mantienen el nivel de los minerales. Naturalmente que bajo estas condiciones baja drásticamente la producción.

La leche de vaca contiene alrededor de 1 por ciento de sales. Destacan calcio y fósforo. El calcio es un macronutriente de interés, ya que está implicado en muchas funciones vitales por su alta biodisponibilidad, así como por la ausencia en la leche de factores inhibidores de su absorción.

En la leche vacuna la cantidad de minerales varía en alrededor de 0,8%. Es rica en potasio, siendo importante también la presencia de fósforo, calcio y magnesio; el contenido de minerales es bastante superior al existente en la leche humana.

3.12.2.9 Viscosidad

La viscosidad es función de la resistencia de rozamiento entre las moléculas, la cual disminuye con la temperatura. La viscosidad de la leche es el doble de la del agua, debido al rozamiento de la grasa emulsionada y las proteínas suspendidas, aumenta cuando las proteínas se coagulan y se eleva el contenido graso. La viscosidad de la leche oscila entre 1,5 y 4,2 cp (centipoise).

3.12.2.10 Punto de ebullición

El punto de ebullición de la leche es más elevado que el del agua destilada, debido a que el azúcar (lactosa) y sales disueltas reducen la tensión de vapor del líquido para lo cual requiere una temperatura más elevada (Quispe Guachalla, 2010).

3.13 Crioscopía de la leche

El punto crioscópico o también llamado punto de congelación de la leche, es un parámetro importante para la medición de posibles adulteraciones (Tello Medina, 2016).

La leche es una solución a base agua y varios sólidos en suspensión como ser la lactosa, cloruros y sales minerales, haciendo que presente una concentración molecular constante, que varía dentro los límites muy estrechos de entre $-0,535$ a $-0,555^{\circ}\text{C}$, esto debido a que depende de la presión osmótica de la secreción láctea, la cual en condiciones normales se mantiene constante por depender a su vez de la presión osmótica del suero sanguíneo del animal (Tello Medina, 2016).

Cuando se adiciona agua a la leche, se diluye la concentración de los solutos presentes en la misma, haciendo que se altere el punto de congelación de la leche, y sea más próxima al punto de congelación del agua la cual es 0°C . El aumento en el punto de congelación es proporcional a la concentración de solutos en el agua, es decir mientras más se acerca este el punto de congelación de la leche al punto de congelación del agua, más grande será la cantidad de agua añadida (Gonzales Cuascota, 2012).

Este método crioscópico solo puede ser aplicado a leches frescas, con una acidez no mayor de 20 mL de NaOH 0,1/100 mL de leche, o no más de 500.000 de bacterias/mL. Por encima de este valor es necesario introducir un factor de corrección de 0,0006 °C por unidad (Gonzales Cuascota, 2012).

Esta puede calcularse conociendo el punto de congelación de la muestra, con ayuda de tablas de proporcionalidad o aplicando fórmulas especiales. La A.O.A.C. (1975) emplea una fórmula que contempla una posible variación de hasta 3% de agua, equivalente a un punto de congelación de -0,530 °C, la cual se indica a continuación. (Gonzales Cuascota, 2012).

$$\%(H_2O) = \left(\frac{(0,530) * (100 - ST)}{0,530} \right)$$

Dónde: % (H_2O) = porcentaje de agua adicionada. T = punto de congelación de la muestra. S.T.= porcentaje de sólidos totales (Gonzales Cuascota, 2012).

3.13.1 Variación de la crioscopía en la leche

Según los autores, dos hechos concomitantes son relevantes a este respecto: Uno es que la lactosa, cloruros y otros componentes solubles en agua (tales como calcio, potasio y magnesio) contribuyen al punto de congelación de la leche en aproximadamente el 55%, 25% y 20%, respectivamente, y el otro es que la composición mineral de la leche puede estar influenciada por la concentración de proteína, y por lo tanto la disminución en el 0,1% del contenido de proteína de la leche pueden resultar en un incremento de 0,0024°C en el índice crioscópico (Gonzales Cuascota, 2012).

Otra causa de variación de este parámetro es la acidificación, debido a la fermentación de la lactosa, ya que aumenta el descenso crioscópico por la formación de mayor número de moléculas de soluto originadas en el proceso fermentativo (Salazar Guerrero, 2019).

Esta fermentación puede deberse a las inadecuadas prácticas de ordeño, manipulación, almacenaje y transportación, así también por causas de enfermedades de las ubres o tuberculosis del ganado lechero, que por su mayor producción de cloruro de sodio en la

leche hacen que el descenso crioscópico se haga mayor, obteniéndose cifras superiores, a $-0,57^{\circ}\text{C}$; el mismo efecto producen sales extrañas (bicarbonato) (Tello Medina, 2016).

También puede haber una variación, aunque sea muy leve por factores tales como la raza, la etapa de la lactancia, la temporada y la nutrición están directamente relacionados con este cambio y, en general, el efecto de la suma de estos factores puede generar variaciones en el orden de $\pm 0,0169^{\circ}\text{C}$ en el punto de congelación. (Gonzales Cuascota, 2012).

3.14 Adulteraciones en la composición química de la leche cruda

La leche puede ser adulterada en forma voluntaria o involuntaria. En esencia, la adulteración se puede definir como algo que se agrega a la leche y que produce cambios en el volumen y/o en su composición química (Botina Riobamba, 2013). A continuación, se mencionan las adulteraciones más frecuentes:

3.14.1 Adición de agua

Una de las adulteraciones más frecuentes es el agua, la cual es detectada por las plantas lecheras a través de la prueba de crioscopía (Botina Riobamba, 2013). Al añadir agua la cantidad de leche aumenta y en consecuencia disminuyen los beneficios, ya que su valor nutritivo desciende y la posibilidad de contaminación, incluso, por gérmenes patógenos, se incrementa bastante. La adición de agua ocasiona un descenso en la densidad y el punto de congelación a 0°C (Quispe Guachalla, 2010).

3.14.2 Adición de conservantes químicos

Los conservantes químicos se utilizan para disimular algunas alteraciones de la leche. Así, con el fin de neutralizar la acidez, se añaden compuestos alcalinos, que permiten el desarrollo de algunos gérmenes. Por otro lado también se usan antisépticos, como el agua oxigenada, el formol, el ácido salicílico e hipocloritos alcalinos, entre otros. Algunas de estas sustancias pueden ocasionar serios problemas de salud (Quispe Guachalla, 2010).

- **Adición de neutralizantes alcalinos.** - Estas sustancias son adicionadas a la leche con el fin de neutralizar el ácido láctico, producto de la degradación bacteriana. Entre los más comunes están: carbonatos, bicarbonatos, fosfatos, orina, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, entre otros (Botina Riobamba, 2013).
- **Adición de agua oxigenada.** - La adición de peróxido de hidrógeno, a la leche se usa para la conservación química de la misma. En la actualidad se usa únicamente de forma clandestina en zonas tropicales en donde los medios de transporte y pasteurización están poco desarrollados, con la finalidad de evitar el crecimiento microbiano en la leche fresca. El peróxido de hidrógeno puede eliminarse fácilmente de la leche después de haber producido su acción germicida y se destruye por calor (Botina Riobamba, 2013).
- **Adulteración con formol.** - Cuando una solución de formaldehído en la leche es puesta con ácido sulfúrico concentrado, y una pequeña de sal férrica u otro agente oxidante un color violeta aparece en la mezcla esto se conoce como el test de Hehner introducida en 1895 y todavía en uso. La reacción con formaldehído depende del triptófano de las proteínas (Botina Riobamba, 2013).
- **Adulteración con cloruros.** - El contenido normal de cloruros en la leche es de 0,07 a 0,13%. Esa concentración aumenta en las leches mastíticas. Con frecuencia se encuentra aumentado en leches que han sido adulteradas por adición de agua, con el propósito de enmascarar esa adulteración cuando se usa el método crioscópico (Botina Riobamba, 2013).

Como se ha indicado anteriormente el punto crioscópico de la leche aumenta con la adición de agua, pero ese aumento es contrarrestado por adición de solutos como sal o azúcar; en las mismas proporciones en que se presentan en el suero fisiológico (9% NaCl), de modo que se mantenga la presión osmótica igual a la de la sangre. De esa manera el punto de congelación no varía. Por esta razón es siempre recomendable que paralelamente a las determinaciones de crioscopía, se proceda a medir el porcentaje de cloruros y/o azúcar para poder detectar esa posible adulteración (Botina Riobamba, 2013).

- **Adición de harinas y almidones.** - La prueba de lugól es un método que se usa para identificar polisacáridos (almidones). El almidón en contacto con unas gotas de reactivo de lugól (disolución de yodo y yoduro potásico) toma un color azul-violeta característico. La coloración producida por el lugól se debe a que el yodo se introduce entre las espiras de la molécula de almidón (Botina Riobamba, 2013).
- **Adición de suero.** – Se la incorpora con la finalidad de aumentar la cantidad de sólidos en la leche, lo cual debe considerarse como fraude. Esta situación, en la cual una porción de la caseína de la leche es reemplazada por proteínas del suero, péptidos solubles y lactosa (Botina Riobamba, 2013).

3.15 Modificaciones fisicoquímicas

3.15.1 Fase coloidal

- **Estado inicial sin refrigeración.** - La fase coloidal está constituida por micelas de 100 a 200 nm., de las cuales las caseínas son las que se presentan en mayor concentración, a estas se asocian con fuerza el calcio y fosfato de calcio. Existe una relación proporcional entre la carga mineral y el tamaño de la micela. Es importante el mantenimiento del equilibrio salino entre la fase coloidal y la acuosa. Mientras más mineralizadas estén las micelas más crecerán y serán más inestables, al ser más grandes las micelas más rápidas es la coagulación por el cuajo, entonces se consigue una cuajada compacta con la que puede trabajarse rápida y fácilmente (Quispe Guachalla, 2010).
- **Influencia del frío.** - El frío tiene doble actividad, por una parte, sobre la caseína β directamente, y por otra parte sobre las sales presentes. A 20°C, la caseína β tiene estructura polimérica y entre 0 y 4°C es un monómero que se disuelve fácilmente en agua (Quispe Guachalla, 2010).

Entre 20 y 25°C el calcio de la leche es insoluble y soluble a temperatura inferior a 4°C, al solubilizarse parcialmente tiende a abandonar la micela, a temperatura ambiente el equilibrio salino es el de la saturación, cuando la temperatura disminuye los iones tienden a abandonar la micela. El paso a la solución de una parte de la caseína β , calcio

y fósforo inorgánico provoca disminución del tamaño de las micelas, al volverse más pequeñas son más estables. Paralelamente el grado de hidratación de las micelas aumenta aproximadamente un 36%. En conclusión la fase coloidal es más estable a bajas temperaturas (Quispe Guachalla, 2010).

- **Modificación de la capacidad de coagulación por el cuajo.** - Existe disminución de la capacidad de coagulación de la leche por acción del cuajo, esto se debe a dos factores: tamaño de la micela y concentración del fosfato de calcio (Quispe Guachalla, 2010).

3.15.2 Fase gaseosa

- **Estado inicial sin refrigeración.** - El glóbulo graso tiene un diámetro de 2 a 10 micras, está formado por triglicéridos parcialmente cristalizados a temperatura ambiente, rodeados por una membrana hidrófila que asegura la protección del glóbulo graso y la estabilidad de la emulsión (Quispe Guachalla, 2010).
- **Influencia del frío.** - La cristalización de los triglicéridos aumenta progresivamente al igual que su membrana. Si el enfriamiento es rápido, se produce la formación de pequeños cristales sin alterar demasiado la estructura, (desde los 20 minutos) la formación de cristales gruesos puede provocar desgarramiento de la membrana o aparición de fisuras. Los triglicéridos pueden rezumar y esparcirse por la superficie. La capacidad hidrófila desaparece en parte, ya que la materia grasa es hidrófoba, entonces aumenta la tendencia de los glóbulos grasos a reagruparse y a ascender a la superficie (Quispe Guachalla, 2010).

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

4.1 Localización y ubicación

La investigación se desarrolló en la en los laboratorios de la Industria Soalpro S.R.L. ubicada en la Av. Jaime Mendoza, No. 1574, Z. Charapaqui de la ciudad de El Alto, del departamento de La Paz.

Las áreas de estudio están comprendidas dentro de las provincias de Omasuyos, Los Andes, e Ingavi (ver Anexo 2).

La primera área de acopio de leche (AREA A) estudiada, se encuentra ubicada al Noroeste de la provincia Omasuyos, limita al este con las comunidades de Challuyo y Villa Santiago, al oeste con el lago Titicaca, al norte con las comunidades de Warisata y Caluyo Chiquipa y al sur con las comunidades Tola Tola y Kjasina.

La segunda área de acopio de leche (AREA B) estudiada, se encuentra ubicada al sureste de la provincia Los Andes, limita al este con la comunidad de Tumuyo, al oeste con las comunidades Mucuña, Liquiñoso y Chacalleta, al norte con el municipio de Pucarani y al sur con el municipio de Laja.

La tercera área de acopio de leche (AREA C) estudiada, se encuentra ubicada al Noroeste de la provincia Ingavi y al suroeste de la provincia Los Andes, limita al este con el municipio de Laja y la comunidad de Ancocala, al oeste con el lago Titicaca, al norte con las comunidades de Iska y Achuta Grande y al sur con las comunidades de Copajira, Chusicani, Achaca Guaraya y Lacuyo San Antonio.

La cuarta área de acopio de leche (AREA D) estudiada, se encuentra ubicada al Norte de la provincia Ingavi y al noreste de la provincia Los Andes, limita al este con el municipio del El Alto y al oeste con el municipio de Capiri y Pomacolto, al norte con la comunidad de Ancocala y al sur con el municipio de Viacha.

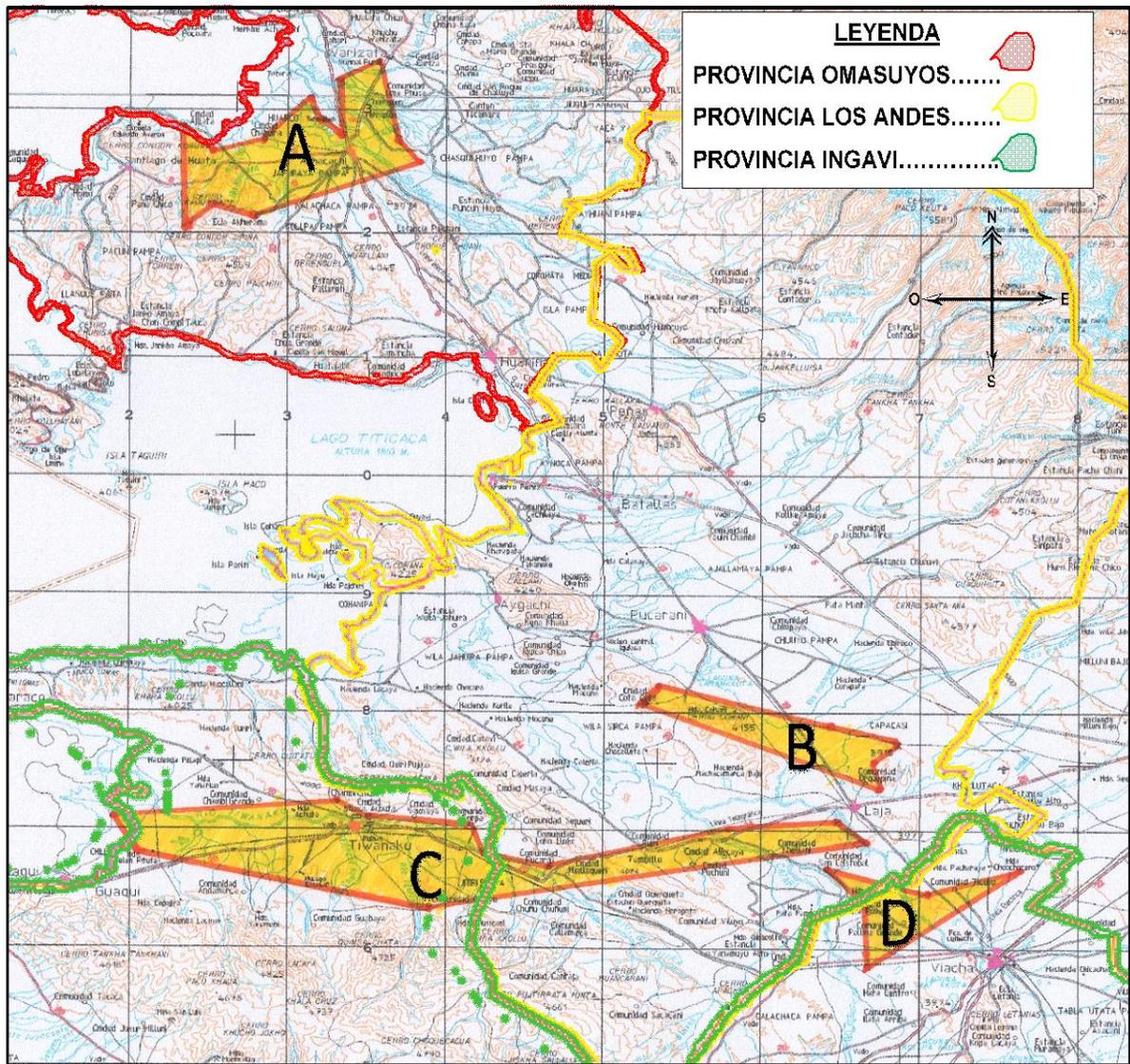
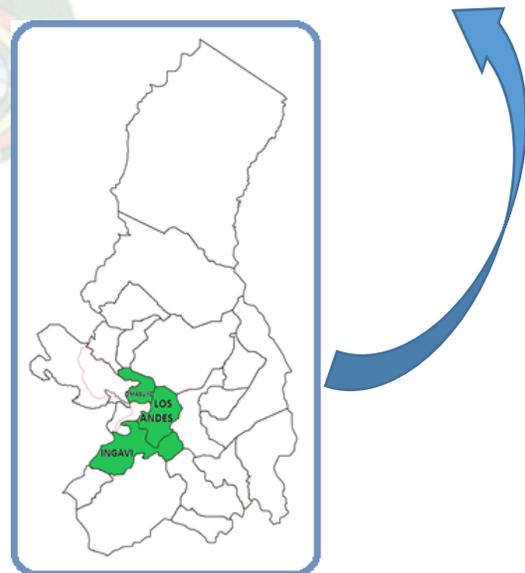


Figura 9. Localización y Ubicación de las áreas de acopio de leche cruda.



4.2 Diagrama del proceso de recepción de la leche cruda

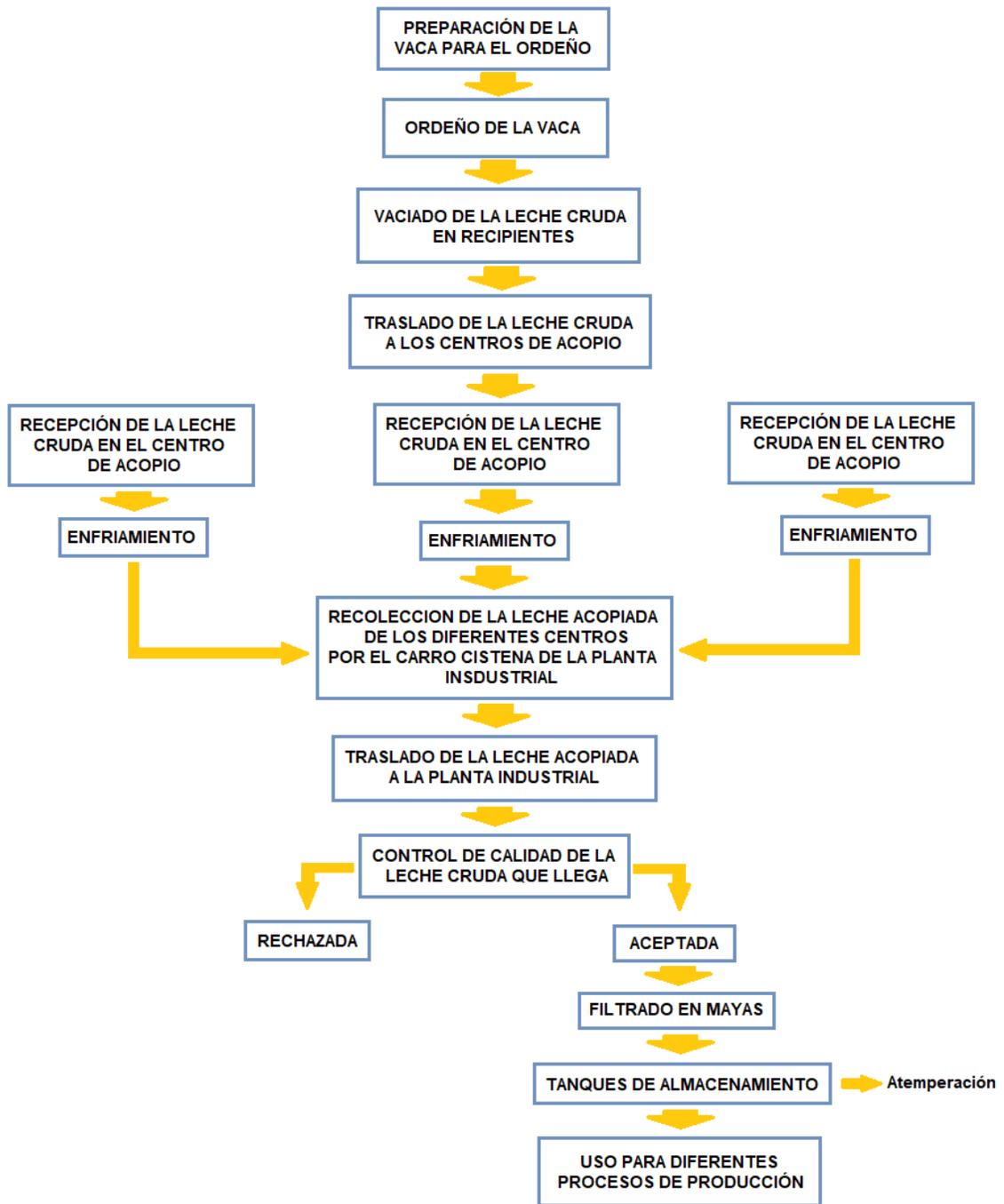


Figura 10. Diagrama de recepción de la leche cruda

4.3 Materiales y Equipos

4.3.1 Materiales

- Bureta Schilling de 10 mL
- Lactodensímetro

4.3.2 Equipos

- pHmetro Mettler Toledo S20 Seveneasy
- Refractómetro Atago
- Termómetro Digital Testo 925
- Crioscópico Kryostar 1-Funker Gerber

4.3.3 Reactivos

- Líquido refrigerante para el crioscopio
- Estándar de calibración A
- Estándar de calibración B
- Agua destilada
- NaOH 0,1 N
- Fenolftaleína 0,005%

4.4 Toma de muestras

El muestreo se realizó de tal forma, que se obtienen muestras representativas de la leche cruda, las cuales fueron tomadas del carro cisterna recolectora de leche de los centros de acopio, que llegan a la Planta Industrial Soalpro S.R.L. Para ello estas muestras fueron previamente mezcladas y homogeneizadas con un agitador (émbolo o cuchara), para su posterior muestreo, el volumen de muestra extraída es de 600 mL las cual fueron recolectadas en envases de plástico de un litro, este volumen es en función al requerimiento para los posteriores análisis fisicoquímicos. Las muestras a analizar se las tomo una por día, de cada área de acopio, estos análisis fueron efectuadas durante el periodo julio 2019 – junio 2020.

Así también se obtuvieron muestras representativas de leche cruda, provenientes directamente del ordeño del ganado vacuno, las cuales fueron elegidas al azar, muestras que provenían igualmente de las áreas estudiadas. Mismas que fueron recolectadas en envases de plástico de un volumen aproximado de 30 mL previa rotulación.

4.5 Análisis Fisicoquímico

A cada una de las muestras se les determinó los parámetros fisicoquímicos de: pH, acidez titulable, sólidos totales, densidad, y punto crioscópico.

4.5.1 Determinación de la acidez titulable

Para su determinación se homogenizó la muestra de leche cruda, evitando la formación de espuma y luego se transfirió 10 mL de la misma en un Erlenmeyer de 50 mL y se valora con una disolución de NaOH 0,1N (previamente estandarizada) contenido en una bureta, agregando 3 gotas de fenolftaleína como indicador (disolución al 0,005% en etanol), la valoración se la realiza con agitación continua, hasta que vire el color a un rosa pálido persistente por 15 a 30 segundos. Los resultados se expresaron de la siguiente manera:

$$A = \frac{V \times N \times 0,0090}{M} \times 100$$

Donde:

A =Acidez titulable de la leche, en % en masa de ácido láctico

V =Volumen de hidróxido de sodio 0,1 N

N =Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

M =Cantidad de masa

Esta técnica está basada en la Norma NB-229

4.5.2 Determinación del pH y la temperatura

La medición de estas variables se las realizó mediante el método potenciométrico, utilizando el pHmetro con una previa calibración, con las soluciones tampón de pH 4,7 y 10, ya calibrado se añadió un determinado volumen de leche en un vaso de precipitado de

100 mL y se introdujo el electrodo en la muestra de leche contenida en el vaso precipitado y se realizó la lectura.

4.5.3 Determinación de la densidad

Para obtener la densidad de las muestras, en primera instancia se homogenizó suavemente cada muestra y se elevó la temperatura a 20°C, a baño maría, luego se transfirió a una probeta de 500 mL, evitando la formación de espuma, después se sumerge suavemente el lactodensímetro, hasta que esté cerca de su posición de equilibrio, imprimiendo un ligero movimiento de rotación, para impedir que se adhiera a las paredes de la probeta. Se esperó que el lactodensímetro quede en completo reposo y sin rozar las paredes de la probeta y se realizó la lectura correspondiente al menisco superior, el resultado se lee como sigue: 1,0XY g/mL a 20°C, siendo XY los valores del lactodensímetro, $\pm 0,0003$ por cada °C que difiera la temperatura de los 20°C. Esta técnica esta basa en la Norma NB-230.

4.5.4 Determinación de los sólidos totales

El método utilizado para la determinación de esta variable es por refractometría, para ello se utilizó un refractómetro con previa calibración, la cual nos permite ver la concentración de sólidos totales, para ello se homogenizó inicialmente la muestra y se colocó una gota de leche en el porta muestra del refractómetro, para proceder luego con la lectura del resultado obtenido.

4.5.5 Determinación del punto crioscópico

Para el análisis del punto crioscópico de las muestras de leche de los centros de acopio, se realizó previamente la calibración del equipo, para ello en primer lugar se procedió a encender el equipo y se verificó que la temperatura se encuentre en descenso hasta alcanzar los -6,7°C, después se verifica que el baño refrigerante se encuentre con un nivel deseable en el bloque enfriador y se realizó los ajustes correspondientes. En principio se realiza el ajuste en el punto “A”, para ello lleno en un tubo propio del equipo, 2,3 mL de la solución de calibración “A”, y se introdujo en la abertura del baño de refrigeración,

luego en la pantalla se presionó CALIBRACIÓN “A” y luego ACEPTAR y el ajuste se inició de manera automática, del mismo modo se procedió con el ajuste en “B”, solo que para ello en vez de usar la solución de calibración “A”, se empleó la solución de calibración “B”, y al momento de iniciar el ajuste se presionó en la pantalla CALIBRACIÓN “B” y luego ACEPTAR.

Ya para las mediciones de las muestras, se elevó la temperatura de las muestras a 40°C en baño maría, luego se transfirió una alícuota de 2,3 mL de la muestra y se introdujo en un tubo propio del equipo, para posteriormente introducir el tubo en el baño refrigerante, y en la pantalla se presionó MEDICIÓN y se inició el análisis de manera automática.

4.6 Análisis comparativo de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda obtenida del ganado vacuno con la leche acopiada de las diferentes áreas de estudio

Se recolectaron muestras de leches crudas representativas, provenientes directamente del ordeño del ganado vacuno, de las de las áreas estudiadas a las que se les denominó B*, C* y D*, y de las mismas se midieron los parámetros de pH, acidez, sólidos totales y el punto crioscópico y se realizó una comparación con las muestras de leche cruda obtenidas de las áreas de acopio B, C y D.

4.7 Tratamiento y Análisis estadístico

Para ello se aplicó estadística descriptiva, comparación de varianzas ANOVA, prueba de Tukey y correlación Pearson, usando la herramienta de análisis de datos de Excel 2010 y Minitab 17, para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre los promedios de los parámetros fisicoquímicos de cada área estudiada (pH, acidez, sólidos totales, densidad, punto crioscópico) para posteriormente graficarlas para su interpretación, así también se efectuó una correlación de Pearson entre los parámetros fisicoquímicos de cada área de muestreo, para ver si existía influencia en el punto crioscópico con relación de los demás parámetros fisicoquímicos.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Comparación de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de acopio de las áreas de producción de leche bovina

Para este análisis se realizó una comparación entre los valores promedio de las propiedades fisicoquímicas de las leches de acopio que llega a la empresa Soalpro S.R.L., de las diferentes áreas de producción lechera, también se tomó en cuenta las épocas del año en que fueron tomadas las muestras durante la gestión julio 2019 – junio 2020.

Los resultados obtenidos en este análisis fisicoquímico para las diferentes áreas de estudio, se muestran en el Anexo 11 y 12, a partir de ellas se obtuvieron medias para cada área de acopio de leche cruda como se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de acopio de las áreas A, B, C y D, de la región altiplánica del Departamento de La Paz.

Áreas de acopio de la leche cruda	Temperatura [°C]	pH	Acidez Titulable [%]	Sólidos Totales [°Brix]	Densidad [g/mL]	Punto Crioscópico [°C]	Agua añadida [%]
ÁREA A	6,4	6,70	0,154	9,5	1,028	-0,5253	0,4
ÁREA B	7,5	6,67	0,156	9,5	1,029	-0,5251	0,4
ÁREA C	7,2	6,70	0,154	9,6	1,029	-0,5263	0,2
ÁREA D	7,5	6,69	0,154	9,7	1,029	-0,5296	0,1

Estos resultados fueron comparados con la Norma Boliviana NB 33013 para leche cruda, como se muestra en la tabla 10, donde se puede apreciar que las medias de las variables pH, acidez, densidad y punto crioscópico, de los diferentes áreas de estudio, se encuentran por debajo del valor máximo y por encima del valor mínimo, del rango de la norma, por tanto, cumplen por completo los estándares de calidad, pero en el caso de los sólidos totales, esta variable está por debajo del límite mínimo permisible de 10,8%, por tanto no cumple con los estándares de calidad. Este parámetro es de gran importancia, ya que indica el contenido mínimo de azúcar que deber contener la leche para hacerla de buena calidad.

Tabla 10. Comparación de los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda establecida por la Norma Boliviana IBNORCA, con relación propiedades fisicoquímicas obtenida en las áreas de estudio.

Propiedades FIS-QUIM	Norma NB 33013	Área A	Área B	Área C	Área D
pH	6,6 a 6,8	6,70	6,67	6,70	6,69
Acidez Titulable %	0,15 a 0,18	0,154	0,156	0,154	0,154
Sólidos Totales °Brix	10,8	9,5	9,5	9,6	9,7
Densidad g/mL	1,028 a 1,034	1,028	1,029	1,029	1,029
Punto Crioscópico °C	-0,520 a -0,570	-0,5253	-0,5251	-0,5263	-0,5296

A continuación, se presenta una figura comparativa de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de estudio con relación a la Normativa Boliviana.

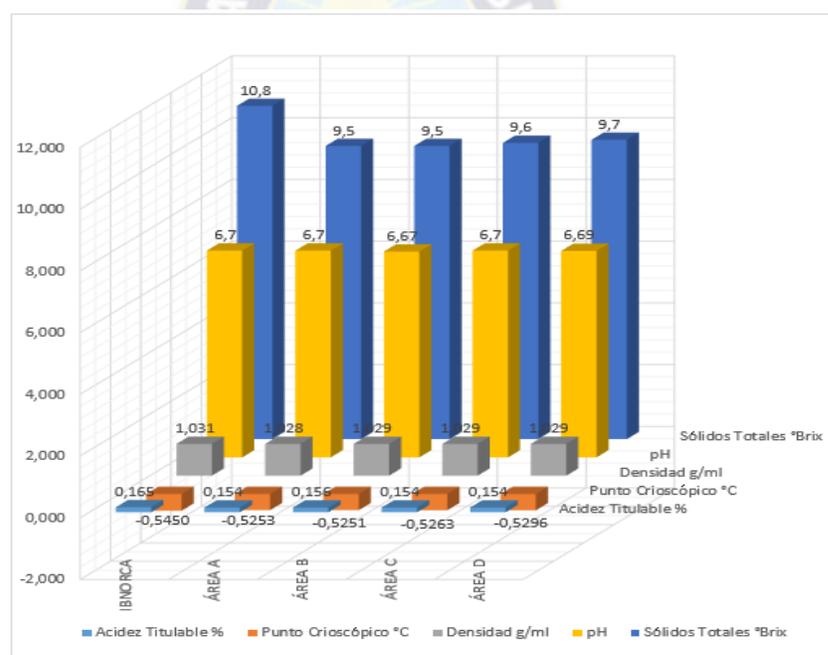


Figura 11. Comparación fisicoquímica de la leche acopiada de las áreas de estudio con la Norma Boliviana NB 33013 .

5.1.1 Temperatura

En los promedios anuales por cada área de estudio se puede observar en la tabla 11, que la leche acopiada del área A, llega al laboratorio a una menor temperatura de 6,4°C, con respecto a las demás áreas de estudio.

Tabla 11. Temperatura [°C] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	6,4	0,9	4,2	9,2	14,1
ÁREA B	7,5	1,7	3,1	11,3	22,7
ÁREA C	7,2	1,1	4,1	10,6	15,3
ÁREA D	7,5	1,0	4,4	10,9	13,3

Así también se obtuvieron coeficiente de variabilidad bajas de 14,1%,15,3%,13,3%, para las áreas de estudio A, C, y D, lo que nos da la idea de que dicha variable es homogénea y de poca variabilidad, lo que expresa confianza en los diferentes análisis realizados, pero en el caso del área B se tiene un coeficiente de variabilidad de 22,7%, es decir que en esta área las temperaturas tienen una variabilidad y estabilidad moderada.

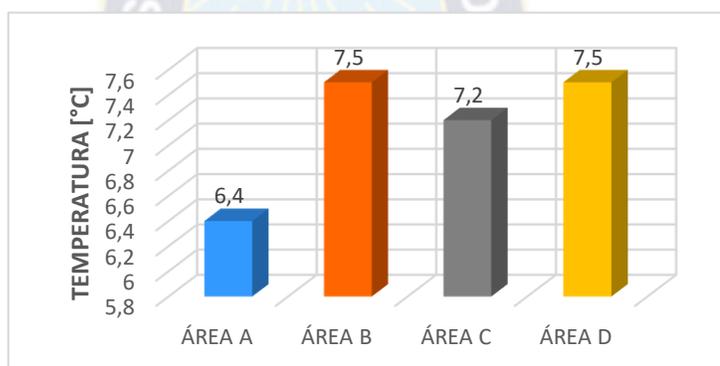


Figura 12. Comparación de las medias de las temperaturas de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

Mediante los análisis de varianza Anova como se muestra en el Anexo 13, se determinó que se tiene diferencias significativas entre las cuatro áreas de estudio A, B, C y D con una $p=0$, desplazando así la hipótesis nula, y optando por la hipótesis alternativa.

Para comprobar realmente que no se tiene diferencias significativas entre las diferentes áreas de estudio se realizó la prueba de Tukey que se muestra en el Anexo 13, donde se encontró que entre las áreas B-D, no existe diferencia significativa relacionado a sus temperaturas medias teniendo un $p=1,0$; pero en cambio sí existe diferencias significativas entre las áreas B-A, C-A, D-A, C-B, y D-C, con $p=0$; $p=0$; $p=0$; $p=0,019$ y $p=0,021$

respectivamente, para entender mejor estos resultados se realizó una gráfica con intervalos de confianza para la media como se muestra a continuación:

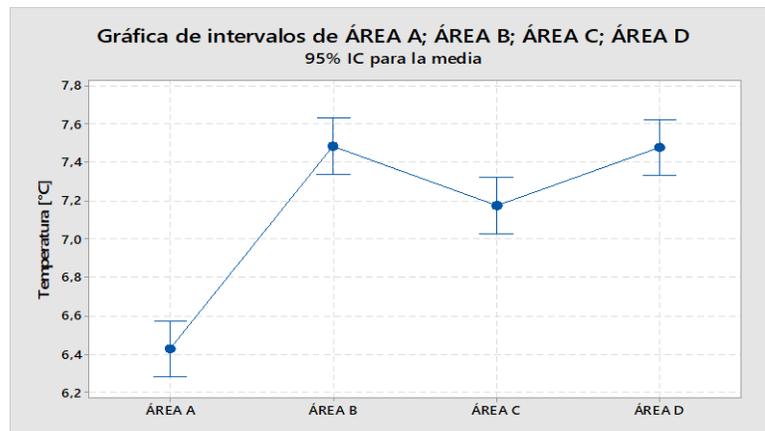


Figura 13. Intervalos de confianza para la media de las temperaturas de las áreas de acopio de leche cruda A, B, C y D.

Entre el área de estudio B y área de estudio D se puede observar que se traslapan fuertemente entre, lo que quiere decir que sus medias tienen mucha similitud, pero en los demás casos, este traslape no existe, lo que quiere decir que se tiene un comportamiento diferente, estos datos se pueden atribuir que en el área A si se cuenta con tanques de refrigeración en sus diferentes centros de acopio, a diferencia de las demás áreas de acopio donde solo algunos centros de acopio cuentan con tanques de refrigeración.

Ahora observamos en la figura 14, como varía la temperatura con respecto a cada mes del periodo julio 2019 y junio 2020, en las diferentes áreas de estudio. Se puede observar que las temperaturas registradas durante el análisis, presentan una variación entre sí, en los meses de noviembre 2019 y enero 2020, cuya temperatura mínima presente en estos meses, la obtiene el área A, con un valor de 5,9°C y con temperaturas máximas el área B con un valor promedio de 8,5°C, esta última se puede apreciar que tiene tendencia con relación a los valores promedios ambientales presentados por SENAMHI, lo que nos da a entender que en el caso de las áreas B, C y D, las leches acopiadas presentan un enfriamiento ambiental a diferencia del área A que como se dijo antes cuenta con tanque de refrigeración, ya que según (PDLA, 2003), señalan que la temperatura de recolección

debe ser menor a 6°C para así reducir la proliferación o multiplicación de microorganismos y mantener su calidad o valor alimenticio hasta el momento de ser utilizada o transformada.

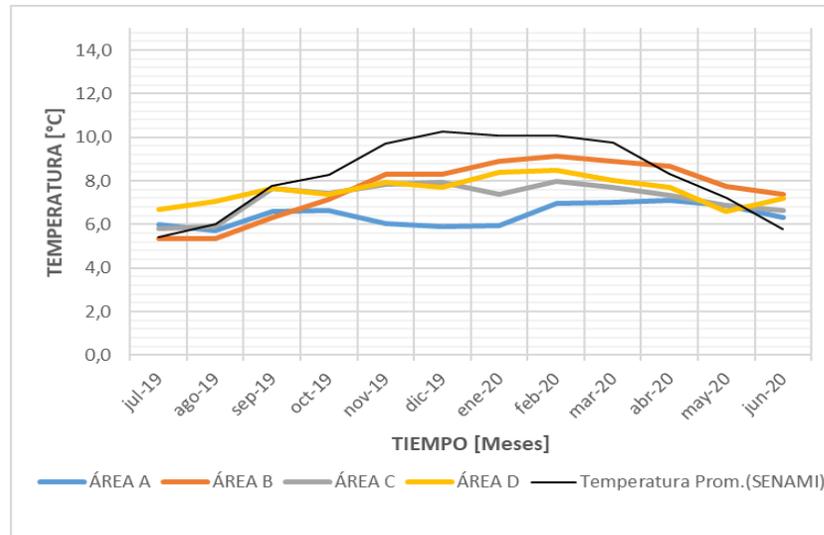


Figura 14. Comparación de las medias de las temperaturas de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020, con relación a las temperaturas medias obtenidas por SENAMHI.

Así también podemos observar que las curvas de las temperaturas de las leches crudas, de las diferentes áreas de muestreo van acorde a las estaciones del año.

5.1.2 pH

En la siguiente tabla 12, se puede apreciar las medias para la variable pH obtenidas para cada área de estudio.

Tabla 12. pH de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	6,70	0,037	6,60	6,79	0,55
ÁREA B	6,67	0,042	6,53	6,79	0,63
ÁREA C	6,70	0,040	6,58	6,80	0,60
ÁREA D	6,69	0,037	6,60	6,79	0,56

En donde se puede observar que se tienen medias de los pH de 6,70; 6,67; 6,70 y 6,69, para las áreas de acopio de leche cruda A, B, C y D, respectivamente, con coeficientes de variabilidad para el área de estudio A y D de 0,55% para ambos casos, y de 0,63 y 0,60% para las áreas B y C respectivamente. Lo que nos da a entender que los valores de pH tienen variabilidad casi nula y una estabilidad muy alta.

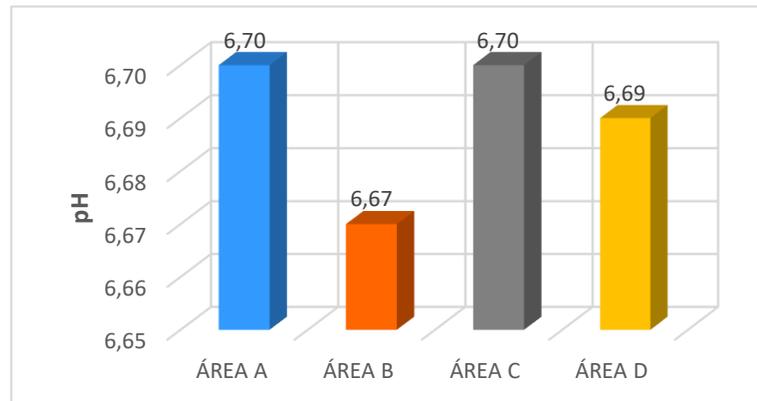


Figura 15. Comparación de las medias de los pH de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

En la figura 15, se puede apreciar más claramente que las áreas de acopio de leche cruda A y C, son las que presentan un mayor valor de pH, y el área B presentar un valor más bajo.

Mediante los análisis de varianza Anova se demostró que, si se tiene diferencias significativas entre las cuatro áreas de estudio A, B, C y D ya que presenta un $p=0$ (ver Anexo 14), desplazando así la hipótesis nula, y optando por la hipótesis alterna.

Para interpretar mejor estas diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey que se muestra en el Anexo 14, donde se tiene que entre las áreas C-A y A-D no existe diferencia significativa entre las medias de los valores de pH, teniendo un $p=0,924$ y $p=0,079$ respectivamente, pero si hay diferencias significativas entre las áreas B-A, C-B, D-B y D-C con valores de $p=0$; $p=0$; $p=0$ y $p=0,14$ respectivamente.

Estos resultados se graficaron con intervalos de confianza para la media como se muestra en la figura 16, donde podemos ver que, evidentemente no existe diferencias

significativas porque los intervalos de confianza de las áreas A-C se traslapan fuertemente entre sí, y se traslapan débilmente entre las áreas de estudio A-D.

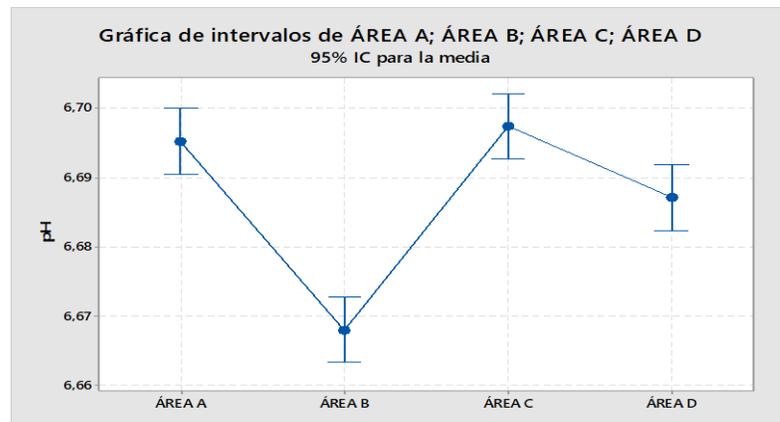


Figura 16. Intervalos de confianza para la media de los pH de las áreas de acopio de leche cruda A, B, C y D.

Ahora observamos en la figura 17 como varía el pH en relación a cada mes del periodo julio 2019 y junio 2020, en las diferentes áreas de estudio.

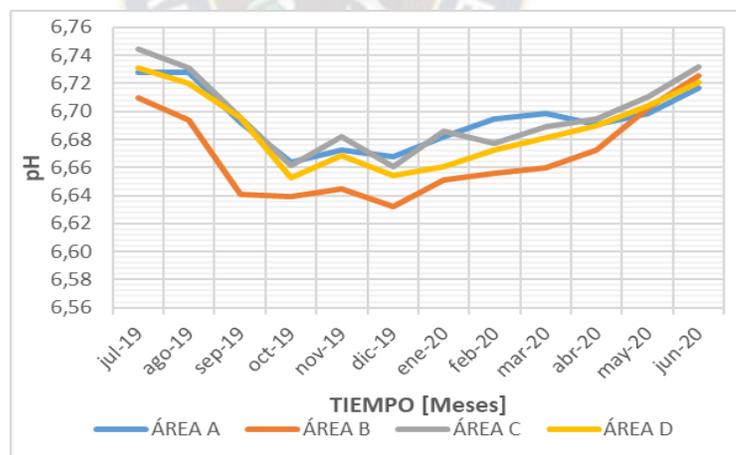


Figura 17. Comparación de las medias del pH de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

Se puede apreciar que la curva perteneciente a área de acopio de leche cruda B, sigue un patrón de pH bajos con relación a las demás áreas de estudio, entre los meses de julio 2019 a mayo 2020, este mismo comportamiento se observara en la acidez más adelante.

5.1.3 Acidez titulable

Este parámetro es de sumo cuidado debido a que puede llegarse a contaminar con mucha facilidad, ya que la leche es un excelente medio de cultivo para microorganismos que puede llegar a incrementar su ácido láctico, ya sea por su tiempo en exposición al medio, factores de higiene o factores alimenticios. En la siguiente tabla 13, se puede apreciar las medias obtenidas para cada área de estudio.

Tabla 13. Porcentaje de Acidez titulable de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	0,154	0,004	0,146	0,167	2,48
ÁREA B	0,156	0,005	0,140	0,171	3,30
ÁREA C	0,154	0,004	0,146	0,165	2,44
ÁREA D	0,154	0,004	0,148	0,166	2,79

Se observa que los resultados de las medias del grado de acidez para las áreas de estudio A, C y D son estadísticamente iguales con un 0,154%, y un coeficiente de variación de 2,48%; 2,44% y 2,79% respectivamente, lo que nos indica una variabilidad baja y una estabilidad alta, a diferencia de la leche acopiada en el área B, que si bien no varía mucho su acidez con respecto a las demás áreas de estudiadas, si es más superior con un valor de acidez de 0,156 % y un coeficiente de variación de 3,30% que igualmente presenta baja variabilidad y alta estabilidad.

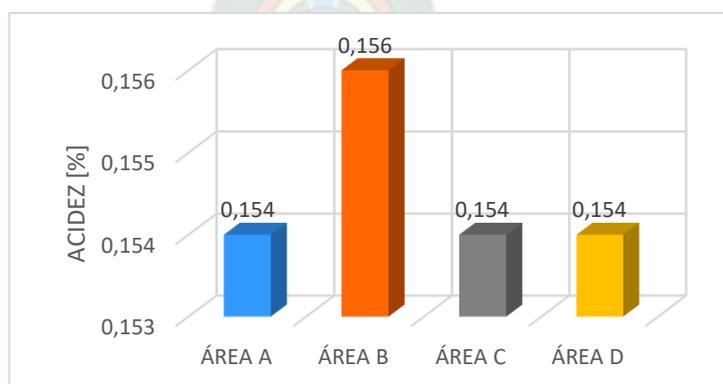


Figura 18. Comparación de las medias de la acidez titulable de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

Mediante los análisis de varianza realizados como se muestra en el Anexo 15, se determinó que, si se tiene diferencias significativas entre las cuatro áreas de estudio A, B, C y D con un $p=0$, desplazando así la hipótesis nula, y optando por la hipótesis alterna.

Ya confirmamos que en efecto si existe una diferencia significativa entre los promedios de la acidez titulable, de las diferentes áreas de acopio. Pero para comprobar entre que áreas ocurre estas diferencias, se realizó la prueba de Tukey, donde se tiene que entre las áreas C-A, D-A y D-C no existe diferencia significativa entre las medias de los valores de acidez teniendo un $p=0,970$; $p=0,186$ y $p=0,068$ respectivamente, pero si existe diferencias significativas entre las leches de acopio de las áreas B-A, C-B y D-B con valores de $p=0$; $p=0$ y $p=0,15$ respectivamente.

Para entender mejor estos resultados, se realizó una gráfica con intervalos de confianza para la media, donde de igual manera podemos confirmar que no existe diferencias significativas en la acidez titulable para las áreas A-C porque sus intervalos de variabilidad se traslapan fuertemente entre sí, también existe una traslapación entre las áreas A-D, pero es muy débilmente.

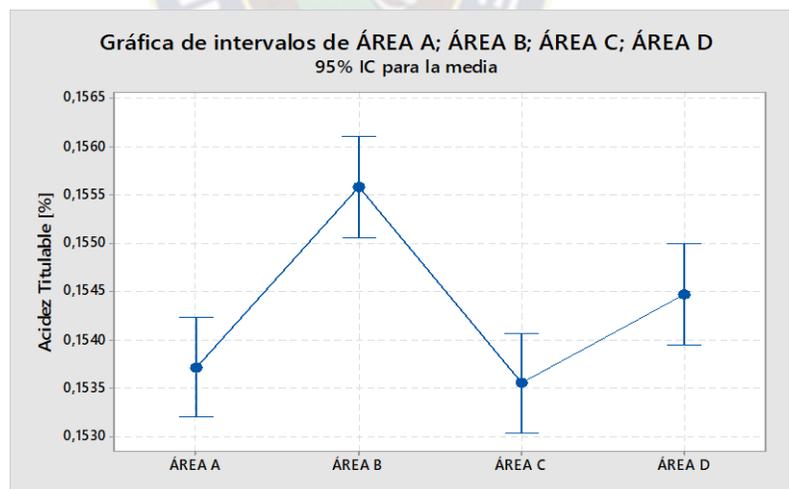


Figura 19. Comparación de las medias de la acidez titulable de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

Si observamos la figura 20, vemos como varía la acidez en cuanto a cada mes del periodo julio 2019 y junio 2020, en las diferentes áreas de estudio.

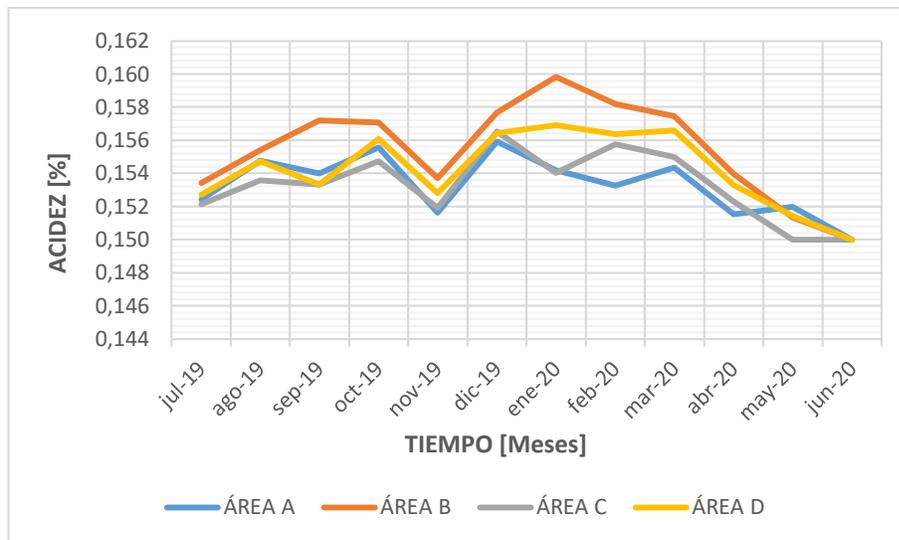


Figura 20. Comparación de las medias de la acidez titulable de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

A simple vista se puede apreciar un descenso brusco en el mes de noviembre 2019, esto debido a que en este mes se produjeron hechos fortuitos en el país.

Así también se puede apreciar una mayor elevación de la acidez entre los meses de diciembre 2019 y marzo 2020. Esta variable tiende a incrementar en la época de verano debido a que en esta estación se presenta mayor humedad, lo que facilita aún más la proliferación de microorganismos acidificantes y precisamente esto se puede corroborar en la figura anterior.

Si comparamos las curvas de cada área de acopio de leche cruda, podemos observar una mayor elevación de acidez en área de estudio B durante el periodo julio 2019 y junio 2020, esto podría deberse a la ubicación de esta área, ya que al encontrarse en cercanías del municipio de Pucarani y estar próxima al lago Titicaca, el forraje que presenta es húmedo lo que puede contribuir a que la leche al estar expuesta a este ambiente húmedo, proliferen más microorganismos del tipo *estreptococos lácticos*, que actúan sobre la lactosa, haciendo que se incremente la acidez durante todo un año, ya que esta variable va relacionada con la cantidad de microorganismos presente en la leche.

También puede deberse a que la alimentación que recibe el ganado bovino, porque puede tratarse de una alimentación a base en forrajes pobres, y que además se vean limitadas por el sobre pastoreo e insuficiente área cultivada, derivando en una sub alimentación, obligando así a que el ganado mueva sus propias reservas para cubrir mínimamente sus requerimientos, esto según SNAG (2000).

5.1.4 Sólidos Totales

El análisis de este parámetro es importante, ya que a través de ella se puede ver si la leche ha sido adulterada o no, así también define pautas de pago y además determina el valor que tiene la leche cruda como materia prima para la producción de otros productos derivados.

La cantidad de sólidos totales encontrados para las diferentes áreas de acopio de leche cruda se muestran a continuación:

Tabla 14. Sólidos Totales [°Brix] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	9,5	0,24	9,0	10,2	2,57
ÁREA B	9,5	0,28	9,0	10,5	2,91
ÁREA C	9,6	0,24	9,1	10,4	2,47
ÁREA D	9,7	0,25	9,0	10,4	2,63

Donde se tiene medias de los sólidos totales de 9,5 °Brix para las áreas de estudio A y B, con coeficiente de variación de 2,57% y 2,91%, y de 9,6 y 9,7°Brix para las áreas C y B respectivamente, con coeficientes de variación de 2,47% y 2,63% respectivamente, lo que nos a entender que todas las áreas de muestreo presentan datos con variabilidad baja y estabilidad alta.

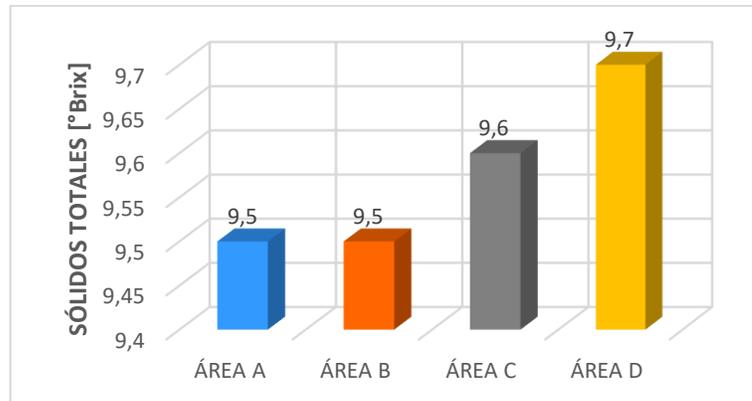


Figura 21. Comparación de las medias de los sólidos totales de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

En la figura 21, se puede observar de manera general que la leche acopiada del área D es el que presenta mayor contenido de sólidos totales, y si bien a simple vista no se nota mucha diferencia, se podría decir que las áreas A y B son los que tienen menor cantidad de sólidos totales.

Pero para ver realmente si existe diferencias en las medias de las áreas de estudiadas, se realizó la prueba de varianza Anova (ver Anexo 16), donde se determinó que si existe diferencias significativas entre las leches acopiadas en las diferentes áreas teniendo un $p=0$, por tanto, se puede aseverar que la media de los sólidos totales es diferente en al menos en una de las áreas de producción de leche.

Para confirmar entre que áreas se encuentran estas diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey, donde se tiene que entre las áreas D-C no existe diferencia significativa entre las medias de sus contenidos de sólidos totales teniendo un $p=0,737$, pero si se encuentran diferencias entre las áreas C-A, D-A, C-B y D-B con $p=0$, también se encontró diferencias significativas entre las áreas B-A teniendo un $p=0,022$ para entender mejor estos resultados, se realizó una gráfica con intervalos de confianza para la media como se muestra a continuación:

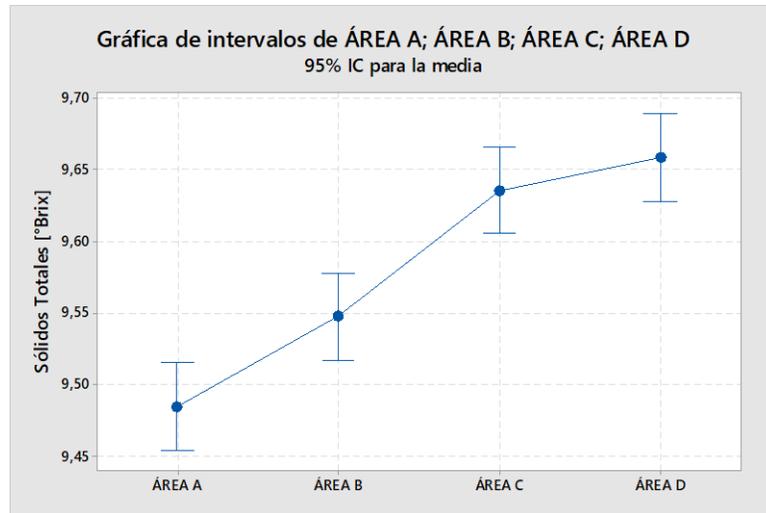


Figura 22. Comparación de las medias de los sólidos totales de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

En la figura 22, se puede observar que existe un fuerte traslape entre los intervalos de variabilidad de las áreas C y D, lo que nos da a entender que sus medias para el contenido de sólidos totales son muy similares, en cambio para las áreas B-C, B-D y B-A no existe ninguna traslapación.



Figura 23. Comparación de las medias de los sólidos totales de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

En la figura 23 se observa la variación de los sólidos totales durante el periodo julio 2019 a junio 2020, donde se aprecia que el área A, presenta menor porcentaje de sólidos totales entre los meses de octubre 2019 y junio 2020, respecto a las demás áreas de estudio, esto se puede atribuir a que la leche del área A, presenta en menor proporción lactosa, grasa, proteína y minerales, esto podría deberse a una serie de variables, tanto internas como externas al animal, una de ellas la alimentación, que puede consistir en un forraje de baja calidad, en un caso más alarmante se podría atribuir a la adulteración con adición de agua.

Según la Norma Boliviana NB 33013, la cantidad de sólidos totales mínimo permisible son de 10,8%, si observamos la figura 23, todas las áreas de estudios no ajustan a la norma, quedando todas las áreas de estudio por debajo del límite permisible. Esta diferencia de sólidos totales puede deberse al tipo de ganado que se maneja en cada área de muestreo, por lo general las razas están comprendidas entre el tipo Criollo y Holstein son la que menos producción de leche realizan, a diferencia de la raza Pardo Suizo. Por otro lado, existe variación en los sólidos totales, conforme a la producción de leche del ganado bovino, a mayor producción de leche disminuye el porcentaje de sólidos totales, y a menor producción de leche, este parámetro tiende a subir, según (Cabrera, Alvarez, & P., 1987) indica que el contenido de sólidos totales es inversamente proporcional al volumen de leche. Por tanto, podemos decir que en el área de muestreo A y B, podrían estar presentes en su mayoría las razas Criollo y Holstein.

5.1.5 Densidad

En la siguiente tabla, se puede apreciar las medias obtenidas para cada área de estudio.

Tabla 15. Densidad [g/mL] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	1,028	0,000529	1,027	1,030	0,05
ÁREA B	1,029	0,000683	1,027	1,031	0,07
ÁREA C	1,029	0,000591	1,028	1,031	0,06
ÁREA D	1,029	0,000677	1,027	1,031	0,07

En donde se puede observar que se tienen medias para la densidad de 1,029 g/mL para las acopiadas en las áreas B, C y D con un coeficiente de variación de 0,07%; 0,06% y 0,07% respectivamente y para el área A, se tiene una media de 1,028 g /mL con coeficiente de variabilidad de 0,05%, lo que nos da a entender que los valores de para la densidad tienen variabilidad casi nula y una estabilidad muy alta.

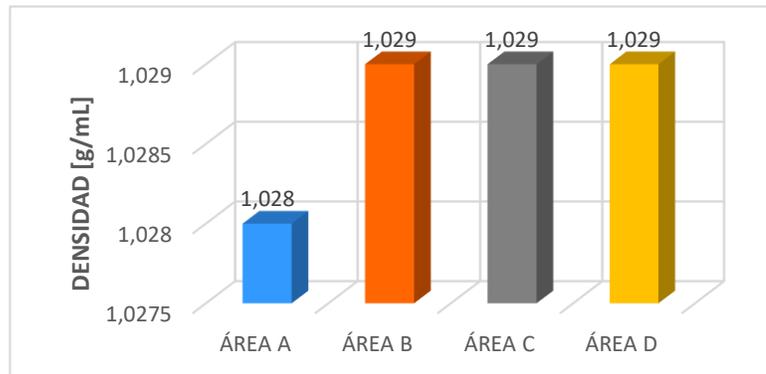


Figura 24. Comparación de las medias de la densidad de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

En la figura 24 se puede observar de manera general que prácticamente todas las áreas de estudio presentan la misma densidad, a excepción del área A, que tiene un valor relativamente menor.

Para comprobar si realmente existes diferencias significativas se realizó la comparación de varianzas Anova (ver Anexo 17) donde se obtuvo un $p=0$, desplazando así por completo la hipótesis nula, y optando por la hipótesis alterna, lo que quiere decir que existe diferencias significativas entre las densidades de las leches de acopio de las diferentes áreas de estudio.

Para tener certeza de lo mencionado anteriormente se realizó la prueba de Tukey, donde se tiene que entre las áreas A-B no existe diferencia significativa entre las medias para la variable densidad teniendo un $p=0,206$, pero si se encuentran diferencias significativas entre las áreas C-A, D-A, C-B, D-B y D-C con $p=0$, para entender mejor estos resultados se realizó una gráfica con intervalos de confianza para la media como se muestra a continuación:

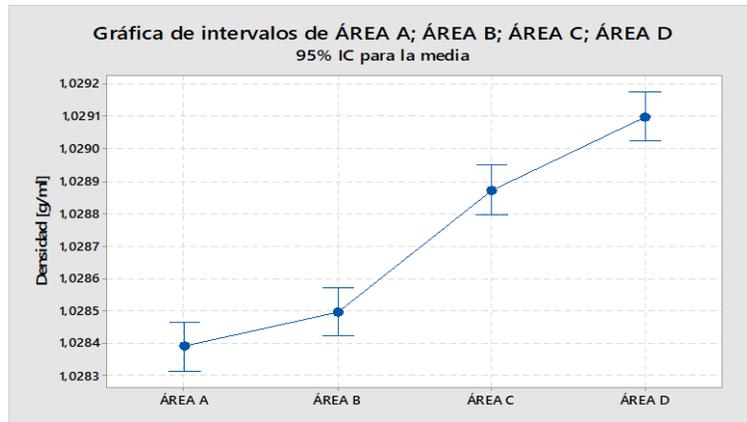


Figura 25. Comparación de las medias de la densidad de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

Se puede observar en la figura 25, que entre las áreas A-B, si existe un fuerte traslape lo que quiere decir que no existe diferencias significativas, por lo contrario, no existe un traslape entre las demás áreas de estudio, lo que quiere decir que si existe diferencias significativas entre ellas.

Si observamos la figura 26, vemos como varía la densidad con relación a cada mes del periodo julio 2019 y junio 2020, en las diferentes áreas de estudio.

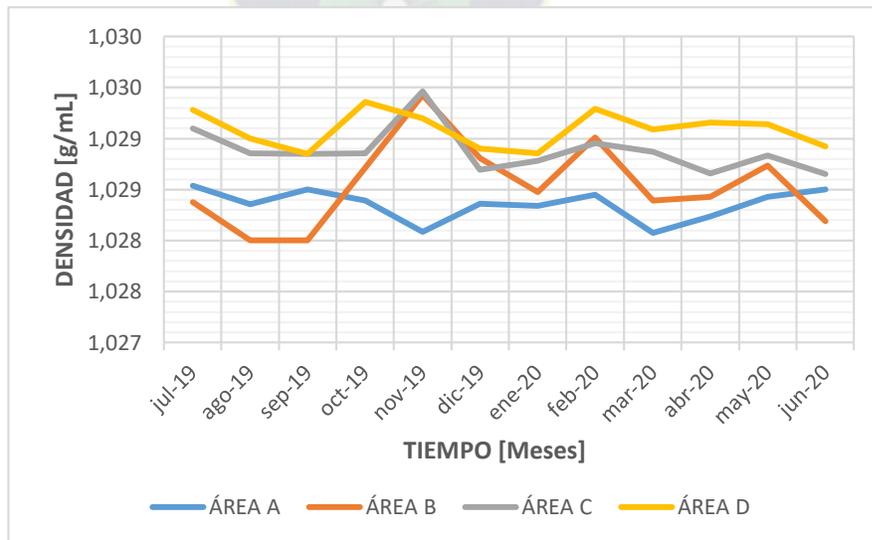


Figura 26. Comparación de las medias de la densidad de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

En la anterior figura se observa cambios bruscos en las curvas de comparación, entre los meses de noviembre 2019 y marzo 2020, esto por acontecimientos de relevancia que se fueron produciendo en el país. Por otro también se observa un ligero cambio de la curva por el mes de mayo 2020, esto se debe puede atribuir al descenso de la temperatura ambiental, donde las temperaturas son bajas por inicio de la época de invierno.

Otros factores que pueden provocar esta diferencia de densidad, puede deberse a la deficiencia en el consumo de fibra efectiva en el ganado, como también puede deberse a un intenso ordeño del ganado en el lugar, ya que en el área de estudio A, perteneciente a la provincia Omasuyos, se tiene una intensa actividad lechera, debido a que en esta área los productores suministran leche a varias industrias lácteas, en especial a la Industria Pí.

Así también se puede apreciar que el área A de producción lechera, tiene una densidad inferior en comparación con las demás, de manera contraria al área D, donde se observa una densidad superior con relación a los demás puntos de muestreo, esta variación puede deberse a los diferentes componentes presentes en la leche como ser proteínas, grasas, minerales, y otros, que hacen que la densidad incremente o disminuya s, así también puede variar con la temperatura en un 0,0002 g/mL por cada grado de temperatura.

5.1.6 Punto crioscópico y agua añadida

La crioscopía de la leche cruda no varía tan fácilmente como los demás parámetros y su cálculo es uno de los procesos más fieles para conocer la posible adición de agua.

Cuando el punto de congelación es mayor a $-0,520^{\circ}\text{C}$ es un indicativo que existe una mayor cantidad de agua, de la que contiene la leche normalmente, por otro lado, si la leche cruda presenta un punto de congelación menor a $-0,570^{\circ}\text{C}$ igualmente podría tratarse de adulteración por sales sacarosa u otras sustancias.

A partir de los resultados obtenidos para este parámetro se pudo obtener las medias respectivas a cada área de estudio, como así también las medias para el agua añadida como se muestra en la tabla 16 y 17.

Tabla 16. Punto crioscópico [°C] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	-0,5253	0,00648	-0,5453	-0,5129	-1,23
ÁREA B	-0,5251	0,00628	-0,5460	-0,5119	-1,20
ÁREA C	-0,5263	0,00643	-0,5465	-0,5119	-1,22
ÁREA D	-0,5296	0,00741	-0,5494	-0,5102	-1,40

Tabla 17. Agua Añadida [%] de la leche de acopio de las áreas A, B, C y D durante las gestiones julio 2019-junio 2020.

Área de acopio de leche Cruda	Media	DE	Min.	Max.	CV%
ÁREA A	0,4	0,43	0	1,7	115,12
ÁREA B	0,4	0,48	0	1,9	114,44
ÁREA C	0,2	0,34	0	1,4	137,13
ÁREA D	0,1	0,26	0	1,0	191,51

Donde se observan medias de los puntos crioscópicos de -0,5253; -0,5251; -0,5263 y -0,5196°C, para las áreas de acopio de leche cruda A, B, C, y D respectivamente, con coeficientes de variación de -1,23; -1,20; -1,22; -1,40% lo que nos indica que se tiene una variabilidad baja y una estabilidad alta, así también se observan medias para el porcentaje de agua añadida de 0,4% para las áreas de estudio A y B, y 0,2 y 0,1 para las áreas C y D respectivamente, y si observamos coeficientes de varianzas todas nos muestran muy alta variabilidad y nula estabilidad.

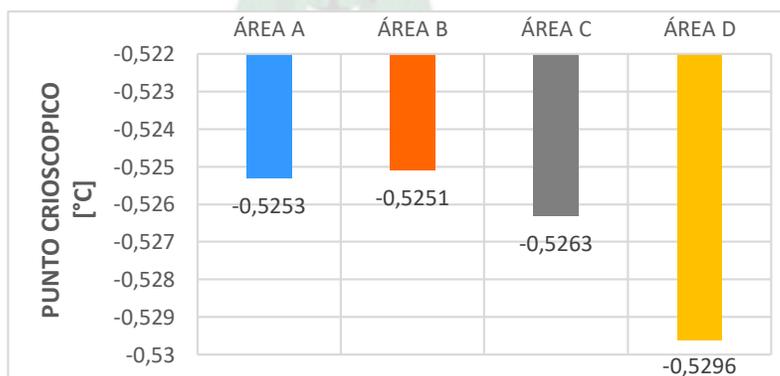


Figura 27. Comparación de las medias del punto crioscópico de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

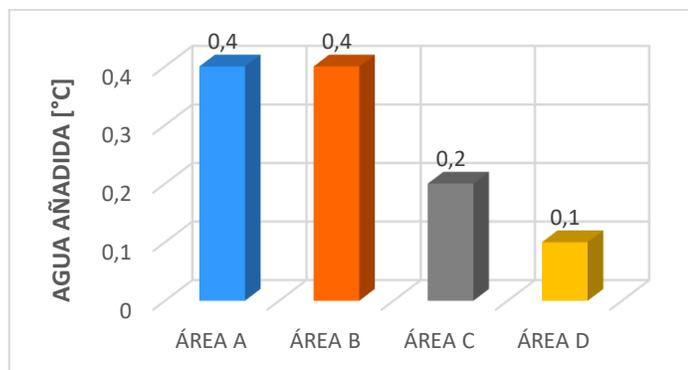


Figura 28. Comparación de las medias del agua añadida de la leche acopio de las áreas de estudio, del altiplano del departamento de La Paz.

Si observamos las figuras 27 y 28 podemos evidenciar que el punto crioscópico de todas las áreas de estudio son inversamente proporcionales a la cantidad de agua añadida.

Así también podemos mencionar que, de las cuatro áreas estudiadas el que presenta menor cantidad de agua añadida corresponde a la leche acopiada en el área D, se podría decir que en esta área se produce leche con alta pureza.

Para evidenciar lo antes mencionado se realizaron análisis de varianzas Anova (ver Anexo 18 y 19) para el punto crioscópico, como para el agua añadida, en donde se determinó que sí, efectivamente existen diferencias significativas tanto en el punto crioscópico como en el porcentaje de agua añadida, entre las áreas de estudio teniendo ambas variables un $p=0$.

Para confirmar esto se realizó la prueba de Tukey, donde se obtuvieron que no existe diferencia significativa entre las áreas de estudio B-A, C-A y C-B las cuales tienen un $p=0,995$; $p=0,619$ y $p=0,464$ respectivamente, pero si las hay entre las áreas D-A, D-B y D-C con valores de $p=0$; $p=0$ y $p=0,1$ respectivamente. Por otro lado, se tiene que para el agua añadida existen no diferencias significativas entre las áreas de estudiadas B-A y D-C, pero si se tiene diferencias significativas entre las leches acopiadas en las áreas C-A, D-A, C-B y D-B con $p=0,031$; $p=0$; $p=0,002$ y $p=0$ respectivamente.

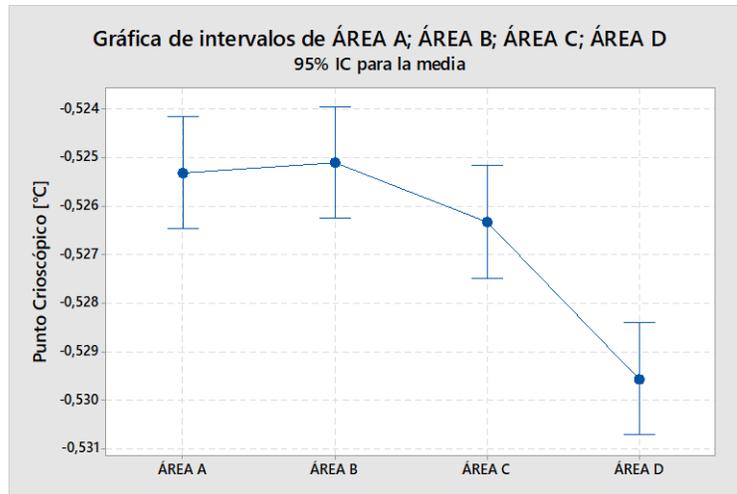


Figura 29. Comparación de las medias del Punto Crioscópico de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

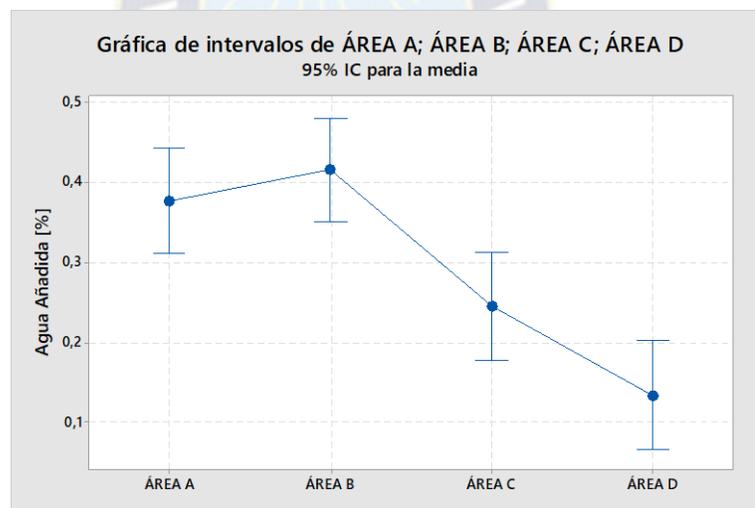


Figura 30. Comparación de las medias de la densidad de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones julio 2019 a junio 2020.

En la figura 29, se puede apreciar que entre las áreas A, B y C existe un fuerte traslape entre sí, lo que efectivamente no dice que, entre estas tres áreas no existen diferencias en el punto crioscópico, a diferencia del área D, el cual no se traslapa con ninguna de las otras áreas, es decir que el punto crioscópico para esta área es muy diferente a las demás áreas.

En cuanto al porcentaje de agua añadida en la figura 30 se observa que, no existe una diferencia significativa entre los intervalos de variabilidad para las áreas A y B, porque existe un fuerte traslape entre sí, aunque también existe una débil traslapación entre el área C y D, esto quiere decir que en estas áreas la cantidad de agua añadida son relativamente iguales.

Ahora observamos en la figura 31 como varía el punto crioscópico en cuanto a cada mes del periodo diciembre 2019 y junio 2020, en las diferentes áreas de estudio.

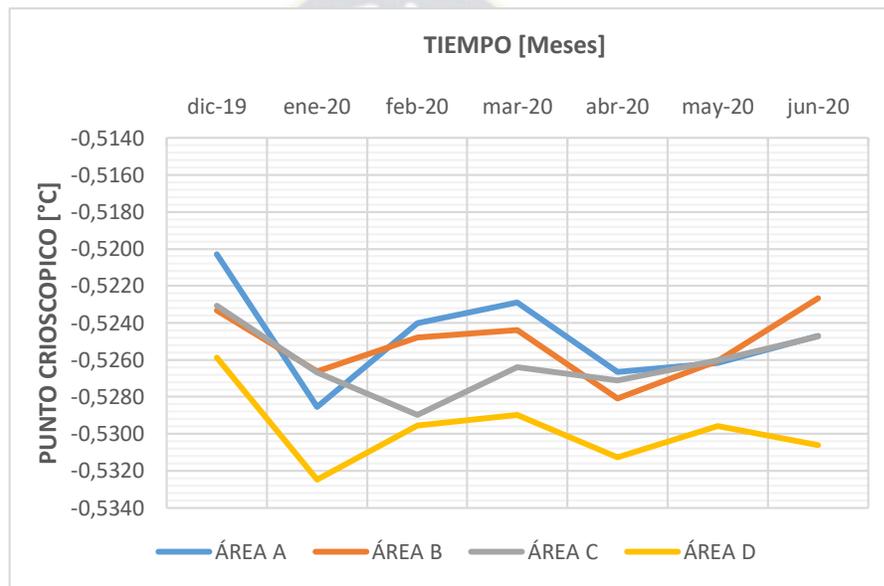


Figura 31. Comparación de las medias de punto crioscópico de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones diciembre 2019 a junio 2020.

Las mediciones del punto crioscópico y porcentajes de agua añadida se la realizaron a partir del mes de diciembre, ya que en esta época fue donde se adquirió el equipo Kryostar 1-Funker Gerber en el laboratorio.

Si se observa la figura 31, podemos evidenciar que las leches acopiadas en el área A, B y D tienen un comportamiento muy similar entre sí, lo que no pasa con el área C donde el comportamiento, difiere con relación a las demás áreas estudiadas en especial en el mes de febrero 2020, donde se aprecia el descenso brusco del punto crioscópico, que puede atribuirse a una adulterada directa con la adición de sustancias como sales, sacarosa u otras

sustancias. Así también se tiene que el área A, es el que menor punto crioscópico presento entre los meses de diciembre 2019 (que es el mes donde se empezó a dar uso del crioscopio) hasta el mes de junio 2020, obteniendo cambios bruscos del punto crioscópico en el mes de enero 2020, al igual que paso lo mismo con las demás áreas estudiadas, esto podría deberse a cambios de estación de verano a otoño.

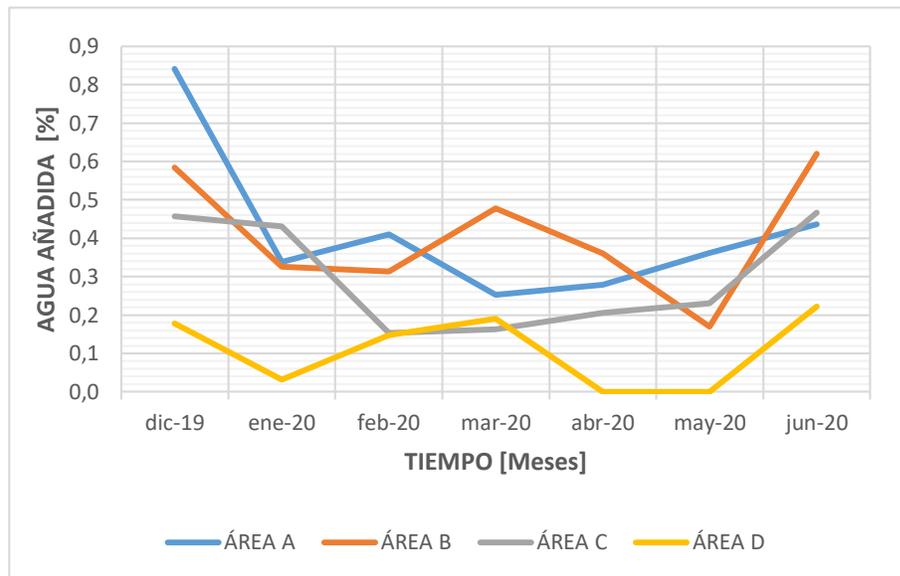


Figura 32. Comparación de las medias del agua añadida de las diferentes áreas de estudio, durante las gestiones diciembre 2019 a junio 2020.

En cuanto al porcentaje de agua añadida, observamos que en la figura 32, existe una misma tendencia entre las leches de acopio de las áreas B y D, y una ligera tendencia con el área A, tal como se observaba en la figura 31, así también se aprecia que el área C, se comporta de una manera diferente al resto de las demás áreas. También se observa que la leche acopiada en el área D es el que menos porcentaje de agua presenta durante el periodo diciembre 2019 y junio 2020, incluso obteniendo valores del 0% de agua añadida en los meses de enero, abril y mayo, como observamos anteriormente también en esta área se tienen puntos crioscópicos bajos, esto se debe a que contiene mayor material sólidos, razón por la cual se disminuye la capacidad de las moléculas de agua de huir de la superficie.

5.2 Comparación de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda obtenida directamente del ordeño del ganado vacuno, con la leche cruda acopiada

En este análisis se encontraron las medias para las leches crudas recolectadas directamente al momento del ordeño de las vacas como se muestra en la tabla 18, y se las comparo con las medias de las leches acopiadas de las áreas B, C y D, solo se realizó la comparación de estas tres áreas, debido a las dificultades de entendimiento que se tuvo entre los productores del área, lo cual hizo dificultoso la obtención de muestras de este lugar. Así también no se tomaron en consideración los análisis de las densidades para las diferentes muestras, debido que los volúmenes proporcionados por los productores no abastecían para el análisis de la misma.

Tabla 18. Medias obtenidas para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en las áreas B*, C* y D*, y comparadas con la leche acopiada de las mismas áreas B, C y D.

	Área B	Área B*	Área C	Área C*	Área D	Área D*
Temperatura [°C]	7,5	16,6	7,2	17,0	7,5	16,6
pH	6,67	6,66	6,70	6,65	6,69	6,66
Acidez [%]	0,156	0,137	0,154	0,131	0,154	0,140
Sólidos Totales [°Brix]	9,5	9,6	9,6	9,2	9,7	9,6
Punto Crioscópico [°C]	-0,5251	-0,5214	-0,5263	-0,5263	-0,5296	-0,5314
Agua añadida [%]	0,4	0,0	0,2	0,5	0,1	0,0

En la tabla 18 se puede apreciar que existe una gran diferencia en las temperaturas entre estos dos tipos de muestreo y es de esperarse, debido a que las leches acopiadas, antes de ser trasladada a las plantas industriales son sometidas a un enfriamiento de hasta menos 6°C y como la recolectada fue directamente del ordeño de vaca, es la razón por la que las muestras presentan temperaturas altas.

Así también se observa una evidente diferencia en la acidez titulable, presentando valores menores, para la leche obtenida directo del ordeño de la vaca, por otro lado, también se puede observar una diferencia notable en el porcentaje de agua añadida. Para confirmar si realmente existen diferencias significativas entre los valores de las variables fisicoquímicas de las áreas B, C y D con relación a las muestras B*, C* y D*, se realizó la prueba de varianza como se muestra en la tabla 20.

Tabla 19. Análisis de varianza para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en las áreas B*, C* y D*, y comparadas con la leche acopiada de las mismas áreas B, C y D.

		GL	SC	CM	Valor F	valor P
Análisis de varianza B y B*	Temperatura	1	1242,30	1242,26	463,58	0,000
	pH	1	0,000229	0,000229	0,13	0,721
	Acidez Titulable	1	0,004403	0,004403	142,53	0,000
	Sólidos Totales	1	0,105600	0,105600	1,25	0,264
	Punto Crioscópico	1	0,000535	0,000535	9,04	0,003
	Agua Añadida	1	1,90700	1,90680	9,11	0,003
Análisis de varianza C y C*	Temperatura	1	841,800	841,791	710,86	0,000
	pH	1	0,014810	0,014810	9,31	0,003
	Acidez Titulable	1	0,003927	0,003927	265,05	0,000
	Sólidos Totales	1	1,65500	1,65487	28,84	0,000
	Punto Crioscópico	1	0,00000	0,00000	0,00	0,991
	Agua Añadida	1	0,49840	0,49840	3,42	0,067
Análisis de varianza D y D*	Temperatura	1	1241,6	1241,61	1324,33	0,000
	pH	1	0,007598	0,007598	5,26	0,023
	Acidez Titulable	1	0,003008	0,003008	112,31	0,000
	Sólidos Totales	1	0,0113	0,01132	0,16	0,693
	Punto Crioscópico	1	0,000046	0,000046	0,63	0,430
	Agua Añadida	1	0,1978	0,19781	3,25	0,074

Se puede observar que para la prueba de comparación entre las muestras B-B*, C-C* y D-D* se tiene diferencias significativas en la temperatura y en la acidez titulable con $p=0$ para los tres grupos de análisis, para las muestras A-A* se tiene diferencias significativas para el punto crioscópico y el agua añadida con $p=0,003$ en ambas variables, así también existen diferencias significativas en el pH y sólidos totales entre las muestras C-C*, con valores de $p=0,003$ y $p=0$ respectivamente y finalmente para las muestras D-D* se tiene una diferencia significativa en cuanto al pH teniendo un $p=0,23$.

Para comprender mejor estas diferencias se muestran a continuación en las figuras 33, 34 y 35, los intervalos de variabilidad para cada variable fisicoquímica analizada.

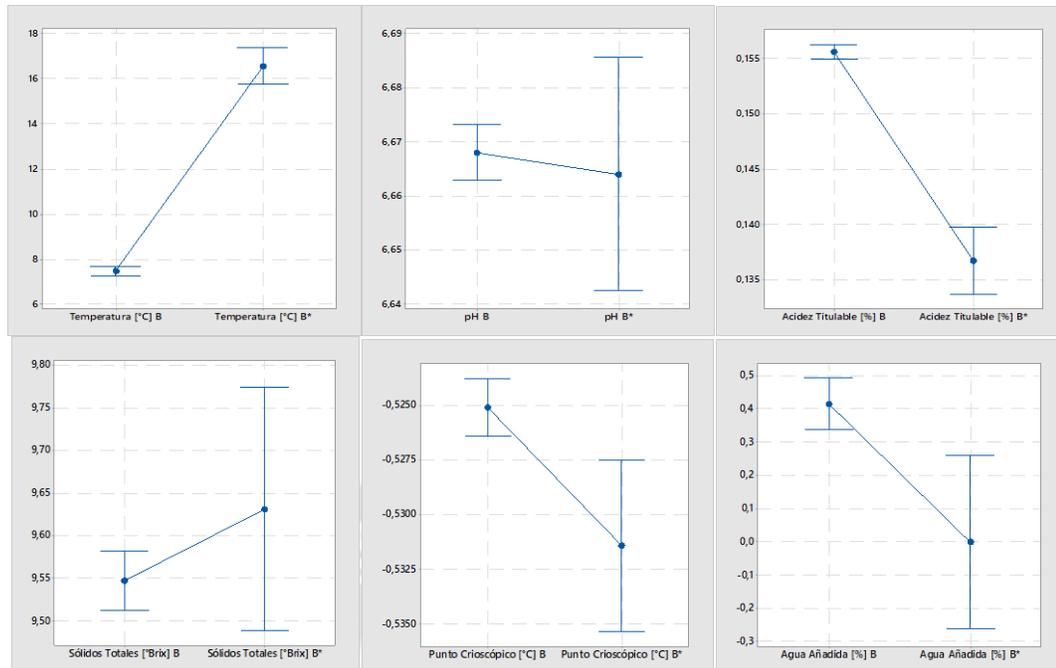


Figura 33. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida, para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en el área B* comparada con la leche acopiada de la misma área B.

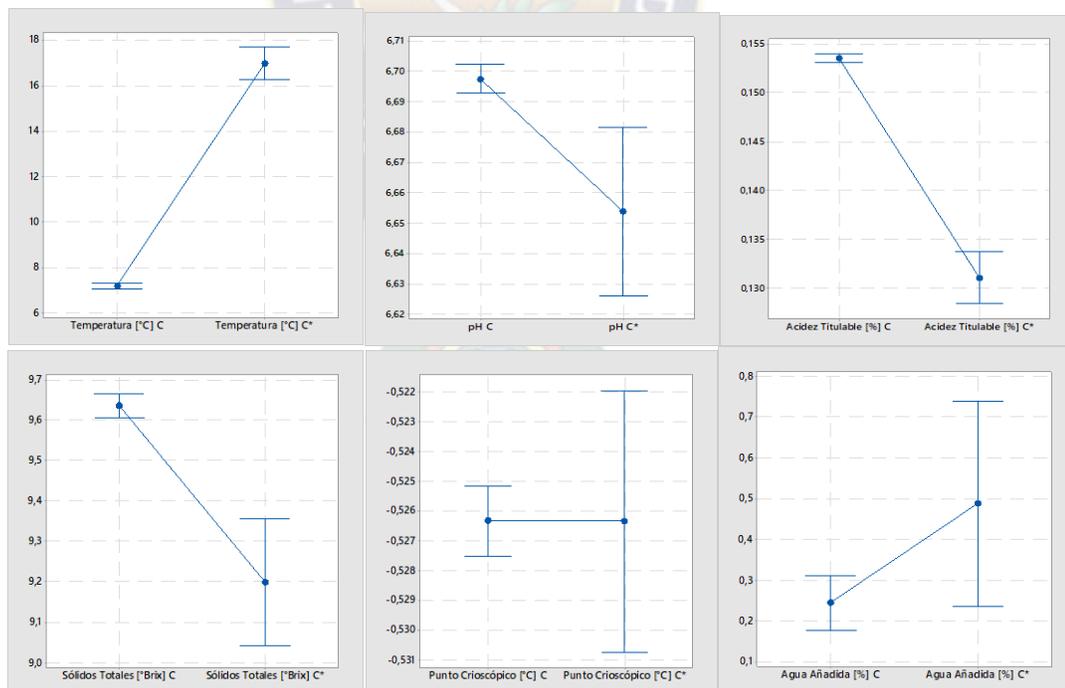


Figura 34. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida, para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en el área C* comparada con la leche acopiada de la misma área C.

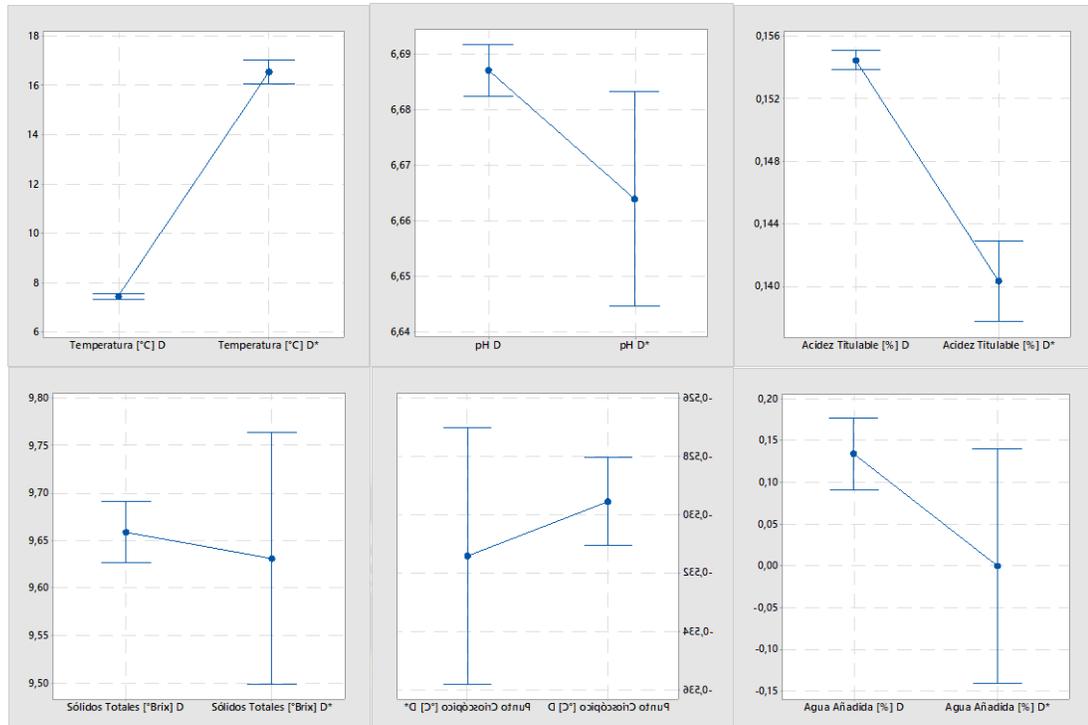


Figura 35. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida, para las leches recolectadas del ordeño directo de las vacas en el área D* comparada con la leche acopiada de la misma área D.

En las figuras anteriores se aprecia que en las variables donde no existe traslape entre las variables, confirma que si son diferentes unas de otras.

5.3 Relación del punto crioscópico, con los parámetros de pH, acidez, sólidos totales y la densidad de la leche cruda

El análisis realizado tiene por objeto encontrar la relación del punto crioscópico con las demás variables de la leche cruda estudiadas, mediante el empleo del coeficiente de correlación de Pearson (ver Anexo 20).

Tabla 20. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área A.

Variable	p	r	Significado
Temperatura	0,938	0,012	Correlación positiva muy baja
pH	0,494	-0,109	Correlación negativa muy baja
Acidez Titulable	0,107	0,252	Correlación positiva baja
Sólidos Totales	0,854	-0,029	Correlación negativa muy baja
Densidad	0,308	-0,161	Correlación negativa muy baja
Agua Añadida	0,000	0,676	Correlación positiva moderada

En la tabla 20 podemos observar que entre las correlaciones obtenidas para las variables de la leche acopiada del área A, la que más influye en el punto crioscópico es la relacionada al agua añadida con una correlación positiva moderada teniendo un $r= 0,676$ y un $p=0$, es decir son directamente proporcionales, también se encontraron otras correlaciones significativas como entre la densidad y acidez titulable con un $r=0,343$ y un $p=0,026$.

Tabla 21. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área B.

Variable	p	r	Significado
Temperatura	0,815	0,037	Correlación positiva muy baja
pH	0,823	0,035	Correlación positiva muy baja
Acidez Titulable	0,346	-0,147	Correlación negativa muy baja
Sólidos Totales	0,634	-0,075	Correlación negativa muy baja
Densidad	0,756	-0,049	Correlación negativa muy baja
Agua Añadida	0,000	0,718	Correlación positiva alta

De igual manera podemos observar en la tabla 21 que la leche acopiada del área B, existe una correlación positiva alta entre el agua añadida y el punto crioscópico teniendo un $r=0,718$ y un $p=0$.

En la tabla 22 podemos observar que para la leche acopiada del área C, existe una correlación positiva alta entre el agua añadida y el punto crioscópico teniendo un $r=0,726$ y $p=0$, pero así también se encontró una correlación negativa baja entre los sólidos totales y el punto crioscópico teniendo un $r=-0,330$ y un $p=0,038$, es decir que inversamente proporcionales entre sí. Por otro también se encontró una correlación negativa moderada entre la acidez y pH.

Tabla 22. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área C.

Variable	p	r	Significado
Temperatura	0,587	0,089	Correlación positiva muy baja
pH	0,170	0,221	Correlación positiva baja
Acidez Titulable	0,756	0,051	Correlación positiva muy baja
Sólidos Totales	0,038	-0,330	Correlación negativa baja
Densidad	0,240	0,190	Correlación positiva muy baja
Agua Añadida	0,000	0,726	Correlación positiva alta

Tabla 23. Correlaciones de las variables temperatura, pH, acidez, titulable, sólidos totales, densidad y agua añadida con respecto al punto crioscópico de la leche cruda del área D

Variable	p	r	Significado
Temperatura	0,101	-0,263	Correlación negativa baja
pH	0,184	-0,214	Correlación negativa baja
Acidez Titulable	0,623	0,080	Correlación positiva muy baja
Sólidos Totales	0,735	0,055	Correlación positiva muy baja
Densidad	0,087	0,274	Correlación positiva baja
Agua Añadida	0,011	0,398	Correlación positiva moderada

Para la leche cruda acopiada en el área D podemos observar en la tabla 23, que existe una correlación positiva moderada entre el agua añadida y el punto crioscópico con un $r=0,398$ y un $p=0,011$, es decir son directamente proporcionales. Por otro lado, también se encontró que existe una correlación negativa moderada entre el pH y la acidez titulable teniendo un $r=-0,480$ y un $p=0,002$.

5.4 Evaluación comparativa de los puntos crioscópicos que presentan cero por ciento de agua añadida de las diferentes áreas de acopio de leche cruda.

Se obtuvieron porcentajes del número de muestras que presentaron un porcentaje de agua añadida igual cero, de las diferentes áreas de estudio como se muestra en la siguiente figura.

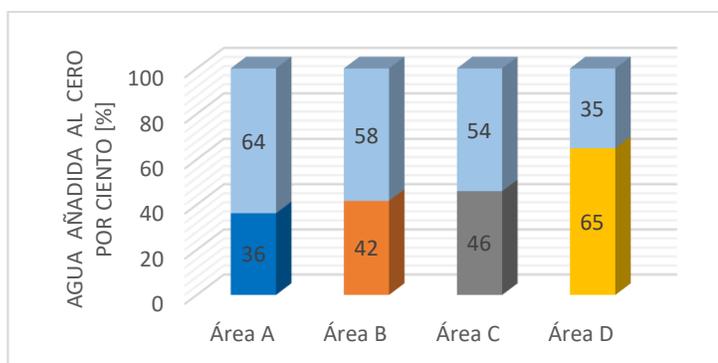


Figura 36. Porcentajes de los valores de agua añadida iguales al cero por ciento, para las áreas de estudio A, B, C, y D.

En la figura 36, se observa el porcentaje de la cantidad muestras con valores de agua añadida iguales a cero por ciento, que se obtuvieron en el periodo diciembre 2019 y junio 2020, en donde se puede apreciar que el área D es el área de acopio leche cruda que presenta mayor pureza durante periodo diciembre a junio con un 65%, luego le sigue el área C con un 46%., después el área B con un 42% y finalmente el área A, con un 36%.

En la tabla 24 se observa las medias obtenidas para las diferentes variables, a cero por ciento de agua añadida, es decir que se trata de leches altamente puras sin alteración o adulteración en las mismas. Al comparar las medias obtenidas con la Norma Boliviana NB 33013, se tiene que todas las variables se encuentran dentro del rango establecido por IBNORCA.

Tabla 24. Medias de las variables fisicoquímicas de las áreas A, B, C, y D, cuando presenta un porcentaje de agua añadida igual a 0%.

Áreas de acopio de la leche cruda	Temperatura [°C]	pH	Acidez Titulable [%]	Sólidos Totales [°Brix]	Densidad [g/mL]	Punto Crioscópico [°C]
ÁREA A	6,7	6,69	0,153	9,5	1,028	-0,5314
ÁREA B	8,6	6,67	0,156	9,6	1,029	-0,5304
ÁREA C	7,4	6,69	0,154	9,7	1,029	-0,5312
ÁREA D	8,0	6,68	0,154	9,7	1,029	-0,5324

Mediante el análisis de varianzas Anova como se muestra en la tabla 25, se pudo determinar que, si existe diferencias significativas entre las leches acopiadas en las áreas A, B, C y D, en las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales, y densidad con excepción en el punto crioscópico donde sus medias son significativamente iguales.

Tabla 25. Análisis de varianzas Anova para cada variable de las leches crudas de acopio de las áreas A, B, C y D.

	Temperatura	pH	Acidez Titulable	Sólidos Totales	Densidad	Punto Crioscópico
Áreas	Valor p	Valor p	Valor p	Valor p	Valor p	Valor p
A, B, C y D	0,000	0,001	0,009	0,001	0,000	0,337

Para tener más certeza entre que áreas existen estas diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey, donde se determinó que, para la variable temperatura, existe diferencias significativas entre las leches crudas acopiadas entre las áreas B-A, C-A, D-A, C-B, D-B, y D-C, las cuales tienen un $p=0$; $p=0,040$; $p=0$; $p=0$; $p=0,014$ y $p=0,018$ respectivamente.

Para la variable pH, se encontró que existen diferencias significativas entre las áreas de estudio B-A y C-B, con valores de $p=0,002$ para ambos casos.

Para la variable de acidez titulable, se encontró diferencias significativas entre las áreas de estudio B-A y C-B con valores de $p=0,010$ y $p=0,031$ respectivamente.

Para el contenido de sólidos totales se encontraron diferencias significativas entre las áreas de estudio C-A y C-B con valores de $p=0,013$ y $p=0,001$ respectivamente.

Para la variable densidad se encontraron diferencias significativas entre las áreas de estudio C-A y D-A, con valores de $p=0,013$ y $p=0$ respectivamente.

Y finalmente para el punto crioscópico no se encontraron ninguna diferencia significativa entre las áreas de estudio lo que quiere decir que todos los valores del punto crioscópico para las diferentes leches crudas son iguales. Estos resultados se reflejan mejor en la figura 37.

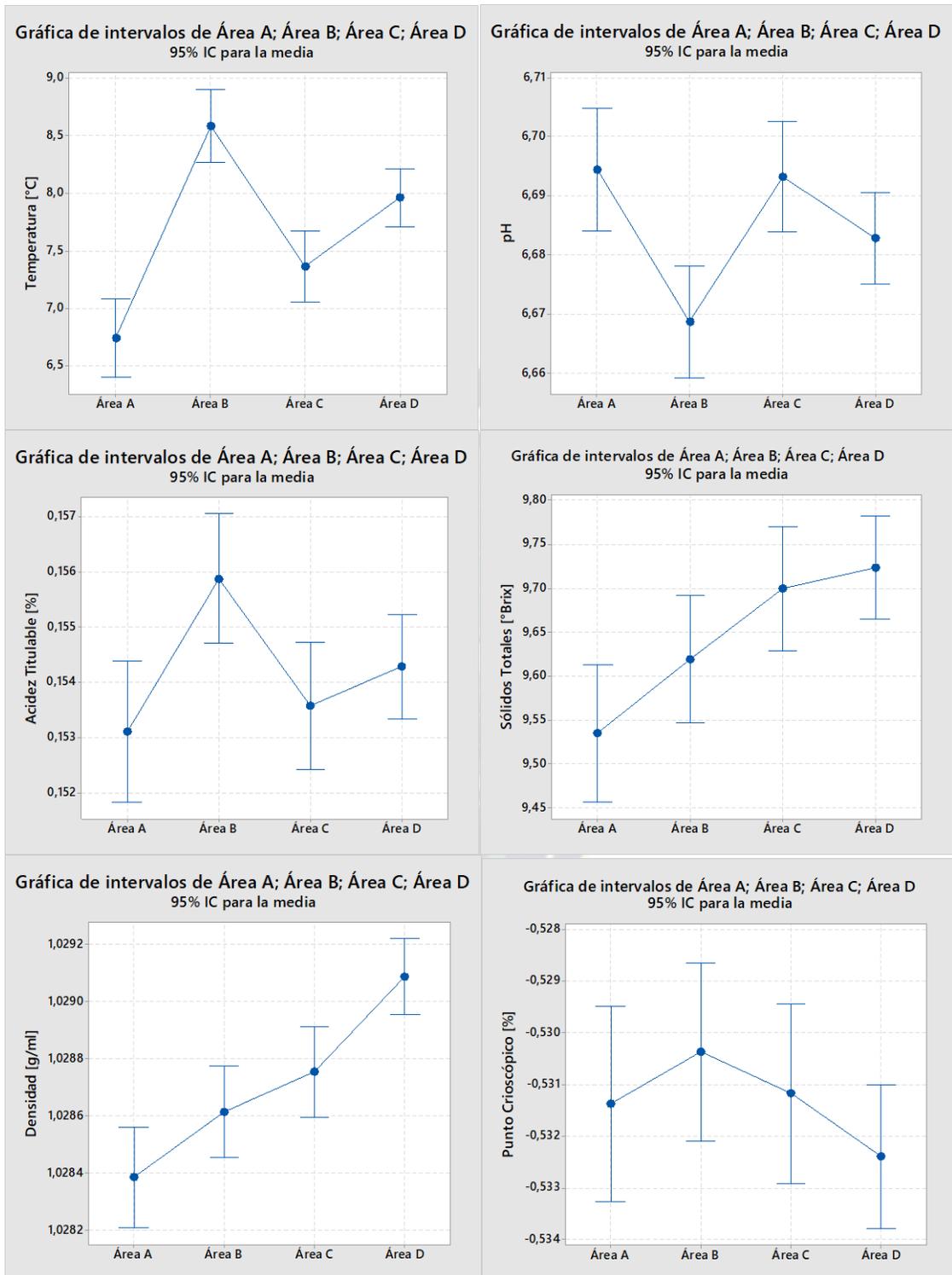


Figura 37. Comparaciones de las medias de las variables temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales y punto crioscópico, para las diferentes áreas de estudio cuando se tiene cero por ciento de agua añadida.

Realizando regresiones lineales para los valores del punto crioscópico y agua añadida de las leches acopiadas de las áreas A, B, C y D, se pudo encontrar un punto de intersección, donde nos indica que para valores de agua añadida comprendidas entre 0,8 y 0,9%, se encuentra el límite superior del rango establecido por IBNORCA de -0,52, por encima de este porcentaje de agua se estaría incumpliendo con los estándares de calidad.

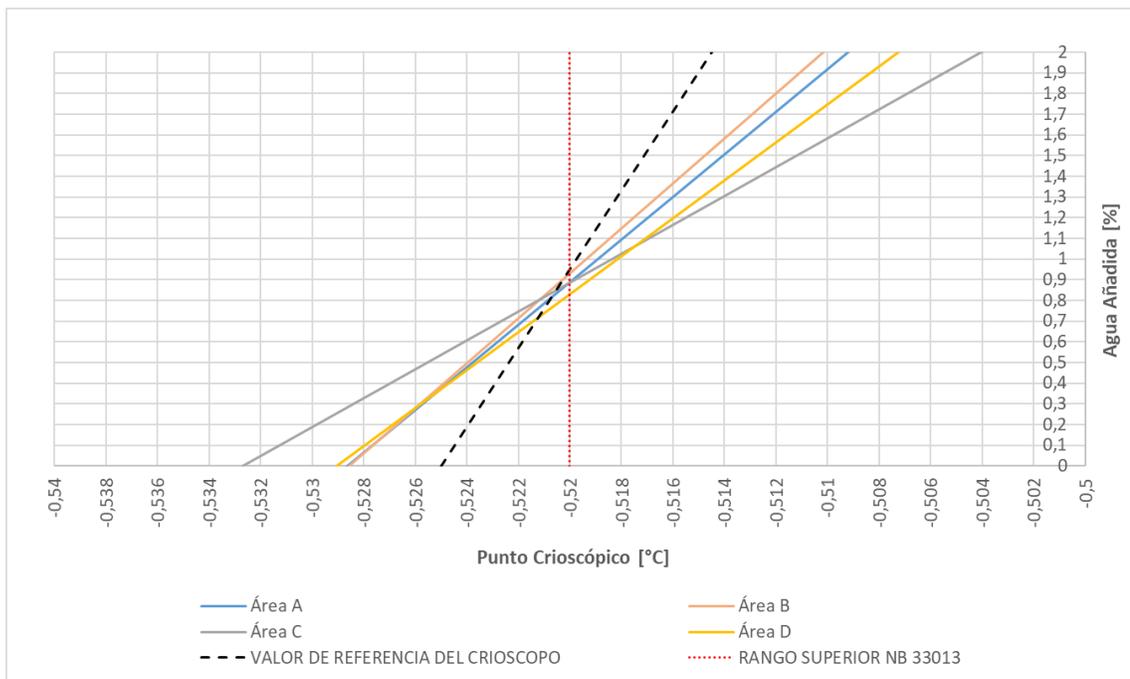


Figura 38. Comparación de los Puntos crioscópicos de las leches acopiadas del área A, área B, área C y área D cuando estas presentan un porcentaje de agua añadida igual a 0.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- Mediante la base de datos obtenidos se confirmó que todas las propiedades fisicoquímicas de las leches crudas acopiadas de las áreas A, B, C y D, se encuentran dentro de los estándares de calidad establecidos por la Norma Boliviana NB 33013, con excepción de los sólidos totales, los cuales se encuentran por debajo del mínimo permisible de 10,8%, esto puede atribuirse a las razas del ganado vacuno presentes en cada área de estudio como también a la alimentación del animal con un forraje de baja calidad.

Por otro lado, realizando comparación de varianzas ANOVA y la prueba de Tukey, se determinó que, sí existen diferencias significativas entre las diferentes leches de acopio provenientes del área A, B, C y D, con niveles de significancias menores a 0,05 en todas las propiedades fisicoquímicas analizadas, desplazando así la hipótesis nula y optando por la hipótesis alterna, como se demuestra en la siguiente tabla.

	B-A	C-A	D-A	C-B	D-B	D-C
Temperatura	0,000	0,000	0,000	0,019	1,000	0,021
pH	0,000	0,924	0,079	0,000	0,000	0,014
Acidez titulable	0,000	0,970	0,186	0,000	0,015	0,068
Sólidos Totales	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,737
Densidad	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Punto crioscópico	0,995	0,619	0,000	0,464	0,000	0,001
Agua añadida	0,843	0,031	0,000	0,002	0,000	0,103

Donde se obtuvieron mayor cantidad de diferencias significativas en los diferentes parámetros, entre las áreas D-B y C-B, y para B-A, C-A y D-C se tienen menor cantidad de diferencias significativas.

- Comparando la leche cruda acopiada de las áreas de estudio B, C y D, con las obtenidas directamente del ordeño de la vaca, provenientes de las mismas áreas, se

determinó que sí existen diferencias significativas entre ambos tipos de muestras, como se describe en la siguiente tabla:

	B-B*	C-C*	D-D*
Temperatura	0,000	0,000	0,000
pH	0,721	0,003	0,023
Acidez titulable	0,000	0,000	0,000
Sólidos Totales	0,264	0,000	0,693
Punto crioscópico	0,003	0,991	0,430
Agua Añadida	0,003	0,067	0,074

La diferencia en la temperatura se debe a que las leches acopiadas antes de ser transferidas a las plantas son previamente enfriadas en tanque de refrigeración, lo que no pasa con la leche adquirida del ordeño directo. En el caso de las muestras B-B*, se tiene una grande diferencia, en cuanto a sólidos totales, punto crioscópico y agua añadida lo cual indica que, desde el ordeño de las vacas hasta su traslado a las plantas procesadoras, la materia prima sufre contaminación, esto por malas prácticas de manufactura en la cadena láctea. En el caso de las muestras C-C* las diferencias significativas en el pH, acidez titulable y sólidos totales, pueden ser atribuidas a una adulteración con el fin de contrarrestar la adición de agua, adicionando solutos como sal o azúcar y de esa manera, añadidos para que el punto de congelación no varíe. Y por último, en el caso de las muestras D-D* las diferencias significativas en el pH y la acidez pueden atribuirse a una contaminación indirecta en la cadena láctea.

- En cuanto a la influencia de las variables fisicoquímicas en el punto crioscópico, se determinó que en las leches acopiadas de las áreas A, B y D, el agua añadida está altamente correlacionada con el punto crioscópico, es decir que a mayor cantidad de agua añadida, mayor es el punto crioscópico en las áreas mencionadas, en el caso del área C también está el punto crioscópico altamente correlacionada con el agua añadida, pero también está influenciada con la cantidad de sólidos totales, y esto se vio reflejado en la regresión lineal que se realizó entre el agua añadida y el punto crioscópico (ver figura 38) para cada área de estudio, donde se ve claramente que el punto crioscópico para el área C, es mucho más bajo con respecto al valor de referencia, lo que quiere decir como ya habíamos mencionado antes, que la leche cruda proveniente de esta área de estudio, muy probablemente está siendo adulterada con la adición de compuestos exógenos a la leche natural.

- Para ver la calidad de las leches crudas provenientes de las áreas de acopio A, B, C y D se realizó una comparación de los parámetros fisicoquímicos cuando se tiene 0% de agua añadida en las mismas, a partir del cual se encontró que presentan diferencias entre sí, con niveles de significancias $p < 0,05$, para la temperatura, pH, acidez titulable, sólidos totales y la densidad, y no así para el punto crioscópico como se muestra en la siguiente tabla:

	B-A	C-A	D-A	C-B	D-B	D-C
pH	0,002	0,998	0,294	0,002	0,105	0,329
Acidez titulable	0,010	0,095	0,467	0,031	0,164	0,784
Sólidos Totales	0,400	0,013	0,001	0,407	0,127	0,955
Densidad	0,239	0,013	0,000	0,610	0,000	0,009
Punto crioscópico	0,867	0,999	0,828	0,918	0,278	0,702

Así también claramente se puede evidenciar que entre las áreas D-C son prácticamente muy similares entre sus diferentes propiedades fisicoquímicas. De toda la base de datos generados el que da mayor porcentaje de leche cruda con cero por ciento de agua añadida, fue el perteneciente al área D con un porcentaje de 65%, seguida del área D, B y finalmente A.

Mediante regresiones lineales entre el porcentaje de agua añadida y el punto crioscópico, de las diferentes áreas estudiadas, se pudo obtener un intervalo de 0,8 - 0,9% de agua añadida, valor de tolerancia que nos permite estar aún dentro de los parámetros de calidad de la Norma Boliviana NB 33013.

Finalmente, tomando en cuenta todos los puntos anteriormente mencionados, podemos concluir que, de las cuatro áreas estudiadas en el presente trabajo, la que presenta mayor calidad en cuanto a sus parámetros fisicoquímicos, es la leche cruda producida y acopiada en el área D, seguida de leche acopiada en el área A, en cuanto a las áreas B y C si bien cumplen los estándares de calidad establecidas por IBNORCA necesitan hacer mayores mejoras en su producción lechera.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios asociados a la alimentación de las vacas, en las áreas estudiadas, en especial realizar estudios en el área de estudio B, debido a que, en los resultados encontrados en este trabajo, es el área con más diferencias significativas en relación con las demás áreas,
- Realizar una correlación del punto crioscópico con otros parámetros de calidad que pueden influir en la misma, y así evitar adulteraciones que pueden darse de varias formas, con o sin la adición de agua.
- Implementar una filial de laboratorio de control de calidad de la leche en las áreas de estudio con el fin de dar seguimiento y evaluar periódicamente la calidad de leche independientemente a cada socio o productor, para determinar posibles falencias en el momento oportuno, evitando así que los productores que poseen buena a excelente calidad de leche se vean afectados por los productores que no cumplen con los requisitos de higiene y composición, poniendo en peligro la calidad del producto a nivel centro de acopio y así por consiguiente de esta manera cada productor obtenga una mayor remuneración en el precio de la leche.
- Se recomienda realizar cursillos de capacitación de Buenas prácticas de manipulación teórico-prácticos para antes, durante y después de la etapa de ordeño y producción de leche; dirigidos a pequeños y medianos productores de leche para mejorar la calidad de la misma.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arano Barrientos, F. V. (2010). *Determinacion de la calidad de la leche de cuatro comunidades de la provincia Ingavi del departamento de La Paz, para el uso en la planta de transformacion de productos lacteos de la estacion experimental de Choquenaira*. La Paz - Bolivia.
- autoridadempresas.gob.bo. (s.f.). Cadena Productiva de la Leche. *AEMP Autoridad Fiscalizacion y Control Social de Empresas*, 1- 65.
- Baudoin Farah, A., & Albarracín, J. (2014). *Las Empresas Publicas de Alimentos avances, retrocesos y desafíos*. La Paz – Bolivia: Virginia Aillón.
- Botina Riobamba, E. C. (2013). *Evaluacion de la calidad Fisicoquimica , composicional y microbiologico de la leche cruda comercializada en el corregimiento de Catambuco*. San Juan de Pasto.
- Cabrera, G., Alvarez, C., & P., H. .. (1987). *Manual de Higiene de Alimentos II*. La Habana- Cuba: Ministerio de educacion superior.
- Carrasco, S. I. (2008). *Evaluacion de la calidad de composicion de leche en ganado bovino de cuatro modulos de la sub central Belen del canton Achacachi* . La Paz - Bolivia.
- Contreras, M. G. (2014). *Evaluacion Fisico-Quimica e Higienica de la produccion de Leche fresca en el distrito de Socota* . Sagasteguiana, 157 – 164.
- Cortez Quispe, H. A. (2017). *Producción lechera y efectos del cambio climático en dos comunidades del Altiplano Norte*. Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica - UMSA, 774-818.
- Cortez Quispe, H., Paredes Alvarado, D., Cabrera Gutiérrez, C., & Alarcón Catari, E. (2014). *Producción lechera y efectos del cambio climático en dos comunidades del Altiplano Norte*. LA PAZ – BOLIVIA: Weimberg.
- Coulter, T. P. (2002). *FOOD The Chemistry of Its Components*. Great Britain: Royal Society of Chemistry.
- Flores, O. T. (8 de mayo de 2020). *Centro de Investigación y Promoción del Campesinado – CIPCA*. Obtenido de Centro de Investigación y Promoción del Campesinado –

- CIPCA: <https://cipca.org.bo/analisis-y-opinion/reportajes/produccion-de-leche-en-tiempos-de-cuarentena-por-covid-19>
- Gonzales Cuascota, M. V. (2012). *Estudio del punto crioscopico de la leche cruda bovina, endos pisos altitudinales y dos epocas del año, Universidad Politecnica Salesiana.* Quito-Ecuador.
- Gonzales Mamani, Á. (2017). “*Análisis de función de producción para determinar el impacto técnico del proyecto alianzas rurales (PAR), en una asociación de producción lechera del municipio de Tiwanacu del Departamento de La Paz . La Paz . Bolivia.*
- Guachalla, J. G. (2010). *Estudio de la Calidad de la Leche en los centros de acopio del municipio de Pucarani, Universidad Mayor de San Andres , Facultad Tecnica.* La Paz-Bolivia.
- IBNORCA. (2004). *Instituto de Normalizacion y Calidad.* Bolivia.
- ine.gob.bo. (s.f.). *instituto nacional de estadistica - ministerio de desarrollo rural y tierras.* Obtenido de instituto nacional de estadistica - ministerio de desarrollo rural y tierras: https://www.ine.gob.bo/index.pHp/wpfd_file/bolivia-produccion-de-leche-bovina-por-departamento-segun-ano-1990-2019/
- Llanos Pinto, G. R. (2007). *Caracterizacion del ganado lechero meztizo en el cordon productivo del altiplano .* La Paz - Bolivia.
- MDRAyMA,ALADI. (2008). *Apoyo al fortalecimiento productivo de pequeños Productores y micro-pequeñas empresas del sector lácteo en Bolivia.* La Paz - Bolivia.
- Ministerio de Desarrollo Rural, A. y. (2008). *Apoyo al fortalecimiento productivo de prequeños productores y micropequeñas empresas del sector lacteo en Bolivia.* La Paz- Bolivia: Dapmder.
- Pacosillo, M., Quispe, E., Selgado, M., Mita, P., Vila, J., Quispe C., D., & Condori A., M. (julio 2019- febrero 2020). *Analistas de la Industria de Lacteos Soalpro S.R.L.* El Alto .
- PDLA. (2003). *Asociacion de Productores de Leche de la Provincia Murillo.* En Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano (pág. 24). La Paz- Bolivia: Memoria Insitucional.

- Peña C., M. E. (2018). *Lácteos: Aporte nutricional en la dieta humana*. Instituto Boliviano de Comercio Exterior IBCE, 1 - 22.
- Podorozhniaya, I. V., & Vetokhin, S. S. (2014). *Changing of milk freezing temperature after introduction of new requirements to its acidity* . Organic Substances Technology and Biotechnology, 197-200.
- Quino Relova, E. G. (2008). *Determinación de los costos de producción de leche y derivados lácteos a nivel artesanal en las provincias Los Andes, Murillo y Omasuyos del departamento de La Paz*. La Paz - Bolivia.
- Quispe Copa, J. (2014). *Evaluación de la calidad de la leche bovina para la época seca y húmeda, en el altiplano norte de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz*. La Paz - Bolivia.
- Quispe Guachalla, J. G. (2010). *Estudio de la calidad de leche en los centros de acopio del municipio de Pucarani*. La Paz - Bolivia.
- Salazar Guerrero, R. D. (2019). *Evaluación de la Calidad Fisicoquímica e Higiénero sanitaria de la leche a nivel de fincas ganaderas en la provincia de Pichincha*. Ibarra - Ecuador.
- spanish.xinhuanet.com. (16 de agosto de 2019). *Xinhua Español*. Obtenido de Xinhua Español: http://spanish.xinhuanet.com/2019-08/16/c_138312328.htm
- Tello Medina, E. P. (2016). *Factores genéticos y medio ambientales y su influencia en el punto crioscópico y sólidos totales de la leche fresca en la región Cajamarca*. Cajamarca - Peru.
- Wingching Jones, R., & Mora Chaves, E. (2019). *Efecto de agregar agua sobre el punto crioscópico y componentes*. UNED Research Journal, 313-319.
- Wolfschoon Pombo, A. F., & Mucio, M. F. (1979). *Relación entre el punto crioscópico, acidez pH y Sólidos Totales en la Leche de Cabra*. <https://www.researchgate.net/publication/284859011>.
- www.autoridadempresas.gob.bo. (s.f.). *Cadena productiva de la leche*. Obtenido de Cadena productiva de la leche: <https://www.autoridadempresas.gob.bo/direccion-tecnica-de-defensa-de-la-competencia-y-desarrollo-normativo/cadenas-productivas>

www.fao.org. (2020). *FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations.*

Obtenido de FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations:

<http://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/>

Yana, E. (2011). *Asociación de productores de leche de la provincia Omasuyos - Módulo ARASAYA.* La Paz.

Yapu Tapia, E. L. (2010). *Compañía de Alimentos LTDA. "DELIZIA".* La Paz - Bolivia.

Zagorska, J., & Ciprovica, I. (2013). *Evaluation of Factors Affecting Freezing Point of milk.* International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 106-111.



9. ANEXOS

Anexo 1: Municipios Productores de Leche en Bolivia (2011).



Fuente : (Cortez Quispe, Paredes Alvarado, Cabrera Gutiérrez, & Alarcón Catari, 2014).

Anexo 2. Comunidades pertenecientes a cada área de acopio de leche cruda.

	Comunidad	Provincia
Área de acopio de leche cruda A	Chijipina grande	Omasuyos
	Tipampa	Omasuyos
	Churuata Belén	Omasuyos
	Pampa Belén	Omasuyos
	Irama Belén	Omasuyos
	Cotapampa	Omasuyos
	Arasaya chico	Omasuyos
	Barco Belén	Omasuyos
	Chahuirá chico	Omasuyos
	Chahuirá grande	Omasuyos
	Chahuirá pampa	Omasuyos
	Avichaca	Omasuyos
	Apuraya alta	Omasuyos
	Apuraya baja	Omasuyos
	Huanaco	Omasuyos
	Akjerana 1	Omasuyos
	Akjerana 2	Omasuyos
Umajalsu	Omasuyos	
Área de acopio de leche cruda B	Cotacota	Los andes
	Cotacota exaltacion	Los andes
	Cullpajahua	Los andes
	Chuirayo	Los andes
	Cantuyo collantaca	Los andes
	Poke	Los andes
Área de acopio de leche cruda C	Ullajara	Los andes
	Curva pucara	Los andes
	Ninapampa	Los andes
	Alircaya	Los andes
	Quellani	Los andes
	Sullcataca baja	Los andes
	Sullcataca alta	Los andes
	Kasa achuta	Ingavi
	Corpa	Ingavi
	Caluyo 3	Ingavi
	Caluyo 2	Ingavi
	Belén pituta "b"	Ingavi
Chambi chico	Ingavi	
Belén pituta "a"	Ingavi	
Área de acopio de leche cruda D	Santa rosa	Los andes
	San Cristóbal	Los andes
	Pallina laja	Los andes
	Chonchocoro	Ingavi
	Hilata san Jorge	Ingavi

Anexo 3. Área de producción A y algunos centros de acopio de leche cruda.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Área de producción B y algunos centros de acopio de leche cruda.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Área de producción C y algunos centros de acopio de leche cruda.



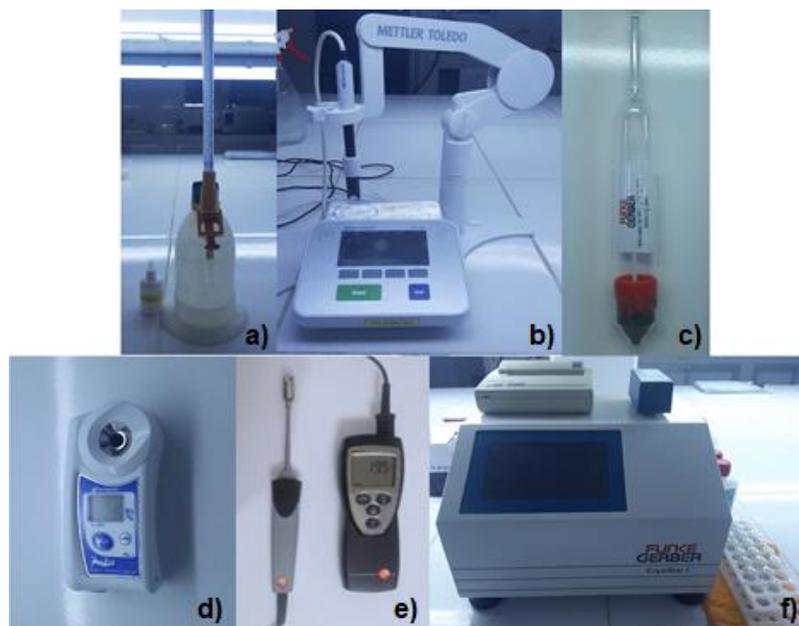
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Área de producción D y algunos centros de acopio de leche cruda.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Materiales y equipos de análisis: a) Bureta Schilling de 10mL, b) pHmetro Mettler Toledo S20 Seveneasy, c) Lactodensímetro, d) Refractómetro Atago, e) Termómetro Digital Testo 925, f) Crioscópico Kryostar 1-Funker Gerber.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Muestra representativa de leche cruda proveniente directamente del ordeño del ganado vacuno.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Muestras representativas de Leche cruda proveniente directamente del productor del Área B* de muestreo.

ÁREA B*							
Nº	MUESTRAS (NOMBRE DE POBLADOR)	TEMPERATURA [°C]	pH	SÓLIDOS TOTALES [°Brix]	ACIDEZ [%]	TEMPERATURA DE CONGELACIÓN [°C]	AGUA AÑADIDA [%]
1	EMILIO COLQUE	11,0	6,63	9,1	0,140	-0,5126	2,4
2	JUAN MOLTALVO	11,0	6,67	9,5	0,135	-0,5321	0,0
3	MIGUEL APAZA	12,2	6,64	9,5	0,140	-0,5246	0,1
4	SELEDONIO TAPIA	13,3	6,62	8,9	0,144	-0,5248	0,0
5	ANDRES ALANOCA	13,6	6,84	7,9	0,090	-0,4629	11,8
6	FLAVIO SEGALES	15,4	6,59	8,8	0,140	-0,5448	0,0
7	EFRAIN COLQUE	14,3	6,62	9,0	0,144	-0,5398	0,0
8	WILSON HUAMPO	15,1	6,64	8,9	0,122	-0,5056	3,7
9	EFRAIN SEGALES	15,4	6,66	9,6	0,135	-0,5215	0,7
10	JUSTA COLQUE	15,4	6,53	10,6	0,162	-0,5538	0,0
11	JUAN JOSE CRUZ	15,8	6,70	9,8	0,122	-0,5284	0,0
12	CARMELO DURAN	16,1	6,67	8,0	0,122	-0,4774	9,1
13	MARCOS SUMI	16,0	6,64	10,0	0,131	-0,5335	0,0
14	JAVIER MONTALVO	16,9	6,63	10,5	0,144	-0,5375	0,0
PROMEDIO		14,4	6,65	9,29	0,133	-0,5214	2,0

Anexo 10. Muestras representativas de Leche cruda proveniente directamente del productor del Área C* de muestreo.

ÁREA C*							
Nº	MUESTRAS (NOMBRE DE POBLADOR)	TEMPERATURA [°C]	pH	SÓLIDOS TOTALES [°Brix]	ACIDEZ [%]	TEMPERATURA DE CONGELACIÓN [°C]	AGUA AÑADIDA [%]
1	KASA ACHUTA 1	17,6	6,64	9,0	0,126	-0,5178	1,4
2	KASA ACHUTA 2	16,3	6,64	9,2	0,140	-0,5266	0,0
3	KASA ACHUTA 3	18,0	6,70	8,9	0,126	-0,5193	0,8
4	KASA ACHUTA 4	17,4	6,64	9,0	0,122	-0,5300	0,0
5	KASA ACHUTA 5	16,9	6,47	9,8	0,189	-0,5470	0,0
6	CALUYO 1	16,5	6,63	9,1	0,131	-0,5269	0,0
7	CALUYO 2	16,3	6,65	9,5	0,135	-0,5300	0,0
8	CALUYO 3	17,1	6,63	9,2	0,140	-0,5262	0,0
9	CALUYO 4	17,0	6,70	9,1	0,131	-0,5133	2,2
PROMEDIO		17,0	6,63	9,2	0,138	-0,5263	0,5

Anexo 11. Muestras representativas de Leche cruda proveniente directamente del productor del Área D* de muestreo.

ÁREA D*							
N°	MUESTRAS (NOMBRE DE POBLADOR)	TEMPERATURA	pH	SÓLIDOS TOTALES	ACIDEZ	TEMPERATURA DE CONGELACIÓN	AGUA AÑADIDA
		[°C]				[°C]	[%]
1	VICTORIA HUANCA	15,4	6,61	9,1	0,144	-0,5362	0,0
2	SOFIA GABRIELA V.	15,1	6,57	10,6	0,171	-0,5333	0,0
3	HILDA HUANCA DE T.	15,4	6,74	9,6	0,117	-0,5191	1,1
4	MAXIMA HUANCA F.	17,4	6,75	9,6	0,131	-0,5709	0,0
5	JOSE TICONA F.	16,3	6,69	9,5	0,135	-0,5274	0,0
6	BERNARDO QUISPE T.	16,6	6,67	9,8	0,135	-0,5318	0,0
7	BLANCA LAZARO L.	16,5	6,64	9,7	0,144	-0,5353	0,0
8	GRACIELA LAYME Q.	16,4	6,65	9,7	0,153	-0,5317	0,0
9	LUISA TICONA VDA.DE P.	16,3	6,63	9,5	0,153	-0,5315	0,0
10	CANDELARIA QUISPE	17,2	6,68	9,9	0,144	-0,5370	0,0
11	VIVIANA ZALAZAR R.	16,9	6,68	8,7	0,126	-0,4579	12,8
12	LEONARDA FLORENCIA	16,9	6,48	9,5	0,153	-0,5360	0,0
13	GRACIELA QUISPE T.	17,0	6,68	10,2	0,140	-0,5082	3,2
14	RUTH MARIA TICONA P.	17,0	6,61	9,7	0,131	-0,5308	0,0
15	NATALIA HUANCA DE H.	17,1	6,67	10,0	0,140	-0,5413	0,0
16	NATIVIDAD RODRIGUEZ	17,4	6,69	9,0	0,131	-0,5007	4,6
PROMEDIO		16,6	6,65	9,6	0,140	-0,5268	1,4

Anexo 12. Datos proporcionados de los parámetros fisicoquímicos de la leche de acopio, recepcionada de las diferentes áreas de muestreo.

Fecha	Áreas de acopio de la leche cruda	Temperatura	pH	Acidez	Sólidos Totales	Densidad	Punto crioscópico	Agua Añadida
		[°C]						
1/7/2019	Área A	6,3	6,72	0,150	9,05	1,028		
1/7/2019	Área C	6,5	6,70	0,150	9,55	1,030		
1/7/2019	Área D	4,4	6,73	0,150	9,30	1,030		
2/7/2019	Área A	5,7	6,74	0,150	9,20	1,029		
2/7/2019	Áreas B	5,6	6,70	0,150	9,50	1,028		
2/7/2019	Área C	5,6	6,74	0,150	9,45	1,030		
2/7/2019	Área D	6,9	6,73	0,150	9,80	1,030		
3/7/2019	Área A	7,4	6,74	0,155	9,35	1,029		
3/7/2019	Áreas B	5,6	6,71	0,162	9,40	1,028		
3/7/2019	Área C	5,6	6,76	0,155	9,60	1,029		
3/7/2019	Área D	7,1	6,73	0,157	9,90	1,029		
4/7/2019	Área A	5,6	6,73	0,155	9,65	1,029		
4/7/2019	Áreas B	4,8	6,70	0,153	9,50	1,028		
4/7/2019	Área C	5,1	6,75	0,151	9,70	1,029		
4/7/2019	Área D	7,4	6,73	0,153	9,50	1,030		
5/7/2019	Área A	5,3	6,75	0,155	9,60	1,029		
5/7/2019	Áreas B	3,5	6,73	0,157	9,50	1,028		
5/7/2019	Área C	5,1	6,76	0,157	9,80	1,030		
5/7/2019	Área D	7,4	6,73	0,153	9,80	1,029		
6/7/2019	Área A	5,3	6,76	0,146	9,70	1,029		

6/7/2019	Áreas B	5,4	6,71	0,153	9,70	1,028		
6/7/2019	Área C	6,3	6,76	0,154	9,65	1,029		
6/7/2019	Área D	7,1	6,74	0,153	9,80	1,030		
7/7/2019	Área A	5,1	6,75	0,151	9,65	1,030		
7/7/2019	Áreas B	5,8	6,75	0,153	9,50	1,029		
7/7/2019	Área C	4,1	6,75	0,154	9,85	1,029		
7/7/2019	Área D	5,6	6,76	0,153	9,70	1,030		
8/7/2019	Área A	5,7	6,73	0,146	9,20	1,028		
8/7/2019	Áreas B	4,6	6,74	0,148	9,50	1,028		
8/7/2019	Área C	5,5	6,76	0,146	9,65	1,029		
8/7/2019	Área D	7,1	6,73	0,153	9,50	1,029		
15/7/2019	Área A	5,3	6,75	0,153	9,55	1,028		
15/7/2019	Áreas B	3,1	6,72	0,157	9,70	1,028		
15/7/2019	Área C	4,2	6,80	0,157	9,75	1,030		
15/7/2019	Área D	6,2	6,77	0,153	9,80	1,029		
16/7/2019	Área A	5,3	6,72	0,153	9,65	1,029		
16/7/2019	Áreas B	5,6	6,63	0,157	9,50	1,028		
16/7/2019	Área C	5,2	6,77	0,153	9,95	1,030		
16/7/2019	Área D	7,1	6,74	0,157	10,00	1,030		
17/7/2019	Área A	7,1	6,74	0,153	9,85	1,030		
17/7/2019	Áreas B	4,5	6,69	0,153	9,70	1,028		
17/7/2019	Área C	6,6	6,75	0,153	9,90	1,029		
17/7/2019	Área D	6,7	6,72	0,157	9,80	1,029		
18/7/2019	Área A	6,7	6,71	0,153	9,70	1,029		
18/7/2019	Áreas B	6,9	6,69	0,157	9,60	1,028		
18/7/2019	Área C	6,3	6,75	0,153	9,80	1,030		
18/7/2019	Área D	6,4	6,73	0,157	9,80	1,030		
19/7/2019	Área A	6,0	6,70	0,157	9,65	1,029		
19/7/2019	Áreas B	6,3	6,66	0,157	9,70	1,029		
19/7/2019	Área C	5,9	6,71	0,157	9,65	1,030		
19/7/2019	Área D	6,8	6,71	0,157	9,80	1,030		
20/7/2019	Área A	6,9	6,71	0,157	9,70	1,029		
20/7/2019	Áreas B	5,4	6,69	0,153	9,50	1,028		
20/7/2019	Área C	6,6	6,73	0,153	9,65	1,029		
20/7/2019	Área D	8,0	6,68	0,153	9,70	1,029		
21/7/2019	Área A	7,0	6,78	0,153	9,60	1,029		
21/7/2019	Áreas B	7,3	6,72	0,153	9,30	1,029		
21/7/2019	Área C	8,0	6,77	0,153	9,30	1,030		
21/7/2019	Área D	7,8	6,78	0,153	9,40	1,030		
22/7/2019	Área A	5,9	6,68	0,155	9,60	1,028		
22/7/2019	Áreas B	6,3	6,68	0,150	9,60	1,030		
22/7/2019	Área C	6,7	6,72	0,150	9,70	1,030		
22/7/2019	Área D	5,5	6,66	0,150	9,70	1,029		
23/7/2019	Área A	6,3	6,71	0,150	9,65	1,029		
23/7/2019	Áreas B	7,4	6,71	0,150	9,60	1,030		
23/7/2019	Área C	7,6	6,73	0,150	9,80	1,029		
23/7/2019	Área D	6,4	6,72	0,150	9,50	1,028		
24/7/2019	Área A	5,9	6,74	0,160	9,65	1,029		
24/7/2019	Áreas B	7,0	6,70	0,160	9,50	1,028		
24/7/2019	Área C	6,8	6,75	0,150	9,50	1,028		
24/7/2019	Área D	7,5	6,73	0,150	9,60	1,028		
25/7/2019	Área A	6,2	6,67	0,150	9,75	1,029		
25/7/2019	Áreas B	6,0	6,71	0,150	9,60	1,028		
25/7/2019	Área C	5,8	6,73	0,150	9,80	1,030		
25/7/2019	Área D	6,4	6,73	0,150	9,50	1,030		
26/7/2019	Área A	6,1	6,73	0,150	9,35	1,028		
26/7/2019	Áreas B	5,6	6,71	0,150	9,50	1,028		
26/7/2019	Área C	5,3	6,75	0,150	9,65	1,030		
26/7/2019	Área D	6,3	6,75	0,150	9,80	1,030		
27/7/2019	Área A	6,8	6,76	0,150	9,65	1,029		
27/7/2019	Áreas B	4,4	6,74	0,150	9,00	1,028		
27/7/2019	Área C	6,4	6,75	0,150	9,60	1,029		
27/7/2019	Área D	7,9	6,73	0,150	9,40	1,030		
28/7/2019	Área A	5,1	6,79	0,150	9,60	1,029		
28/7/2019	Áreas B	3,9	6,74	0,150	9,60	1,029		
28/7/2019	Área C	4,7	6,78	0,150	9,55	1,029		

28/7/2019	Área D	5,9	6,77	0,150	9,50	1,028		
29/7/2019	Área A	5,7	6,73	0,153	9,40	1,028		
29/7/2019	Áreas B	4,2	6,72	0,153	9,40	1,029		
29/7/2019	Área C	5,5	6,71	0,153	9,15	1,029		
29/7/2019	Área D	6,4	6,71	0,153	9,80	1,028		
30/7/2019	Área A	5,8	6,72	0,153	9,30	1,029		
30/7/2019	Áreas B	4,4	6,70	0,153	9,10	1,028		
30/7/2019	Área C	5,2	6,76	0,153	9,50	1,029		
30/7/2019	Área D	5,9	6,74	0,153	9,30	1,028		
31/7/2019	Área A	5,7	6,70	0,153	9,10	1,028		
31/7/2019	Áreas B	4,7	6,70	0,153	9,10	1,028		
31/7/2019	Área C	5,2	6,74	0,153	9,30	1,029		
31/7/2019	Área D	6,6	6,72	0,153	9,20	1,029		
1/8/2019	Área A	5,3	6,74	0,153	9,10	1,028		
1/8/2019	Áreas B	6,3	6,73	0,153	9,30	1,028		
1/8/2019	Área C	5,8	6,74	0,153	9,30	1,029		
1/8/2019	Área D	6,6	6,74	0,153	9,50	1,029		
2/8/2019	Área A	5,6	6,69	0,153	9,00	1,028		
2/8/2019	Áreas B	5,0	6,70	0,153	9,20	1,028		
2/8/2019	Área C	5,8	6,66	0,157	9,45	1,029		
2/8/2019	Área D	6,4	6,70	0,153	9,00	1,029		
3/8/2019	Área A	5,8	6,71	0,153	9,25	1,028		
3/8/2019	Áreas B	14,8	6,71	0,153	9,00	1,028		
3/8/2019	Área C	5,2	6,74	0,153	9,20	1,029		
3/8/2019	Área D	5,9	6,73	0,153	9,30	1,030		
5/8/2019	Área A	5,7	6,74	0,157	9,65	1,029		
5/8/2019	Áreas B	3,9	6,76	0,153	9,30	1,028		
5/8/2019	Área C	4,3	6,79	0,153	9,75	1,030		
5/8/2019	Área D	6,1	6,78	0,153	9,80	1,030		
6/8/2019	Área A	5,6	6,72	0,153	9,35	1,028		
6/8/2019	Áreas B	4,1	6,74	0,144	9,40	1,028		
6/8/2019	Área C	4,7	6,74	0,153	9,75	1,029		
6/8/2019	Área D	6,3	6,73	0,153	9,50	1,029		
7/8/2019	Área A	5,5	6,74	0,155	9,70	1,029		
7/8/2019	Áreas B	4,9	6,71	0,153	9,30	1,028		
7/8/2019	Área C	5,6	6,77	0,157	9,90	1,029		
7/8/2019	Área D	5,4	6,73	0,153	9,60	1,029		
8/8/2019	Área A	5,6	6,70	0,153	9,50	1,029		
8/8/2019	Áreas B	5,0	6,66	0,157	9,40	1,029		
8/8/2019	Área C	5,6	6,72	0,153	9,75	1,029		
8/8/2019	Área D	6,5	6,71	0,157	9,80	1,029		
9/8/2019	Área A	5,6	6,72	0,157	9,65	1,029		
9/8/2019	Áreas B	6,3	6,67	0,157	9,60	1,028		
9/8/2019	Área C	5,9	6,73	0,157	9,70	1,030		
9/8/2019	Área D	6,6	6,64	0,157	9,60	1,030		
10/8/2019	Área A	5,4	6,78	0,153	9,10	1,028		
10/8/2019	Áreas B	5,5	6,70	0,153	9,00	1,028		
10/8/2019	Área C	6,6	6,76	0,153	9,60	1,029		
10/8/2019	Área D	7,1	6,75	0,153	9,30	1,029		
12/8/2019	Área A	5,6	6,73	0,150	9,15	1,030		
12/8/2019	Áreas B	4,9	6,69	0,150	9,40	1,028		
12/8/2019	Área C	5,5	6,75	0,150	9,40	1,030		
12/8/2019	Área D	6,5	6,74	0,150	9,20	1,029		
13/8/2019	Área A	5,7	6,76	0,150	9,45	1,028		
13/8/2019	Áreas B	5,9	6,69	0,150	9,40	1,028		
13/8/2019	Área C	7,3	6,76	0,150	9,25	1,029		
13/8/2019	Área D	7,0	6,76	0,150	9,80	1,028		
14/8/2019	Área A	5,8	6,77	0,160	9,25	1,029		
14/8/2019	Áreas B	7,1	6,68	0,150	9,30	1,028		
14/8/2019	Área C	6,8	6,73	0,150	9,35	1,028		
14/8/2019	Área D	7,6	6,73	0,150	9,20	1,028		
15/8/2019	Área A	5,9	6,74	0,157	9,45	1,029		
15/8/2019	Áreas B	5,3	6,66	0,162	9,40	1,028		
15/8/2019	Área C	7,2	6,70	0,155	9,45	1,028		
15/8/2019	Área D	6,6	6,71	0,157	9,60	1,029		
16/8/2019	Área A	5,7	6,74	0,150	9,35	1,029		

16/8/2019	Áreas B	5,3	6,66	0,160	9,30	1,028		
16/8/2019	Área C	6,3	6,73	0,150	9,45	1,029		
16/8/2019	Área D	7,1	6,73	0,150	9,60	1,028		
18/8/2019	Área A	5,8	6,71	0,153	9,25	1,029		
18/8/2019	Áreas B	5,0	6,67	0,153	9,00	1,028		
18/8/2019	Área C	5,4	6,78	0,153	9,65	1,029		
19/8/2019	Área A	6,0	6,73	0,153	9,15	1,029		
19/8/2019	Áreas B	5,6	6,64	0,162	9,50	1,028		
19/8/2019	Área C	5,9	6,72	0,153	9,45	1,029		
19/8/2019	Área D	6,8	6,72	0,153	9,40	1,028		
20/8/2019	Área A	5,5	6,73	0,157	9,05	1,028		
20/8/2019	Áreas B	5,7	6,68	0,157	9,00	1,028		
20/8/2019	Área C	6,2	6,72	0,153	9,35	1,029		
20/8/2019	Área D	7,5	6,71	0,153	9,20	1,028		
21/8/2019	Área A	6,4	6,71	0,157	9,15	1,028		
21/8/2019	Áreas B	5,9	6,69	0,157	9,00	1,027		
21/8/2019	Área C	6,3	6,72	0,153	9,55	1,028		
21/8/2019	Área D	7,5	6,70	0,153	9,10	1,029		
22/8/2019	Área A	5,8	6,75	0,153	9,15	1,028		
22/8/2019	Áreas B	5,7	6,66	0,162	9,00	1,028		
22/8/2019	Área C	6,1	6,75	0,153	9,30	1,029		
22/8/2019	Área D	7,4	6,72	0,157	9,10	1,029		
23/8/2019	Área A	4,2	6,75	0,153	9,25	1,028		
23/8/2019	Áreas B	6,2	6,65	0,162	9,10	1,027		
23/8/2019	Área C	6,5	6,72	0,153	9,20	1,028		
23/8/2019	Área D	8,9	6,70	0,157	9,20	1,029		
24/8/2019	Área A	6,1	6,76	0,153	9,00	1,028		
24/8/2019	Áreas B	6,2	6,70	0,157	9,10	1,028		
24/8/2019	Área C	16,3	6,75	0,153	9,25	1,029		
24/8/2019	Área D	7,6	6,73	0,157	9,20	1,028		
25/8/2019	Área A	9,0	6,77	0,153	9,00	1,028		
25/8/2019	Áreas B	5,3	6,72	0,153	9,00	1,028		
25/8/2019	Área C	5,1	6,76	0,153	9,20	1,028		
25/8/2019	Área D	7,8	6,73	0,153	9,10	1,029		
26/8/2019	Área A	5,6	6,70	0,157	9,65	1,028		
26/8/2019	Áreas B	4,6	6,71	0,153	9,60	1,028		
26/8/2019	Área C	5,1	6,71	0,155	9,80	1,029		
26/8/2019	Área D	7,1	6,76	0,153	9,70	1,030		
27/8/2019	Área A	5,6	6,72	0,157	9,55	1,028		
27/8/2019	Áreas B	4,7	6,74	0,157	9,60	1,028		
27/8/2019	Área C	5,5	6,72	0,155	9,85	1,030		
27/8/2019	Área D	7,3	6,71	0,157	9,60	1,030		
28/8/2019	Área A	6,2	6,73	0,162	9,50	1,028		
28/8/2019	Áreas B	4,8	6,74	0,153	9,50	1,028		
28/8/2019	Área C	6,0	6,74	0,153	9,40	1,029		
28/8/2019	Área D	7,3	6,69	0,162	9,50	1,029		
29/8/2019	Área A	5,8	6,70	0,157	9,20	1,029		
29/8/2019	Áreas B	4,7	6,71	0,162	9,30	1,028		
29/8/2019	Área C	6,1	6,70	0,160	9,15	1,029		
29/8/2019	Área D	7,9	6,68	0,162	9,30	1,028		
30/8/2019	Área A	5,7	6,73	0,157	9,20	1,028		
30/8/2019	Áreas B	5,8	6,71	0,153	9,10	1,028		
30/8/2019	Área C	6,9	6,72	0,153	9,15	1,030		
30/8/2019	Área D	7,6	6,72	0,157	9,50	1,030		
31/8/2019	Área A	6,0	6,69	0,157	9,75	1,028		
31/8/2019	Áreas B	5,2	6,64	0,162	9,70	1,028		
31/8/2019	Área C	6,6	6,71	0,157	9,70	1,029		
31/8/2019	Área D	8,6	6,68	0,162	9,20	1,030		
1/9/2019	Área A	5,5	6,73	0,150	9,40	1,030		
1/9/2019	Áreas B	8,0	6,70	0,140	9,10	1,028		
1/9/2019	Área C	6,8	6,73	0,150	9,25	1,029		
1/9/2019	Área D	8,3	6,71	0,150	9,50	1,030		
2/9/2019	Área A	6,7	6,71	0,150	9,15	1,029		
2/9/2019	Áreas B	5,3	6,68	0,150	9,30	1,028		
2/9/2019	Área C	6,1	6,77	0,150	9,55	1,029		
2/9/2019	Área D	7,8	6,70	0,150	9,40	1,029		

3/9/2019	Área A	6,0	6,75	0,150	9,15	1,028		
3/9/2019	Áreas B	5,5	6,69	0,150	9,20	1,028		
3/9/2019	Área C	6,7	6,74	0,150	9,35	1,030		
3/9/2019	Área D	7,0	6,70	0,150	9,50	1,030		
4/9/2019	Área A	5,9	6,75	0,150	9,20	1,028		
4/9/2019	Áreas B	6,4	6,66	0,150	9,40	1,027		
4/9/2019	Área C	7,8	6,72	0,150	9,35	1,030		
4/9/2019	Área D	7,3	6,71	0,150	9,40	1,028		
5/9/2019	Área A	7,0	6,68	0,155	9,10	1,028		
5/9/2019	Áreas B	6,1	6,67	0,150	9,20	1,028		
5/9/2019	Área C	7,6	6,71	0,150	9,35	1,029		
5/9/2019	Área D	6,9	6,68	0,150	9,50	1,029		
6/9/2019	Área A	5,9	6,70	0,150	9,05	1,030		
6/9/2019	Áreas B	6,1	6,64	0,150	9,20	1,028		
6/9/2019	Área C	8,5	6,71	0,150	9,50	1,029		
6/9/2019	Área D	7,1	6,70	0,153	9,70	1,029		
7/9/2019	Área A	6,7	6,71	0,150	9,30	1,029		
7/9/2019	Áreas B	5,1	6,68	0,150	9,00	1,028		
7/9/2019	Área C	6,6	6,73	0,150	9,30	1,030		
7/9/2019	Área D	9,9	6,66	0,155	9,75	1,030		
8/9/2019	Área A	7,6	6,73	0,153	9,15	1,029		
8/9/2019	Áreas B	6,1	6,69	0,162	9,20	1,028		
8/9/2019	Área C	6,2	6,72	0,153	9,15	1,028		
9/9/2019	Área A	6,1	6,74	0,153	9,90	1,030		
9/9/2019	Áreas B	5,4	6,70	0,153	9,90	1,029		
9/9/2019	Área C	6,8	6,72	0,153	10,05	1,030		
9/9/2019	Área D	6,5	6,70	0,150	9,70	1,030		
10/9/2019	Área A	6,0	6,75	0,153	9,75	1,029		
10/9/2019	Áreas B	6,0	6,65	0,162	9,50	1,028		
10/9/2019	Área C	7,1	6,75	0,153	9,95	1,029		
10/9/2019	Área D	6,5	6,74	0,157	9,50	1,030		
11/9/2019	Área A	7,2	6,71	0,157	9,30	1,029		
11/9/2019	Áreas B	6,6	6,59	0,162	9,70	1,028		
11/9/2019	Área C	9,5	6,71	0,157	9,90	1,029		
11/9/2019	Área D	7,0	6,67	0,160	9,60	1,029		
12/9/2019	Área A	6,4	6,66	0,157	9,80	1,029		
12/9/2019	Áreas B	5,7	6,58	0,166	9,60	1,028		
12/9/2019	Área C	7,2	6,71	0,155	9,75	1,030		
12/9/2019	Área D	6,3	6,68	0,157	9,90	1,028		
13/9/2019	Área A	7,5	6,71	0,153	9,80	1,028		
13/9/2019	Áreas B	6,6	6,66	0,157	9,70	1,028		
13/9/2019	Área C	9,8	6,72	0,153	9,80	1,029		
13/9/2019	Área D	7,5	6,70	0,153	9,90	1,030		
14/9/2019	Área A	7,7	6,71	0,157	9,75	1,029		
14/9/2019	Áreas B	6,1	6,65	0,157	9,70	1,028		
14/9/2019	Área C	8,3	6,71	0,157	9,80	1,029		
14/9/2019	Área D	7,1	6,69	0,157	10,00	1,030		
15/9/2019	Área A	5,7	6,71	0,160	9,25	1,029		
15/9/2019	Áreas B	6,1	6,61	0,162	9,20	1,028		
15/9/2019	Área C	7,0	6,70	0,155	9,40	1,030		
15/9/2019	Área D	6,5	6,73	0,157	9,50	1,031		
16/9/2019	Área A	6,8	6,68	0,162	9,50	1,029		
16/9/2019	Áreas B	7,2	6,53	0,171	9,60	1,028		
16/9/2019	Área C	9,0	6,65	0,162	9,65	1,029		
16/9/2019	Área D	6,7	6,67	0,162	9,70	1,028		
17/9/2019	Área A	6,4	6,66	0,162	9,35	1,028		
17/9/2019	Áreas B	17,2	6,58	0,162	9,30	1,028		
17/9/2019	Área C	8,3	6,66	0,162	9,75	1,028		
17/9/2019	Área D	7,3	6,70	0,157	9,70	1,029		
18/9/2019	Área A	6,2	6,68	0,157	9,50	1,029		
18/9/2019	Áreas B	6,1	6,60	0,162	9,10	1,028		
18/9/2019	Área C	7,5	6,70	0,153	9,65	1,029		
18/9/2019	Área D	8,5	6,65	0,153	9,70	1,029		
19/9/2019	Área A	6,8	6,69	0,153	9,20	1,029		
19/9/2019	Áreas B	7,5	6,61	0,162	9,20	1,027		
19/9/2019	Área C	7,5	6,69	0,153	9,55	1,029		

19/9/2019	Área D	7,2	6,70	0,153	9,70	1,027		
20/9/2019	Área A	6,1	6,64	0,157	9,45	1,028		
20/9/2019	Áreas B	7,4	6,61	0,162	9,00	1,028		
20/9/2019	Área C	7,0	6,68	0,157	9,50	1,029		
20/9/2019	Área D	7,5	6,69	0,153	9,80	1,028		
23/9/2019	Área A	6,8	6,65	0,155	9,30	1,028		
23/9/2019	Áreas B	6,2	6,61	0,160	9,30	1,028		
23/9/2019	Área C	7,4	6,66	0,150	9,20	1,029		
23/9/2019	Área D	7,1	6,66	0,150	9,70	1,029		
24/9/2019	Área A	6,9	6,68	0,150	9,35	1,028		
24/9/2019	Áreas B	5,9	6,66	0,160	9,20	1,028		
24/9/2019	Área C	7,6	6,68	0,150	9,70	1,029		
24/9/2019	Área D	6,9	6,71	0,150	9,60	1,029		
25/9/2019	Área A	8,2	6,70	0,150	9,45	1,028		
25/9/2019	Áreas B	6,5	6,64	0,160	9,40	1,028		
25/9/2019	Área C	7,3	6,66	0,150	9,55	1,029		
25/9/2019	Área D	7,4	6,69	0,150	9,60	1,029		
26/9/2019	Área A	6,6	6,65	0,150	9,55	1,028		
26/9/2019	Área C	7,7	6,64	0,150	9,55	1,029		
26/9/2019	Área D	7,8	6,67	0,150	9,60	1,029		
27/9/2019	Área A	6,7	6,72	0,150	9,35	1,029		
27/9/2019	Áreas B	7,2	6,67	0,160	9,60	1,028		
27/9/2019	Área D	7,4	6,69	0,160	9,70	1,028		
27/9/2019	Área C	7,8	6,67	0,155	9,60	1,029		
28/9/2019	Área A	6,7	6,64	0,155	9,35	1,028		
28/9/2019	Áreas B	7,0	6,67	0,150	9,40	1,028		
28/9/2019	Área C	7,8	6,67	0,155	9,65	1,029		
28/9/2019	Área D	7,8	6,67	0,150	9,60	1,029		
30/9/2019	Área A	9,0	6,64	0,160	9,60	1,028		
30/9/2019	Áreas B	5,5	6,64	0,157	9,50	1,028		
30/9/2019	Área C	10,3	6,65	0,157	9,70	1,029		
30/9/2019	Área D	5,9	6,65	0,157	10,00	1,030		
1/10/2019	Área A	8,0	6,66	0,157	9,75	1,028		
1/10/2019	Áreas B	7,5	6,65	0,157	9,70	1,028		
1/10/2019	Área C	8,8	6,68	0,155	9,85	1,029		
1/10/2019	Área D	8,7	6,64	0,157	10,00	1,030		
2/10/2019	Área A	7,1	6,67	0,157	9,65	1,028		
2/10/2019	Áreas B	7,2	6,67	0,157	9,60	1,028		
2/10/2019	Área C	7,8	6,65	0,157	9,90	1,030		
2/10/2019	Área D	8,2	6,65	0,157	9,70	1,030		
3/10/2019	Área A	5,8	6,71	0,155	9,65	1,028		
3/10/2019	Áreas B	6,2	6,75	0,153	9,80	1,028		
3/10/2019	Área C	7,4	6,70	0,157	10,00	1,027		
3/10/2019	Área D	6,7	6,69	0,153	9,80	1,029		
4/10/2019	Área A	6,2	6,70	0,155	9,70	1,027		
4/10/2019	Áreas B	7,1	6,66	0,157	10,00	1,030		
4/10/2019	Área C	8,3	6,69	0,153	9,50	1,030		
4/10/2019	Área D	7,6	6,67	0,158	9,90	1,029		
5/10/2019	Área A	6,5	6,68	0,157	9,70	1,028		
5/10/2019	Áreas B	7,8	6,69	0,162	9,60	1,028		
5/10/2019	Área C	8,5	6,66	0,157	9,95	1,029		
5/10/2019	Área D	8,4	6,66	0,157	9,80	1,029		
7/10/2019	Área A	6,2	6,67	0,162	9,40	1,029		
7/10/2019	Áreas B	6,4	6,64	0,162	9,40	1,028		
7/10/2019	Área C	6,7	6,65	0,157	9,35	1,029		
7/10/2019	Área D	6,5	6,64	0,162	9,40	1,029		
8/10/2019	Área A	6,5	6,65	0,157	9,50	1,029		
8/10/2019	Áreas B	7,8	6,60	0,162	9,60	1,028		
8/10/2019	Área C	6,6	6,63	0,157	9,60	1,029		
8/10/2019	Área D	6,3	6,62	0,157	9,50	1,030		
9/10/2019	Área A	6,2	6,66	0,157	9,50	1,029		
9/10/2019	Áreas B	6,1	6,64	0,162	9,50	1,029		
9/10/2019	Área C	6,9	6,66	0,155	9,50	1,029		
9/10/2019	Área D	6,7	6,64	0,162	9,50	1,029		
10/10/2019	Área A	6,4	6,67	0,157	9,35	1,029		
10/10/2019	Áreas B	5,9	6,62	0,162	9,50	1,028		

10/10/2019	Área C	7,1	6,66	0,157	9,55	1,029		
10/10/2019	Área D	6,8	6,65	0,162	9,40	1,029		
11/10/2019	Área A	5,8	6,71	0,153	9,65	1,028		
11/10/2019	Áreas B	7,3	6,61	0,162	9,50	1,028		
11/10/2019	Área C	7,0	6,69	0,157	9,50	1,029		
11/10/2019	Área D	6,6	6,67	0,157	9,70	1,029		
14/10/2019	Área A	6,6	6,70	0,150	9,75	1,029		
14/10/2019	Área C	8,0	6,69	0,150	9,85	1,029		
14/10/2019	Área D	5,8	6,67	0,148	9,90	1,030		
15/10/2019	Área A	6,2	6,72	0,150	9,30	1,030		
15/10/2019	Áreas B	7,3	6,63	0,150	9,60	1,030		
15/10/2019	Área C	8,2	6,66	0,150	9,70	1,030		
15/10/2019	Área D	7,3	6,67	0,150	9,80	1,030		
16/10/2019	Área A	6,2	6,67	0,150	9,00	1,029		
16/10/2019	Áreas B	6,4	6,63	0,150	9,70	1,029		
16/10/2019	Área C	7,7	6,68	0,150	9,80	1,029		
16/10/2019	Área D	7,4	6,66	0,150	9,80	1,029		
17/10/2019	Área A	6,2	6,61	0,150	9,45	1,029		
17/10/2019	Áreas B	7,6	6,60	0,150	9,90	1,029		
17/10/2019	Área C	8,2	6,65	0,155	9,80	1,030		
17/10/2019	Área D	7,1	6,62	0,160	9,80	1,020		
18/10/2019	Área A	6,3	6,67	0,150	9,75	1,028		
18/10/2019	Áreas B	8,8	6,67	0,150	9,90	1,029		
18/10/2019	Área C	7,6	6,65	0,150	9,60	1,029		
18/10/2019	Área D	7,8	6,73	0,150	9,80	1,030		
19/10/2019	Área A	6,5	6,66	0,150	9,65	1,029		
19/10/2019	Áreas B	7,8	6,61	0,150	9,60	1,029		
19/10/2019	Área C	6,5	6,64	0,150	9,55	1,029		
19/10/2019	Área D	8,2	6,63	0,150	10,00	1,029		
21/10/2019	Área A	7,0	6,66	0,158	9,53	1,028		
21/10/2019	Áreas B	6,9	6,66	0,155	9,67	1,029		
21/10/2019	Área C	7,1	6,67	0,156	9,55	1,029		
21/10/2019	Área D	7,0	6,67	0,155	9,68	1,029		
22/10/2019	Área A	6,5	6,65	0,157	9,60	1,028		
22/10/2019	Áreas B	7,4	6,63	0,157	9,70	1,029		
22/10/2019	Área C	6,7	6,65	0,156	9,67	1,028		
23/10/2019	Área A	6,6	6,63	0,157	9,60	1,028		
23/10/2019	Áreas B	7,7	6,62	0,162	9,70	1,029		
23/10/2019	Área C	6,8	6,66	0,155	9,55	1,029		
23/10/2019	Área D	7,5	6,64	0,157	9,80	1,029		
24/10/2019	Área A	6,2	6,68	0,153	9,40	1,028		
24/10/2019	Áreas B	6,8	6,67	0,155	9,51	1,029		
24/10/2019	Área D	8,5	6,67	0,157	9,50	1,029		
25/10/2019	Área A	8,7	6,60	0,164	9,55	1,030		
25/10/2019	Áreas B	7,1	6,61	0,162	9,70	1,030		
25/10/2019	Área C	8,1	6,66	0,155	9,55	1,029		
25/10/2019	Área D	7,5	6,65	0,157	9,70	1,030		
26/10/2019	Área A	8,6	6,67	0,157	9,55	1,028		
26/10/2019	Áreas B	7,6	6,66	0,157	9,50	1,029		
26/10/2019	Área C	7,8	6,67	0,157	9,70	1,028		
26/10/2019	Área D	7,6	6,65	0,157	9,50	1,030		
28/10/2019	Área A	6,8	6,64	0,157	9,35	1,028		
28/10/2019	Áreas B	7,3	6,65	0,157	9,60	1,029		
28/10/2019	Área C	6,8	6,67	0,157	9,80	1,028		
28/10/2019	Área D	8,1	6,64	0,157	9,70	1,029		
29/10/2019	Área A	6,9	6,69	0,153	9,70	1,029		
29/10/2019	Área D	7,8	6,68	0,153	9,70	1,029		
30/10/2019	Área A	6,8	6,65	0,160	9,60	1,029		
30/10/2019	Áreas B	6,4	6,65	0,157	9,50	1,029		
30/10/2019	Área C	6,7	6,67	0,155	9,45	1,029		
30/10/2019	Área D	7,0	6,64	0,157	9,70	1,030		
31/10/2019	Área A	6,3	6,63	0,162	9,55	1,029		
31/10/2019	Áreas B	7,1	6,64	0,162	9,70	1,028		
31/10/2019	Área C	7,2	6,64	0,155	9,60	1,029		
31/10/2019	Área D	7,1	6,65	0,162	9,70	1,029		
1/11/2019	Área A	6,3	6,61	0,167	9,45	1,029		

1/11/2019	Áreas B	9,4	6,63	0,157	9,70	1,028		
1/11/2019	Área C	8,5	6,65	0,155	9,55	1,029		
1/11/2019	Área D	8,0	6,63	0,162	9,70	1,029		
2/11/2019	Área A	6,1	6,66	0,160	9,70	1,028		
2/11/2019	Áreas B	8,2	6,65	0,162	9,80	1,029		
2/11/2019	Área D	7,3	6,65	0,157	9,40	1,028		
4/11/2019	Área A	6,9	6,65	0,150	9,70	1,029		
4/11/2019	Áreas B	7,5	6,67	0,150	9,30	1,029		
4/11/2019	Área C	7,2	6,70	0,150	9,65	1,031		
4/11/2019	Área D	8,6	6,69	0,150	9,00	1,030		
5/11/2019	Área A	5,7	6,70	0,150	9,30	1,028		
5/11/2019	Áreas B	7,6	6,62	0,160	9,80	1,031		
5/11/2019	Área C	7,8	6,67	0,150	9,75	1,030		
5/11/2019	Área D	7,9	6,72	0,150	9,60	1,030		
6/11/2019	Área A	6,1	6,67	0,150	9,35	1,028		
6/11/2019	Áreas B	7,4	6,71	0,150	9,60	1,029		
6/11/2019	Área C	7,3	6,68	0,150	9,95	1,031		
6/11/2019	Área D	7,9	6,65	0,160	9,50	1,029		
7/11/2019	Área A	6,2	6,74	0,150	9,25	1,028		
7/11/2019	Áreas B	7,4	6,64	0,150	9,40	1,029		
7/11/2019	Área C	7,3	6,75	0,150	9,80	1,030		
7/11/2019	Área D	8,2	6,73	0,150	9,90	1,029		
8/11/2019	Área A	5,9	6,64	0,150	9,30	1,028		
8/11/2019	Áreas B	8,6	6,65	0,160	9,80	1,030		
8/11/2019	Área C	7,3	6,65	0,160	9,75	1,030		
8/11/2019	Área D	8,1	6,63	0,150	9,70	1,029		
9/11/2019	Área C	7,9	6,68	0,150	9,80	1,029		
9/11/2019	Área D	8,2	6,65	0,150	9,80	1,029		
24/11/2019	Áreas B	6,9	6,69	0,153	9,70	1,029		
24/11/2019	Área C	7,7	6,74	0,157	9,50	1,029		
24/11/2019	Área D	7,2	6,71	0,153	9,80	1,029		
25/11/2019	Área A	5,4	6,72	0,150	9,20	1,028		
25/11/2019	Áreas B	8,8	6,63	0,150	9,50	1,030		
25/11/2019	Área C	8,3	6,68	0,150	9,75	1,029		
25/11/2019	Área D	7,9	6,68	0,150	9,60	1,029		
26/11/2019	Área A	6,5	6,72	0,150	9,25	1,029		
26/11/2019	Áreas B	8,1	6,65	0,150	9,60	1,031		
26/11/2019	Área C	8,1	6,71	0,150	9,55	1,029		
26/11/2019	Área D	7,8	6,68	0,150	9,90	1,030		
27/11/2019	Área A	5,4	6,72	0,150	9,20	1,028		
27/11/2019	Áreas B	8,8	6,63	0,150	9,50	1,030		
27/11/2019	Área C	8,3	6,68	0,150	9,75	1,029		
27/11/2019	Área D	7,9	6,68	0,150	9,60	1,029		
28/11/2019	Área A	5,9	6,67	0,150	9,65	1,028		
28/11/2019	Áreas B	9,4	6,64	0,150	9,00	1,028		
28/11/2019	Área C	8,2	6,66	0,155	9,90	1,030		
28/11/2019	Área D	8,2	6,65	0,150	9,70	1,030		
29/11/2019	Área A	5,7	6,64	0,160	9,70	1,028		
29/11/2019	Áreas B	8,8	6,62	0,160	9,90	1,030		
29/11/2019	Área C	7,95	6,67	0,150	9,65	1,030		
29/11/2019	Área D	7,6	6,63	0,160	9,70	1,029		
30/11/2019	Área A	6,5	6,63	0,150	9,10	1,028		
30/11/2019	Áreas B	9,5	6,60	0,150	9,70	1,029		
30/11/2019	Área C	8,1	6,67	0,150	9,80	1,029		
30/11/2019	Área D	7,9	6,65	0,150	9,80	1,029		
1/12/2019	Área A	6,1	6,68	0,150	9,45	1,028		
1/12/2019	Áreas B	9,0	6,64	0,150	9,70	1,028		
1/12/2019	Área C	8,2	6,68	0,160	9,65	1,030		
1/12/2019	Área D	8,6	6,68	0,150	9,80	1,029		
2/12/2019	Área A	7,0	6,64	0,157	9,68	1,028		
2/12/2019	Áreas B	8,2	6,62	0,162	9,70	1,028		
2/12/2019	Área C	8,9	6,66	0,158	9,65	1,028		
2/12/2019	Área D	7,8	6,63	0,157	9,80	1,029		
3/12/2019	Área A	8,1	6,66	0,157	9,37	1,028		
3/12/2019	Áreas B	8,9	6,62	0,162	9,70	1,029		
3/12/2019	Área C	12,2	6,64	0,157	9,45	1,028		

3/12/2019	Área D	8,7	6,68	0,153	9,70	1,030		
4/12/2019	Área A	6,1	6,66	0,159	9,63	1,029		
4/12/2019	Áreas B	7,9	6,62	0,162	9,60	1,029		
4/12/2019	Área C	9,5	6,62	0,164	9,60	1,029		
4/12/2019	Área D	7,8	6,64	0,157	9,70	1,029		
5/12/2019	Área A	5,6	6,68	0,157	9,60	1,028		
5/12/2019	Áreas B	7,9	6,63	0,157	9,80	1,029		
5/12/2019	Área C	7,3	6,63	0,160	9,60	1,028		
5/12/2019	Área D	9,3	6,66	0,157	9,90	1,030		
6/12/2019	Área A	5,6	6,68	0,156	9,67	1,028		
6/12/2019	Áreas B	7,2	6,64	0,154	9,70	1,028		
6/12/2019	Área C	8,7	6,61	0,150	9,90	1,029		
6/12/2019	Área D	7,6	6,63	0,162	9,80	1,028		
7/12/2019	Área A	5,4	6,67	0,156	9,63	1,028		
7/12/2019	Áreas B	8,1	6,60	0,162	9,80	1,030		
7/12/2019	Área C	8,7	6,67	0,160	9,68	1,028		
7/12/2019	Área D	7,3	6,50	0,157	9,80	1,028		
8/12/2019	Área A	5,4	6,68	0,153	9,53	1,029		
8/12/2019	Áreas B	8,0	6,64	0,157	9,80	1,028		
8/12/2019	Área D	7,2	6,67	0,162	9,60	1,028		
8/12/2019	Área C	7,4	6,69	0,158	9,75	1,028		
9/12/2019	Área D	8,1	6,61	0,162	9,80	1,028		
9/12/2019	Área A	5,7	6,64	0,157	9,77	1,028		
9/12/2019	Áreas B	7,1	6,64	0,157	9,75	1,029		
9/12/2019	Área C	9,0	6,59	0,157	9,75	1,028		
10/12/2019	Área A	6,9	6,65	0,157	9,40	1,028		
10/12/2019	Áreas B	9,2	6,61	0,162	9,50	1,029		
10/12/2019	Área C	7,8	6,66	0,157	9,65	1,029		
10/12/2019	Área D	8,6	6,63	0,157	9,80	1,028		
11/12/2019	Área A	6,6	6,68	0,157	9,45	1,029		
11/12/2019	Áreas B	8,6	6,60	0,162	9,10	1,028		
11/12/2019	Área C	8,1	6,67	0,153	9,70	1,028		
11/12/2019	Área D	9,3	6,69	0,153	9,50	1,029		
12/12/2019	Áreas B	7,1	6,60	0,162	9,70	1,029		
12/12/2019	Área C	7,4	6,62	0,162	9,45	1,029		
12/12/2019	Área D	8,6	6,64	0,157	9,80	1,029		
13/12/2019	Área A	5,9	6,68	0,155	9,45	1,028	-0,5208	0,7
13/12/2019	Áreas B	7,9	6,61	0,162	9,60	1,029	-0,5290	0,0
13/12/2019	Área C	7,5	6,63	0,162	9,80	1,029	-0,5329	0,0
13/12/2019	Área D	7,0	6,64	0,162	9,60	1,029	-0,5318	0,1
14/12/2019	Área A	6,8	6,67	0,158	9,75	1,028	-0,5154	1,4
14/12/2019	Áreas B	8,8	6,62	0,162	9,70	1,028	-0,5179	1,5
14/12/2019	Área C	7,8	6,62	0,162	9,60	1,029	-0,5119	1,5
14/12/2019	Área D	8,1	6,71	0,153	9,70	1,029	-0,5309	0,0
15/12/2019	Área A	5,5	6,73	0,153	9,60	1,029	-0,5285	0,1
15/12/2019	Áreas B	9,2	6,67	0,157	9,90	1,030	-0,5256	0,0
15/12/2019	Área C	8,4	6,71	0,162	9,75	1,031	-0,5207	0,6
15/12/2019	Área D	7,2	6,67	0,162	9,90	1,030	-0,5255	0,0
16/12/2019	Área A	6,0	6,67	0,150	9,90	1,028	-0,5222	0,7
16/12/2019	Áreas B	8,7	6,65	0,150	9,80	1,030	-0,5222	0,5
16/12/2019	Área C	6,8	6,62	0,150	10,20	1,029	-0,5283	0,0
16/12/2019	Área D	7,4	6,64	0,150	10,20	1,029	-0,5247	0,0
17/12/2019	Área A	6,2	6,63	0,150	9,90	1,029	-0,5442	0,0
17/12/2019	Áreas B	7,8	6,61	0,150	10,00	1,028	-0,5499	0,0
17/12/2019	Área C	7,2	6,58	0,165	10,30	1,028	-0,5519	0,0
17/12/2019	Área D	7,8	6,60	0,150	10,10	1,030	-0,5654	0,0
18/12/2019	Área A	5,9	6,69	0,150	9,90	1,028	-0,5173	1,5
18/12/2019	Áreas B	7,8	6,66	0,150	9,90	1,028	-0,5198	1,0
18/12/2019	Área C	8,2	6,70	0,150	10,15	1,030	-0,5242	0,4
18/12/2019	Área D	7,1	6,67	0,150	10,40	1,029	-0,5224	0,5
19/12/2019	Áreas B	8,4	6,65	0,150	9,70	1,029	-0,5223	0,5
19/12/2019	Área C	7,8	6,71	0,150	9,75	1,030	-0,5207	0,8
19/12/2019	Área D	7,8	6,67	0,150	9,40	1,028	-0,5275	0,0
20/12/2019	Áreas B	8,4	6,63	0,150	9,80	1,029	-0,5202	0,9
20/12/2019	Área C	10,6	6,66	0,150	9,75	1,029	-0,5220	0,6
20/12/2019	Área D	7,2	6,66	0,150	9,90	1,029	-0,5282	0,0

21/12/2019	Áreas B	7,7	6,63	0,150	9,80	1,029	-0,5189	1,2
21/12/2019	Área C	7,3	6,71	0,150	9,70	1,029	-0,5119	2,6
21/12/2019	Área D	7,4	6,62	0,150	9,70	1,030	-0,5277	0,0
22/12/2019	Áreas B	8,4	6,63	0,150	9,80	1,029	-0,5222	0,5
22/12/2019	Área C	6,5	6,72	0,150	9,70	1,030	-0,5313	0,0
22/12/2019	Área D	6,5	6,68	0,150	9,90	1,028	-0,5254	0,0
23/12/2019	Áreas B	8,1	6,57	0,162	9,60	1,028	-0,5330	0,0
23/12/2019	Área C	7,2	6,74	0,153	9,70	1,030	-0,5267	0,2
23/12/2019	Área D	7,4	6,67	0,157	9,70	1,029	-0,5283	0,0
24/12/2019	Áreas B	8,9	6,69	0,157	9,80	1,029	-0,5315	0,0
24/12/2019	Área C	7,2	6,68	0,157	9,70	1,029	-0,5199	1,1
24/12/2019	Área D	7,7	6,66	0,157	10,10	1,030	-0,5295	0,0
25/12/2019	Áreas B	9,2	6,66	0,162	9,80	1,029	-0,5209	0,8
25/12/2019	Área C	6,7	6,72	0,162	9,65	1,029	-0,5288	0,0
25/12/2019	Área D	7,4	6,69	0,162	9,50	1,028	-0,5295	0,0
26/12/2019	Área A	6,0	6,64	0,160	9,10	1,029	-0,5197	1,0
26/12/2019	Áreas B	9,6	6,62	0,162	9,80	1,029	-0,5203	0,9
26/12/2019	Área C	8,4	6,69	0,153	9,75	1,028	-0,5207	0,9
26/12/2019	Área D	8,4	6,62	0,162	9,60	1,029	-0,5225	0,5
27/12/2019	Área A	5,1	6,68	0,160	9,45	1,028	-0,5192	1,1
27/12/2019	Áreas B	9,0	6,66	0,157	9,60	1,029	-0,5216	0,6
27/12/2019	Área D	7,5	6,66	0,157	9,70	1,029	-0,5201	0,9
28/12/2019	Área A	5,4	6,68	0,162	9,60	1,029	-0,5239	0,5
28/12/2019	Áreas B	6,6	6,66	0,162	9,80	1,029	-0,5254	0,0
28/12/2019	Área D	8,0	6,65	0,162	9,70	1,029	-0,5307	0,0
29/12/2019	Área A	5,4	6,66	0,162	9,45	1,028	-0,5180	1,3
29/12/2019	Áreas B	8,0	6,64	0,162	9,80	1,029	-0,5300	0,4
29/12/2019	Área D	6,0	6,64	0,162	9,80	1,029	-0,5225	0,5
30/12/2019	Áreas B	8,8	6,65	0,162	9,40	1,029	-0,5161	1,4
30/12/2019	Área A	6,0	6,69	0,155	9,40	1,029	-0,5178	1,1
30/12/2019	Área D	7,5	6,66	0,162	9,70	1,029	-0,5212	0,7
31/12/2019	Área A	5,4	6,68	0,157	9,60	1,029	-0,5206	0,9
31/12/2019	Áreas B	8,8	6,64	0,162	9,90	1,029	-0,5230	0,9
31/12/2019	Área D	6,0	6,66	0,157	10,00	1,028	-0,5172	1,4
1/1/2020	Área A	5,4	6,68	0,153	9,55	1,028	-0,5251	0,1
1/1/2020	Áreas B	9,2	6,62	0,157	9,50	1,029	-0,5254	0,1
1/1/2020	Área D	7,1	6,65	0,157	9,60	1,029	-0,5329	0,2
2/1/2020	Área A	6,0	6,68	0,157	9,40	1,028	-0,5391	0,0
2/1/2020	Áreas B	8,6	6,66	0,158	9,60	1,028	-0,5388	0,0
2/1/2020	Área C	6,9	6,71	0,153	9,40	1,028	-0,5299	0,0
2/1/2020	Área D	7,1	6,66	0,158	9,40	1,029	-0,5350	0,0
3/1/2020	Área A	5,5	6,70	0,153	9,25	1,028	-0,5382	0,0
3/1/2020	Área C	7,5	6,68	0,153	9,85	1,029	-0,5328	0,0
3/1/2020	Área D	7,4	6,64	0,157	9,60	1,029	-0,5352	0,0
4/1/2020	Área A	5,5	6,68	0,153	9,75	1,029	-0,5193	1,1
4/1/2020	Área C	7,6	6,68	0,157	9,75	1,029	-0,5216	0,5
4/1/2020	Área D	8,4	6,65	0,157	9,70	1,029	-0,5153	1,5
6/1/2020	Área A	5,5	6,65	0,150	9,70	1,028	-0,5191	1,2
6/1/2020	Área C	6,9	6,68	0,150	9,80	1,030	-0,5354	0,6
6/1/2020	Área D	7,6	6,64	0,160	9,80	1,029	-0,5240	0,2
7/1/2020	Área A	5,5	6,66	0,150	9,45	1,028	-0,5449	0,0
7/1/2020	Área C	7,0	6,65	0,150	9,65	1,029	-0,5399	0,0
7/1/2020	Área D	7,8	6,62	0,160	9,60	1,029	-0,5343	0,3
8/1/2020	Área A	6,0	6,62	0,160	9,30	1,028	-0,5175	1,4
8/1/2020	Área C	7,1	6,73	0,150	9,85	1,029	-0,5139	2,1
8/1/2020	Área D	9,2	6,68	0,150	9,94	1,029	-0,5284	0,7
9/1/2020	Área A	5,7	6,70	0,153	8,95	1,027	-0,5154	1,4
9/1/2020	Área C	7,8	6,71	0,153	9,65	1,029	-0,5149	2,0
9/1/2020	Área D	7,6	6,67	0,162	9,90	1,028	-0,5309	0,0
10/1/2020	Área A	5,7	6,72	0,153	9,70	1,028	-0,5157	0,0
10/1/2020	Áreas B	7,7	6,67	0,157	9,00	1,028	-0,5180	1,3
10/1/2020	Área C	7,9	6,66	0,157	9,25	1,029	-0,5161	1,7
13/1/2020	Área A	14,6	6,67	0,153	9,70	1,029	-0,5504	0,0
13/1/2020	Áreas B	7,9	6,66	0,153	9,60	1,028	-0,5409	0,0
13/1/2020	Área C	7,0	6,69	0,153	9,50	1,029	-0,5303	0,0

14/1/2020	Área A	5,7	6,70	0,153	9,80	1,029	-0,5403	0,0
14/1/2020	Áreas B	7,8	6,64	0,162	9,60	1,029	-0,5287	0,0
14/1/2020	Área C	7,6	6,65	0,155	10,20	1,028	-0,5292	0,0
15/1/2020	Área A	4,2	6,71	0,153	9,45	1,029	-0,5280	0,0
15/1/2020	Áreas B	8,5	6,66	0,162	9,50	1,028	-0,5235	0,3
15/1/2020	Área C	7,1	6,67	0,157	10,15	1,028	-0,5298	0,0
16/1/2020	Área A	5,3	6,71	0,153	9,25	1,029	-0,5453	0,7
16/1/2020	Áreas B	7,1	6,63	0,162	9,50	1,029	-0,5296	1,0
16/1/2020	Área C	7,6	6,67	0,162	9,80	1,029	-0,5195	1,1
17/1/2020	Área A	5,3	6,70	0,153	9,40	1,028	-0,5216	0,2
17/1/2020	Áreas B	3,5	6,66	0,162	9,70	1,028	-0,5298	0,0
17/1/2020	Área C	7,9	6,70	0,153	9,65	1,028	-0,5244	0,6
17/1/2020	Área D	8,4	6,68	0,150	9,85	1,030	-0,5429	0,0
19/1/2020	Área A	5,6	6,68	0,157	9,25	1,029	-0,5337	0,1
19/1/2020	Áreas B	6,7	6,65	0,157	9,40	1,029	-0,5251	0,0
19/1/2020	Área C	6,8	6,67	0,157	9,50	1,029	-0,5252	0,2
19/1/2020	Área D	6,8	6,68	0,153	9,20	1,029	-0,5253	0,0
20/1/2020	Área A	5,9	6,70	0,162	9,45	1,030	-0,5317	0,0
20/1/2020	Áreas B	8,0	6,68	0,162	9,50	1,029	-0,5290	0,0
20/1/2020	Área C	6,8	6,62	0,162	9,80	1,029	-0,5327	0,0
20/1/2020	Área D	10,1	6,61	0,161	9,80	1,029	-0,5585	0,0
21/1/2020	Área A	5,6	6,67	0,157	9,80	1,030	-0,5238	0,4
21/1/2020	Áreas B	9,4	6,63	0,162	9,90	1,028	-0,5318	0,0
21/1/2020	Área C	7,8	6,70	0,153	9,80	1,029	-0,5243	0,3
21/1/2020	Área D	8,4	6,66	0,157	9,84	1,029	-0,5284	0,1
23/1/2020	Área A	5,6	6,64	0,162	10,10	1,029	-0,5302	0,1
23/1/2020	Áreas B	8,5	6,68	0,162	10,10	1,029	-0,5251	0,0
23/1/2020	Área C	7,4	6,72	0,155	10,30	1,029	-0,5256	0,0
23/1/2020	Área D	7,9	6,61	0,162	10,10	1,029	-0,5253	0,0
24/1/2020	Área A	6,6	6,68	0,157	9,60	1,028	-0,5198	0,8
24/1/2020	Áreas B	10,7	6,64	0,162	9,20	1,029	-0,5217	0,6
25/1/2020	Área A	8,1	6,74	0,153	9,75	1,028	-0,5319	0,0
25/1/2020	Áreas B	10,4	6,67	0,157	9,90	1,028	-0,5253	0,0
25/1/2020	Área C	7,6	6,74	0,153	9,90	1,030	-0,5242	0,7
25/1/2020	Área D	10,2	6,70	0,157	9,90	1,029	-0,5226	0,0
26/1/2020	Área A	6,6	6,74	0,153	9,55	1,029	-0,5220	0,6
26/1/2020	Áreas B	9,9	6,68	0,162	9,50	1,029	-0,5202	0,4
26/1/2020	Área C	7,3	6,74	0,153	9,45	1,029	-0,5307	0,0
26/1/2020	Área D	6,9	6,71	0,153	9,65	1,029	-0,5335	0,0
28/1/2020	Área A	6,5	6,63	0,157	9,70	1,028	-0,5213	0,0
28/1/2020	Áreas B	10,5	6,66	0,160	9,30	1,029	-0,5225	0,5
28/1/2020	Área C	8,4	6,71	0,157	9,50	1,029	-0,5257	0,3
28/1/2020	Área D	8,5	6,73	0,150	9,70	1,030	-0,5228	0,0
29/1/2020	Área A	7,9	6,70	0,150	9,30	1,028	-0,5207	0,6
29/1/2020	Áreas B	9,7	6,64	0,150	9,30	1,028	-0,5184	1,3
29/1/2020	Área C	9,2	6,70	0,150	9,80	1,029	-0,5422	0,0
29/1/2020	Área D	11,9	6,67	0,160	9,80	1,028	-0,5450	0,0
30/1/2020	Área A	6,1	6,68	0,150	9,80	1,028	-0,5316	0,0
30/1/2020	Áreas B	9,6	6,61	0,160	9,80	1,028	-0,5200	0,6
30/1/2020	Área C	7,9	6,68	0,150	9,90	1,029	-0,5228	0,0
30/1/2020	Área D	10,9	6,63	0,155	9,90	1,028	-0,5314	0,0
31/1/2020	Área A	7,1	6,67	0,150	9,45	1,028	-0,5271	0,0
31/1/2020	Áreas B	10,5	6,63	0,160	9,50	1,028	-0,5322	0,1
31/1/2020	Área C	10,6	6,71	0,150	9,80	1,029	-0,5233	0,0
31/1/2020	Área D	7,3	6,67	0,162	9,70	1,028	-0,5456	0,0
1/2/2020	Área A	8,8	6,71	0,150	9,65	1,029	-0,5312	0,0
1/2/2020	Áreas B	11,3	6,62	0,160	9,40	1,029	-0,5299	0,0
1/2/2020	Área C	7,8	6,71	0,150	10,10	1,029	-0,5465	0,0
1/2/2020	Área D	10,0	6,69	0,154	9,68	1,029	-0,5355	0,0
2/2/2020	Área A	5,9	6,68	0,150	9,55	1,026	-0,5227	0,3
2/2/2020	Áreas B	10,0	6,58	0,166	9,60	1,030	-0,5296	0,0
2/2/2020	Área C	8,8	6,68	0,150	9,70	1,029	-0,5713	0,0
2/2/2020	Área D	6,5	6,68	0,150	9,40	1,029	-0,5217	0,6
3/2/2020	Área A	8,4	6,66	0,157	9,95	1,029	-0,5186	1,3
3/2/2020	Áreas B	8,9	6,61	0,162	9,70	1,028	-0,5190	1,1
3/2/2020	Área C	6,4	6,66	0,157	9,90	1,029	-0,5229	0,6

3/2/2020	Área D	11,8	6,62	0,162	9,80	1,029	-0,5276	0,0
4/2/2020	Área A	7,7	6,71	0,153	9,65	1,028	-0,5364	0,0
4/2/2020	Áreas B	10,7	6,65	0,157	9,70	1,029	-0,5307	0,0
4/2/2020	Área C	9,6	6,69	0,157	9,95	1,029	-0,5350	0,0
4/2/2020	Área D	10,7	6,67	0,153	9,60	1,029	-0,5339	0,0
5/2/2020	Área A	5,7	6,68	0,157	9,20	1,029	-0,5221	1,1
5/2/2020	Áreas B	7,6	6,64	0,162	10,00	1,029	-0,5214	0,7
5/2/2020	Área C	7,9	6,68	0,157	9,80	1,029	-0,5184	1,3
5/2/2020	Área D	8,4	6,64	0,162	9,50	1,029	-0,5227	0,0
6/2/2020	Áreas B	10,3	6,63	0,162	9,20	1,028	-0,5201	0,0
6/2/2020	Área D	7,7	6,60	0,166	9,60	1,030	-0,5102	0,2
6/2/2020	Área C	8,6	6,68	0,155	9,85	1,029	-0,5178	0,7
6/2/2020	Área A	7,5	6,68	0,153	9,70	1,028	-0,5249	0,5
7/2/2020	Área A	7,8	6,66	0,155	9,75	1,029	-0,5263	0,1
7/2/2020	Áreas B	8,3	6,66	0,156	9,67	1,028	-0,5235	0,3
7/2/2020	Área C	7,8	6,65	0,156	9,72	1,029	-0,5247	0,2
7/2/2020	Área D	8,0	6,65	0,157	9,66	1,028	-0,5224	0,4

Fuente: (Pacosillo, y otros, julio 2019- febrero 2020)

Anexo 13. Datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de la leche de acopio, recepcionada de las diferentes áreas de muestreo.

Fecha	Áreas de acopio de la leche cruda	Temperatura	pH	Acidez	Sólidos Totales	Densidad	Punto crioscópico	Agua Añadida
		[°C]		[%]	[°Brix]	[g/mL]	[°C]	[%]
10/2/2020	Área A	7,0	6,66	0,153	9,60	1,029	-0,5241	0,7
10/2/2020	Área B	8,4	6,65	0,157	10,50	1,029	-0,5192	1,1
10/2/2020	Área C	8,4	6,66	0,162	9,75	1,029	-0,5263	0,0
10/2/2020	Área D	9,3	6,65	0,162	10,00	1,029	-0,5354	0,0
11/2/2020	Área A	6,7	6,70	0,153	9,50	1,029	-0,5204	0,9
11/2/2020	Área B	9,9	6,68	0,157	9,60	1,029	-0,5192	1,1
11/2/2020	Área C	8,3	6,66	0,155	9,75	1,029	-0,5263	0,0
11/2/2020	Área D	7,6	6,68	0,157	9,80	1,029	-0,5320	0,0
12/2/2020	Área A	6,5	6,70	0,154	9,95	1,028	-0,5233	0,5
12/2/2020	Área B	9,9	6,65	0,157	9,90	1,029	-0,5234	0,1
12/2/2020	Área C	8,5	6,70	0,153	9,85	1,029	-0,5216	0,7
12/2/2020	Área D	8,6	6,69	0,157	9,90	1,029	-0,5329	0,2
13/2/2020	Área A	7,0	6,66	0,153	9,60	1,029	-0,5232	0,2
13/2/2020	Área B	8,4	6,65	0,157	10,50	1,029	-0,5227	1,0
13/2/2020	Área C	8,4	6,66	0,162	9,75	1,029	-0,5290	0,1
13/2/2020	Área D	9,3	6,65	0,162	10,00	1,029	-0,5312	0,4
14/2/2020	Área A	5,5	6,70	0,153	9,30	1,028	-0,5250	0,1
14/2/2020	Área B	9,4	6,63	0,162	9,70	1,030	-0,5225	0,0
14/2/2020	Área C	8,1	6,63	0,162	9,35	1,028	-0,5292	0,1
14/2/2020	Área D	8,3	6,67	0,158	9,54	1,029	-0,5268	0,1
17/2/2020	Área A	6,8	6,68	0,155	9,68	1,029	-0,5299	0,0
17/2/2020	Área B	7,0	6,68	0,155	9,76	1,029	-0,5291	0,0
17/2/2020	Área C	7,0	6,67	0,154	9,75	1,029	-0,5273	0,2
17/2/2020	Área D	7,1	6,69	0,152	9,69	1,029	-0,5296	0,2
18/2/2020	Área A	6,3	6,72	0,150	9,55	1,028	-0,5247	0,5
18/2/2020	Área B	9,0	6,69	0,150	9,80	1,028	-0,5240	0,2
18/2/2020	Área C	7,1	6,63	0,160	9,85	1,029	-0,5432	0,0
18/2/2020	Área D	8,7	6,71	0,150	9,90	1,030	-0,5224	0,5
19/2/2020	Área A	7,5	6,68	0,150	9,95	1,028	-0,5226	0,6
19/2/2020	Área B	10,9	6,63	0,160	9,90	1,030	-0,5351	0,0
19/2/2020	Área C	7,6	6,73	0,150	9,65	1,030	-0,5416	0,0
19/2/2020	Área D	8,3	6,71	0,150	9,60	1,030	-0,5431	0,0
21/2/2020	Área B	8,2	6,69	0,157	9,90	1,030	-0,5232	0,0
21/2/2020	Área C	7,4	6,64	0,160	9,80	1,030	-0,5263	0,1
26/2/2020	Área A	7,7	6,76	0,153	9,90	1,029	-0,5268	0,3
26/2/2020	Área B	8,4	6,70	0,162	10,20	1,028	-0,5234	0,3
26/2/2020	Área C	8,7	6,72	0,153	10,35	1,030	-0,5276	0,0

26/2/2020	Área D	7,3	6,70	0,153	10,20	1,030	-0,5345	0,0
28/2/2020	Área A	7,5	6,76	0,157	10,05	1,029	-0,5220	0,0
28/2/2020	Área B	8,3	6,70	0,153	10,10	1,030	-0,5281	0,0
28/2/2020	Área C	8,0	6,73	0,153	10,35	1,029	-0,5338	0,0
28/2/2020	Área D	8,1	6,71	0,153	10,20	1,030	-0,5379	0,1
29/2/2020	Área A	5,4	6,74	0,153	10,10	1,029	-0,5210	0,8
29/2/2020	Área B	8,9	6,72	0,153	10,30	1,029	-0,5269	0,0
29/2/2020	Área C	7,5	6,72	0,153	10,00	1,029	-0,5245	0,2
29/2/2020	Área D	7,0	6,70	0,157	10,30	1,030	-0,5324	0,0
1/3/2020	Área A	8,5	6,71	0,157	9,65	1,030	-0,5207	0,5
1/3/2020	Área B	9,4	6,68	0,153	9,70	1,029	-0,5256	0,0
1/3/2020	Área C	7,0	6,72	0,157	9,70	1,029	-0,5285	0,1
1/3/2020	Área D	9,5	6,69	0,157	9,80	1,030	-0,5255	0,0
2/3/2020	Área A	6,2	6,74	0,155	9,75	1,028	-0,5406	0,0
2/3/2020	Área B	7,8	6,69	0,162	9,80	1,028	-0,5302	0,0
2/3/2020	Área C	7,7	6,72	0,157	9,80	1,030	-0,5546	0,0
2/3/2020	Área D	9,1	6,71	0,157	9,90	1,029	-0,5260	0,0
3/3/2020	Área A	6,9	6,72	0,153	9,85	1,028	-0,5327	0,0
3/3/2020	Área B	9,8	6,68	0,157	9,90	1,029	-0,5379	0,0
3/3/2020	Área D	7,6	6,72	0,157	9,90	1,029	-0,5494	0,0
3/3/2020	Área C	7,8	6,71	0,155	9,90	1,029	-0,5389	0,0
6/3/2020	Área A	7,1	6,76	0,153	9,85	1,029	-0,5230	0,5
6/3/2020	Área C	7,1	6,72	0,157	9,90	1,030	-0,5245	0,0
6/3/2020	Área D	8,3	6,72	0,157	10,00	1,030	-0,5269	0,0
6/3/2020	Área B	9,0	6,70	0,157	9,90	1,028	-0,5204	0,9
7/3/2020	Área A	7,1	6,70	0,157	9,75	1,028	-0,5178	0,5
7/3/2020	Área B	8,4	6,65	0,157	9,70	1,028	-0,5202	0,0
7/3/2020	Área C	8,3	6,66	0,160	9,80	1,029	-0,5199	0,5
7/3/2020	Área D	8,4	6,67	0,157	10,00	1,030	-0,5305	0,0
8/3/2020	Área A	6,8	6,69	0,153	9,40	1,028	-0,5252	0,0
8/3/2020	Área B	7,5	6,64	0,103	9,60	1,029	-0,5131	1,0
8/3/2020	Área C	8,5	6,66	0,155	9,55	1,029	-0,5265	0,1
8/3/2020	Área D	8,1	6,66	0,153	9,80	1,028	-0,5209	0,4
9/3/2020	Área A	6,2	6,63	0,150	9,75	1,028	-0,5276	0,0
9/3/2020	Área B	8,6	6,65	0,160	9,70	1,028	-0,5230	0,4
9/3/2020	Área C	7,5	6,63	0,160	9,65	1,029	-0,5257	0,3
9/3/2020	Área D	8,8	6,64	0,160	9,60	1,029	-0,5309	0,2
10/3/2020	Área A	8,8	6,67	0,150	9,45	1,028	-0,5174	0,4
10/3/2020	Área B	8,9	6,64	0,150	9,40	1,029	-0,5163	0,8
10/3/2020	Área C	8,3	6,66	0,150	9,70	1,029	-0,5245	0,3
10/3/2020	Área D	8,7	6,63	0,160	9,40	1,028	-0,5294	0,0
11/3/2020	Área A	6,9	6,71	0,150	9,45	1,028	-0,5218	0,4
11/3/2020	Área B	8,4	6,68	0,150	9,60	1,028	-0,5245	0,1
11/3/2020	Área C	8,0	6,71	0,150	9,75	1,029	-0,5130	0,1
11/3/2020	Área D	7,9	6,69	0,130	9,90	1,029	-0,5231	0,4
12/3/2020	Área D	8,1	6,66	0,150	10,00	1,029	-0,5293	0,0
12/3/2020	Área B	9,2	6,63	0,160	9,90	1,029	-0,5192	1,1
12/3/2020	Área A	6,7	6,67	0,150	9,50	1,028	-0,5195	1,0
13/3/2020	Área B	8,4	6,65	0,160	9,50	1,029	-0,5259	0,8
12/3/2020	Área C	8,4	6,68	0,150	9,90	1,030	-0,5281	0,0
13/3/2020	Área A	7,4	6,69	0,160	9,60	1,028	-0,5243	0,0
13/3/2020	Área C	8,2	6,68	0,150	9,90	1,029	-0,5236	0,4
13/3/2020	Área D	7,2	6,67	0,160	9,80	1,029	-0,5263	0,0
14/3/2020	Área A	6,6	6,71	0,153	9,70	1,028	-0,5231	0,4
14/3/2020	Área B	10,3	6,66	0,162	10,00	1,029	-0,5248	0,2
14/3/2020	Área C	7,5	6,70	0,157	10,15	1,029	-0,5246	0,2
14/3/2020	Área D	8,0	6,67	0,162	9,60	1,029	-0,5213	0,7
15/3/2020	Área A	7,4	6,68	0,150	9,40	1,029	-0,5168	0,5
15/3/2020	Área B	8,4	6,65	0,160	9,50	1,029	-0,5195	0,9
15/3/2020	Área C	7,5	6,68	0,160	9,55	1,029	-0,5354	0,0
15/3/2020	Área D	9,0	6,65	0,150	9,60	1,028	-0,5231	0,4
16/3/2020	Área A	6,6	6,08	0,153	9,90	1,029	-0,5129	0,0
16/3/2020	Área B	10,2	6,60	0,153	10,10	1,029	-0,5206	0,8
16/3/2020	Área C	7,9	6,73	0,157	10,05	1,029	-0,5215	0,0
16/3/2020	Área D	11,2	6,69	0,153	10,10	1,030	-0,5282	0,0
17/3/2020	Área A	7,6	6,73	0,157	9,85	1,028	-0,5247	0,4

17/3/2020	Área B	14,7	6,67	0,150	9,70	1,028	-0,5213	0,7
17/3/2020	Área C	7,8	6,68	0,150	9,70	1,029	-0,5220	0,5
17/3/2020	Área D	8,2	6,69	0,153	10,30	1,029	-0,5295	0,0
18/3/2020	Área A	5,4	6,72	0,160	10,15	1,028	-0,5266	0,0
18/3/2020	Área B	9,8	6,62	0,162	10,00	1,028	-0,5297	1,0
18/3/2020	Área C	8,1	6,71	0,155	9,65	1,028	-0,5258	0,4
18/3/2020	Área D	7,4	6,68	0,162	10,20	1,029	-0,5291	0,4
19/3/2020	Área A	7,5	6,70	0,150	9,50	1,028	-0,5238	0,3
19/3/2020	Área B	7,0	6,70	0,150	9,80	1,028	-0,5224	0,5
19/3/2020	Área C	7,0	6,69	0,150	10,10	1,029	-0,5265	0,3
19/3/2020	Área D	6,5	6,68	0,150	10,40	1,030	-0,5289	0,0
20/3/2020	Área A	5,7	6,73	0,162	10,00	1,028	-0,5262	0,1
20/3/2020	Área B	9,7	6,69	0,162	9,90	1,028	-0,5227	0,4
20/3/2020	Área C	8,4	6,69	0,157	9,80	1,029	-0,5208	0,4
20/3/2020	Área D	6,9	6,68	0,162	10,20	1,030	-0,5315	1,0
21/3/2020	Área A	6,0	6,73	0,155	10,00	1,029	-0,5233	0,4
21/3/2020	Área B	9,7	6,70	0,153	10,10	1,028	-0,5274	0,0
21/3/2020	Área D	6,9	6,73	0,153	10,00	1,030	-0,5218	0,7
21/3/2020	Área C	7,6	6,73	0,153	10,00	1,028	-0,5249	0,0
22/3/2020	Área A	6,4	6,72	0,162	9,35	1,030	-0,5212	0,7
22/3/2020	Área C	6,1	6,71	0,162	9,30	1,029	-0,5309	0,0
22/3/2020	Área B	7,1	6,70	0,162	9,10	1,028	-0,5119	1,4
22/3/2020	Área D	8,3	6,71	0,162	9,20	1,029	-0,5189	1,3
25/3/2020	Área A	6,6	6,68	0,153	9,30	1,028	-0,5262	0,0
25/3/2020	Área B	10,6	6,64	0,160	9,50	1,028	-0,5318	0,0
25/3/2020	Área C	7,4	6,70	0,153	9,30	1,029	-0,5298	0,0
25/3/2020	Área D	8,7	6,69	0,153	9,70	1,028	-0,5380	0,0
30/3/2020	Área A	8,5	6,69	0,135	9,10	1,028	-0,2633	0,0
30/3/2020	Área B	9,3	6,64	0,162	9,70	1,028	-0,5332	0,0
30/3/2020	Área C	7,2	6,69	0,153	9,50	1,029	-0,5224	0,5
30/3/2020	Área D	7,0	6,68	0,160	9,70	1,028	-0,5303	0,0
31/3/2020	Área A	9,2	6,63	0,153	9,35	1,028	-0,5610	0,0
31/3/2020	Área B	8,5	6,62	0,162	9,80	1,028	-0,5396	0,0
31/3/2020	Área C	8,4	6,65	0,157	9,45	1,030	-0,5435	0,0
31/3/2020	Área D	8,2	6,66	0,157	9,70	1,029	-0,5476	0,0
1/4/2020	Área A	8,7	6,66	0,153	9,55	1,028	-0,5226	0,5
1/4/2020	Área B	9,0	6,66	0,155	9,80	1,028	-0,5190	1,1
1/4/2020	Área C	7,3	6,68	0,153	9,55	1,030	-0,5179	1,4
1/4/2020	Área D	6,6	6,67	0,153	9,80	1,029	-0,5276	0,0
2/4/2020	Área A	6,3	6,69	0,150	9,70	1,030	-0,5400	0,0
2/4/2020	Área B	10,6	6,67	0,150	9,60	1,028	-0,5439	0,0
2/4/2020	Área C	7,5	6,64	0,160	9,60	1,029	-0,5293	0,0
2/4/2020	Área D	7,4	6,63	0,160	9,70	1,029	-0,5383	0,0
3/4/2020	Área A	7,6	6,65	0,150	9,15	1,029	-0,5224	0,5
3/4/2020	Área B	9,1	6,63	0,157	9,90	1,028	-0,5229	0,4
3/4/2020	Área C	7,5	6,64	0,150	9,45	1,029	-0,5218	0,7
3/4/2020	Área D	7,8	6,67	0,157	9,80	1,029	-0,5278	0,0
4/4/2020	Área A	8,5	6,76	0,153	9,70	1,028	-0,5253	0,1
4/4/2020	Área B	9,5	6,67	0,157	9,80	1,028	-0,5193	1,1
4/4/2020	Área C	8,4	6,71	0,157	9,90	1,029	-0,5260	0,1
4/4/2020	Área D	7,3	6,72	0,153	9,90	1,030	-0,5273	0,0
5/4/2020	Área A	6,2	6,72	0,153	9,35	1,028	-0,5237	0,3
5/4/2020	Área B	9,9	6,66	0,157	9,50	1,028	-0,5211	0,7
5/4/2020	Área C	7,7	6,71	0,157	9,75	1,029	-0,5220	0,6
5/4/2020	Área D	6,6	6,70	0,157	9,70	1,030	-0,5185	1,2
6/4/2020	Área A	6,7	6,71	0,150	9,20	1,024	-0,5231	0,5
6/4/2020	Área B	8,0	6,66	0,150	9,30	1,028	-0,5295	0,0
6/4/2020	Área C	6,3	6,73	0,150	9,55	1,029	-0,5315	0,0
6/4/2020	Área D	6,6	6,72	0,150	9,20	1,029	-0,5179	1,3
7/4/2020	Área A	8,5	6,61	0,150	9,10	1,031	-0,5271	0,0
7/4/2020	Área B	8,5	6,70	0,157	9,20	1,028		
7/4/2020	Área C	7,8	6,63	0,150	9,20	1,031	-0,5203	0,2
7/4/2020	Área D	8,5	6,67	0,150	9,00	1,032	-0,5225	0,4
8/4/2020	Área A	7,2	6,70	0,150	9,10	1,028	-0,5345	0,4
8/4/2020	Área B	8,0	6,68	0,150	9,60	1,028	-0,5222	0,5
8/4/2020	Área C	7,8	6,73	0,150	9,40	1,029	-0,5265	0,4

8/4/2020	Área D	9,7	6,69	0,150	9,60	1,030	-0,5361	0,0
9/4/2020	Área A	7,0	6,72	0,150	9,50	1,028	-0,5310	0,0
9/4/2020	Área B	7,6	6,67	0,150	9,70	1,029	-0,5347	0,5
9/4/2020	Área C	6,6	6,72	0,150	9,50	1,029	-0,5509	0,4
9/4/2020	Área D	7,9	6,69	0,150	9,60	1,029	-0,5463	0,8
11/4/2020	Área A	8,0	6,67	0,160	9,50	1,028	-0,5287	0,2
11/4/2020	Área B	8,5	6,65	0,160	9,60	1,028	-0,5269	0,0
11/4/2020	Área C	8,1	6,71	0,153	9,70	1,029	-0,5352	0,0
11/4/2020	Área D	6,4	6,70	0,153	9,90	1,030	-0,5385	0,0
12/4/2020	Área A	6,9	6,71	0,157	9,45	1,028	-0,5201	0,0
12/4/2020	Área B	7,6	6,66	0,157	9,40	1,028	-0,5332	0,0
12/4/2020	Área C	7,1	6,73	0,153	9,85	1,029	-0,5236	0,3
12/4/2020	Área D	6,7	6,71	0,153	9,70	1,030	-0,5303	0,0
13/4/2020	Área A	6,8	6,67	0,150	9,10	1,028	-0,5200	1,0
13/4/2020	Área B	11,0	6,65	0,150	9,20	1,028	-0,5292	0,0
13/4/2020	Área C	6,9	6,71	0,150	9,55	1,028	-0,5340	0,0
13/4/2020	Área D	11,4	6,69	0,160	9,60	1,020	-0,5380	0,0
14/4/2020	Área A	6,2	6,68	0,155	9,25	1,028	-0,5322	0,0
14/4/2020	Área B	8,7	6,71	0,150	9,80	1,029	-0,5354	0,0
14/4/2020	Área C	6,9	6,71	0,150	9,60	1,029	-0,5295	0,0
14/4/2020	Área D	7,9	6,69	0,160	9,80	1,029	-0,5287	0,0
15/4/2020	Área A	5,7	6,74	0,155	9,30	1,028	-0,5228	0,5
16/4/2020	Área D	8,8	6,74	0,150	9,90	1,029	-0,5261	0,0
19/4/2020	Área A	6,6	6,70	0,153	9,55	1,029	-0,5509	0,0
19/4/2020	Área B	8,7	6,66	0,153	9,30	1,029	-0,5460	0,0
19/4/2020	Área C	8,2	6,64	0,153	9,30	1,029	-0,5360	0,0
19/4/2020	Área D	8,6	6,67	0,153	9,30	1,029	-0,5421	0,0
20/4/2020	Área A	6,9	6,74	0,153	9,35	1,029	-0,5251	0,4
20/4/2020	Área B	8,2	6,75	0,153	9,40	1,029	-0,5181	1,3
20/4/2020	Área C	4,6	6,76	0,153	9,55	1,029	-0,5279	0,4
20/4/2020	Área D	8,0	6,73	0,153	9,40	1,028	-0,5234	0,3
21/4/2020	Área A	7,3	6,70	0,150	9,25	1,028	-0,5274	0,1
21/4/2020	Área B	9,2	6,71	0,150	9,40	1,029	-0,5230	0,4
21/4/2020	Área C	7,3	6,72	0,150	9,45	1,029	-0,5284	0,0
21/4/2020	Área D	6,6	6,70	0,150	9,70	1,029	-0,5266	0,0
22/4/2020	Área A	6,6	6,67	0,150	9,30	1,029	-0,5268	0,3
22/4/2020	Área B	7,9	6,69	0,157	9,30	1,028	-0,5249	0,0
22/4/2020	Área C	6,5	6,68	0,157	9,60	1,028	-0,5272	0,0
22/4/2020	Área D	8,5	6,66	0,157	9,40	1,028	-0,5368	0,0
27/4/2020	Área A	7,0	6,71	0,150	9,40	1,028	-0,5347	0,0
27/4/2020	Área B	6,6	6,71	0,150	9,10	1,028	-0,5342	0,0
27/4/2020	Área C	7,2	6,72	0,150	9,50	1,029	-0,5323	0,0
27/4/2020	Área D	7,0	6,71	0,150	9,50	1,029	-0,5484	0,0
28/4/2020	Área A	6,8	6,67	0,150	9,55	1,028	-0,5325	0,0
28/4/2020	Área B	4,9	6,61	0,160	9,90	1,029	-0,5196	1,0
28/4/2020	Área C	7,7	6,68	0,150	9,25	1,029	-0,5223	0,5
28/4/2020	Área D	7,6	6,65	0,150	9,50	1,029	-0,5243	0,1
29/4/2020	Área A	7,4	6,69	0,150	9,35	1,029	-0,5194	0,9
29/4/2020	Área B	8,9	6,68	0,150	9,20	1,029	-0,5345	0,0
29/4/2020	Área C	7,3	6,70	0,150	9,65	1,029	-0,5242	0,5
29/4/2020	Área D	9,5	6,68	0,150	9,40	1,029	-0,5311	0,0
30/4/2020	Área A	8,1	6,67	0,150	9,55	1,028	-0,5206	0,9
30/4/2020	Área B	8,3	6,64	0,160	9,60	1,030	-0,5240	0,2
4/5/2020	Área A	6,9	6,68	0,155	9,40	1,028	-0,5267	0,2
4/5/2020	Área B	8,3	6,70	0,150	9,00	1,028	-0,5338	0,0
4/5/2020	Área C	7,3	6,72	0,150	9,40	1,028	-0,5297	0,0
4/5/2020	Área D	7,0	6,70	0,150	9,60	1,029	-0,5354	0,0
5/5/2020	Área A	7,0	6,66	0,160	9,40	1,029	-0,5307	0,0
5/5/2020	Área B	9,4	6,69	0,150	9,60	1,029	-0,5181	1,3
5/5/2020	Área C	9,0	6,73	0,150	9,25	1,029	-0,5222	0,8
5/5/2020	Área D	8,5	6,68	0,160	9,70	1,030	-0,5309	0,0
6/5/2020	Área A	6,9	6,68	0,153	9,45	1,029	-0,5198	1,0
6/5/2020	Área B	9,5	6,64	0,160	9,80	1,029	-0,5217	0,6
6/5/2020	Área C	8,4	6,67	0,150	9,40	1,028	-0,5220	0,6
6/5/2020	Área D	8,0	6,68	0,150	9,70	1,029	-0,5257	0,0
11/5/2020	Área A	7,1	6,75	0,150	9,50	1,029	-0,5295	0,2

11/5/2020	Área B	10,1	6,69	0,150	9,50	1,029	-0,5303	0,0
11/5/2020	Área C	6,3	6,73	0,150	9,40	1,029	-0,5300	0,0
11/5/2020	Área D	7,5	6,72	0,150	9,70	1,029	-0,5416	0,0
12/5/2020	Área A	7,4	6,73	0,150	9,50	1,029	-0,5254	0,5
12/5/2020	Área B	8,6	6,74	0,150	9,70	1,029	-0,5269	0,0
12/5/2020	Área C	6,6	6,75	0,150	9,55	1,029	-0,5255	0,3
12/5/2020	Área D	6,5	6,76	0,150	9,70	1,029	-0,5242	0,2
13/5/2020	Área A	5,3	6,70	0,150	9,45	1,029	-0,5266	0,2
13/5/2020	Área B	7,6	6,69	0,150	9,70	1,028	-0,5325	0,0
13/5/2020	Área C	5,9	6,70	0,150	9,55	1,029	-0,5301	0,0
13/5/2020	Área D	5,8	6,69	0,150	9,40	1,029	-0,5326	0,0
14/5/2020	Área A	6,4	6,70	0,150	9,55	1,029	-0,5264	0,4
14/5/2020	Área B	7,0	6,70	0,150	9,70	1,029	-0,5245	0,1
14/5/2020	Área C	6,7	6,70	0,150	9,60	1,029	-0,5262	0,3
14/5/2020	Área D	6,5	6,72	0,150	9,70	1,029	-0,5365	0,0
15/5/2020	Área B	6,1	6,72	0,150	9,40	1,029	-0,5221	0,6
15/5/2020	Área C	5,6	6,73	0,150	9,50	1,029	-0,5302	0,0
18/5/2020	Área A	6,4	6,70	0,150	9,45	1,028	-0,5208	0,8
18/5/2020	Área B	7,6	6,70	0,150	9,70	1,029	-0,5231	0,4
18/5/2020	Área C	7,9	6,71	0,150	9,65	1,029	-0,5242	0,2
18/5/2020	Área D	6,5	6,69	0,150	9,50	1,029	-0,5260	0,0
19/5/2020	Área A	7,0	6,70	0,150	9,30	1,029	-0,5269	0,5
19/5/2020	Área B	9,8	6,72	0,150	9,70	1,028	-0,5225	0,5
19/5/2020	Área C	6,3	6,72	0,150	9,40	1,029	-0,5224	0,8
19/5/2020	Área D	16,4	6,69	0,150	9,50	1,029	-0,5319	0,0
20/5/2020	Área A	6,7	6,72	0,150	9,60	1,029	-0,5226	0,6
20/5/2020	Área B	7,3	6,70	0,150	9,30	1,029	-0,5290	0,0
20/5/2020	Área C	6,9	6,70	0,150	9,15	1,028	-0,5241	2,2
20/5/2020	Área D	8,0	6,72	0,150	9,70	1,029	-0,5277	0,0
25/5/2020	Área A	7,1	6,68	0,150	9,60	1,028		
25/5/2020	Área B	5,7	6,70	0,150	9,40	1,029		
25/5/2020	Área C	7,1	6,71	0,150	9,70	1,029		
25/5/2020	Área D	5,2	6,70	0,150	9,50	1,030		
26/5/2020	Área A	7,1	6,69	0,150	9,30	1,028	-0,6213	0,0
26/5/2020	Área B	5,6	6,70	0,150	9,10	1,028	-0,6189	0,0
26/5/2020	Área C	6,1	6,73	0,150	9,65	1,030	-0,6177	0,0
26/5/2020	Área D	5,3	6,71	0,150	9,80	1,030	-0,6162	0,0
27/5/2020	Área A	7,0	6,69	0,160	9,15	1,028	-0,5371	0,0
27/5/2020	Área B	6,7	6,68	0,160	9,40	1,029	-0,5282	0,0
27/5/2020	Área C	6,1	6,69	0,160	9,60	1,029	-0,5259	0,2
27/5/2020	Área D	5,6	6,69	0,160	9,20	1,029	-0,5186	1,2
28/5/2020	Área A	6,6	6,73	0,150	9,25	1,028	-0,5217	0,7
28/5/2020	Área B	6,8	6,70	0,150	9,80	1,029	-0,5260	0,0
28/5/2020	Área C	7,2	6,71	0,150	9,70	1,029	-0,5261	0,0
28/5/2020	Área D	5,2	6,71	0,150	9,20	1,028	-0,5238	0,2
1/6/2020	Área A	6,4	6,71	0,150	9,40	1,029	-0,5248	0,0
1/6/2020	Área B	7,4	6,68	0,150	9,50	1,028	-0,5183	1,3
1/6/2020	Área C	5,1	6,71	0,150	9,60	1,028	-0,5344	0,5
1/6/2020	Área D	7,8	6,68	0,150	9,50	1,030	-0,5199	1,0
2/6/2020	Área A	7,0	6,70	0,150	9,00	1,028	-0,5195	1,1
2/6/2020	Área B	9,5	6,71	0,150	9,30	1,028	-0,5254	0,0
2/6/2020	Área C	7,5	6,71	0,150	9,45	1,028	-0,5259	0,0
2/6/2020	Área D	7,3	6,71	0,150	9,60	1,029	-0,5350	0,0
3/6/2020	Área A	5,5	6,71	0,155	9,00	1,028	-0,5164	1,7
3/6/2020	Área B	6,8	6,71	0,150	9,40	1,029	-0,5197	1,0
3/6/2020	Área C	5,7	6,71	0,150	9,40	1,028	-0,5229	0,4
3/6/2020	Área D	6,7	6,72	0,150	9,10	1,029	-0,5282	0,0
4/6/2020	Área A	8,2	6,74	0,150	9,60	1,029	-0,5335	0,0
4/6/2020	Área B	8,4	6,69	0,150	9,40	1,028	-0,5235	0,3
4/6/2020	Área C	6,4	6,73	0,150	9,65	1,028	-0,5200	1,0
4/6/2020	Área D	7,2	6,72	0,150	9,60	1,029	-0,5193	1,0
8/6/2020	Área A	9,0	6,74	0,150	9,50	1,029	-0,5334	0,0
8/6/2020	Área B	9,4	6,69	0,150	9,50	1,028	-0,5351	0,0
8/6/2020	Área C	7,9	6,72	0,150	9,55	1,029	-0,5269	0,0
9/6/2020	Área A	6,6	6,74	0,150	9,40	1,029	-0,5333	0,0
9/6/2020	Área B	7,7	6,72	0,150	9,40	1,028	-0,5234	0,3

9/6/2020	Área C	7,2	6,74	0,150	9,40	1,029	-0,2648	0,0
9/6/2020	Área D	7,0	6,73	0,150	9,60	1,029	-0,5469	0,0
10/6/2020	Área A	6,6	6,75	0,150	9,35	1,030	-0,5307	0,0
10/6/2020	Área B	8,6	6,77	0,150	9,10	1,028	-0,5227	0,4
10/6/2020	Área C	6,6	6,76	0,150	9,70	1,030	-0,5242	0,5
10/6/2020	Área D	6,3	6,75	0,150	9,65	1,029	-0,5374	0,0
11/6/2020	Área A	6,4	6,71	0,150	9,60	1,028	-0,5276	0,0
11/6/2020	Área B	7,6	6,72	0,150	9,50	1,028	-0,5204	0,9
11/6/2020	Área C	7,2	6,73	0,150	9,35	1,029	-0,5260	0,0
11/6/2020	Área D	7,6	6,71	0,150	9,75	1,029	-0,5319	0,0
12/6/2020	Área B	7,1	6,72	0,150	9,70	1,030	-0,5204	0,9
12/6/2020	Área C	6,5	6,72	0,150	9,30	1,029	-0,5226	0,5
12/6/2020	Área D	8,0	6,71	0,150	9,45	1,029	-0,2652	0,0
15/6/2020	Área A	5,6	6,73	0,150	9,30	1,029		
15/6/2020	Área B	6,6	6,74	0,150	9,40	1,029		
15/6/2020	Área C	7,2	6,76	0,150	9,15	1,029		
15/6/2020	Área D	8,1	6,72	0,150	9,35	1,029		
16/6/2020	Área A	6,1	6,72	0,150	9,35	1,029	-0,5321	0,0
16/6/2020	Área B	7,0	6,74	0,150	9,60	1,029	-0,5364	0,0
16/6/2020	Área C	7,2	6,75	0,150	9,10	1,029	-0,5366	0,0
16/6/2020	Área D	6,9	6,74	0,150	9,40	1,029	-0,5344	0,0
17/6/2020	Área A	6,6	6,73	0,150	9,20	1,028	-0,5233	0,6
17/6/2020	Área B	7,4	6,73	0,150	9,10	1,028	-0,5213	0,7
17/6/2020	Área C	6,5	6,75	0,150	9,35	1,029	-0,5154	1,9
17/6/2020	Área D	8,2	6,73	0,150	9,40	1,029	-0,5227	0,5
18/6/2020	Área A	7,1	6,71	0,165	9,80	1,028	-0,5208	0,8
18/6/2020	Área B	9,6	6,74	0,150	9,70	1,028	-0,5136	1,2
18/6/2020	Área C	6,5	6,76	0,148	9,60	1,029	-0,5257	0,1
18/6/2020	Área D	7,9	6,70	0,155	9,65	1,029		
19/6/2020	Área A	10,7	6,72	0,150	9,80	1,030		
19/6/2020	Área B	8,6	6,74	0,150	9,40	1,029		
19/6/2020	Área C	6,5	6,73	0,153	9,65	1,030		
22/6/2020	Área A	6,2	6,69	0,155	9,30	1,028	-0,5249	0,1
22/6/2020	Área B	5,9	6,72	0,150	9,50	1,028	-0,5198	1,0
22/6/2020	Área D	7,2	6,71	0,150	9,70	1,028	-0,5384	0,0
23/6/2020	Área A	6,1	6,70	0,150	9,45	1,029	-0,5180	1,4
23/6/2020	Área B	6,2	6,73	0,150	9,30	1,028	-0,5182	1,3
24/6/2020	Área A	5,8	6,68	0,150	9,20	1,028	-0,5172	1,5
24/6/2020	Área B	7,0	6,72	0,150	9,30	1,028	-0,5203	0,9
24/6/2020	Área C	7,1	6,73	0,160	10,00	1,029	-0,5248	0,3
24/6/2020	Área D	6,2	6,72	0,150	9,10	1,029	0,0000	0,0
25/6/2020	Área A	6,6	6,66	0,150	9,20	1,028	-0,5188	0,6
25/6/2020	Área B	5,7	6,71	0,150	9,20	1,028	-0,5242	0,2
25/6/2020	Área C	6,7	6,67	0,150	9,35	1,030	-0,5202	0,9
25/6/2020	Área D	6,9	6,68	0,150	9,10	1,029	-0,5310	0,0
26/6/2020	Área A	5,7	6,66	0,160	9,15	1,028	-0,5936	0,0
26/6/2020	Área B	6,7	6,67	0,150	9,40	1,028	-0,5645	0,0
26/6/2020	Área C	7,3	6,69	0,150	9,20	1,028	-0,5661	0,0
26/6/2020	Área D	7,5	6,67	0,150	9,20	1,028	-0,5345	0,0
27/6/2020	Área A	6,6	6,78	0,150	9,70	1,028	-0,5213	0,8
27/6/2020	Área B	7,2	6,79	0,150	9,20	1,028	-0,5247	0,1
27/6/2020	Área C	7,0	6,77	0,150	9,45	1,029	-0,5181	1,3
27/6/2020	Área D	6,9	6,79	0,150	9,40	1,028	-0,5197	1,0
29/6/2020	Área A	6,9	6,73	0,150	9,50	1,029	-0,5242	0,0
29/6/2020	Área B	7,3	6,76	0,150	9,30	1,028	-0,5149	1,9
29/6/2020	Área C	5,3	6,79	0,150	9,40	1,029	-0,5184	1,3
29/6/2020	Área D	7,0	6,76	0,150	9,60	1,029	-0,5244	0,1
30/6/2020	Área A	6,7	6,78	0,150	9,25	1,029	-0,5255	0,0
30/6/2020	Área B	5,0	6,76	0,150	9,30	1,028	-0,5281	0,0
30/6/2020	Área C	5,9	6,77	0,150	9,35	1,029	-0,5291	0,0
30/6/2020	Área D	6,0	6,76	0,153	9,50	1,030	-0,5359	0,0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable temperatura.

TEMPERATURA

- **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	6,4315	0,8928	0,7971	13,88	4,2000	6,3000	9,1500
ÁREA B	7,481	1,674	2,804	22,38	3,100	7,600	11,300
ÁREA C	7,1752	1,0999	1,2099	15,33	4,1000	7,2500	10,6000
ÁREA D	7,4781	0,9809	0,9622	13,12	4,4000	7,4000	10,8500

- **ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	192,4	64,129	44,36	0,000
Error	1042	1506,5	1,446		
Total	1045	1698,9			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	263	6,4315	0,8928	(6,2860; 6,5769)
ÁREA B	263	7,481	1,674	(7,335; 7,626)
ÁREA C	262	7,1752	1,0999	(7,0294; 7,3210)
ÁREA D	258	7,4781	0,9809	(7,3312; 7,6250)

Desv.Est. agrupada = 1,20239

- **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA B	263	7,481	A
ÁREA D	258	7,4781	A
ÁREA C	262	7,1752	B
ÁREA A	263	6,4315	C

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A	1,049	0,105	(0,780; 1,318)	10,01	0,000
ÁREA C - ÁREA A	0,744	0,105	(0,474; 1,013)	7,09	0,000
ÁREA D - ÁREA A	1,047	0,105	(0,776; 1,317)	9,93	0,000
ÁREA C - ÁREA B	-0,306	0,105	(-0,575; -0,036)	-2,91	0,019
ÁREA D - ÁREA B	-0,003	0,105	(-0,273; 0,268)	-0,03	1,000
ÁREA D - ÁREA C	0,303	0,105	(0,032; 0,574)	2,87	0,021

Nivel de confianza individual = 98,96%

Anexo 15. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable pH.

pH

• **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	6,6953	0,0365	0,00134	0,55	6,5950	6,6950	6,7850
ÁREA B	6,6680	0,0421	0,00177	0,63	6,5300	6,6600	6,7900
ÁREA C	6,6974	0,0401	0,00161	0,60	6,5800	6,7050	6,7950
ÁREA D	6,6871	0,0374	0,00140	0,56	6,6000	6,6900	6,7900

• **ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	0,1428	0,047586	31,11	0,000
Error	1052	1,6090	0,001529		
Total	1055	1,7517			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	264	6,69530	0,03654	(6,69058; 6,70002)
ÁREA B	266	6,66801	0,04206	(6,66331; 6,67272)
ÁREA C	264	6,69742	0,04013	(6,69270; 6,70215)
ÁREA D	262	6,68714	0,03742	(6,68240; 6,69188)

Desv.Est. agrupada = 0,0391080

• **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA C	264	6,69742	A
ÁREA A	264	6,69530	A B
ÁREA D	262	6,68714	B
ÁREA B	266	6,66801	C

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A	-0,02729	0,00340	(-0,03601; -0,01857)	-8,03	0,000
ÁREA C - ÁREA A	0,00212	0,00340	(-0,00661; 0,01086)	0,62	0,924
ÁREA D - ÁREA A	-0,00816	0,00341	(-0,01691; 0,00060)	-2,39	0,079
ÁREA C - ÁREA B	0,02941	0,00340	(0,02069; 0,03813)	8,66	0,000
ÁREA D - ÁREA B	0,01913	0,00340	(0,01039; 0,02787)	5,62	0,000
ÁREA D - ÁREA C	-0,01028	0,00341	(-0,01903; -0,00153)	-3,01	0,014

Nivel de confianza individual = 98,96%

Anexo 16. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable acidez titulable.

ACIDEZ TITULABLE

• **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	0,15372	0,00381	0,000015	2,48	0,14600	0,15300	0,16700
ÁREA B	0,15558	0,00514	0,000026	3,30	0,14000	0,15700	0,17100
ÁREA C	0,15355	0,00375	0,000014	2,44	0,14600	0,15300	0,16500
ÁREA D	0,15447	0,00430	0,000019	2,79	0,14800	0,15300	0,16600

• **ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	0,000678	0,000226	12,29	0,000
Error	1051	0,019316	0,000018		
Total	1054	0,019993			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	264	0,153719	0,003810	(0,153202; 0,154237)
ÁREA B	265	0,155581	0,005137	(0,155064; 0,156098)
ÁREA C	264	0,153552	0,003751	(0,153035; 0,154070)
ÁREA D	262	0,154469	0,004303	(0,153949; 0,154988)

Desv.Est. agrupada = 0,00428700

• **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA B	265	0,155581	A
ÁREA D	262	0,154469	B
ÁREA A	264	0,153719	B
ÁREA C	264	0,153552	B

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A	0,001861	0,000373	(0,000905; 0,002818)	4,99	0,000
ÁREA C - ÁREA A	-0,000167	0,000373	(-0,001125; 0,000791)	-0,45	0,970
ÁREA D - ÁREA A	0,000749	0,000374	(-0,000210; 0,001709)	2,00	0,186
ÁREA C - ÁREA B	-0,002028	0,000373	(-0,002985; -0,001071)	-5,44	0,000
ÁREA D - ÁREA B	-0,001112	0,000373	(-0,002071; -0,000153)	-2,98	0,015
ÁREA D - ÁREA C	0,000916	0,000374	(-0,000043; 0,001876)	2,45	0,068

Nivel de confianza individual = 98,96%

Anexo 17. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable sólidos totales.

SÓLIDOS TOTALES

• **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	9,4845	0,2433	0,0592	2,57	8,9500	9,5000	10,1500
ÁREA B	9,5476	0,2779	0,0772	2,91	9,0000	9,6000	10,5000
ÁREA C	9,6361	0,2381	0,0567	2,47	9,1000	9,6500	10,3500
ÁREA D	9,6587	0,2540	0,0645	2,63	9,0000	9,7000	10,4000

• **ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	5,151	1,71707	26,65	0,000
Error	1054	67,914	0,06443		
Total	1057	73,066			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	265	9,4845	0,2433	(9,4539; 9,5151)
ÁREA B	266	9,5476	0,2779	(9,5171; 9,5781)
ÁREA C	264	9,6361	0,2381	(9,6054; 9,6667)
ÁREA D	263	9,6587	0,2540	(9,6279; 9,6894)

Desv.Est. agrupada = 0,253840

• **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA D	263	9,6587	A
ÁREA C	264	9,6361	A
ÁREA B	266	9,5476	B
ÁREA A	265	9,4845	C

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A	0,0631	0,0220	(0,0066; 0,1197)	2,87	0,022
ÁREA C - ÁREA A	0,1516	0,0221	(0,0949; 0,2082)	6,87	0,000
ÁREA D - ÁREA A	0,1742	0,0221	(0,1175; 0,2309)	7,88	0,000
ÁREA C - ÁREA B	0,0885	0,0221	(0,0318; 0,1451)	4,01	0,000
ÁREA D - ÁREA B	0,1110	0,0221	(0,0544; 0,1677)	5,03	0,000
ÁREA D - ÁREA C	0,0226	0,0221	(-0,0342; 0,0794)	1,02	0,737

Nivel de confianza individual = 98,96%

Anexo 18. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable densidad.

DENSIDAD

- **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	1,0284	0,000529	0,000000	0,05	1,0270	1,0280	1,0300
ÁREA B	1,0285	0,000683	0,000000	0,07	1,0270	1,0280	1,0310
ÁREA C	1,0289	0,000591	0,000000	0,06	1,0275	1,0290	1,0310
ÁREA D	1,0291	0,000677	0,000000	0,07	1,0270	1,0290	1,0310

ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	0,000085	0,000028	73,02	0,000
Error	1047	0,000407	0,000000		
Total	1050	0,000492			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	262	1,02839	0,00053	(1,02832; 1,02847)
ÁREA B	266	1,02850	0,00068	(1,02842; 1,02857)
ÁREA C	263	1,02887	0,00059	(1,02880; 1,02895)
ÁREA D	260	1,02910	0,00068	(1,02902; 1,02918)

Desv.Est. agrupada = 0,000623652

- **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA D	260	1,02910	A
ÁREA C	263	1,02887	B
ÁREA B	266	1,02850	C
ÁREA A	262	1,02839	C

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A	0,000106	0,000054	(-0,000033; 0,000245)	1,95	0,206
ÁREA C - ÁREA A	0,000482	0,000054	(0,000342; 0,000622)	8,86	0,000
ÁREA D - ÁREA A	0,000709	0,000055	(0,000569; 0,000849)	12,98	0,000
ÁREA C - ÁREA B	0,000376	0,000054	(0,000237; 0,000515)	6,93	0,000
ÁREA D - ÁREA B	0,000603	0,000054	(0,000463; 0,000742)	11,08	0,000
ÁREA D - ÁREA C	0,000227	0,000055	(0,000087; 0,000367)	4,16	0,000

Nivel de confianza individual = 98,96%

Anexo 19. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova,
prueba de Tukey, para la variable densidad.

PUNTO CRIOSCOPICO

• **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	-0,52531	0,00648	0,000042	-1,23	-0,54530	-0,52415	-0,51290
ÁREA B	-0,52511	0,00628	0,000039	-1,20	-0,54600	-0,52350	-0,51190
ÁREA C	-0,52632	0,00643	0,000041	-1,22	-0,54650	-0,52580	-0,51190
ÁREA D	-0,52956	0,00741	0,000055	-1,40	-0,54940	-0,52900	-0,51020

• **ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	0,001619	0,000540	12,17	0,000
Error	507	0,022479	0,000044		
Total	510	0,024097			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	129	-0,525306	0,006481	(-0,526457; -0,524154)
ÁREA B	131	-0,525106	0,006279	(-0,526249; -0,523963)
ÁREA C	125	-0,526318	0,006427	(-0,527488; -0,525148)
ÁREA D	126	-0,529557	0,007405	(-0,530722; -0,528391)

Desv.Est. agrupada = 0,00665855

• **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA B	131	-0,525106	A
ÁREA A	129	-0,525306	A
ÁREA C	125	-0,526318	A
ÁREA D	126	-0,529557	B

• **Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A	0,000200	0,000826	(-0,001920; 0,002319)	0,24	0,995
ÁREA C - ÁREA A	-0,001013	0,000836	(-0,003158; 0,001132)	-1,21	0,619
ÁREA D - ÁREA A	-0,004251	0,000834	(-0,006392; -0,002111)	-5,10	0,000
ÁREA C - ÁREA B	-0,001212	0,000833	(-0,003349; 0,000925)	-1,46	0,464
ÁREA D - ÁREA B	-0,004451	0,000831	(-0,006583; -0,002318)	-5,36	0,000
ÁREA D - ÁREA C	-0,003239	0,000841	(-0,005396; -0,001081)	-3,85	0,001

Nivel de confianza individual = 98,94%

Anexo 20. Resultados de estadística descriptiva, comparación de varianzas Anova, prueba de Tukey, para la variable densidad.

AGUA AÑADIDA

- **Estadísticos descriptivos: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Variable	Media	DE	Varianza	CV	Mínimo	Mediana	Máximo
ÁREA A	0,3769	0,4339	0,1883	115,12	0,0000	0,2500	1,6500
ÁREA B	0,4156	0,4756	0,2262	114,44	0,0000	0,2000	1,9000
ÁREA C	0,2454	0,3365	0,1132	137,13	0,0000	0,0500	1,3500
ÁREA D	0,1343	0,2572	0,0662	191,51	0,0000	0,0000	1,0000

- **ANOVA unidireccional: ÁREA A; ÁREA B; ÁREA C; ÁREA D**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Factor	3	6,502	2,1674	14,38	0,000
Error	523	78,816	0,1507		
Total	526	85,318			

Factor	N	Media	DE	IC de 95%
ÁREA A	135	0,3769	0,4339	(0,3113; 0,4425)
ÁREA B	138	0,4156	0,4756	(0,3507; 0,4805)
ÁREA C	127	0,2454	0,3365	(0,1777; 0,3130)
ÁREA D	127	0,1343	0,2572	(0,0666; 0,2020)

Desv.Est. agrupada = 0,388202

- **Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ÁREA B	138	0,4156	A
ÁREA A	135	0,3769	A
ÁREA C	127	0,2454	B
ÁREA D	127	0,1343	B

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

	Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
ÁREA B - ÁREA A		0,0387	0,0470	(-0,0819; 0,1593)	0,82	0,843
ÁREA C - ÁREA A		-0,1315	0,0480	(-0,2547; -0,0083)	-2,74	0,031
ÁREA D - ÁREA A		-0,2426	0,0480	(-0,3657; -0,1194)	-5,05	0,000
ÁREA C - ÁREA B		-0,1702	0,0477	(-0,2928; -0,0477)	-3,57	0,002
ÁREA D - ÁREA B		-0,2813	0,0477	(-0,4038; -0,1587)	-5,89	0,000
ÁREA D - ÁREA C		-0,1110	0,0487	(-0,2361; 0,0140)	-2,28	0,103

Nivel de confianza individual = 98,95%

Anexo 21. Correlación de pH, Acidez, Sólidos totales, Densidad, Temperatura de congelación, Agua añadida, para las leches acopiadas del área A, B, C y D.

		Temperatura	pH	Acidez	Sólidos totales	Densidad	Punto crioscópico
Leche acopiada en el área A	pH	0,092					
		0,563					
	Acidez	-0,213	-0,3				
		0,175	0,053				
	Sólidos totales	0,267	-0,146	-0,123			
		0,088	0,355	0,438			
Densidad	-0,117	0,077	0,343	0,171			
	0,462	0,628	0,026	0,279			
Punto crioscópico	0,012	-0,109	0,252	-0,029	-0,161		
	0,038	0,494	0,107	0,854	0,308		
Agua añadida	-0,091	-0,248	0,247	-0,176	-0,15	0,676	
	0,565	0,114	0,114	0,265	0,245	0,000	
Leche acopiada en el área B	pH	-0,113					
		0,472					
	Acidez	0,151	-0,214				
		0,335	0,168				
	Sólidos totales	-0,209	0,051	-0,106			
		0,179	0,745	0,500			
Densidad	-0,028	0,067	0,016	0,195			
	0,859	0,668	0,919	0,21			
Punto crioscópico	0,037	0,035	-0,147	-0,075	0,049		
	0,815	0,823	0,346	0,634	0,756		
Agua añadida	-0,128	-0,083	-0,205	-0,094	-0,142	0,718	
	0,412	0,596	0,188	0,547	0,365	0,000	
Leche acopiada en el área C	pH	0,143					
		0,378					
	Acidez	-0,034	-0,469				
		0,833	0,002				
	Sólidos totales	0,042	-0,255	-0,027			
		0,798	0,112	0,866			
Densidad	0,128	0,285	-0,114	-0,154			
	0,431	0,074	0,484	0,341			
Punto crioscópico	0,089	0,221	0,051	-0,33	0,19		
	0,587	0,17	0,756	0,038	0,24		
Agua añadida	0,119	0,102	0,047	-0,283	0,209	0,726	
	0,466	0,533	0,776	0,077	0,197	0,000	
Leche acopiada en el área D	pH	-0,012					
		0,942					
	Acidez	0,053	-0,48				
		0,745	0,002				
	Sólidos totales	0,121	-0,069	-0,132			
		0,458	0,673	0,418			
Densidad	-0,149	-0,103	-0,060	0,073			
	0,36	0,527	0,715	0,653			
Punto crioscópico	-0,263	-0,214	0,080	0,055	0,274		
	0,101	0,184	0,623	0,735	0,087		
Agua añadida	-0,197	-0,134	0,028	0,045	-0,026	0,398	
	0,222	0,411	0,864	0,783	0,874	0,011	