

DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ACOPIO DE LECHE CRUDA DEL CENTRO DE ACOPIO CHUQUIPOGYO

DIAGNOSIS AND OPTIMIZATION OF THE RAW MILK COLLECTION PROCESS AT THE CHUQUIPOGYO COLLECTION CENTER

Nilo Israel Cabezas Oviedo¹, Fredy Patricio Erazo Rodríguez²

{nilo.cabezas@esPOCH.edu.ec¹, fredy.erazo@esPOCH.edu.ec²}

Fecha de recepción: 6 de mayo de 2024 / Fecha de aceptación: 19 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

RESUMEN: El desarrollo de un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), debe ser primordial para garantizar la calidad y seguridad de productos alimenticios, como la leche cruda. En este contexto, la investigación se enfocó en elaborar y aplicar un manual de BPM para el centro de acopio en la comunidad de Chuquipogyo, ubicado en la comunidad El Quinual, cantón Guano, provincia de Chimborazo. El principal propósito es reducir los riesgos de contaminación durante la primera etapa de producción. El presente estudio incluyó análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda obtenida de ordeño. Los datos fueron procesados con Microsoft Excel 2013 y se utilizaron pruebas T-Student para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Se realizó un análisis de situación inicial, mediante estadística descriptiva permitió evaluar el cumplimiento de la checklist, después de la aplicación del manual de BPM. El diagnóstico, reveló un cumplimiento del 55%. Al implementar el manual, los niveles de cumplimiento mejoraron significativamente: 87 % en el campo, 96 % en el transporte y 85 % en el centro de acopio. Los análisis microbiológicos mostraron inicialmente niveles de contaminación fuera de los parámetros permitidos por la norma INEN 9:2012, mediante conteo de microorganismos, *E. coli* y *Salmonella* superando los $2,5 \times 10^6$ UFC/mL. Posterior a la aplicación del manual, la carga microbiana disminuyó considerablemente a un máximo de 333 UFC/mL. Los análisis fisicoquímicos iniciales de la leche superaron los límites permitidos, y la implementación de BPM mejoró la calidad de la materia prima. La capacitación y la asistencia técnica concientizaron a los productores sobre la importancia de evitar la contaminación de la leche. Finalmente, se concluye que el uso del manual de BPM mejora significativamente la calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda. Se recomienda mantener y seguir los protocolos establecidos para asegurar la calidad continua del producto.

Palabras clave: Leche cruda, buenas prácticas de manufactura, análisis físico, análisis químico, análisis microbiológicos, centro de acopio

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias pecuarias, <https://orcid.org/0000-0002-4130-0347>

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias pecuarias, Carrera de Agroindustria, <https://orcid.org/0000-0003-0259-7712>

ABSTRACT: The development of a Good Manufacturing Practices (GMP) manual should be paramount to ensure the quality and safety of food products, such as raw milk. In this context, the research focused on developing and applying a GMP manual for the collection center in the community of Chuquipogyo, located in the community of El Quinual, Guano canton, province of Chimborazo. The main purpose is to reduce the risk of contamination during the first stage of production. The present study included sensory, physicochemical and microbiological analyses of raw milk obtained from milking. Data were processed with Microsoft Excel 2013 and T-Student tests were used for physicochemical and microbiological analyses. An initial situation analysis was performed, using descriptive statistics to evaluate compliance with a checklist after the application of the GMP manual. The diagnosis revealed 55% compliance. Upon implementation of the manual, compliance levels improved significantly: 87% in the field, 96% in transport and 85% in the collection center. Microbiological analyses initially showed contamination levels outside the parameters allowed by INEN 9:2012, with microorganism counts of E. coli and Salmonella exceeding 2.5×10^6 CFU/mL. After the application of the manual, the microbial load decreased considerably to a maximum of 333 CFU/mL. The initial physicochemical analysis of the milk exceeded the permitted limits, the implementation of GMPs improved the quality of the raw material. Training and technical assistance made producers aware of the importance of avoiding milk contamination. Finally, it is concluded that the use of the GMP manual significantly improves the sensory, physicochemical and microbiological quality of raw milk. It is recommended that the established protocols be maintained and followed to ensure the continued quality of the product.

Keywords: raw milk, good manufacturing practices, physical analysis, chemical analysis, microbiological analysis, collection center

INTRODUCCIÓN

La leche cruda, es producto de la secreción mamaria de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo (1,2), debido a su composición química y a su elevada actividad de agua, es un excelente sustrato para el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos. De los microorganismos que se pueden encontrar en la leche, unos son beneficiosos (bacterias lácticas), algunos son alterantes y otros son perjudiciales para la salud (3), Al tener alta vulnerabilidad microbiológica, puede existir contaminación que afecta a la salubridad, así como la calidad del producto, implicando riesgos a las empresas y, por ende, a consumidores.

La leche, al ser un producto rico en nutrientes, también es muy propensa a la reproducción de todo tipo de microorganismo durante el ordeño, el cual se produce en zonas inferiores de la ubre y en el canal de salida de la misma (4). Actualmente, se conoce que las zonas con más relevancia de contaminación son los utensilios de lechería como lo son ordeñadoras, tanques, cisternas, transportadoras, tuberías, silos, entre otros (5). Las características microbiológicas de la leche cruda, según INEN, debe mantener un límite permisible máximo. Un correcto manejo de la cadena

de acopio de leche repercute en aplicar buenas prácticas en los procesos, controlar tiempos y temperatura en transporte evitarán que la materia prima incremente sus cargas microbianas (1).

Los microorganismos patógenos en los alimentos pueden provocar enfermedades en los consumidores, por lo que es crucial un control estricto. Esto implica control de acidez y pH, analizar puntos críticos de control y asegurar un buen manejo durante el proceso de elaboración para evitar la contaminación cruzada (6). Además del saneamiento y desinfección diario de los equipos y utensilios, evitando el desarrollo de microorganismos patógenos, garantizando que la cadena primaria sea de buena calidad, los centros de acopio, al ser la primera etapa de producción, deben garantizar la inocuidad del producto, evitando la propagación de todo tipo de contaminantes (7).

En nuestro país, la entidad a cargo del control y cumplimiento en centros de acopio es Agrocalidad. Esta se basa en la Guía de Buenas Prácticas de Producción de leche. Básicamente consisten en la preparación del ganado, por parte de la persona que va a ordeñar, así como de los utensilios que se van a utilizar durante este proceso preproducción (8). Los aspectos sugeridos son la Limpieza del local de ordeño, arreado de la vaca, horario fijo de ordeño, lavado de manos y brazos del ordeñador, preparación y lavado de los utensilios de ordeño (9), esto se controla mediante la elaboración de un checklist. Para el transporte y centro de acopio se utilizará el Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda (10). Mientras que, para el control microbiológico en leche cruda, en centros de acopio se tendrá como referencia la normativa vigente (11).

Para poder aplicar un manual de Buenas Prácticas de Manufactura, en cualquier planta de procesamiento, almacenamiento o centro de acopio, lo primero es realizar un levantamiento de información diagnóstica de toda la planta, en el cual se determinará el área que necesita más atención. Para realizar el diagnóstico se deberá hacer un análisis de situación inicial (checklist) de cumplimiento, basado en la normativa para vigente en el país. Una de las formas más recurrentes es mediante análisis microbiológicos en superficie, para posterior análisis del porcentaje de cumplimiento mediante el checklist (12).

El centro de acopio lácteo de la Cooperativa de Producción Ganadera Chuquipogyo involucra a hombres y mujeres pertenecientes a las comunidades campesinas de Santa Rosa, El Quinual y La Envidia, creado por la cooperación mutua entre el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Andrés y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Según datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo, la producción de leche en la zona es de 6000 Litros/día. Sin embargo, al realizar un análisis situacional inicial (checklist) microbiológico, se pudieron constatar los niveles de incumplimiento, reflejando una contaminación elevada en la leche cruda, criterios contrastados con lo que cita la normativa ecuatoriana (11).

La ausencia de un Plan Operativo Estandarizado de Saneamiento (POES), que consiste en la limpieza y desinfección en la planta, es una condición básica para mantener una inocuidad alimentaria, con el fin de reducir los riesgos de contaminación física y microbiológica (13). Así como Buenas Prácticas de Pecuarias (BPP), que mantienen un control continuo en todas las áreas

de producción como son las instalaciones, equipos y utensilios. Por consiguiente, el presente trabajo tiene como importancia el desarrollar un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), así como un Plan Operativo Estandarizado de Saneamiento (POES) para el centro de acopio Chuquipogyo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro de Acopio lácteo de la Cooperativa de producción ganadera Chuquipogyo, de la comunidad el Quinual, en el sector Urbina. Los análisis sensoriales y fisicoquímicos se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis de leche de la cooperativa ganadera Chuquipogyo., tuvo una duración de 90 días, distribuidos en varias fases empezando por el diagnóstico inicial (checklist), de cada etapa productiva. Luego se realizó la toma de muestras y análisis microbiológico para leche cruda y superficies de contacto. Se consideró como unidad experimental a la muestra de leche cruda en el campo transporte y en el tanque de enfriamiento, se realizaron por hisopado tres tomas en superficies vivas e inertes. Posteriormente, el cumplimiento de controles se realizó mediante checklist distribuido antes y después de aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura, en cada etapa de la cadena productiva.

Esta investigación se basó en el análisis de calidad de leche cruda en el centro de acopio Chuquipogyo, mediante varios checklist de cumplimiento para cada área productiva, basado en la normativa de Agrocalidad. Los resultados experimentales de las cargas microbiológicas que se obtuvieron al azar, fueron analizados por medio de la prueba estadística T-student. Los resultados de los análisis sensoriales y el porcentaje de cumplimiento de los checklist se analizaron por medio de estadística descriptiva, donde se estableció la existencia de significancia por efecto de las Buenas Prácticas de Manufactura. Las mediciones experimentales se realizaron antes y después de aplicar el manual de Buenas Prácticas en el proceso de acopio de leche cruda.

Para el análisis sensorial y fisicoquímico se tomaron seis muestras de leche de 100 mL por comunidad, en el momento de la recepción y posteriormente en el tanque de enfriamiento general. En el análisis microbiológico se tomaron tres muestras de leche de 100 mL por comunidad en campo, transporte y en el tanque de enfriamiento. Para el hisopado se realizaron tres tomas en superficies vivas (manos) y superficies inertes (tanque de enfriamiento, transporte y utensilios) luego del procedimiento de limpieza que llevaban a cabo en sus procesos, antes y después de la aplicación del manual de Buenas Prácticas de Manufactura.

Se realizaron tres tomas en superficies inertes (tanque y utensilios) y superficies vivas (manos) luego del procedimiento de limpieza que llevaban a cabo en sus procesos, antes y después de la aplicación del manual de Buenas Prácticas de Manufactura. El procedimiento se basó en la “Guía técnica peruana 346583 para análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas” resolución ministerial (14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Checklist para control de proveedores de campo

En la Tabla 1, se observan los resultados obtenidos para la evaluación inicial (checklist) antes y después, para control de proveedores de campo, en base a (15).

Tabla 1: Evaluación de cumplimiento en checklist, (16), para control en Campo de proveedores del centro de acopio Chuquipogyo

Parámetros de evaluación	Santa Rosa		El Quinual		La Envidia	
	% cumple antes	% cumple después	% cumple antes	% cumple después	% cumple antes	% cumple después
Vías internas	66,66	66,66	50	66,66	50	50
Corrales y salas de espera	66,66	83,33	50	66,66	16,67	66,67
Actividades de ordeño	30	100	20	100	20	83,33
Tanques y Bidones	66,66	100	33	100	33,33	100
Higiene personal	50	100	75	100	25	100
Limpieza y desinfección	50	100	50	100	50	100
Promedio	55	91,67	46,33	88,89	32,50	83,33

Al finalizar las capacitaciones, se realiza una comparativa de porcentajes de cumplimiento, podemos evidenciar que hubo un cumplimiento mayor al 80% respecto al con el protocolo establecido en el Manual de BPM.

Análisis Sensorial de la Leche Cruda

En la Tabla 1, se presenta las características sensoriales como son color, olor y aspecto, para realizar los análisis sensoriales se tomaron seis muestras de leche cruda de 100 mL por cada comunidad en el momento de la recepción y posteriormente en el tanque de enfriamiento

Color: los resultados para este parámetro evidenciaron, que para la comunidad de Santa Rosa presenta color característico mientras que para las comunidades El Quinual y la Evidia presentan una ligera diferencia para los parámetros analizados. Después de aplicar las BPM, las muestras de leche analizadas cumplen con lo exigido en la (1).

Olor: para este parámetro, observamos que antes de la capacitación a los productores la leche procedente de la comunidad Santa Rosa tiene un olor lácteo característico normal, existiendo diferencia altamente significativa con la comunidad la Envidia. Al aplicar los procedimientos del manual de BPM podemos constatar que ninguna comunidad presenta olores extraños.

Aspecto: muestra los resultados de los análisis de aspecto, se evidencia que la comunidad de Santa Rosa presenta un aspecto homogéneo, mientras que para las dos comunidades presentan

valores bajos en comparación al valor inicial. Al aplicar los procedimientos del manual de BPM, la leche producida en las comunidades el Quinual y la Envidia mejoraron significativamente. Santa Rosa mantuvo un aspecto adecuado antes y después del muestreo.

Tabla 2: Análisis Sensoriales de la Leche Cruda de las comunidades y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	COLOR				OLOR				ASPECTO				
	Antes de BPM		Después de BPM		Antes de BPM		Después de BPM		Antes de BPM		Después de BPM		
	N	L.C.	C.E.	L.C.	C.E.	L.C.	O.E.	L.C.	O.E.	H.	EX.	H.	EX.
Santa Rosa	6	6	0	6	0	6	0n	6	0	6	0	6	0
El Quinual	6	5	1	6	0	4	2	6	0	4	2	6	0
Envidia	6	5	1	6	0	2	4	6	0	5	1	6	0
C. Acopio	6	6	0	6	0	3	3	6	0	5	1	6	0
Sumatoria:	24	22	2	24	0	15	9	24	0	20	4	24	0

Donde: L.C: lácteo característico; C.E: color extraño; O.E: olor extraño; H: Homogéneo, EX: Extraño.

Análisis Físicoquímico de la leche

Para realizar los análisis físicoquímicos se tomaron seis muestras de leche cruda, 100 mL por cada comunidad en el momento de la recepción y posteriormente en el tanque de enfriamiento general.

Densidad Relativa: Se presenta en la Tabla 3, la densidad de la comunidad el Quinual, presentó una mínima diferencia en relación con las demás comunidades. Sin embargo, al aplicar el manual de BPM la comunidad La Envidia y en centro de acopio, se observó un incremento en los valores.

Tabla 3: Evaluación de la densidad de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	1,028	1,028	1,58113883	0,087343907	ns
El Quinual	6	1,030	1,031	-0,34921515	0,370576911	ns
Envidia	6	1,028	1,028	0,34921515	0,370576911	ns
C. de Acopio	6	1,029	1,030	-2,23606798	0,037793409	*

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Grasa: En la Tabla 4 se analiza la cantidad de grasa, en la comunidad de El Quinual el contenido de grasa es mayor a diferencia de la comunidad Envidia que presenta menor cantidad al aplicar los protocolos establecidos en el manual de BPM, la leche procedente de las comunidades de Santa Rosa y El Quinual tuvieron un porcentaje superior en relación con las demás comunidades y centro de acopio.

Tabla 4: Evaluación de la grasa de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	3,8	3,9	-1,34839972	0,117693739	ns
El Quinual	6	4,0	4,0	0,4662524	0,330321078	ns
Envidia	6	2,7	2,9	0,00516171	2,015048373	ns
C. Acopio	6	3,5	3,6	-3,16227766	0,012515508	*

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Análisis microbiológico de la leche cruda

Medición de acides titulable: En la Tabla 5 se observa que al aplicar los protocolos y capacitaciones el porcentaje acidez se normalizó, El centro de acopio como las comunidades se mantienen en un rango de 0,14 y 0,15% que forma parte de lo exigido por la Normativa.

Tabla 5: Evaluación de acides titulable de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	0,17	0,14	5,83874208	0,001042396	**
El Quinual	6	0,16	0,15	3,37862314	0,009851852	**
Envidia	6	0,17	0,15	5,39795619	0,001473569	**
C. Acopio	6	0,17	0,15	7,74596669	0,000286623	**

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Análisis de células somáticas (mastitis): La Tabla 6, de la comunidad Santa Rosa, reporta valores inferiores que El Quinual y La Envidia. Al aplicar el manual de BPM, se observa que el conteo de células somáticas se reduce, mostrando diferencia altamente significativa. ($p < 0,01$)

Tabla 6: Análisis de células somáticas de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	159033	109500	14,3522971	1,48026E-05	**
El Quinual	6	177000	122000	21,408721	2,06168E-06	**
Envidia	6	181833	140333	20,2902249	2,68908E-06	**
C. Acopio	6	179000	139333	24,3926218	1,07943E-06	**

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

A continuación, se presenta el análisis microbiológico, para el cual se tomaron 3 muestras antes y después de aplicar el manual BPM.

Campo: La Tabla 7, presenta que para el parámetro E. Coli y Coliformes totales muestran elevados valores, particularmente en la comunidad La Envidia, valores que reducen su carga microbiana completamente al aplicar el Manual BPM ($p < 0,01$), mientras que para *Estafilococcus Aureus* se eliminó completamente en las comunidades El Quinual y Santa Rosa, mientras que para *Listeria* al aplicar el manual no mostró carga microbiana, en ninguna de las tres comunidades.

Tabla 7: Análisis microbiológico de la leche cruda realizado en campo

Bacteria	Lugar/Área	n	Evaluación promedio UFC/mL		t. Cal	probabilidad	Sig.
			Antes	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	546667	333	5,432605291	0,016126429	**
	El Quinual	3	545000	333	16,17583943	0,001900008	*
	La Envidia	3	772000	667	25,72381737	0,000753904	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	1119000	333	87,50152373	6,52911E-05	**
	El Quinual	3	1086000	667	31,32507421	0,000508771	**
	La Envidia	3	1186667	667	23,61943781	0,000893851	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	21667	0	2,353157996	0,071439957	**
	El Quinual	3	50000	0	2,040674677	0,089039554	ns
	La Envidia	3	71333	333	8,309921451	0,007087049	**
<i>Listeria</i>	Santa Rosa	3	7000	0	1,941450687	0,095854812	ns
	El Quinual	3	1667	0	1	0,211324865	ns
	La Envidia	3	2000	0	1,732050808	0,112701665	ns

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Transporte: En la Tabla 8 indica los resultados de los análisis microbiológicos, los niveles de cargas microbiológicas para parámetros E. Coli, Coliformes totales, *Estafilococcus Aureus* y *Salmonella* en la comunidad La Envidia presentan altos valores en sus cargas microbiológicas. Al aplicar los procedimientos del manual de BPM, así como las capacitaciones al personal encargado de esta parte del proceso, los niveles de cargas microbiológicas descienden en las tres comunidades.

Tabla 8: Análisis microbiológico en la etapa de transporte en las tres comunidades

Bacteria	Lugar/Área	n	Evaluación promedio UFC/mL		t. Cal	probabilidad	Sig.
			Antes de BPM	Después de BPM			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	406667	333	22,71078137	0,000966596	**
	El Quinual	3	518667	333	29,37100752	0,000578599	**
	La Envidia	3	792000	667	69,37488354	0,000103856	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	1312000	333	24,63564698	0,000821808	**
	El Quinual	3	1332000	667	10,59181726	0,004398141	**
	La Envidia	3	2579333	333	241,1931167	8,59467E-06	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	31000	0	6,711696879	0,010743113	*
	El Quinual	3	43667	0	3,80871892	0,031269151	*
	La Envidia	3	71333	333	8,309921451	0,007087049	**

	Santa Rosa	3	513333	0	6,261818401	0,012283759	*
<i>Salmonella</i>	El Quinual	3	520667	0	10,35186473	0,00460156	**
	La Envidia	3	604000	333	4,647976986	0,021651935	*

Hisopado de superficies

Manos (superficies vivas): en la Tabla 9, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de superficies vivas, en los cuales para los tres tipos de bacterias que se presenta sus valores son altos. Al aplicar los Planes Operativos Estandarizados de Saneamiento para operarios, las cargas microbiológicas descienden totalmente ($p < 0,01$).

Tabla 9: Análisis de muestreo, muestreo en superficies vivas (manos)

Bacteria	Lugar/Área	Evaluación Promedio UFC/mL				t. Cal	probabilidad	Sig.
		n	Antes	n	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	7580	3	0	36,3016162	0,000378987	**
	El Quinual	3	8410	3	0	29,3255814	0,00058039	**
	La Envidia	3	8310	3	0	34,5457198	0,000418443	**
	C. de Acopio	3	7010	3	0	291,772303	5,87319E-06	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	9650	3	0	130,034239	2,95676E-05	**
	El Quinual	3	9430	3	0	73,2659228	9,31204E-05	**
	La Envidia	3	10880	3	0	13,251224	0,002823367	**
	C. de Acopio	3	5430	3	0	11,6743446	0,00362875	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	580	3	0	13,9311494	0,002556556	**
	El Quinual	3	640	3	0	7,36250894	0,008976337	**
	La Envidia	3	660	3	0	5,0570135	0,018474744	*
	C. de Acopio	3	470	3	0	9,4	0,005564384	**

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Utensilios (superficies inertes): La Tabla 10 presenta los resultados de los análisis microbiológicos de utensilios, al respecto se observa que, al aplicar los Planes Operativos Estandarizados de Saneamiento, la presencia de microorganismos patógenos reduce considerablemente. Las muestras analizadas de la comunidad El Quinual y Santa Rosa mostraron una diferencia altamente significativa ($p < 0,01$). En el centro de acopio se observa que la presencia de Coliformes totales se reduce completamente.

Tabla 10: Hisopado de superficies, análisis de muestreo de utensilios

Bacteria	Lugar/Área	Evaluación Promedio UFC/mL				t. Cal	probabilidad	Sig.
		n	Antes	n	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	7570	3	0	13,7770366	0,002613622	**
	El Quinual	3	7510	3	0	92,6388293	5,82516E-05	**
	La Envidia	3	6870	3	0	28,8964481	0,000597725	**
	C. de Acopio	3	5160	3	0	32,1663423	0,000482545	**

“DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ACOPIO DE LECHE CRUDA DEL CENTRO DE ACOPIO CHUQUIPOGYO”

<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	8980	3	0	44,2412846	0,000255259	**
	El Quinual	3	9490	3	0	73,7319251	9,19473E-05	**
	La Envidia	3	9600	3	0	138,564065	2,60396E-05	**
	C. de Acopio	3	7680	3	0	33,765718	0,000437973	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	630	3	0	7,64961151	0,008331618	**
	El Quinual	3	590	3	0	24,6841587	0,000818589	**
	La Envidia	3	610	3	0	14	0,002531662	**
	C. de Acopio	3	640	3	0	5,4093254	0,016258821	*

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Tanque de enfriamiento en centro de acopio: Se presenta los datos en la Tabla 11, realizado en los tanques de enfriamiento mediante hisopado en el centro de acopio Chuquipogyo, en las tres comunidades se presentan valores altos para los tres parámetros, la presencia de los microorganismos patógenos se reduce completamente al utilizar el manual de BPM.

Tabla 11: Hisopado de superficies, tanques de enfriamiento del centro de acopio Chuquipogyo

Bacteria	n	Evaluación Promedio UFC/mL		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
E. Coli	3	4030	0	44,8949664	0,000247886	**
Coliformes totales	3	5250	0	14,8411336	0,002254709	**
Estafilococcus Aureus	3	670	0	18,1401355	0,001512568	**

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

Tanque de transporte de leche: Al analizar la Tabla 12 para superficies inertes, podemos apreciar que para la comunidad La Envidia presenta diferencias significativas en relación con las dos comunidades analizadas mediante la técnica de hisopado. Para el parámetro Coliformes totales, no existe diferencia altamente significativa en las comunidades. Al analizar los tres parámetros posteriores de aplicar los Planes Operativos Estandarizados de Saneamiento, las cargas microbiológicas se reducen significativamente.

Tabla 12: Hisopado de superficies, tanques de transporte de leche

Bacteria	Lugar/Área	Evaluación promedio UFC/mL				t. Cal	probabilidad	Sig.
		n	Antes	n	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	6660	3	0	15,577083	0,002047968	**
	El Quinual	3	7730	3	0	19,4276129	0,0013195	**
	La Envidia	3	8250	3	0	23,3271693	0,000916328	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	9030	3	0	36,2556079	0,000379948	**
	El Quinual	3	9290	3	0	28,5717292	0,000611364	**

	La Envidia	3	9480	3	0	41,1010126	0,000295719	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	590	3	0	16,6304368	0,001798105	**
	El Quinual	3	20	3	0	3,46410162	0,03708995	*
	La Envidia	3	690	3	0	14,2835301	0,002432877	**

ns: no significativo, *: existe diferencia **: existe diferencia altamente significativa.

DISCUSIÓN: En el análisis de situación inicial (checklist) se pudo evidenciar la falta de capacitación de las tres comunidades, mismos resultados que evidenciaron una serie de factores a tomar en cuenta para mejorar sus actividades de ordeño, así como asistencia técnica, capacitaciones y transferencia de conocimientos como tecnología. Al capacitar al personal a cargo de las primeras etapas de producción mediante la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), se evidenció fueron más higiénicas, como resultado, la calidad de la leche incrementó su calidad, así como su trazabilidad. En los resultados se constata que los porcentajes obtenidos superan el 80% del cumplimiento, estos datos contrarrestan con lo afirmado en el manual de Procedimientos para la Vigilancia y Control de la Inocuidad de Leche cruda (16).

Al realizar el Análisis Sensorial de la Leche Cruda para el parámetro color, la presencia de colores extraños en la leche se debe a la adulteración intencionada por parte de los productores. De acuerdo con (17), la adición de sustancias ajenas a la composición natural de la leche como peróxidos y conservantes generan cambios en la calidad sensorial de la materia prima. Al analizar el parámetro olor, este es extraño por el inadecuado manejo durante las actividades en campo. Las condiciones para el manejo de leche cruda en campo deben ser totalmente higiénicas, el riesgo de contaminación física puede influir en el olor (18).

Mientras que para el aspecto de leche cruda se estableció que los mismos se encuentran dentro del nivel de aceptación establecido por la norma (11), para leche cruda. Estudios similares, como el realizado en el centro de acopio de leche “El Panecillo” mencionan que el 33,33% de las muestras analizadas presentaron un aspecto homogéneo, debido a la presencia de materias extrañas como fragmentos de vegetales, ocasionando un cambio en el aspecto de la leche cruda (19).

Al tener en cuenta el Análisis Físicoquímico de la leche, la variación en la densidad de las muestras de leche analizadas posiblemente se deba a la adición de agua añadida (20), menciona que los valores debajo de 1,027 pueden significar adición de agua, pero si se reportan valores superiores a 1,032 existe la probabilidad de una leche con muy baja concentración de grasa. Respecto al parámetro grasa, posiblemente el tipo de alimentación sea la causa de las diferencias en porcentaje de grasa de la leche entre comunidades, corroborando de esta manera lo que manifiesta (21).

Al tomar en cuenta la Medición de Acidez Titulable, estudios similares indican que los muestreos realizados en centros de acopio y comunidades proveedoras, presentan una media de 0,16 % antes y 0,13 % después de la implementación del manual. Menciona también que el cambio se debe a que se corrigieron las deficiencias en la práctica del ordeño, como el cambio de utensilios

de plásticos por el uso de material de acero inoxidable. Sin embargo, sus valores se encuentran sobre los límites lo que no es favorable (22).

Uno de los parámetros a considerar dentro de las BPP de la leche cruda es el Análisis de Células Somáticas. La normativa técnica (11), indica que el conteo de células somáticas debe ser inferior a $7,0 \times 10^5$ células somáticas/mL. Esto se puede constatar con la investigación realizada en el centro de acopio “El Panecillo”, que las muestras analizadas antes y después de la implementación del manual reportan un número inferior al permitido por la norma ecuatoriana para leche cruda (19). Una correcta implementación de las BPM, se puede verificar mediante análisis microbiológico. Antes de implementar el manual se pudo presenciar una alta carga microbiana, es posible que la higiene personal y el medio sean las principales causas de contaminación de la leche cruda en campo, como lo afirma (19).

La calidad microbiológica de la leche depende del manejo sanitario que efectúe el operario en las actividades realizadas, tanto en campo como en el transporte son factores de sumo cuidado microorganismos patógenos como los *Estafilococos Aureus* en la leche cruda sea por no mantener un control en el procedimiento higiénico del transporte, corroborando de esta manera lo que manifiesta (3). La presencia de *Estafilococos Aureus* en los alimentos se interpreta, por lo general, como un indicativo de contaminación de los manipuladores, al mantener contacto con la boca, nariz, manos, y heridas con la materia prima.

Finalmente, uno de los factores a tomar en cuenta es el hisopado de superficies vivas (manos) e inertes, basados en “Guía técnica peruana 346583:2007 para análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas, señala que las cargas de Coliformes totales y *Estafilococcus Aureus* deben ser menores a 100 UFC/superficie muestreada, por lo que se constata que las muestras analizadas de las manos de los productores cumplen con lo exigido (14).

CONCLUSIONES

En el diagnóstico del centro de acopio se observó que existían incumplimientos en los procesos, los checklist realizados no superaban el 55% de cumplimiento. Después, aplicando correctamente lo que dicta el manual las Buenas Prácticas en las diferentes etapas de acopio se alcanzó un cumplimiento del 87 % en campo, 96 % en transporte y 85 % en centro de acopio.

En los análisis microbiológicos se evidencia que las cargas de Coliformes totales y *E. Coli* en la leche proveniente a las comunidades de estudio redujeron en gran medida, sin embargo, aun después de la aplicación del manual de BPM y POES las comunidades El Quinual y La envidia reportaron un promedio máximo de 667 UFC/mL. Las cargas de *Salmonella*, *Listeria* y *Estafilococcus Aureus* se eliminaron por completo, dando cumplimiento a lo que exige la norma NTE INEN 9:2012 para leche cruda. En el conteo microbiológico del hisopado de superficies vivas e inertes, se observó una reducción total en todas las áreas de análisis, demostrando la eficiencia de los POES, cumpliendo de esta manera lo que exige la Guía técnica peruana 346583 para análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.

Las capacitaciones, asistencia técnica y transferencia de tecnología contribuyeron a que los productores, transportistas y operarios del centro de acopio concienticen la importancia de aplicar las BPM y POES durante toda la cadena productiva, partiendo del ordeño hasta el enfriamiento, sin descuidar ningún eslabón, obteniendo beneficios en la calidad final de la leche cruda, misma que fue reflejada en los análisis posteriores a su aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEN. NTE INEN 9:2012 LECHE CRUDA REQUISITOS. ; 2012.
2. FAO/OMS. Comisión del Codex Alimentarius: Manual de procedimiento. (Novena edición).: Inen 2014 ; 1995.
3. Martinez C. Calidad de leches crudas y quesillos elaborados artesanalmente. In. Riobamba-Ecuador.; 2004. p. 18-36.
4. Ramos B, Rivas M, Acuña R. CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE EN SISTEMAS DE OREDEÑO EN EL MUNICIPIO DE Maturin, Monogás, Venezuela. In.
5. Ria C, Loenis C, Martinez E. Evaluación microbiológica de la leche cruda en la planta de lácteos de Zamorano. In Tesis (Ingeniera en Agroindustria Carrera de Agroindustria Alimentari. Honduras; 2003. p. 14-47.
6. Aguilar A, Urbano E, Jaimes C. Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud e himocuidad alimentaria. In 2 V, editor...: Ciencia y Agricultura; 2014. p. 83-93.
7. Produccion Lechera. [Online].; s/f. Available from: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>.
8. Contero R, Requielme N, Cachipundo C, Acurio D. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador.. In Vida RdCdl, editor...: LA GRANJA; 2021. p. 33(1), 31-43.
9. Resolución Técnica nº 0217. BPM en la producción de Leche Cruda. In ; 2012: Agrocalidad.
10. La Resolución Técnica Nº 0213. Normas y directrices para asegurar la calidad e inocuidad de la leche cruda durante el proceso de ordeño. In ; 2013: Agrocalidad.
11. INEN NTE 9 , inventor; LECHE CRUDA.. 2015.
12. Puentestar M, Siomara T. Diseño de un sistema de Buenas Prácticas de Manufactura e implementación de Procedimientos Operacionales Estandarizados de Saneamiento en la microempresa lácteos Mariana de la ciudad de Mira. UPEC. In.; 2022.
13. Feldman P. Sistemas de Gestión de Calidad en el sector agroalimentario Buenos Aires-Argentina.; 2018
14. MINSA. Norma Sanitaria para el analisis microbiologico de superficies: Resolucion N 461 2007; 2007.
15. AGROCALIDAD. GUIA DE BUENAS PRACTICAS PECUARIAS DE PRODUCCION DE LA LECHE; 2012
16. AGROCALIDAD. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA VIGILAMCIA Y CONTROL DE LA INOCUIDAD DE LA LECHE CRUDA; 2013.
17. Remache V. Diseño y aplicación de un manual de buenas prácticas de ordeño (BPO) para los productores de leche la comunidad compañía labranza filial a la corporación COCIH. In.; 2017. p. 32-39.
18. Gastalver M. Procesos básicos de elaboración de quesos. In Elearning S.L. España: ; 2015.
19. Valle T. Evaluación de la calidad de la leche cruda e aplicación de un manual de calidad en

- el centro de acopio asociación El Panecillo. In Tesis (Ingeniero en Industrias Pecuarias).: Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2015. p. 32-37.
20. Palomino García LR, MGJP, GPCM, GGJH, & DRDL. Caracterización fisicoquímica y actividad antimicrobiana del propóleo en el Municipio de La Unión (Antioquia, Colombia). In.: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín; 2010. p. 5373-5383.
 21. Molina F. Determinación de la calidad de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, sólidos totales) aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la parroquia Pintag, Canto Quito). In.; 2012.
 22. Colmenárez B., Sánchez L, Sánchez R. Aplicación de las buenas prácticas de fabricación, análisis químicos y microbiológicos del queso de cabra en una unidad de producción ubicada en Bobaredo Lara. In.: Revista de Investigación en Producción An; 2015.