

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN
QUÍMICA DE LECHE BAJO DOS SISTEMAS DE ORDEÑO EN
VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS, EN EL CIP ILLPA**

TESIS

PRESENTADA POR:

SAMUEL CCALLO ORMACHEA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MENCIÓN: GESTIÓN AGROAMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE
BAJO DOS SISTEMAS DE ORDEÑO EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS,
EN EL CIP ILLPA

TESIS PRESENTADA POR:
SAMUEL CCALLO ORMACHEA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

.....
Ing. M.Sc. Julio Mayta Quispe

PRIMER MIEMBRO

:

.....
D.Sc. Ali William Canaza Cayo

SEGUNDO MIEMBRO

:

.....
Ing. M.Sc. Marienela Calsin Cutimbo

DIRECTOR / ASESOR

:

.....
Ing. M.Sc. Dawes Ramos Alata

Área : Ciencias Agrícolas

Tema : Economía, Innovación y Extensión Agraria

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 DE DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

A DIOS

Por su infinita bondad y bendiciones que me da día a día levantándome en los momentos más difíciles.

A MI ESPOSA

Ludgarda Aurea Carrizales Torres, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar este trabajo de investigación son evidencia de su gran amor.

A MI HIJA

Ariana Valentina Ccallo Carrizales, cuya existencia es motivo de superación en la vida.

A MI FAMILIA

A mis padres Samuel (QEPD). Elsa Eusebia, a mis hermanos Máximo, Elizabeth, Rubén, a mis suegros Sr. Valentín y Sra. Josefina, Cuñados, Primos y Sobrinos, por todo el apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS

Remy A., Julio César P., Luis P., Evert P., Maycol F., por todo su apoyo moral en todo momento.

SAMUEL

AGRADECIMIENTO

- El presente trabajo investigación le agradezco principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.
- A mi madre por ser un ejemplo a seguir de trabajo y colaboración con los demás.
- A mi padre (*QEPD*) por protegerme y apoyarme siempre desde donde se encuentre.
- A mi esposa, Aurea Ludgarda, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor junto a mi adorada hija Ariana Valentina.
¡Gracias!
- A la Universidad Nacional del Altiplano, Puno a toda la Facultad de Ciencias Agrarias, escuela profesional de ING. Agronómica, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.
- A los directivos y trabajadores del CIP ILLPA, quienes me brindaron un poco de su tiempo para realizar esta investigación.

SAMUEL

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	9
RESUMEN	10
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. HIPÓTESIS	13
1.2. OBJETIVOS.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. CALIDAD DE LECHE.....	14
2.1.1. Definiciones y conceptos sobre la calidad de leche	14
2.1.2. Leche fresca y cruda.....	15
2.2. FACTORES QUE MODIFICAN O ALTERAN LA CALIDAD, PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	15
2.2.1. Alimentación	17
2.2.2. Vegetación.....	18
2.2.3. Raza.....	19
2.2.4. Época del año	19
2.2.5. Etapa de lactancia.....	20
2.2.6. Enfermedades	21
2.2.7. Refrigeración de la leche.....	21
2.2.8. Ordeño.....	22
2.2.9. Contaminación externa.....	22
2.2.10. Gestación.....	23
2.2.11. Recolección y/o acopio de la leche	23
2.2.12. Medidas de manejo para prevenir la contaminación.....	23
2.3. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA LECHE	23
2.3.1. El ordeñador	24
2.3.2. El suministro de agua	24
2.4. SISTEMA DE ORDEÑO PARA BOVINOS	24
2.4.1. Ordeño manual	25
2.4.2. Ordeño mecánico	25

III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	26
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	26
3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ORDEÑADORA MECÁNICA	27
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	28
3.7. VARIABLES DE MEDICIÓN O RESPUESTA.....	28
3.8. ANÁLISIS DE DATOS	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE/DÍA POR DÍAS DE LACTACIÓN POR SISTEMA DE ORDEÑO EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS ..	30
4.2. EVALUAR LA CALIDAD DE LECHE POR SISTEMA DE ORDEÑO EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS	32
4.2.1. Grasa	32
4.2.2. Proteína	35
4.2.3. Sólidos totales	37
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. REFERENCIAS	42
ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Producción de leche (l/día) por efecto de los métodos de ordeño.	31
Figura 2. Producción de leche (l/día) por efecto de los tipos de vaca.	31
Figura 3. Contenido de grasa (%) por efecto de los métodos de ordeño.	33
Figura 4. Contenido de grasa (%) por efecto de los tipos de vaca.	34
Figura 5. Contenido de proteína (%) por efecto de los métodos de ordeño.	36
Figura 6. Contenido de proteína (%) por efecto de los tipos de vaca.	36
Figura 7. Contenido de sólidos totales (%) por efecto de los métodos de ordeño.	38
Figura 8. Contenido de sólidos totales (%) por efecto de los métodos de ordeño.	39
Figura 9. Vacas del CIP Illpa para la selección del experimento.	54
Figura 10. Ordeño manual de vaca primípara.	54
Figura 11. Ordeño manual de vaca multípara.	55
Figura 12. Vacas multíparas en ordeño mecánico.	55
Figura 13. Muestras de leches trasladadas en un recipiente hermético puesta en laboratorio para su análisis respectivo.	55
Figura 14. Informe de análisis de alimentos de las muestras de leche.	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamientos en estudio	26
Tabla 2. Análisis de varianza para producción de leche.....	30
Tabla 3. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre producción de leche.....	30
Tabla 4. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Tipos de vaca sobre producción de leche.	31
Tabla 5. Análisis de varianza para contenido de grasa en leche.....	32
Tabla 6. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre contenido de grasa.....	33
Tabla 7. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Tipos de vaca sobre contenido de grasa.	34
Tabla 8. Análisis de varianza para contenido de grasa en leche.....	35
Tabla 9. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre contenido de grasa.....	35
Tabla 10. Análisis de varianza para contenido de sólidos totales en leche.	37
Tabla 11. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre contenido de sólidos totales.	38
Tabla 12. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Tipos de vaca sobre contenido de sólidos totales.	39
Tabla 13. Datos procedentes del análisis de laboratorio.....	49
Tabla 14. Promedios de análisis de laboratorio de los tres meses evaluados	50
Tabla 15. Producción promedio diaria/mensual de leche por vacas evaluadas por tipo de ordeño	50
Tabla 16. Producción promedio/día de leche por tipo de ordeño y tipo de vaca.....	50
Tabla 17. Datos del Tiempo – Illpa (Abril – 2018)	51
Tabla 18. Datos del tiempo – Illpa (Mayo – 2018).....	52
Tabla 19. Datos del tiempo – Illpa (Junio – 2018)	53

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

A1 = Ordeño manual

A2 = Ordeño mecánico

B1 = Vacas primíparas

B2 = Vas Multíparas

C.M. = Cuadrados medios

CV = Coeficiente de variación o coeficiente de variabilidad

F.V. = Fuente de variación

Fc = F calculada

G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados

l/día = litros por día

% = Porcentaje

* = Es significativo

** = Es altamente significativo

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción ILLPA, ubicado en el kilómetro 18 de la carretera Puno – Juliaca. Long. 293 Oeste 70° 4' 50". Latitud Sur 15° 42' 30", con altitud de 3820 msnm., con una extensión de 294 superficial de 409.246 ha. Cuyos objetivos fueron: a) Estimar la producción de leche/día por sistema de ordeño en vacas primíparas y multíparas, b) Evaluar la calidad de leche por sistema de ordeño en vacas primíparas y multíparas. Como material experimental se tuvo 12 vacas. Los factores en estudio fueron: Métodos de ordeño (manual y mecánico) y Tipos de vacas (Primíparas y Multíparas). El diseño experimental para la investigación fue Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 tipos de ordeño por 2 tipos de vaca, con un total de 4 tratamientos, distribuidos bajo tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales. Se evaluó la producción de leche por día, y las muestras de leche procedentes de los ordeños fueron enviadas al Laboratorio de la Escuela Profesional de Ing. Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias, la cantidad de 500 ml por tratamiento y repetición para el análisis de grasa, proteína y sólidos totales. Los resultados obtenidos fueron: a) En producción de leche (l/día), el método de ordeño "Mecánico" tuvo mayor producción con 6.70 l/día, el cual fue superior al método de ordeño "Manual" con 5.31 l/día. La vaca "Multípara" tuvo mayor producción de leche con 7.24 l/día, el cual fue superior a la vaca "Primípara" con 4.76 l/día. b) En calidad de leche, el método de ordeño "Mecánico" tuvo grasa 3.45%, proteína de 2.57%, y contenido de sólidos totales 12.50%. Mientras que el método de ordeño "Manual" tuvo grasa 3.49%, proteína de 2.54%, y sólidos totales con 13.66%. Respecto las vacas, el tipo de vaca "Primípara" tuvo grasa con 3.48%, 2.56% de proteína, y 13.35% de sólidos totales. Mientras que la vaca "Multípara" que tuvo grasa con 3.46%, 2.55 % de proteína y 12.81% de contenido de sólidos totales.

Palabras clave: Calidad, producción, leche, ordeño, primípara, multípara.

ABSTRACT

The research was carried out at Centro de Investigación y Producción ILLPA, located at kilometer 18 of the Puno - Juliaca highway. Long. 293 West 70° 4' 50". South Latitude 15° 42' 30", with an altitude of 3820 meters above sea level, with a surface 294 extension of 409,246 ha. Whose objectives were: a) To estimate the production of milk / day by milking system in primiparous and multiparous cows, b) To evaluate the quality of milk by milking system in primiparous and multiparous cows. As an experimental material, 12 cows were taken. The factors under study were: Milking methods (manual and mechanical) and Types of cows (Primiparous and Multiparous). The experimental design for the investigation was Completely Random with factorial arrangement of 2 types of milking by 2 types of cow, conducted under three repetitions, with a total of 12 treatments under study. The milk production per day was evaluated, and the milk samples from the milkings were sent to the Laboratory of the Professional School of Agroindustrial Engineering of the Faculty of Agricultural Sciences, the amount of 500 ml per treatment and repetition for the analysis of fat, protein and total solids). The results obtained were: a) In milk production (l / day), the milking method "Mechanical" had higher production with 6.70 l / day, which was higher than the "Manual" milking method with 5.31 l / day. Regarding the type of cow, the "Multipara" had higher milk production with 7.24 l / day, which was superior to the type of cow "Primipara" with 4.76 l / day. b) As milk, the "Mechanical" milking method had 3.45% fat, 2.57% protein, and 12.50% total solids content. While the "Manual" milking method had 3.49% fat, 2.54% protein, and total solids with 13.66%. Regarding the cows, the type of cow "Primípara" had fat with 3.48%, 2.56% of protein, and 13.35% of total solids. While the "Multipara" cow had fat with 3.46%, 2.55% protein and 12.81% total solids content.

Key words: Quality, production, milk, milking, primipara, multipara.

I. INTRODUCCIÓN

El sub-sector pecuario es una de las actividades económicas más importantes en la región Puno, y dentro de ella se destaca la producción de bovinos de leche. En el 2007, el sub-sector pecuario creció 3,2%, principalmente por la producción de leche, debido a una fuerte tendencia a la producción de derivados lácteos, apoyada por el incremento de instalación de pastos y forrajes (PEDPL, 2008).

La actividad lechera no tan solo ofrece un producto higiénico y rico en proteínas a la población, sino que también por mucho tiempo ha servido y sirve como fuente de trabajo de un sector grande de la población, generando mano de obra principalmente para los jóvenes. El objetivo de la crianza de vacunos a la producción de leche es obtener una cantidad óptima de leche y de buena calidad, a un costo económico. Asimismo, obtener animales necesarios para reemplazo, crecimiento y venta de excedentes (Caballa, 2012).

En Puno, la producción de leche es una de las principales actividades económicas desarrolladas entre 3.000 y 4.000 metros de altitud; va creciendo desde el año 2000 (PERULACTEA, 2008), y es actualmente la sexta cuenca lechera más importante del Perú, con una producción del 3,78% (INFOLACTEA, 2008), aproximadamente 200.000 mil litros/día. Más del 80% de la producción está concentrada en las provincias de Melgar, Azángaro, Puno y Huancané; la cual se la destina principalmente al procesamiento de derivados lácteos, venta directa al consumidor y consumo propio (Vega, 2008).

La producción lechera de vaca en el Altiplano se encuentra en franco desarrollo y expansión. Siendo en Puno, la producción de leche un potencial que contribuye con la economía del productor rural. Pues, el desarrollo de esta actividad exige el conocimiento de la producción láctea, de la identificación, registro y controles de rendimiento. Estos aspectos constituyen la base de la mejora genética en el ganado vacuno con aptitud lechera (Olarte y Olarte, 2013).

Como todo sistema de producción, resulta sumamente complejo mantener la calidad original de la leche, en su producción interactúan innumerables factores todos de una manera u otra alteran las características originales del producto (Quispe, 2014).

En los sistemas de producción de leche en el altiplano, existe baja disponibilidad de mano de obra y poca higiene en el ordeño afectando la calidad de la leche, motivo por el cual se pretende evaluar dos sistemas de ordeño (manual y mecanizado) con el fin de mejorar la calidad de la leche en el CIP Illpa, por lo cual dentro de los objetivos se evaluó parámetros de producción de leche de vacas Brown Swiss, la influencia de algunos factores de manejo sobre la producción de leche en un sistema extensivo de producción del CIP Illpa

1.1. HIPÓTESIS

Hipótesis general

La producción de leche de vacas Brown Swiss es diferente debido a la influencia de dos sistemas de ordeño en un sistema extensivo de producción del CIP Illpa

Hipótesis específicas

La producción de leche/día y días de lactación en vacas primíparas y multíparas dependerá de los sistemas de ordeño.

La calidad de leche por sistema de ordeño en vacas primíparas y multíparas será influenciado por las condiciones de asepsia.

1.2. OBJETIVOS

Objetivo general

Estimar la producción de leche de vacas Brown Swiss y su calidad bajo dos sistemas de ordeño en un sistema extensivo de producción del CIP Illpa.

Objetivos específicos

- Estimar la producción de leche/día por sistema de ordeño en vacas primíparas y multíparas.
- Evaluar la calidad de leche por sistema de ordeño en vacas primíparas y multíparas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CALIDAD DE LECHE

2.1.1. Definiciones y conceptos sobre la calidad de leche

Magariños (2000) define “Leche de calidad, como, producto fresco del ordeño completo de la vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas” por las normas de cada país.

La leche es un fluido complejo que contiene diversos tipos de moléculas; sus principales constituyentes son agua, lípidos, azúcares y proteínas, en conjunto con otros elementos traza como minerales, vitaminas, hormonas y enzimas (Thompson *et al.*, 2009).

La leche se define como el producto normal de la secreción de la glándula mamaria, de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano a la neutralidad, de sabor dulce y libre de calostro (Wattiaux, 2011).

PDLA, (2003) indica que la leche de calidad es aquella leche integra no adulterada que presenta una composición adecuada de grasa, proteína, lactosa, sales minerales, vitaminas, etc., producto del ordeño higiénico, de vaca sana y bien alimentada (sin contaminantes), adecuada para consumo humano y elaboración de derivados en las industrias lácteas.

De acuerdo al uso final que se le dé, hay varias definiciones de leche:

- Desde el punto de vista *dietético* la leche es un alimento completo ya que contiene aminoácidos esenciales (Walstra *et al.*, 2006), es fuente de calcio, fósforo, vitaminas liposolubles e hidrosolubles y proporciona un aporte importante de lípidos y lactosa, que en conjunto constituyen una importante fuente energética para quien la consume (Agudelo y Bedoya, 2005).
- La definición *química* de la leche es la de un fluido complejo formado por agua y sólidos totales que están constituidos por miles de moléculas diversas (Neville, 1995).

- *Físicamente* la leche es más bien una emulsión combinada con una fase coloidal en dispersión en la que la fase continua es una solución (Sherbon, 1999).
- *Biológicamente* la leche es el producto de la secreción de las glándulas de las hembras mamíferas, cuya función natural es crucial para la sobrevivencia y alimentación de los recién nacidos (Keenan y Patton, 1995).
- *Científicamente* la leche se define como la secreción de la glándula mamaria de los mamíferos que tiene un pH entre 6.5 y 6.7 (Fox, 2002); es una emulsión de grasas en agua, estabilizada por una dispersión coloidal de proteínas en una solución de sales, vitaminas, péptidos, lactosa, oligosacáridos, caseína y otras proteínas (Sherbon, 1999). La leche también contiene enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos (*e.g.* carotenos, xantofilas, riboflavina), células (*e.g.* epiteliales, leucocitos, bacterias y levaduras), CO₂, O₂ y nitrógeno (Fox, 2002), por lo que se concluye que la leche constituye un sistema complejo (Neville, 1995).
- *Legalmente* se define como leche, al producto destinado para consumo humano, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de vacas sanas (LICONSA, 2007; SAGARPA, 2009), excluyendo el producto obtenido 15 días antes y 5 días después del parto, sin haber sufrido ningún proceso industrial (NOM-024-ZOO-1995). No debe contener sustancias extrañas a su composición natural, tales como bactericidas, bacteriostáticos, preservativos químicos o biológicos, antibióticos o sustancias tóxicas (LICONSA, 2007).

2.1.2. Leche fresca y cruda

PDLA, (2003) define que la leche es un líquido fresco del ordeño higiénico y completo, extraído de vacas sanas bien alimentadas sin calostro y que cumple con la características físico-químico y bacteriológico establecido por IBNORCA.

2.2. FACTORES QUE MODIFICAN O ALTERAN LA CALIDAD, PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La calidad de la leche depende de factores internos y externos; siendo el primero, las características propias del animal y como factores externos, la intervención del productor en la limpieza de sala de ordeño, utensilios, higiene del ordeñador, en el proceso del manipuleo de la leche por el ordeñador. Consecuencia del mal manejo de los factores externos se tiene vacas con mastitis, que se traduce en la baja cantidad de grasa y lactosa en la leche, pero sube la cantidad de sodio y las proteínas de suero (PDLA, 2003).

Such y Peris (1996), define que la producción y la composición de la leche puede ser influidos por varios factores, como alimentación, ordeño, efectos ambientales (estacionalidad y clima), estado sanitario, genotipo (inter e intrarracial), gestación y la etapa de lactancia, factores que ejercen su acción a lo largo de toda la curva de lactación.

Jaime (1997) menciona que los factores que influyen en la composición química de la leche son los siguientes: La raza del ganado, la crianza, la salud, la edad de los animales, el tipo de alimentación recibida, el periodo de lactancia y la gestación, la frecuencia del ordeño, las condiciones climatológicas, la individualidad de las vacas, etc. En cambio Gentile (s.f.) reporta lo siguiente: a) la época del año: lo cual se refiere a la leche de otoño-invierno, en el sentido de que cuando los animales ingieren forrajes secos, es más rica en grasas, b) la hora de ordeño y e) intervalo entre los dos ordeños sucesivos.

Magariños (2000), describe que los riesgos al que está sometida la leche son la contaminación y multiplicación de los microorganismos, que alteran los componentes físico - químicas, absorbiendo olores extraños, generación de malos sabores. Las principales fuentes de contaminación de leche se dan en el predio de los animales (glándula mamaria, piel, heces), establo (moscas, aire, agua, forraje, suelo, etc.) y utensilios (baldes, tarros, filtros, etc.).

PDLA (2003), indica que la presencia de micro organismos, es un factor principal que altera la calidad de leche, la misma que es contaminada por:

- Ordeñar vacas en cualquier lugar (bostas, barro, polvo, charco, etc).
- Ordeñadores con ropa y manos sucias y enfermos (tos, fiebre, gripe, etc.).
- Ordeñar las vacas con enfermedades infectocontagiosas (mastitis, metritis y otros).
- Ordeñar con utensilios sucios (tachos, baldes, filtros y utilizando agua sucia)
- Vacas enfermas que están siendo tratadas con antibióticos para la cura de alguna enfermedad; es decir la presencia de los antibióticos que altera y daña la calidad de la leche.
- Guardar la leche al lado de los fuertes olores, como gasolina, diesel, aceite y otros que absorbe estos olores.
- Suministrar a las vacas en ordeño, alimentos enmohecidos como por ejemplo: ensilaje podrido que afecta al sabor de la leche.

La producción y la composición de la leche de vaca, son dos aspectos relevantes desde el punto de vista económico, tanto para el productor, como para la industria lechera. La composición es fundamental para la valoración de la leche, debido a que afecta su valor nutritivo y su dificultad de proceso (Lindmark-Månsson *et al.*, 2003).

Dentro de los factores que influyen la producción y composición de la leche, se encuentran: la raza de la vaca, la etapa de la lactancia, la nutrición, el sistema y nivel de alimentación, los cambios estacionales, la frecuencia de ordeño y sistema de ordeño (Huppertz y Kelly, 2009); aunque también existen fluctuaciones diarias en los animales que se manifiestan aun cuando todas las condiciones de producción se encuentren constantes (Alais, 2003; Lindmark- Månsson *et al.*, 2003). Entender estos factores es fundamental para maximizar la rentabilidad de la unidad de producción.

De acuerdo con Banks (1987), la manipulación de la composición de la leche, en especial de la grasa y la proteína, puede ser considerada a tres niveles: a) cambio en el contenido del componente; b) cambio en la producción del componente; y c) cambio en la estructura del componente.

2.2.1. Alimentación

La alimentación es una fuente de variación en la composición química de la leche. Por ejemplo, un nivel energético deficiente en la alimentación incrementa el porcentaje de grasa, mientras que disminuye la producción de leche y los porcentajes de la proteína y lactosa. La sobre alimentación aumenta la producción de leche, las proteínas y el extracto seco, mientras que la grasa y la lactosa pueden variar de forma no regular (Such y Peris, 1996).

La nutrición es una de las principales herramientas para modificar la producción y composición de la leche en el corto plazo (Brun-Lafleur *et al.*, 2010). Factores dietarios de particular importancia, incluyen: 1) cantidad de forraje consumido, 2) relación forraje: concentrado de la ración, 3) composición de carbohidratos y lípidos en el concentrado; así como, 4) consumo total y frecuencia de alimentación (Sutton, 1989).

La deficiencia nutritiva es aún más notable durante la época seca, cuando los forrajes están secos y fibrosos, carentes de nutrientes, para sustituir este problema se debe utilizar suplementos vitamínicos y minerales (PDLA, 2003).

Garijo, *et al.* (2001), afirma que la alimentación interviene dependiendo la cantidad y calidad composicional del alimento, es así cuando se reduce la alimentación, disminuye la producción, aumentando el porcentaje de sólidos sin disminución de grasa. En cambio, si es insuficiente la presencia de vegetales verdes en la alimentación, se tendrá un descenso en la leche, debido a que la fermentación en el rúmen no es efectiva pues disminuye la formación de ácido acético y otros ácidos que son los principales formadores de ácidos grasos.

2.2.2. Vegetación

Quispe (2014) cita a Campero y Medina, (2004) indica que las praderas nativas es el principal fuente de energía dietéticas, este aporte es suplemento de *Medicago sativa* o falcata, *Hordeum vulgare* y *Avena sativa*. Los pastos tienden a florecer los meses de febrero a marzo y calidad de forraje en términos de disponibilidad de nutrientes cae considerablemente hasta el siguiente ciclo de crecimiento que inicia con la próxima temporada de lluvia.

El consumo de forraje afecta directamente a la producción de leche y sus componentes, por estar directamente relacionado con el consumo de energía y proteína. Dicho consumo, es a su vez afectado por la calidad, composición y disponibilidad del forraje. En sistemas de pastoreo, el manejo de la carga animal es un aspecto clave que regula el consumo y calidad de la pastura; cargas altas traen consigo un descenso en el consumo de forraje por vaca, en consecuencia hay menor producción de leche y sus componentes (Holmes y Wilson, 1989).

Algunos estudios han observado un aumento significativo en las concentraciones de proteína total y caseína con el incremento en el nivel de forraje ofrecido, mientras que, con una alimentación restringida se ha presentado una reducción en el contenido de proteína cruda y proteína total, así como de caseína, en vacas en lactancia temprana y media (Barber *et al.*, 2005).

2.2.3. Raza

La raza en el ganado lechero determina el porcentaje de la grasa; en caso de la raza Holstein produce mayores volúmenes de leche por día con menor contenido de grasa (3.5%), mientras que en el tipo criolla y raza Pardo Suizo producen menores volúmenes de leche por día con altos porcentajes de grasa (4.0 a 4.5%) en la leche (PDLA, 2000).

Quispe (2014) cita a Campero y Medina, (2004) quien indica a unida raza completamente adaptada en la Regino del altiplano es la criolla. Para la producción de la leche son usadas animales en combinación de genes Criollo-Holstein o pardo suizo. Estos genotipos tienen producciones medias por lactancia de 1500 litros y las últimas representan el 80% de la población.

La habilidad para producir leche, grasa, y sólidos no grasos, son características heredables que presentan variación entre razas y entre individuos de la misma raza. En general, con una disminución de la producción de leche, el contenido de grasa se incrementa de acuerdo con la raza de la vaca en el siguiente orden: Holstein, Pardo Suizo, Ayrshire, Guernsey y Jersey. Por otro lado, la variación en el contenido de grasa va de 2.6 a 6% en Holstein, mientras que para Jersey se ha reportado que ésta va de 3.3 a 8% (Tyler y Ensminger, 2006).

La raza de la vaca también influye en el pico de producción diaria de lactosa, proteína y grasa, así como en el día en que se alcanza el pico de producción de grasa y proteína (Hickson *et al.*, 2006). Se ha encontrado que la leche de vacas Holstein tiene baja concentración de proteína, mientras que en aquella producida por vacas Jersey, la concentración de proteína es alta (DePeters y Cant, 1992). Otra influencia, “Primípara” las que tuvieron una primera gestación o a dado una sola cría, “Multípara” las que tuvieron más de dos gestaciones o varias crías.

2.2.4. Época del año

La producción de leche está en función a la producción de forrajes, existiendo abundante forraje nutritivo durante la época de lluvias la producción de leche aumenta y el contenido de grasa tiende a disminuir, mientras en la época seca, los forrajes están secos, fibrosos y son bajos en nutrientes, por ende la producción de leche disminuye y aumenta la grasa (PDLA, 2003).

El porcentaje de grasa en leche varía de 0.3 a 0.5% con la estación del año, es alta en invierno y cae en primavera y verano (Tyler y Ensminger, 2006). Los sólidos no grasos también presentan variación estacional, con el porcentaje más bajo en primavera y verano (Tyler y Ensminger, 2006). Este efecto ha sido reafirmado por Ozrenk y Sekul (2008) quienes encontraron que existe variación estacional significativa para el contenido de proteína, sólidos totales, grasa y acidez titulable; con porcentajes altos de grasa, proteína y sólidos totales en invierno y bajos durante el verano.

Respecto al efecto de hato sobre la producción y composición de la leche, se ha puntualizado que muchas de las diferencias encontradas son atribuibles a la raza, al potencial genético de los animales, la edad, la etapa de la lactancia y la presencia de enfermedades como mastitis. Para el caso de los sólidos no grasos, se encontró que la edad de la vaca, la etapa de la lactancia, la raza y el conteo de células somáticas explican el 70% de la variación entre hatos en sólidos no grasos (Walsh, 1968).

2.2.5. Etapa de lactancia

Such y Peris (1996), describen que existe una relación inversa entre el rendimiento de leche y los porcentajes de proteína y grasa; es así, las concentraciones de proteína y grasa son máximos durante los primeros días de lactación, mínimas durante el segundo y tercer mes, y va aumentando después gradualmente hasta el final de la lactación.

Con el progreso de la lactancia hay cambios en la morfología y fisiología de la glándula mamaria. Existe evidencia que sostiene que, el número de células secretoras y su capacidad productiva son afectadas por la etapa de la lactancia, y dicho efecto se refleja en la producción diaria de leche (Svennersten-Sjaunja y Olsson, 2005).

Stoop *et al.* (2009) concluyeron que la etapa de la lactancia contribuye a la variación en la composición de la grasa de leche, y altera la actividad de los mecanismos de síntesis de ácidos grasos. Por ejemplo, los ácidos grasos saturados son altos en la primera mitad de la lactancia y posteriormente disminuyen, mientras que en ácidos grasos insaturados el efecto es variable.

2.2.6. Enfermedades

La enfermedad más importante que afectan el contenido de los componentes de la leche, es la mastitis, vacas en producción infectados con mastitis subclínica reducen los niveles de grasa, sólidos no grasos, lactosa y otros, incrementando en forma desventajosa los niveles de ácido láctico, cloruros y sodio (PDLA, 2000).

La mastitis es una enfermedad que tiene impacto en la composición de la leche. En vacas afectadas hay una reducción en el contenido de caseína, mientras que la proteína de suero de la leche se incrementa (DePeters y Cant, 1992).

Otros estudios encontraron que con una infección bacteriana en la ubre, hay una disminución en la producción de leche, también baja el contenido de grasa, sólidos no grasos, lactosa y caseína, mientras que hay un aumento de agua, nitrógeno total, albuminas y globulinas (Walsh, 1968).

Se ha observado que la incidencia de acidosis ruminal subaguda en ganado estabulado fue de 0.3% a través de la lactancia y es mayor en el primer mes posparto. En vacas afectadas de acidosis se ha notado un descenso en la producción de leche de 3 kg vaca-1 día-1, también se encontró una disminución en la concentración de grasa y proteína (Krause y Oetzel, 2006).

2.2.7. Refrigeración de la leche

PDLA (2000), sostiene que la leche por sus características alimenticias es un excelente medio para la proliferación de las bacterias; es así cuando la temperatura de la leche se mantiene entre 6 a 39 °C, las bacterias a esta temperatura se reproducen en forma acelerada, transformando la lactosa de la leche en ácido láctico, que reduce el valor nutritivo.

La temperatura de la leche en el ordeño es de aproximadamente 37 °C que es una temperatura óptima para el desarrollo de microorganismos. El mejor método para lograr mantener por más tiempo la leche fresca es enfriarla y hacerlo a temperaturas inferiores a 10 °C en las dos primeras horas de su ordeño y mantenerla en lo posible a 4 °C hasta el momento de su tratamiento industrial (Garijo *et al.*, 2001).

2.2.8. Ordeño

Durante el ordeño la composición de la leche varía, siendo al comienzo más rica en proteínas, sales y lactosa pero más pobre en grasa. Por otro lado, el intervalo entre ordeños afecta la producción y su composición; es así, en ordeños de intervalos desiguales varía, por ejemplo en ordeños más corto son superiores los componentes, siendo inferiores en la producción (Such y Peris, 1996).

La leche aumenta en el contenido de grasa en el curso de la ordeña, por tanto la leche de una ordeña incompleta puede resultar semidescremada. Por otra parte, si los intervalos entre ordeños son cortos, hay menos producción de leche, pero de mayor contenido graso y por el contrario cuando los intervalos son largos entre ordeños es más abundante la producción de la leche con concentraciones inferiores de los componentes (Garijo *et al.*, 2001).

2.2.9. Contaminación externa

Cuando el recuento de bacterias son muy altos en leche cruda, son indicativos de fuerte contaminación durante el ordeño, manipulación y de conservación de la leche a temperaturas de refrigeración para retardar al crecimiento microbiano (LUZ, 2003).

Garijo *et al.*, (2001), describe que el origen de la contaminación externa ocurre en el proceso del ordeño, expuesta al medio ambiente, una deficiencia de la limpieza del animal, limpieza de máquinas, equipos, utensilios y del personal y la calidad del agua. Es así como el aire, puede transportar bacterias del suelo, del estiércol, restos del alimento, pajas etc., con presencia de coliformes y otras bacterias.

La leche cruda se contamina corrientemente con las bacterias coliformes, derivadas directa o indirectamente del tracto intestinal de las vacas. Esta contaminación puede provenir del estiércol, polvo, suelo, alimentos del ganado, agua, insectos (especialmente las moscas) o del contacto con residuos lácteos que quedan en los utensilios de ordeño por mal lavado; donde las bacterias suelen desarrollarse con gran facilidad, por estas razones, es comúnmente difícil producir leche cruda libre de coliformes (LUZ, 2003).

2.2.10. Gestación

Such y Peris (1996), afirman hacia el final de la gestación se produce una caída notable de la producción de leche, que tiene un efecto directo a la composición de la leche, aumentando el extracto seco a partir del cuarto mes de gestación.

2.2.11. Recolección y/o acopio de la leche

Garijo *et al.*, (2001), reporta que la leche recién ordeñada de la vaca sana, solo tiene una contaminación que puede valorarse entre 300 y 1500 bacterias por mililitro, y a partir del ordeño es cuando aumenta el recuento microbiano; a pesar de aumentar la presencia de los microorganismos, estos no se desarrollan durante las primeras horas que siguen al ordeño, pues la leche fresca tiene un cierto “poder bacteriostático” que inhibe el desarrollo en ese lapso, dependiendo de la temperatura; así por ejemplo una leche muy limpia (1000 gérmenes por ml) a 20°C inhibe el desarrollo bacteriano de 10 a 15 horas y leches muy contaminadas, en las mismas condiciones (20°C) puede no durar más que 2 o 3 horas.

2.2.12. Medidas de manejo para prevenir la contaminación

Para prevenir la contaminación de la leche se debe realizar prácticas de lavado de los pezones de la ubre previo al ordeño eliminando toda la suciedad, el agua empleada debe ser limpia, utilizar toallas desechables para el secado, el ordeñador debe tener un conocimiento de las operaciones de rutina de ordeño, velando su higiene personal, uso de vestimenta adecuada y no debe ser enfermo de tipo infecto-contagioso. Los utensilios deben ser limpios, sin suciedad visible y ser filtrado en los tarros inmediatamente después del ordeño (Magariños, 2000).

2.3. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA LECHE

Gentile (s.f.) describe que los microorganismos pueden encontrarse en todo lugar: en los animales, en la gente, en el aire, en la tierra, en el agua y en la leche. Una leche de buena calidad, segura para el consumo humano, es el resultado de reconocidas prácticas sanitarias observadas a lo largo de todas las etapas del proceso, desde la extracción de la leche hasta su envasado. Durante el manipuleo, las manos también aportan bacteria a la leche. Por ello, resulta sumamente importante lavar cuidadosamente las manos y las superficies con agua limpia (Carcamo y Hiraeta, 2002).

2.3.1. El ordeñador

Al pasar de un animal a otro, el ordeñador puede transmitir los microorganismos patógenos a todo el rebaño, lo que contaminaría toda la leche. Una persona que padece de alguna infección también puede infectar la leche, volviéndola no apta para el consumo humano. El ordeñador desempeña un rol de vital importancia en el control de los niveles sanitarios. Debe asegurar que mantenga un estado de pulcritud en las instalaciones y utensilios, que los animales estén limpios y en buen estado de salud, además de observar su propia higiene personal (Carcamo y Hiraeta, 2002).

2.3.2. El suministro de agua

Utilizar agua contaminada para lavar la ubre de los animales y los utensilios, entre otros, puede ser causa de contaminación. El suministro de agua limpia resulta ser esencial para disminuir los niveles de contaminación. Algunas bacterias presentes en el agua son peligrosas. Las bacterias coliformes que causan desordenes estomacales en los seres humanos también pueden dar como resultado un producto de inferior calidad, como en el caso de los quesos, por ejemplo. El cólera es otra enfermedad que se origina en el agua, y que puede causar la muerte. Si no existe en la localidad suministro de agua potable, la calidad del agua puede mejorarse en gran medida añadiéndole una pequeña cantidad de lejía casera (aproximadamente cinco gotas por galón) (Carcamo y Hiraeta, 2002).

Por otra parte Wattiaux (2002), señala que las vacas controlan su consumo de agua, aparte de la materia seca, deben tener acceso a agua limpia todo el día (las vacas toman de 4 a 5 kg de agua por cada kilo de materia seca). Para producir un litro de leche es necesario casi un litro de agua: hay que colocar los bebederos en lugares no expuestos al sol, hay que tener en cuenta que son más útiles los bebederos pequeños que uno grande, además el material por excelencia para la construcción de los bebederos es el de acero inoxidable.

2.4. SISTEMA DE ORDEÑO PARA BOVINOS

El ordeño consiste en la extracción de la leche almacenada en las ubres de las hembras en lactación, se puede realizar de forma manual o mecánica. En la actualidad se utiliza el ordeño mecánico de forma generalizada, que consiste en “la extracción rápida y completa de la leche sin dañar al pezón y al tejido mamario”, que se realiza mediante el empleo de elementos mecánicos que generan de manera discontinua y cíclica vacío a nivel del pezón,

extrayendo la leche y conduciéndola a un recipiente. En realidad, sólo trata de copiar el método de succión que emplean las crías para la extracción de la leche (Sánchez, 2014). Sáenz, (2010) reporta que, es la actividad mediante la cual se obtiene la leche de la ubre de la vaca en forma manual o mecánica, puede realizarse 1 o 3 veces al día dependiendo de la producción de los animales y la mano de obra. Casas, (2004) menciona que, la extracción de la leche de la glándula mamaria se hace en dos formas básicas: Natural, la que es realizada por el ternero al mamar; Artificial que es realizada por el hombre, ya sea en forma manual o en forma artificial. Mientras que Gave, (2010) define que, el tipo de ordeño manual es practicado por 337 (99,7%) productores y lo realiza en el corral, mientras tanto solo 1 (0,3%) productor realiza el ordeño mecánico en la sala de ordeño.

2.4.1. Ordeño manual

El ordeño manual se refiere a la extracción de leche en intervalos, llevada a cabo por el hombre. El ordeñador se sitúa del lado que le sea más fácil el manejo, se sienta sobre un taburete y sujeta la cubeta que recibirá la leche. Este ordeño se practica de forma simultánea en dos glándulas de la ubre. El método, consiste en: con la palma de la mano se toma el pezón y con el dedo índice y el pulgar se presiona la base del pezón y se impulsa hacia abajo. En un segundo momento se cierra la mano iniciando así la actividad apretando y empujando con suavidad la leche hacia afuera con el dedo del medio. El tercer momento sin soltar el pezón, la mano se abre permitiendo que la leche pase del seno lactífero glandular al seno lactífero del pezón, llenándose de nuevo este (Esmín, 2011).

2.4.2. Ordeño mecánico

El Ordeño mecánico es la extracción de leche de la ubre por medio de máquinas que funcionan simulando la acción del becerro, mediante la aplicación del vacío, la presión negativa que se ejerce sobre el pezón varía entre los 254 y los 406 mm Hg (Salvador, 2014). La pezonera, se pone en contacto con el pezón de la vaca, esta simula la boca del becerro, esta se abre y se cierra a consecuencia de la acción del pulsador. El propósito del pulsador es provocar, en forma intermitente, vacío parcial. Cuando el pulsador abre el espacio entre la copa y la pezonera al vacío, se igualan las presiones que hay entre el interior y exterior de la pezonera. La presión fuera de la pezonera aumenta causando la contracción de esta (Esmín, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo en el CIP ILLPA, ubicado en el kilómetro 18 de la carretera Puno – Juliaca. Long. 293 Oeste 70° 4' 50". Latitud Sur 15° 42' 30", con altitud de 3820 msnm., con una extensión superficial de 409.246 ha.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

La investigación se inició con 12 vacas seleccionadas al azar del rebaño del Campo Experimental, que tuvieran fechas probables de parto previamente determinadas. Las vacas fueron seleccionadas al azar lo que permitirá obtener una muestra representativa de una población normal y no trabajar con los animales de mayor potencial. El experimento tuvo una duración de tres meses, desde el mes de abril a junio del año 2018.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

a) Métodos de ordeño

A1 = Ordeño manual

A2 = Ordeño mecánico

b) Tipos de vacas

B1= Vacas primíparas

B2= Vacas múltiparas

c) Tratamientos en estudio

Tabla 1. Tratamientos en estudio

N° de tratamiento	Factor métodos de ordeño	Factor Tipos de vaca	Código del tratamiento
T1	A1=Ordeño manual	B1= Vacas primíparas	A1B1
T2	A1=Ordeño manual	B2= Vacas múltiparas	A1B2
T3	A2 = Ordeño mecánico	B1= Vacas primíparas	A2B1
T4	A2 = Ordeño mecánico	B2= Vacas múltiparas	A2B2

3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ORDEÑADORA MECÁNICA

Ordeñadora 2 Puntos Panther YZ - II EDIPESA

Permite el ordeño de 20 a 24 vacas por hora, esto significa triplicar la rapidez de ordeño comparado con la tradicional.

- Modelo: Panther YZ - II
 - Bomba: Pistón
 - Monofásica
 - Portátil
 - 750W
-
- Inc. 2 recipientes de Polipropileno de 5gal.
 - MODELO Panther YZ - II 2 Bajada (vaca)
 - Motor Eléctrico 750W
 - Potencia Capacidad de vacío 180 lt/min
 - Cubeta para leche Capacidad 5 gal.
 - Material de cubeta Acero Inoxidable
 - Unidades de ordeño 2 (8 pezoneras)
 - Pulsador 2
 - Dimensiones (Ancho x Largo x Alto) 620 x 1200 x 850 cms
 - Peso 50 Kg

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental para la investigación fue Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 tipos de ordeño por 2 tipos de vaca, conducidos bajo tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales. Siendo el modelo estadístico lineal aditivo (Ibáñez, 2009):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$i=1,2,\dots,a; j=1,2,\dots,b; k=1,2,\dots,r$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta observada o medida en la ijk - ésima unidad experimental

μ = Media general

α_i = Efecto del i - ésimo nivel del factor "A"

β_j = Efecto del j - ésimo nivel del factor "B"

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i - ésimo nivel del factor "A" y el j - ésimo nivel del factor "B"

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental

3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

Para el inicio del experimento, se seleccionó 12 vacas sorteadas al azar del rebaño del Campo Experimental, los cuales luego fueron seleccionados para los tratamientos en estudio.

Los animales fueron pastoreados en sistema extensivo con potreros de 1000 m², con períodos de rezago según la época del año, como ocurre en gran parte de la región, para luego obtener la eficiencia de producción. La ración del pastoreo extensivo consistió en fibra silvestre, heno de avena, alfalfa y agua.

Luego se acondicionó un lugar adecuado para el sistema de ordeño manual y mecánico, utilizando los utensilios idóneos para dicha actividad tanto para las vacas primíparas y multíparas.

Se evaluó la producción de leche, en base a la lactancia, mediante el recojo muestras de leche de las vacas primíparas y multiparas por sistema de ordeño, muestras que fueron enviadas al Laboratorio de la Escuela Profesional de Ing. Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias, la cantidad de 500 ml por tratamiento y repetición.

3.7. VARIABLES DE MEDICIÓN O RESPUESTA

- Producción láctea (Lts/vaca/día). Es la cantidad de leche producida por vaca en un día, según el periodo de lactancia que fue de 3 meses.
- Calidad de la leche en materia grasa (%), proteína (%) y sólidos totales (%).

3.8. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias para el caso de la producción de leche y la calidad de la leche utilizando el software estadístico S.A.S. versión 9.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE/DÍA POR DÍAS DE LACTACIÓN POR SISTEMA DE ORDEÑO EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS

En la tabla 2, se observa el análisis de varianza para producción de leche en donde se observa que para el factor Métodos de ordeño (A) existe diferencia estadística significativa, lo cual demuestra que entre los métodos de ordeño existe diferencias en contenido de producción de leche. Para el factor Tipo de vaca (B), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre tipos de vaca existen diferencias en producción de leche. Para la interacción A x B, no existe diferencias estadísticas, lo cual nos da a conocer que los factores actúan de forma independiente sobre la producción de leche. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 15.38% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 2. Análisis de varianza para producción de leche.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F	Sig.
Métodos de ordeño (A)	1	5.79630000	5.79630000	6.80	0.0312	*
Tipo de vaca (B)	1	18.40163333	18.40163333	21.60	0.0017	**
A x B	1	0.33333333	0.33333333	0.39	0.5491	n.s.
Error	8	6.81613333	0.85201667			
Total correcto	11	31.34740000				

CV = 15.38%

$\bar{x} = 6.00$ l/día

En la tabla 3, se observa la prueba de Duncan para factor métodos de ordeño sobre producción de leche, en donde el método de ordeño “Mecánico” tuvo mayor producción de leche con 6.70 l/día, el cual es estadísticamente superior al método de ordeño “Manual” que tuvo 5.31 l/día de leche.

Tabla 3. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre producción de leche.

Orden de merito	Método de ordeño	Promedio de producción de leche (l/día)	$P \leq 0.05$
1	A2 = Mecánico	6.70	a
2	A1 = Manual	5.31	b

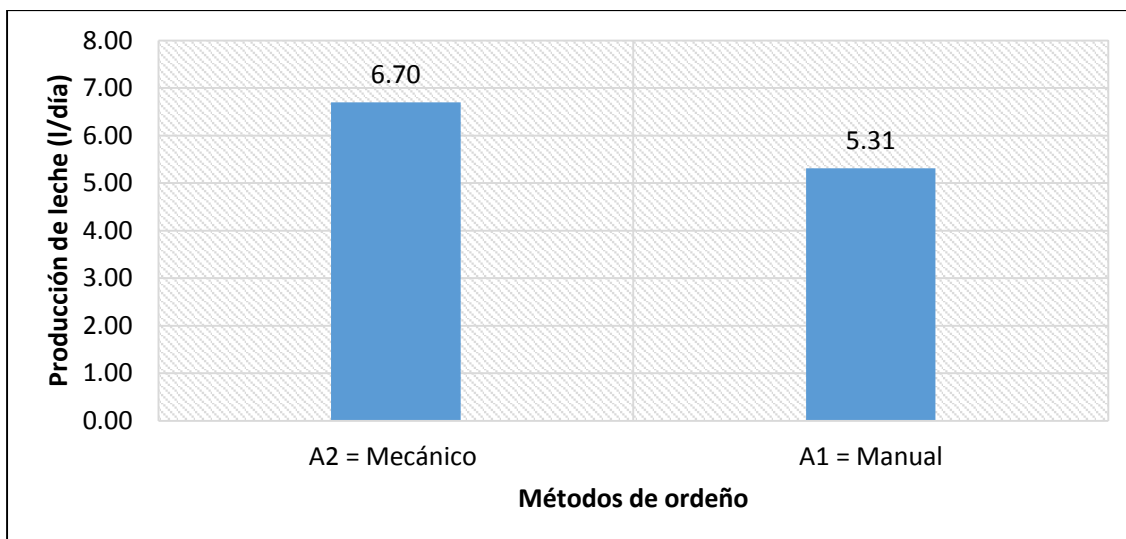


Figura 1. Producción de leche (l/día) por efecto de los métodos de ordeño.

En la tabla 4, se observa la prueba de Duncan para factor tipos de vaca sobre producción de leche, en donde el tipo de vaca “Multípara” tuvo mayor producción de leche con 7.24 l/día, el cual es estadísticamente superior al tipo de vaca “Primípara” que tuvo 4.76 l/día de contenido de leche.

Tabla 4. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Tipos de vaca sobre producción de leche.

Orden de merito	Tipo de vaca	Promedio de producción de leche (l/día)	$P \leq 0.05$
1	B2 = Multípara	7.24	a
2	B1 = Primípara	4.76	b

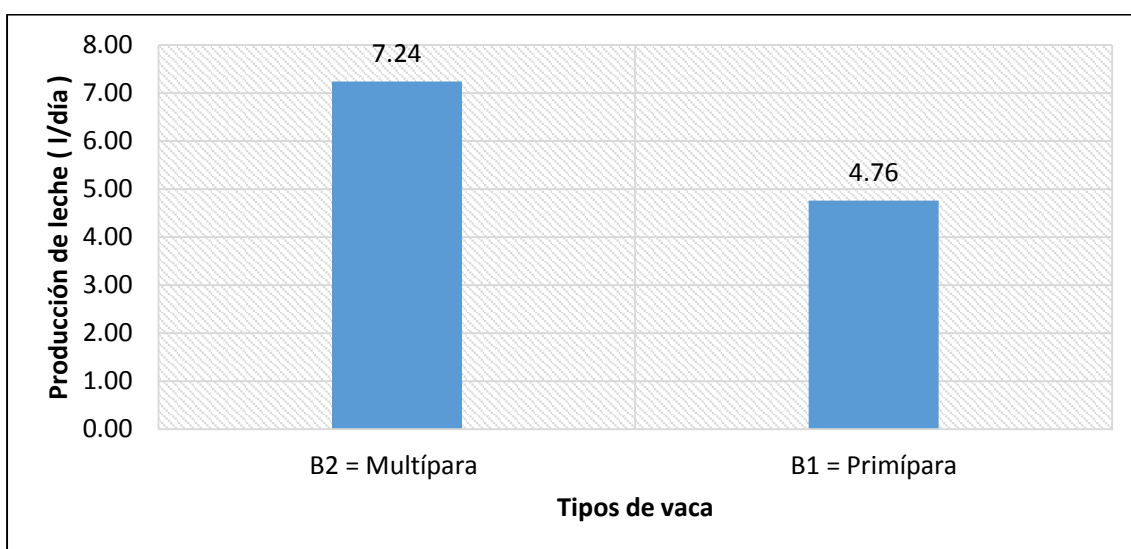


Figura 2. Producción de leche (l/día) por efecto de los tipos de vaca.

Los resultados son respaldados por INIA (2016), quien indica que al ordeñar las vacas dos veces al día, a los 70 días en lactación la producción de leche fue de 24.8 kg/día y en las vacas multíparas, la producción de leche fue de 34.9 Kg/día, lo cual demuestra que las vacas multíparas tendrán mayor producción de leche.

Los resultados obtenidos son respaldados por Huppertz y Kelly (2009), quienes indican que dentro de los factores que influyen la producción de la leche, se encuentran: la raza de la vaca, la etapa de la lactancia, la nutrición, el sistema y nivel de alimentación, los cambios estacionales, la frecuencia de ordeño y sistema de ordeño. También se afirma que existen fluctuaciones diarias en los animales que se manifiestan aun cuando todas las condiciones de producción se encuentren constantes (Alais, 2003; Lindmark-Månsson *et al.*, 2003).

4.2.EVALUAR LA CALIDAD DE LECHE POR SISTEMA DE ORDEÑO EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS

4.2.1. Grasa

En la tabla 5, se observa el análisis de varianza para contenido de grasa en leche en donde se observa que para el factor Métodos de ordeño (A) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual demuestra que entre los métodos de ordeño existe diferencias en contenido de grasa. Para el factor Tipo de vaca (B), existe diferencia estadística, lo cual indica que entre tipos de vaca existen diferencias en contenido de grasa. Para la interacción A x B, no existe diferencias estadística lo cual nos da a conocer que los factores actúan de forma independiente sobre la cantidad de grasa. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 0.44% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 5. Análisis de varianza para contenido de grasa en leche.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F	Sig.
Métodos de ordeño (A)	1	0.00520833	0.00520833	22.32	0.0015	**
Tipo de vaca (B)	1	0.00140833	0.00140833	6.04	0.0395	*
A x B	1	0.00000833	0.00000833	0.04	0.8548	n.s.
Error	8	0.00186667	0.00023333			
Total correcto	11	0.00849167				

CV = 0.44%

$\bar{x} = 3.47\%$

En la tabla 6, se observa la prueba de Duncan para factor métodos de ordeño sobre contenido de grasa, en donde el método de ordeño “Manual” tuvo mayor contenido de grasa con 3.49%, el cual es estadísticamente superior al método de ordeño “Mecánico” que tuvo 3.45% de contenido de grasa.

Tabla 6. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre contenido de grasa.

Orden de merito	Método de ordeño	Promedio de contenido de grasa (%)	$P \leq 0.05$
1	A1 = Manual	3.49	a
2	A2 = Mecánico	3.45	b

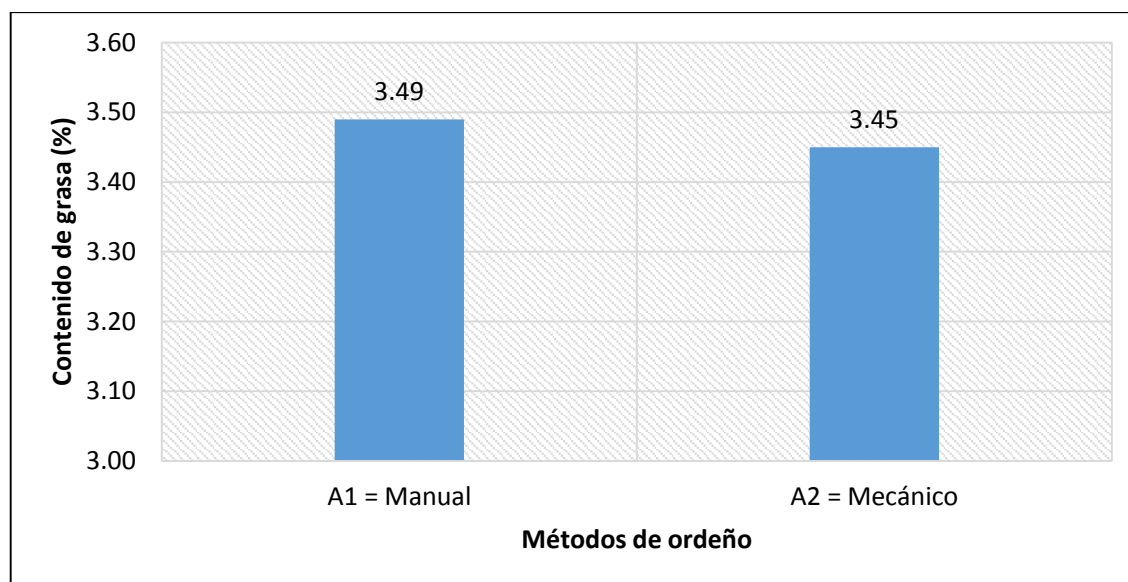


Figura 3. Contenido de grasa (%) por efecto de los métodos de ordeño.

Los resultados obtenidos son respaldados por Arguello (2015), quien encontró valores de grasa, en donde 4.03 % de grasa para ordeño manual y para ordeño mecánico el contenido de grasa fue de 3.96%.

En la tabla 7, se observa la prueba de Duncan para factor tipos de vaca sobre contenido de grasa, en donde el tipo de vaca “Primípara” tuvo mayor contenido de grasa con 3.48%, el cual es estadísticamente superior al tipo de vaca “Multípara” que tuvo 3.46% de contenido de grasa.

Tabla 7. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Tipos de vaca sobre contenido de grasa.

Orden de merito	Tipo de vaca	Promedio de contenido de grasa (%)	$P \leq 0.05$
1	B1 = Primípara	3.48	a
2	B2 = Multípara	3.46	b

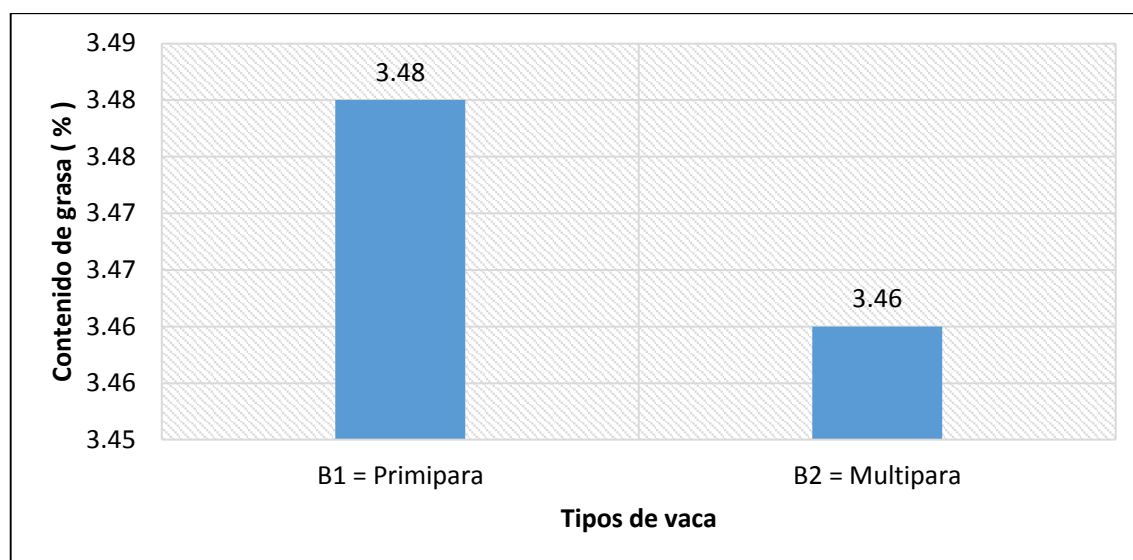


Figura 4. Contenido de grasa (%) por efecto de los tipos de vaca.

Los resultados son ligeramente diferentes a lo reportado por INIA (2016), quien indica que al ordeñar las vacas dos veces al día, a los 70 días en lactación fue de grasa 3.7 % para vacas primíparas y para las multíparas fue de 4.2%.

Quispe (2014), hace mención a Nasanovsky (2010), quien expuso que diversos factores que intervienen en la composición de la leche, en el contenido de grasa en la leche vacuna varía notablemente; los valores porcentuales más comunes se encuentran entre 3.2 y 4.2%, lo cual indica que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango antes mencionado, validando nuestros resultados obtenidos.

Arguello (2015), indica que las variaciones de grasa se atribuyen a diversos factores como son: la herencia genética, el ciclo de lactación, la edad, la alimentación, la temperatura ambiental, la época del año, el estado de salud y el procedimiento de lactación. Salvador (2014), indica que la calidad composicional de leche bovina varía según la raza, edad, etapa de lactancia, alimentación, clima y sistema de manejo.

Por su parte Huppertz y Kelly (2009), revelan que entre los factores que influyen en la composición de la leche, están relacionadas a la raza de la vaca, la etapa de la lactancia, la nutrición, el sistema y nivel de alimentación, los cambios estacionales, la frecuencia de ordeño y sistema de ordeño. También se menciona que muchas existen fluctuaciones diarias en los animales que se manifiestan aun cuando todas las condiciones de producción se encuentren constantes (Alais, 2003; Lindmark-Månsson *et al.*, 2003).

4.2.2. Proteína

En la tabla 8, se observa el análisis de varianza para contenido de proteína en leche en donde se observa que para el factor Métodos de ordeño (A) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual demuestra que entre los métodos de ordeño existe diferencias en contenido de proteína. Para el factor Tipo de vaca (B), no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre tipos de vaca existe similitud en contenido de proteína. Para la interacción A x B, no existe diferencias estadística significativas lo cual nos da a conocer que los factores actúan de forma independiente sobre la cantidad de proteína. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 0.45% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 8. Análisis de varianza para contenido de grasa en leche.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F	Sig.
Métodos de ordeño (A)	1	0.00300833	0.00300833	22.56	0.0014	**
Tipo de vaca (B)	1	0.00040833	0.00040833	3.06	0.1182	n.s.
A x B	1	0.00040833	0.00040833	3.06	0.1182	n.s.
Error	8	0.00106667	0.00013333			
Total correcto	11	0.00489167				

CV = 0.45%

\bar{x} = 2.56%

En la tabla 9, se observa la prueba de Duncan para factor métodos de ordeño sobre contenido de grasa, en donde el método de ordeño “Mecánico” tuvo mayor contenido de proteína con 2.57%, el cual es estadísticamente superior al método de ordeño “Manual” que tuvo 2.54% de contenido de proteína.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre contenido de grasa.

Orden de merito	Método de ordeño	Promedio de contenido de proteína (%)	$P \leq 0.05$
1	A2 = Mecánico	2.57	a
2	A1 = Manual	2.54	b

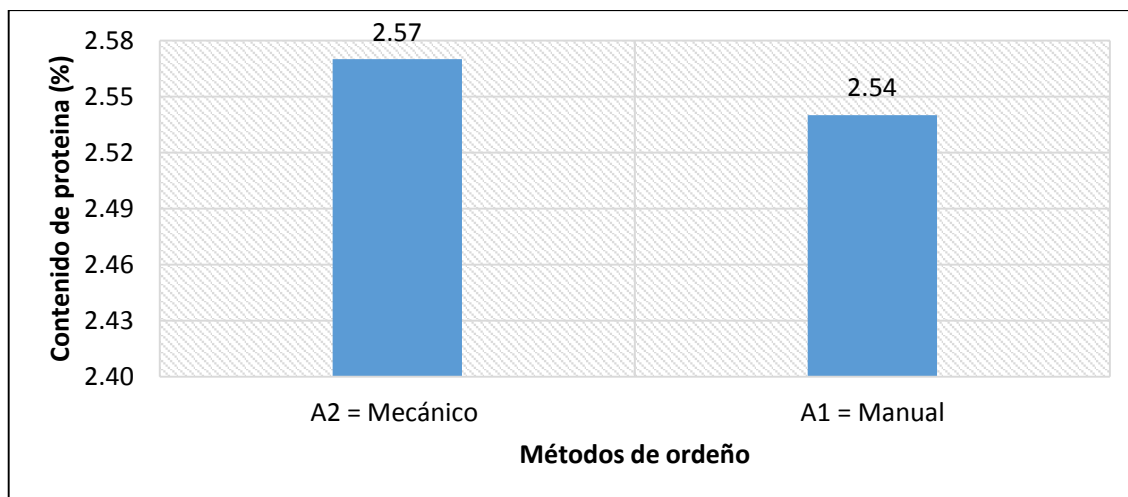


Figura 5. Contenido de proteína (%) por efecto de los métodos de ordeño.

Los resultados obtenidos son respaldados por Arguello (2015), quien encontró valores de proteína con 3.3% de grasa para ordeño manual y para ordeño mecánico el contenido de proteína fue de 3.39%.

No hubo diferencias estadísticas en contenido de proteína por tipo de vaca, pero si diferencia numérica; en la figura 6 se observa que el tipo de “Primípara” tuvo mayor contenido de proteína con 2.56%, el cual es ligeramente superior al tipo de vaca “Multípara” que tuvo 2.55% de contenido de proteína.

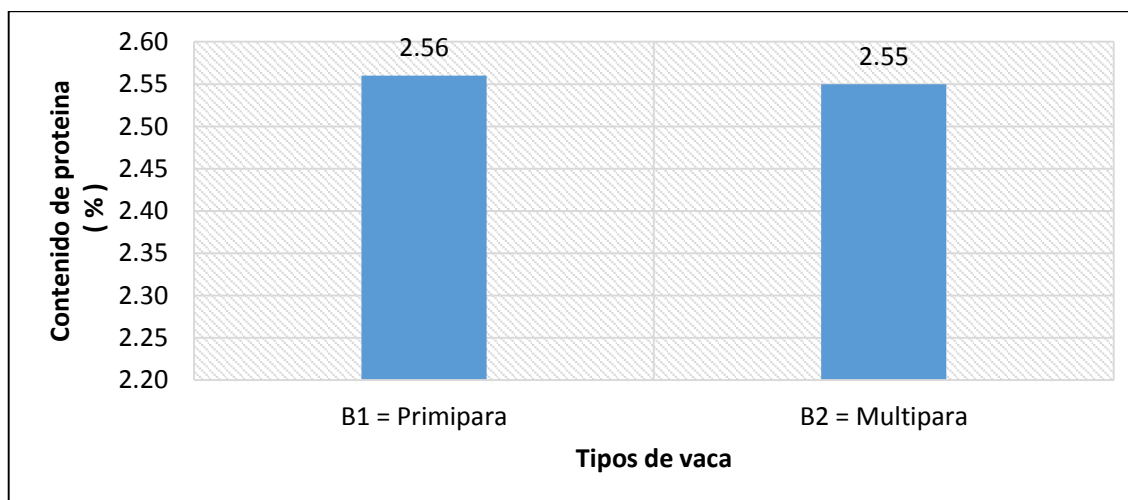


Figura 6. Contenido de proteína (%) por efecto de los tipos de vaca.

Los resultados son ligeramente diferentes a lo reportado por INIA (2016), quien indica que al ordeñar las vacas dos veces al día, a los 70 días en lactación, el contenido de proteína fue de 3.2 % para vacas primíparas y para las multíparas fue de 3.1%.

Además Arguello (2015) indica que las variaciones de proteína se atribuyen a diversos factores como son: la herencia genética, el ciclo de lactación, la edad, la alimentación, la temperatura ambiental, la época del año, el estado de salud y el procedimiento de lactación. De igual Salvador (2014), indica que la calidad composicional de leche bovina varía según la raza, edad, etapa de lactancia, alimentación, clima y sistema de manejo.

Por su parte Huppertz y Kelly (2009), revelan que entre los factores que influyen la composición de la leche, están relacionadas a la raza de la vaca, la etapa de la lactancia, la nutrición, el sistema y nivel de alimentación, los cambios estacionales, la frecuencia de ordeño y sistema de ordeño. También se menciona que muchas existen fluctuaciones diarias en los animales que se manifiestan aun cuando todas las condiciones de producción se encuentren constantes (Alais, 2003; Lindmark-Månsson *et al.*, 2003).

4.2.3. Sólidos totales

En la tabla 10, se observa el análisis de varianza para contenido de sólidos totales en leche en donde se observa que para el factor Métodos de ordeño (A) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual demuestra que entre los métodos de ordeño existe diferencias en contenido de sólidos totales. Para el factor Tipo de vaca (B), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre tipos de vaca existen diferencias en contenido de sólidos totales. Para la interacción A x B, no existe diferencias estadísticas significativas lo cual nos da a conocer que los factores actúan de forma independiente sobre la cantidad de sólidos totales. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 0.90% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 10. Análisis de varianza para contenido de sólidos totales en leche.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F	Sig.
Métodos de ordeño (A)	1	3.95600833	3.95600833	283.42	<.0001	**
Tipo de vaca (B)	1	0.86940833	0.86940833	62.29	<.0001	**
A x B	1	0.02900833	0.02900833	2.08	0.1874	n.s.
Error	8	0.11166667	0.01395833			
Total correcto	11	4.96609167				

CV = 0.90%

\bar{x} = 13.08%

En la tabla 11, se observa la prueba de Duncan para factor métodos de ordeño sobre contenido de sólidos totales, en donde el método de ordeño “Manual” tuvo mayor

contenido de sólidos totales con 13.66%, el cual es estadísticamente superior al método de ordeño “Mecánico” que tuvo 12.50% de contenido de sólidos totales.

Tabla 11. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor métodos de ordeño sobre contenido de sólidos totales.

Orden de merito	Método de ordeño	Promedio de contenido de sólidos totales (%)	$P \leq 0.05$
1	A1 = Manual	13.66	a
2	A2 = Mecánico	12.50	b

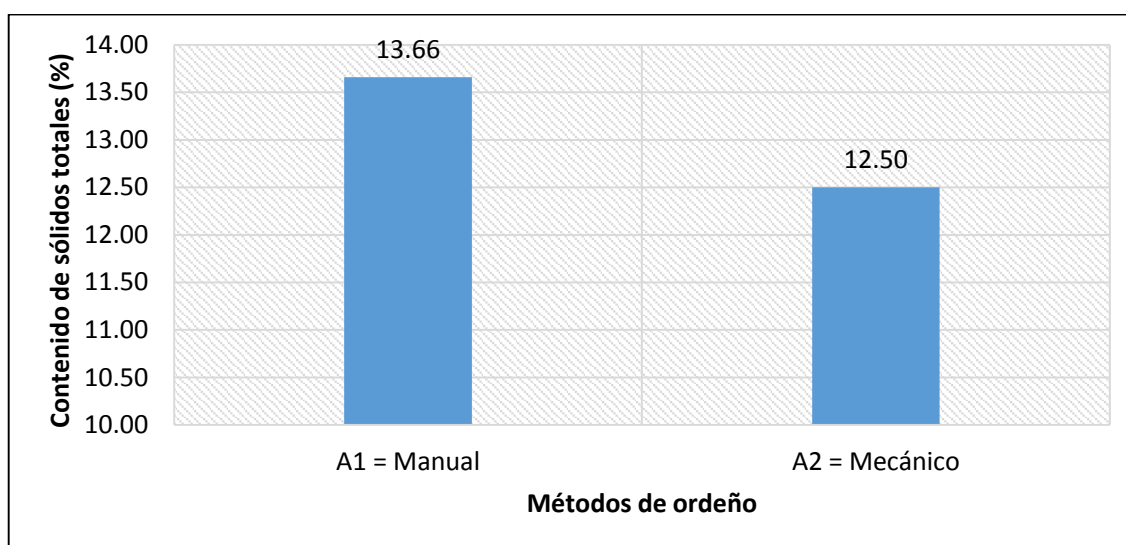


Figura 7. Contenido de sólidos totales (%) por efecto de los métodos de ordeño.

Los resultados obtenidos son respaldados por Arguello (2015), quien encontró valores de sólidos totales, en donde 12.94% de grasa para ordeño manual y para ordeño mecánico el contenido de sólidos totales fue de 12.91%, lo cual demuestra que el ordeño mecánico tendrá menor contenido de sólidos totales por su mejor forma de ordeñar a los vacunos al contrario que el ordeño manual en donde muchas veces se realiza sin la asepsia correspondiente.

En la tabla 12, se observa la prueba de Duncan para factor tipos de vaca sobre contenido de sólidos totales, en donde el tipo de vaca “Primípara” tuvo mayor contenido con 13.35%, el cual es estadísticamente superior al tipo de vaca “Multípara” que tuvo 12.81% de contenido de sólidos totales.

Tabla 12. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Tipos de vaca sobre contenido de sólidos totales.

Orden de merito	Tipo de vaca	Promedio de contenido de sólidos totales (%)	$P \leq 0.05$
1	B1 = Primípara	13.35	a
2	B2 = Multípara	12.81	b

Las diferencias obtenidas en los resultados son respaldados en cierta forma por Salvador (2014), quien indica que la calidad composicional de leche bovina varía según la raza, edad, etapa de lactancia, alimentación, clima y sistema de manejo.

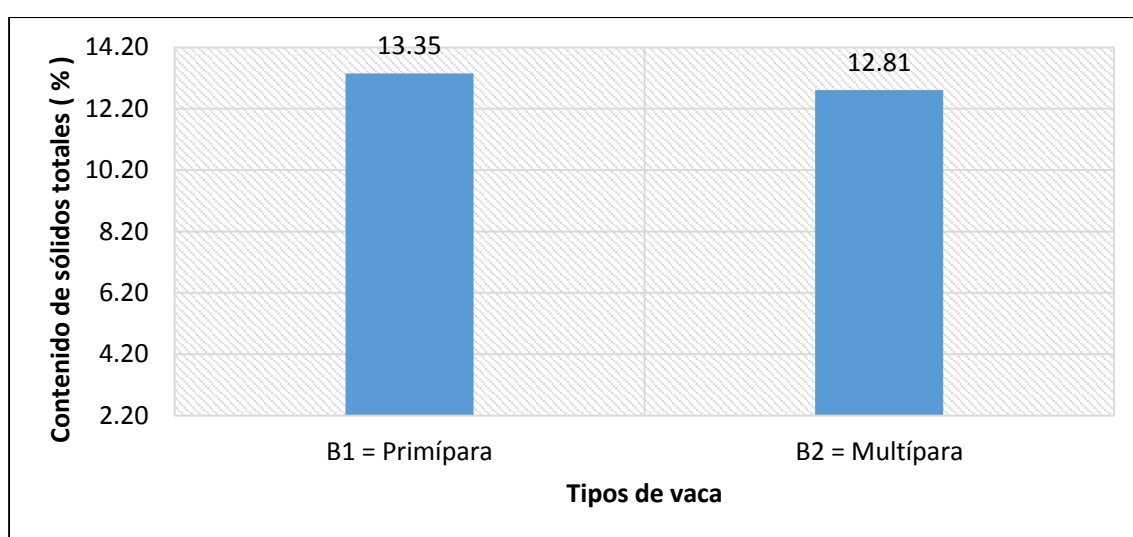


Figura 8. Contenido de sólidos totales (%) por efecto de los métodos de ordeño.

Los resultados obtenidos son respaldado por PDLA (2002), quienes han encontrado mediante un diagnóstico de la calidad e inocuidad de la leche, sobre el contenido de sólidos totales con un rango de 9.3 a 16.2% en los 15 módulos evaluados en Murillo-Bolivia. Estos resultados avalan lo encontrando en el contenido de solidos totales, ya que se encuentra dentro del rango antes mencionado.

Por su parte Huppertz y Kelly (2009), revelan que entre los factores que influyen la composición de la leche, están relacionadas a la raza de la vaca, la etapa de la lactancia, la nutrición, el sistema y nivel de alimentación, los cambios estacionales, la frecuencia de ordeño y sistema de ordeño. También se menciona que muchas existen fluctuaciones diarias en los animales que se manifiestan aun cuando todas las condiciones de producción se encuentren constantes (Alais, 2003; Lindmark-Månsson *et al.*, 2003).

V. CONCLUSIONES

- En producción de leche (l/día), el método de ordeño “Mecánico” tuvo mayor producción con 6.70 l/día, el cual fue superior al método de ordeño “Manual” con 5.31 l/día. Respecto al tipo de vaca, la “Multípara” tuvo mayor producción de leche con 7.24 l/día, el cual fue superior al tipo de vaca “Primípara” con 4.76 l/día.
- En calidad de leche, el método de ordeño “Mecánico” tuvo grasa 3.45%, proteína de 2.57%, y contenido de sólidos totales 12.50%. Mientras que el método de ordeño “Manual” tuvo grasa 3.49%, proteína de 2.54%, y sólidos totales con 13.66%. Respecto las vacas, el tipo de vaca “Primípara” tuvo grasa con 3.48%, 2.56% de proteína, y 13.35% de sólidos totales. Mientras que la vaca “Multípara” que tuvo grasa con 3.46%, 2.55 % de proteína y 12.81% de contenido de sólidos totales.

VI. RECOMENDACIONES

- Por los resultados obtenidos se recomienda, realizar el ordeño mecánico por en vacas multíparas, en condiciones de época húmeda.
- Realizar estudios de como la influencia del tipo de alimentación, tipo de ordeño, frecuencia de ordeño, análisis físico químico, en la época seca y húmeda sobre la producción y calidad de leche, con la finalidad de estimar costos de producción.
- Es necesario el estudio de la calidad higiénica de la leche, teniendo el recuento de células somáticas, los cuales nos indicaran la sanidad de los vacunos.
- Al realizar el ordeño, se debe tener en cuenta la calidad de higiene realizada por los proveedores de este tipo de muestras (manual o mecánica), ya que el uso adecuado y correcto manejo, nos puede proveer unas muestras adecuadas (sin infecciones) sin importar el tipo de ordeño que se elija.

VII. REFERENCIAS

Agudelo, D. y Bedoya, M. (2005). *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*. Revista Lasallista de Investigación 2: 38-42.

Alais, C. (2003). *Ciencia de la Leche*. Principios de Técnica Lechera. 4ta (ed.). Reverté. Barcelona. 877 p.

Arguello, J. (2015). *Efecto del sistema de ordeño en la calidad de la leche de los productores de la Cooperativa Colega*. Tesis de pregrado. Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle, Bogotá D.C. 48 p. Recuperado de web:

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17671/13072072_2015.pdf?sequence=3

Banks, W. (1987). *Opportunities for varying the composition of cow' milk*. Journal of the Society of Dairy Technology 40(4): 96-99.

Barber, D. G., A. V. Houlihan, F. C. Lynch, and D. P. Poppi. (2005). *The influence of nutrition, genotype and stage of lactation on milk casein composition*. In: *Indicators of Milk and Beef Quality*. Hocquette, J. F. and S. Gigli. (eds.). Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp: 205-213.

Brun-Lafleur L., L. Delaby, F. Husson, and P. Faverdin. (2010). *Predicting energy × protein interaction on milk yield and milk composition in dairy cows*. Journal of Dairy Science 93:4128-4143.

Caballa, R.R. (2012). *Producción de Ganado, vacuno lechero*. Guía técnica. 225 UNALM-Agrobanco. Ayacucho, Perú. Consultado el 20 de abril del 2017; 5:30 pm. 226 Recuperado de web:

<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-e-ganado.pdf>

Carcamo, J.N. y Iraheta, (2002). *Estudio de la producción y comercialización de la leche y sus derivados en pequeñas, medianas y grandes explotaciones ganaderas de los departamentos de San Vicente y La Paz*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Departamento De Ciencias Agronómicas, Universidad De El Salvador. San Vicente, La Paz. 160 p. Recuperado de web:

<http://ri.ues.edu.sv/8998/1/Tesis%20Estudio%20de%20la%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n%20de%20la%20leche%20y%20sus%20derivados%20en%20peque%C3%B1as%20medianas%20y%20grandes%20explotaciones%20ganaderas%20de%20los%20departamentos%20de%20San%20Vicente%20y%20la%20paz.%20Jos%C3%A9%20Noel%20C%C3%A1rcamo%20Berrios.pdf>

Casas, H. (2004). *Curso producción de vacunos de Leche*. Perú: Universidad Nacional del centro del Perú. 45 p.

DePeters, E. J., and J. P. Cant. (1992). *Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review*. Journal of Dairy Science 75: 2043-2070.

Esmin, J. (2011). *Ordeños para agropecuaria, Sistemas de ordeño*. Noviembre, 2011.

Fox, P. F., (2002). *Milk*. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Fuquay, J. W., P. F. Fox and H. Roginski (eds.). Elsevier Science & Technology. Oxford. Gran Bretaña. pp: 1806-1812.

Garijo, R. D.; Nasanovsky, M. A. Y Kimmich, R.C. (2001). **Lechería**. Argentina. 61 p.

Gave, A. (2010). *Caracterización de la actividad lechera en las asociaciones de productores ganaderas de la provincia de Jauja región Junín*. Huancayo; Perú: Tesis Ingeniero Zootecnista UNCP. 96 p.

Gentile, A. (s f). *Lácteos*. Materia Merceologia. Mar de Plata, Argentina. Recuperado de: www.monografías.com/lacteos.htm

Hickson, R. E., N. López-Villalobos, D. E. Dalley, D. A. Clark, and C. W. Holmes. (2006). *Yield and persistency of lactation in Friesian and Jersey cows milked once daily*. Journal of Dairy Science 89: 2017-2024.

Holmes, C. W., y G. F. Wilson. (1989). *Producción de Leche en Praderas*. Acribia. Zaragoza. pp: 46-51.

Huppertz, T. y A. L. Kelly. (2009). *Properties and constituents on cow's milk*. In: Milk Processing and Quality Management Tamime, A. Y. (ed.). Blackwell. Oxford Reino Unido. pp: 23- 47.

Jaime, R. (1997). *Diagnostico Estratégico de las Empresas Salvadoreñas ante la apertura de mercados*. Tesis Lic. Administración de Empresas, SV. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales p. 29-42.

Keenan, T. W. and Patton, S. (1995). *The Structure of Milk*. In: *Handbook of Milk Composition*. Jensen, R. G. (ed.). San Diego. Academic Press. p. 31.

INIA (2016). *INIA investiga mejora de la producción lechera mientras el rodeo permanece estable*. Revista INIA Uruguay (N° 46). Noticia publicada y recuperada de web:

<http://todoelcampo.com.uy/espanol/inia-investiga-mejora-de-la-produccion-lechera-mientras-el-rodeo-permanece-estable-15?nid=26094>

Jaime, R. (1997). *Diagnostico Estratégico de las Empresas Salvadoreñas ante la apertura de mercados*. Tesis Lic. Administración de Empresas, SV. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales p. 29-42.

Krause, K. M., and G. R. Oetzel. (2006). *Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review*. Animal Feed Science and Technology 126: 215-236.

La Universidad del Zulia (LUZ). (2003). *Determinación de glúcidos y Proteínas*. Guía Práctica. Facultad de ciencias veterinarias, departamento de producción e industria animal, Cátedra de la ciencia tecnología de la leche. Venezuela. Recuperado de web: <http://www.members.tripod.com.vet/tecnologia/protinas.pdf>.

LICONSA (Leche Industrializada CONASUPO, S. A. de C. V). (2007). *Manual de Normas de Control de Calidad de Leche Cruda*. Recuperado de web: <http://www.liconsa.gob.mx/innovaportal/file/1344/1/man-nor-cont-callec-cruda-hist.pdf>.

Lindmark-Månsson, H., R. Fondén y H. E. Petterson. (2003). *Composition of Swedish dairy milk*. International Dairy Journal 13: 409–425.

Magariños, H. (2000). *Producción higiénica de la leche cruda*. Edición de Producción y Servicios Incorporados S.A. Chile. 95p.

Neville, M. C. (1995). *Sampling and storage of human milk*. In: Handbook of Milk Composition. Jensen, R. G. (ed.). San Diego. Academic Press. pp. 63-79.

NOM-024-ZOO (1995). (*Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995*) Especificaciones y características zoonosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Recuperado de web: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:PSNMVCJ-4pEJ:www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp>.

Ozrenk, E., and S. Sekul Inci. (2008). *The effect of seasonal variation on the composition of cow milk in Van Province*. Pakistan Journal of Nutrition 7(1): 161-164.

Olarte, S. y Olarte, C. (2013). La producción de leche orgánica en la región Puno: una alternativa de desarrollo sostenible. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Centro de Historia Argentina y Americana. Mundo Agrario, vol. 13, n° 26, junio 2013. ISSN 1515-238 5994

PDLA (PROGRAMA DE DESARROLLO LECHERO DEL ALTIPLANO), FEDERACIÓN DEPARTAMENTA DE PRODUCTORES DE LECHE DE LA PAZ (FEDELPAZ). (2003). *Alimentación y nutrición del ganado bovino lechero*. Manual de auto instrucción. Tomo II. Tercera edición. La Paz Bolivia. 128p.

PDLA (PROGRAMA DE DESARROLLO LECHERO DEL ALTIPLANO). 2003. *Higiene del Ordeño y calidad de la leche*. Manual de auto instrucción. Tomo V, segunda edición. La Paz, Bolivia. p 103.

PEDPL (Plan Estratégico de Desarrollo de la Producción de Lácteos). (2008). Recuperado de: <http://www.perulactea.com/2009/01/26>.

Quispe, J. (2014). *Evaluación de la calidad de leche bovina para la época seca y húmeda, en el Altiplano Norte de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz*. Tesis de Grado. Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia 128 p. recuperado de web:

<http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5599/T-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2009. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina. Recuperado de web:

http://www.conasamexico.org.mx/conasa/pdf_carteles/manual_leche_bovina.pdf.

Sáenz, C. (2010). *Manual de la Ganadería Lechera*. Animales del campo. Recuperado de web: <http://www.a-campo.com.ar>

Sánchez, M. (2014). *El ordeño y su rutina.- Aspectos fisiológicos y tecnológicos del ordeño mecánico.- Sistemas de ordeño.- Secado de las vacas*. Producción Animal e Higiene Veterinaria. Recuperado de web:

http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16_20_02_tema_9chico2.pdf

Salvador, J. (2014). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

Sherbon, J. W. (1999). *Physical Properties of Milk*. In: *Fundamentals of Dairy Chemistry*. Jenness, R., Wong, N. P., Marth, E. H., and Keeney M. (eds.). AN Aspen Publication, USA. 409 p.

Such, X. Y Peris, S. (1996). *La curva de lactación*. Capítulo V, pp. 89-101. En: BUXADE, C. 1996. Producción vacuna de leche y carne. Zootecnia, Bases de producción animal TOMO VII. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid- Barcelona-México. 342p.

Sutton, J. D. (1989). *Altering milk composition by feeding*. Journal of Dairy Science 72: 2801-2814.

Svennersten-Sjaunja K., and K. Olsson. (2005). *Endocrinology of milk production*. Domestic Animal Endocrinology 29: 241-258.

Stoop, W. M., H. Bovenhuis, J.M.L. Heck, and J.A.M Arendonk. (2009). *Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows*. Journal of Dairy Science 92: 1469-1478.

Thompson, A., M. Boland and H. Singh. (2009). *Milk Proteins from Expression to Food*. 1a (ed.). Elsevier. USA. 535 p.

Tyler, H. D., and M. E. Ensminger. (2006). *Dairy Cattle Science*. 4a. (ed.). Pearson Prentice Hall. Ohio E.U. pp: 215-217.

Vega, J.J. (2008). Entrevista del 06/09/2008 en el *Diario Los Andes*. Recuperado de: <http://www.losandes.com.pe>

Walsh, J. P. (1968). *Factors affecting the solids-no-fat content of the milk of herds*. Journal of the Society of Dairy Technology 21(2): 62-71.

Walstra, P., J. T. M. Wouters and T. J. Geurts. (2006). *Dairy Science and Technology*. 2a (ed). Taylor & Francis. USA. 763 p.

Wattiaux, M. A. (2011). *Composición de la leche y valor nutricional*. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. USA. pp. 73-76.

Wattiaux (2002). *Ganadería lechera*. Instituto Babcock para la Investigación y el Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison, USA. Recuperado de web:

[http://: www.babcok.cals.wisc.edu/spanish/de/dairy_essentials_spn](http://www.babcok.cals.wisc.edu/spanish/de/dairy_essentials_spn)

ANEXOS

ANEXO 1. Datos evaluados

Tabla 13. Datos procedentes del análisis de laboratorio.

Rep.	Ordeño	N°	DESCRIPCIÓN	Grasa	Proteína	Solidos Totales	Humedad
			(muestra)	(%)	(%)	(%)	(%)
Abril	ordeño manual	1	V1OM1P1	3.42	2.61	13.19	86.81
		2	V1OM1P2	3.41	2.62	13.25	86.75
		3	V1OM1P3	3.40	2.63	13.15	86.85
		4	V1OM1M1	3.40	2.64	12.56	87.44
		5	V1OM1M2	3.38	2.65	12.47	87.53
		6	V1OM1M3	3.43	2.65	12.38	87.62
	ordeño mecánico	7	V1OME1P1	3.30	2.67	10.65	89.35
		8	V1OME1P2	3.32	2.65	10.87	89.13
		9	V1OME1P3	3.31	2.66	10.76	89.24
		10	V1OME1M1	3.25	2.62	10.01	89.99
		11	V1OME1M2	3.28	2.64	10.11	89.89
		12	V1OME1M3	2.29	2.65	10.19	89.81
Mayo	ordeño manual	13	V2OM1P1	3.60	2.44	14.22	85.78
		14	V2OM1P2	3.63	2.45	14.95	85.05
		15	V2OM1P3	3.62	2.45	14.45	85.55
		16	V2OM1M1	3.60	2.40	14.25	85.75
		17	V2OM1M2	3.50	2.43	14.55	85.45
		18	V2OM1M3	3.60	2.42	14.35	85.65
	ordeño mecánico	19	V2OME1P1	3.65	2.45	14.98	85.02
		20	V2OME1P2	3.66	2.46	14.87	85.13
		21	V2OME1P3	3.65	2.45	14.78	85.22
		22	V2OME1M1	3.65	2.42	14.19	85.81
		23	V2OME1M2	3.66	2.46	14.27	85.73
		24	V2OME1M3	3.68	2.45	14.32	85.68
Junio	ordeño manual	25	V3OM1P1	3.49	2.54	13.71	86.30
		26	V3OM1P2	3.48	2.55	14.10	85.90
		27	V3OM1P3	3.47	2.57	13.80	86.20
		28	V3OM1M1	3.47	2.54	13.41	86.60
		29	V3OM1M2	3.48	2.56	13.51	86.49
		30	V3OM1M3	3.48	2.56	13.37	86.64
	ordeño mecánico	31	V3OME1P1	3.40	2.64	12.82	87.19
		32	V3OME1P2	3.42	2.63	12.87	87.13
		33	V3OME1P3	3.43	2.62	12.77	87.23
		34	V3OME1M1	3.41	2.59	12.10	87.90
		35	V3OME1M2	3.40	2.62	12.19	87.81
		36	V3OME1M3	3.41	2.61	12.26	87.75

Tabla 14. Promedios de análisis de laboratorio de los tres meses evaluados

Ordeño	Tipo de vaca	N°	Descripción	Grasa	Proteína	Solidos Totales	Humedad
			(muestra)	(%)	(%)	(%)	(%)
Ordeño manual	Primípara	1	M1P1	3.50	2.53	13.71	86.30
		2	M1P2	3.51	2.54	14.10	85.90
		3	M1P3	3.50	2.55	13.80	86.20
	Múltipara	1	M1M1	3.49	2.53	13.41	86.60
		2	M1M2	3.45	2.55	13.51	86.49
		3	M1M3	3.50	2.54	13.37	86.64
Ordeño mecánico	Primípara	1	ME1P1	3.45	2.59	12.82	87.19
		2	ME1P2	3.47	2.58	12.87	87.13
		3	ME1P3	3.46	2.58	12.77	87.23
	Múltipara	1	ME1M1	3.44	2.54	12.10	87.90
		2	ME1M2	3.45	2.57	12.19	87.81
		3	ME1M3	3.43	2.57	12.26	87.75

Tabla 15. Producción promedio diaria/mensual de leche por vacas evaluadas por tipo de ordeño

Vacas	Mes de Abril			Mes de Mayo			Mes de Junio			
	O. Mecánico	O. Manual	Dif.	O. Mecánico	O. Manual	Dif.	O. Mecánico	O. Manual	Dif.	
	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	Prom (Lt)	
Primípara	ÑATA	5.21	3.36	1.85	5.09	3.58	1.51	4.07	3.86	0.21
	PAMELA	7.63	3.99	3.65	5.89	5.07	0.82	5.67	5.21	0.46
	DORIS	3.96	4.29	-0.33	5.32	4.21	1.11	4.75	4.55	0.20
		5.60	3.88	1.72	5.43	4.28	1.15	4.83	4.54	0.29
Múltipara	GALENY	7.94	5.60	2.34	7.07	5.69	1.38	7.66	6.59	1.06
	SUGEY	7.53	5.10	2.43	7.07	5.68	1.39	7.06	6.97	0.08
	GLORIA	9.86	6.09	3.77	9.07	7.72	1.35	9.62	8.02	1.60
		8.44	5.60	2.85	7.74	6.36	1.37	8.11	7.20	0.92

Tabla 16. Producción promedio/día de leche por tipo de ordeño y tipo de vaca

Rep.	Ord. Manual		Ord. Mecánico	
	Prim	mult	Prim	mult
1	3.60	5.96	4.79	7.56
2	4.75	5.92	6.40	7.22
2	4.35	7.28	4.68	9.52
Total	16.94	25.54	21.16	32.39
Prom.	4.23	6.38	5.29	8.10
Prom. O	5.31		6.70	
Prom. V	4.76		7.24	

ANEXO 2. Datos Meteorológicos

Tabla 17. Datos del Tiempo – Illpa (Abril – 2018)

Estación : ILLPA, Tipo Automatica - Meteorológica Departamento : PUNO Provincia : PUNO Latitud : 15° 41' 0" Longitud : 70° 5' 0" Distrito : PAUCARCOLLA Altitud : 3827					
Dia/Mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01/04/2018	6.48	16.5	-2.2	49.63	0
02/04/2018	6.67	15.8	-4.1	57.38	0
03/04/2018	7.9	16.6	-1.7	48.67	0
04/04/2018	7.57	17.2	-2.1	46.04	0
05/04/2018	7.12	17.6	-3.6	43.58	0
06/04/2018	6.22	15	-0.9	60.5	0
07/04/2018	6.48	15.3	-1.9	73.88	0.1
08/04/2018	7.47	15.5	0.6	70.75	0
09/04/2018	7.3	14.8	-1.4	72.33	0
10/04/2018	7.17	15	-0.3	68.63	0
11/04/2018	7.54	16.7	-1.1	56.5	0
12/04/2018	7.93	16.9	0.6	61.5	0
13/04/2018	5.75	13.3	-1.8	77.58	0.7
14/04/2018	6.34	14.6	-0.2	70.29	0
15/04/2018	5.75	16.2	-4.3	59.96	0
16/04/2018	7	16.3	-4.7	58	0
17/04/2018	7.75	17.7	-3.2	59.13	0
18/04/2018	7.24	14.8	1.1	68.08	0
19/04/2018	6.32	16.5	-3.3	62.25	0
20/04/2018	6.43	16.6	-2.9	54.08	0
21/04/2018	5.31	15.1	-4.3	60.38	0
22/04/2018	7.68	15.5	-1	66.63	3
23/04/2018	8.28	15.4	4.5	78.67	2.8
24/04/2018	7.11	13.2	0.9	80.29	0.2
25/04/2018	7.87	13.5	4.1	79.79	5.4
26/04/2018	6.98	13.3	0.6	80.13	22
27/04/2018	7.72	15.5	-0.2	75.75	0.1
28/04/2018	7.78	13.4	2	80.54	2.3
29/04/2018	7.51	14.5	2.6	79.42	1.6
30/04/2018	6.99	15.2		75.58	0.1

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 18. Datos del tiempo – Illpa (Mayo – 2018)

Estación : ILLPA, Tipo Automatica - Meteorológica Departamento : PUNO Provincia : PUNO Latitud : 15° 41' 0" Longitud : 70° 5' 0" Distrito : PAUCARCOLLA Altitud : 3827					
Dia/Mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01/05/2018	6.9	14.5	0.1	75	0
02/05/2018	7.43	16.9	-0.6	69.42	0.1
03/05/2018	7.8	17.1	-1.5	63.29	0
04/05/2018	8.41	16.9	1	51.42	0
05/05/2018	7.09	14.2	1.9	66.17	4.8
06/05/2018	5.71	14	-1.1	79.61	0
07/05/2018	5.68	14	-1	73.5	0
08/05/2018	6.65	14.5	-1.9	72.25	0
09/05/2018	6.96	14.7	-1.1	71.75	0.1
10/05/2018	7.15	15.9	0.5	71.29	0
11/05/2018	6.88	15.9	-3.1	62.13	0
12/05/2018	6.65	15.7	-0.7	68.46	0
13/05/2018	5.49	16.2	-3.3	41.04	0
14/05/2018	4.62	16.3	-6.5	30.83	0
15/05/2018	3.21	14.3	-10.3	41.21	0
16/05/2018	3.98	14.3	-6	44.29	0
17/05/2018	5	16.3	-4.9	44.63	0
18/05/2018	3.9	16.3	-7.5	33.08	0
19/05/2018	3.75	15.3	-7	47.96	0
20/05/2018	4.76	15.4	-5.9	55.38	0.1
21/05/2018	4.46	14.8	-5.4	34.58	0
22/05/2018	5.66	16.2	-5.4	47.25	0
23/05/2018	6.38	16.6	-3.9	38.79	0
24/05/2018	5.63	16	-4.5	45.13	0
25/05/2018	5.64	14.5	-3.6	42.96	0
26/05/2018	5.18	14.8	-3.9	51.67	0
27/05/2018	5.85	14.7	-2.3	53.5	0
28/05/2018	5.95	16.7	-3	41.17	0
29/05/2018	3.87	15.6	-5.2	31.5	0
30/05/2018	3.15	16.1	-9.3	29.67	0
31/05/2018	3.41	16	-7	27.04	0

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Tabla 19. Datos del tiempo – Illpa (Junio – 2018)

DATOS DEL TIEMPO - ILLPA JUNIO - 2018					
Estación : ILLPA, Tipo Automática - Meteorológica					
Departamento : PUNO		Provincia : PUNO			
Latitud : 15° 41' 0"		Longitud : 70° 5' 0"			
		Distrito : PAUCARCOLLA			
		Altitud : 3827			
Dia/Mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01/06/2018	3.43	15.8	-9.1	30.75	0
02/06/2018	4.4	15.2	-8.2	42.63	0
03/06/2018	4.15	6.4	1.9	88.67	7.8
04/06/2018	5.31	9.9	1.8	85.75	0.8
05/06/2018	4.74	12.7	-3.5	78.96	0.1
06/06/2018	5.11	14.3	-3.9	67.42	0.1
07/06/2018	5.41	13.4	-3.3	66.75	0
08/06/2018	4.5	13.4	-4.9	64.29	0
09/06/2018	4.02	12.5	-2.4	72.17	0
10/06/2018	4.47	12.4	-1.5	76.79	0.4
11/06/2018	5.16	13.7	-1.3	58.42	0
12/06/2018	4.56	14.7	-5.2	61.33	0
13/06/2018	5.07	14.6	-5	65.17	0
14/06/2018	5.64	14.8	-2.3	58.08	0
15/06/2018	4.93	14.9	-4	61.75	0
16/06/2018	4.9	15	-6	63.88	0
17/06/2018	4.33	14.9	-6	62.38	0
18/06/2018	4.45	13.8	-5.3	63.79	0
19/06/2018	4.68	12.9	-3.2	59.63	0
20/06/2018	4.02	12.6	-5.3	59.79	0
21/06/2018	4.15	13.7	-5.5	58.13	0
22/06/2018	2.69	12.6	-6	58.88	0
23/06/2018	4.57	14.8	-4	49.25	0
24/06/2018	5.05	16.2	-5.8	49.71	0
25/06/2018	5.04	15	-4.9	45.75	0
26/06/2018	5.25	16.6	-4.3	48.63	0
27/06/2018	5.42	15.4	-4.4	51.63	0
28/06/2018	5.71	17.1	-5.2	47.63	0
29/06/2018	5.25	15.3	-3	43.29	0
30/06/2018	5.51	16.2	-4.3	51.54	0

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística.

ANEXO 3. Panel fotográfico



Figura 9. Vacas del CIP Illpa para la selección del experimento.



Figura 10. Ordeño manual de vaca primípara.



Figura 11. Ordeño manual de vaca múltipara



Figura 12. Vacas múltiparas en ordeño mecánico.



Figura 13. Muestras de leches trasladadas en un recipiente hermético puesta en laboratorio para su análisis respectivo.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0038-2018-LENA-EPIA

SOLICITANTE : SAMUEL CCALLO ORMACHEA
 LUGAR DE PROCEDENCIA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINOMICA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO
 TITULO : EVALUACION AMBIENTAL DE LA PRODUCCION Y CALIDAD DE
 LA LECHE BAJO DOS SISTEMAS DE ORDEÑO EN VACAS
 PRIMIPARAS Y MULTIPARAS E N CIP ILL PA
 PRODUCTO : LECHE DE VACUNO
 ENSAYO SOLICITADO : -SOLIDOR TOTALES
 -GRASA
 -PROTEINA
 FECHA DE RECEPCION : 05 de Setiembre del 2018
 FECHA DE ENSAYO : 05 de Setiembre del 2018
 FECHA DE EMISION : 06 de Setiembre del 2018

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS FISICO QUIMICOS DE LECHE DE VACUNO

Ordeño	Nº	DESCRIPCIÓN	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	Humedad
			(%)	(%)	(%)	(%)
ordeño manual	1	VIOM1P1	3.42	2.61	13.19	86.84
	2	VIOM1P2	3.41	2.62	13.25	86.75
	3	VIOM1P3	3.40	2.63	13.15	86.85
	4	VIOM1M1	3.40	2.64	12.56	87.44
	5	VIOM1M2	3.38	2.65	12.47	87.53
	6	VIOM1M3	3.43	2.65	12.38	87.53
ordeño mecánico	7	VIOME1P1	3.30	2.67	10.65	89.35
	8	VIOME1P2	3.32	2.65	10.87	89.13
	9	VIOME1P3	3.31	2.66	10.76	89.24
	10	VIOME1M1	3.25	2.62	10.01	89.99
	11	VIOME1M2	3.28	2.64	10.11	89.89
	12	VIOME1M3	2.29	2.65	10.19	89.81
ordeño manual	13	V2OM1P1	3.60	2.44	14.22	85.78
	14	V2OM1P2	3.63	2.45	14.95	85.05
	15	V2OM1P3	3.62	2.45	14.45	85.55
	16	V2OM1M1	3.60	2.40	14.25	85.75
	17	V2OM1M2	3.50	2.43	14.55	85.45
	18	V2OM1M3	3.60	2.42	14.35	85.65
ordeño mecánico	19	V2OME1P1	3.65	2.45	14.98	85.02
	20	V2OME1P2	3.66	2.46	14.87	85.13
	21	V2OME1P3	3.65	2.45	14.78	85.22
	22	V2OME1M1	3.65	2.42	14.19	85.81
	23	V2OME1M2	3.66	2.46	14.27	85.73
	24	V2OME1M3	3.68	2.45	14.32	85.68
ordeño manual	25	V3OM1P1	3.49	2.54	13.71	86.31
	26	V3OM1P2	3.48	2.55	14.10	85.90
	27	V3OM1P3	3.47	2.57	13.80	86.20
	28	V3OM1M1	3.47	2.54	13.41	86.60
	29	V3OM1M2	3.48	2.56	13.51	86.49
	30	V3OM1M3	3.48	2.56	13.37	86.59
ordeño mecánico	31	V3OME1P1	3.40	2.64	12.82	87.19
	32	V3OME1P2	3.42	2.63	12.87	87.13
	33	V3OME1P3	3.43	2.62	12.77	87.23
	34	V3OME1M1	3.41	2.59	12.10	87.90
	35	V3OME1M2	3.40	2.62	12.19	87.81
	36	V3OME1M3	3.41	2.61	12.26	87.75

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

AOAC. 1990

CONCLUSION:

Los resultados Físico Químicos están conformes.

C.U. 06 de Setiembre del 2018



Daniel Arpas Alca
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 160625



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
JEFATURA
 Alimentos Instrumentación
 Dr. Luis Alberto Jiménez Manríquez
 C.I.P. 19512
 JEFE DE LABORATORIO

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe

Figura 14. Informe de análisis de alimentos de las muestras de leche.

ANEXO 4. Métodos de análisis en leche**I. Determinación de grasa (Método de Gerber) N.T.P. 202.028, 1998**

- Se agregó 10 ml de H₂SO₄ al butirómetro de Gerber con cuidado de manera que no mojé el cuello de éste.
- Se tomó 11 ml de la muestra de leche cruda y se añadió al butirómetro por las paredes del mismo para evitar reacciones bruscas y se agregó 1 ml de alcohol ísoamílico.
- Se secó el cuello del butirómetro con un paño de papel absorbente cuidadosamente y se tapó el butirómetro con tapón de jebe y se agitó el mismo invirtiendo 3 veces.
- Se colocó el butirómetro en la centrifuga en forma simétrica y se centrifugo por 5 min. a 1 100 r.p.m.
- Por último, se dio la lectura del resultado verificando la parte inferior del menisco de la grasa, según la tabulación del butirómetro.

II. Determinación de sólidos totales (Alba et al., 2008) (N.T.P. 202.118, 1998)

- Una vez que se obtuvo los valores de la densidad y la grasa, se calculó el % de sólidos totales, según la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos totales} = 1,2 \times G + 0,25 \times L$$

En donde:

1.2 = Es un constante

G = Porcentaje de grasa leída en el butirómetro

L = Lectura del lactodensímetro (corregida) (no la densidad sino la lectura realizada en el vástago del lactodensímetro).

Determinación de sólidos no grasos (Alba et al., 2008) (N.T.P. 202.001, 2010)

- Una vez que se obtuvo los valores de la grasa y el resultado del cálculo de los sólidos totales, se calculó el % de sólidos no grasos, según la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos No Grasos} = ST - G$$

En donde:

ST = Sólidos totales

G = Porcentaje de grasa

III. Método para determinar las proteínas totales de la leche

Método Kjeldahl

En un vaso se pesan 10 gramos de leche, luego se adicionan 78 mL. de agua y 12 gramos de ácido tricloroacético. Se agita y se deja en reposo durante tres o cuatro minutos. Después se filtra y se lava con disolución de ácido tricloroacético al 12%. Finalmente se determina el nitrógeno mediante el método Kjeldahl. Para realizar los cálculos de cuantificación se procede en base a la siguiente relación:

$$\% \text{ De Proteínas Totales} = \% \text{ de Nitrógeno Proteico} \times 6,38$$