

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE ANTIOXIDANTES EN DIETA DE VACAS LECHERAS SOBRE LA
CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LA LECHE EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR:

OSIRIS NAVI PINEDA TORRES

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2014

**EFFECTO DE ANTIOXIDANTES EN DIETA DE VACAS LECHERAS SOBRE LA
CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LA LECHE EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR:

OSIRIS NAVI PINEDA TORRES

ORLANDO JOSÉ CASTILLO ROSA, M. Sc.

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2014

DEDICATORIA

A DIOS

Mi padre celestial que me ha brindado la oportunidad de seguir adelante e iluminar mi vida, dándome la fuerza, paciencia, sabiduría necesaria y por estar conmigo en todo momento haciendo posible una más de mis metas.

A MIS PADRES: CECILIO PINEDA Y JUANA BENITA TORRES

Por todo el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida y porque siempre han creído y confiado en mí ya que eso ha sido motivo para seguir luchando en aquellos momentos de debilidad, por tenerme presente en todo momento en sus oraciones recibiendo gracias a ellos muchas bendiciones.

A MIS HERMANOS Y DEMAS FAMILIARES

Porque de alguna forma han estado conmigo dándome el apoyo necesario para poder culminar mis estudios y de esa manera salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A MI DIOS TODOPODEROSO

Porque hace posible hasta lo imposible, porque nunca me ha soltado de su mano y es a quien le debo lo que ahora soy y lo que quiero llegar a ser.

A MIS ASESORES

Por haberme apoyado en este trabajo de investigación, por su paciencia y su tiempo ya que fue para mí algo muy valioso que siempre tendré presente.

AL M. Sc. OSCAR OVIDIO REDONDO

Por haberme dado la oportunidad de ingresar a la Universidad Nacional de Agricultura y apoyarme cuando más lo necesité.

A MIS CATEDRATICOS

Por todo el conocimiento que me han transmitido a lo largo de toda mi carrera, su amistad, su disponibilidad y su tiempo siempre que lo he necesitado.

CONTENIDO

	Pag.
ACTA DE SUSTENTACION	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. El sector lácteo en Centro América.....	4
3.2. Consumo per cápita en Centro América.....	4
3.3. Razas más comunes en ganado de leche	5
3.3.1. Ayrshire.....	5
3.3.2. Guernsey	5
3.3.3. Jersey.....	6
3.3.4. Holstein	6
3.3.5. Pardo suizo.....	6
3.4. Alimentación del ganado.....	7
3.5. La leche: definición.....	8
3.5.1. Calidad de la leche	9
3.5.2. Composición nutricional de la leche y sus derivados	10
3.5.3. Composición de la leche por raza	10
3.6. Antioxidantes	11
3.6.1. Antioxidantes en las dietas.....	11
3.6.2. Calidad de la leche y antioxidantes.....	12
3.7. Propiedades físicas y químicas de la leche	12
3.7.1. Características organolépticas.....	13
3.7.1.1. Olor.....	13

3.7.1.2.Sabor.....	14
3.7.1.3.Color.....	14
3.7.2.Densidad	14
3.7.3. Punto de ebullición	15
3.7.4. Punto de congelación	15
3.7.5. Viscosidad.....	16
3.7.6. La Grasa	16
3.7.7. Acidez de la leche	16
3.7.8. Proteína	17
3.7.9. Caseína	17
3.7.10.Humedad	17
3.7.11.Solidos totales y solidos no grasos	18
3.8. Calidad microbiológica en leche	18
3.8.1. Métodos para determinación del número de Células Somáticas.....	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1. Localización.....	19
4.2. Materiales y equipo utilizado	19
4.3. Sustancias y reactivos	20
4.4. Manejo del experimento.....	20
4.4.1. Diseño experimental	22
4.4.2. Modelo matemático lineal.....	22
4.4.3. Recolección de las muestras	22
4.4.4. Variables evaluadas.....	23
4.5. Procedimiento para determinar la calidad organoléptica de la leche	23
4.6. Análisis de la densidad.....	23
4.7. Análisis de la grasa.....	24
4.8. Análisis de la acidez.....	24
4.9. Análisis de Sólidos totales y solidos no grasos	25
4.10. Análisis de la Humedad	25
4.11. Análisis de proteína y caseína (método de Walker)	25
4.12. Análisis de células somáticas.....	26
4.13. Análisis estadístico	27
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.1. Análisis de propiedades organolépticas en la leche	28

5.2. Análisis de Densidad en la leche.....	28
5.3. Análisis de Acidez en la leche	29
5.4. Análisis de Grasa en la leche	30
5.5. Análisis de Proteína en la leche	31
5.6. Análisis de Caseína en la leche	32
5.7. Análisis de Sólidos totales en la leche	33
5.8. Análisis de Solidos no grasos en la leche	34
5.9. Análisis de Humedad en la leche	35
5.10. Análisis de Células somáticas en la leche.....	36
VI. CONCLUSIONES	38
VII.RECOMENDACIONES	39
VIII. BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS	44

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Alimentos más comunes; principales características, clasificación.....	7
Cuadro 2. Factores que influyen en la producción y la composición de la leche.....	9
Cuadro 3. Composición nutricional de la leche y sus derivados.....	10
Cuadro 4. Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros.....	10
Cuadro 5. Composición nutricional del suplemento mineral Profosmin Vita.....	21
Cuadro 6. Composición nutricional del suplemento mineral Nupremix ganado.....	21

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Recorrido de la platina del microscopio para el conteo de células somáticas....	27
Figura 2. Promedios por tratamiento para la variable densidad en la leche.....	29
Figura 3. Promedios por tratamiento para la variable acidez en la leche.....	30
Figura 4. Promedios por tratamiento para la variable grasa en la leche.....	31
Figura 5. Promedios por tratamiento para la variable proteína en la leche.....	32
Figura 6. Promedios por tratamiento para la variable caseína en la leche.....	33
Figura 7. Promedios por tratamiento para la variable sólidos totales en la leche.....	34
Figura 8. Promedios por tratamiento para la variable sólidos no grasos en la leche.....	35
Figura 9. Promedios por tratamiento para la variable humedad en la leche.....	36
Figura 10. Promedios por tratamiento para la variable células somáticas en la leche.....	37

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Registros para pruebas organolépticas.....	45
Anexo 2. Registro para las características físico-químicas.....	47
Anexo 3. Análisis organoléptico de la leche.....	48
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable densidad de la leche.....	48
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable acidez de la leche.....	48
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable grasa de la leche.....	49
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable proteína de la leche.....	49
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable caseína de la leche.....	49
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable sólidos totales de la leche.....	49
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable sólidos no grasos de la leche.....	50
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable humedad de la leche.....	50
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable células somáticas de la leche.....	50
Anexo 13. Producción de leche/vaca/día en litros para el primer periodo del 21 de julio al 04 de agosto 2014.....	51
Anexo 14. Producción de leche/vaca/día en litros para el segundo periodo del 05 de agosto al 19 de agosto 2014.....	52
Anexo 15. Producción de leche/vaca/día en litros para el tercer periodo del 20 de agosto al 03 de septiembre 2014.....	53
Anexo 16. Producción de leche/vaca/día en litros para el cuarto periodo del 04 de septiembre al 18 de septiembre 2014.....	54
Anexo 17. Promedios por tratamiento de los resultados obtenidos de la leche en la Universidad Nacional de agricultura.....	55

Pineda Torres, O.N. 2014. Efecto de antioxidantes en dietas de vacas lecheras sobre la calidad física y química de la leche en la Universidad Nacional de Agricultura. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 55 pág.

RESUMEN

La investigación se realizó en la sección de bovinos, departamento de producción animal de la Universidad Nacional de Agricultura en Catacamas, Olancho, Honduras en el periodo correspondiente del 21 de julio al 18 de septiembre del 2014. En esta investigación se evaluó el efecto de antioxidantes en dietas de ganado lechero sobre la calidad de la leche. Se utilizaron dos productos comerciales ricos en macro elementos y micro elementos (Profosmin vita y Nupremix ganado), para ello se seleccionó tres vacas para cada tratamiento, los tratamientos evaluados fueron tres T1 (Testigo), T2 (Profosmin vita; 200 g/animal/día) y T3 (Nupremix ganado; 200 g/animal/día). Para realizar el análisis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un nivel de significancia de 95% al 5 % en su error experimental. Las variables que se evaluaron fueron características organolépticas (olor, color y sabor), densidad, acidez, grasa, proteína, caseína, sólidos totales, sólidos no grasos, humedad y células somáticas. Se tomaron muestras cada 15 días para su respectivo análisis, siendo un total de cuatro muestras (repeticiones) por tratamiento y por tanto 12 unidades experimentales. En las características organolépticas se obtuvieron resultados de una leche normal sin ningún olor, color y sabor extraños al de la leche, en cuanto a las variables densidad, acidez, grasa, proteína, caseína, sólidos totales, humedad y células somáticas no hubo diferencia estadística significativa en sus valores obtenidos en cambio para la variable de sólidos no grasos, si se observó diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos siendo el tratamiento uno el que obtuvo mayor promedio de sólidos no grasos (9.21%) y el tratamiento dos el que obtuvo menor promedio (8.74%). Los resultados observados pueden deberse a diferentes factores como edad, genética, número de partos, periodo de lactancia, manejo y sanidad.

Palabras clave: Efecto, antioxidantes, leche, calidad, células somáticas.

I. INTRODUCCION

La leche es un material producido por la naturaleza y se considera un alimento completo de materia grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas y otros pequeños componentes que se encuentran en solución, para funcionar como una fuente nutritiva en la alimentación humana. La confirmación de esta imagen nutritiva está en el uso extensivo que tiene la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria en los países altamente desarrollados. A consecuencia de esto, estas sociedades gozan casi de una completa carencia de enfermedades nutricionales en la población infantil y adultos jóvenes. En contraste, una elevada proporción de los bebés y niños en los países en desarrollo, donde el suministro de leche es mínimo o nulo, sufren deficiencias nutricionales (Reyes et al. 2010).

La FAO advierte que el consumo per cápita de leche y productos lácteos en los países en desarrollo está creciendo como consecuencia del aumento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los regímenes alimentarios. A finales del 2013, de acuerdo con esa organización, la cotización subió 13 puntos en su Índice de Precios de Productos Lácteos. Durante ese año se situó en una media de 243 puntos, su valor más alto desde su implantación siendo esta una situación de gran importancia para la economía hondureña generando empleos en el que participan pequeños, medianos y grandes productores a través de inversiones significativas en todo el país (CDPC, 2013).

En Honduras el consumo per cápita de leche es de 12 litros al año, considerándose bajo en comparación a otros países como en América del Norte, Argentina, Armenia, Australia, Costa Rica, Europa, Israel, Kirguistán y Pakistán que tienen un consumo per cápita elevado de 150 kilos de leche al año. Mientras, un consumo moderado entre 30 a 150 kilos por persona en países como India, Japón, Kenia, México, Mongolia, Nueva Zelandia, la República Islámica de Irán (CDPC, 2013).

Uno de los problemas que enfrenta la industria láctea es la oxidación de la leche que se ve reflejado en la calidad del producto, pero este problema inicia desde el animal que la produce ya que la prevalencia y gravedad de ciertas patologías de las vacas lecheras, en particular la mastitis, el número de células somáticas y la baja cantidad de nutrientes antioxidantes de la leche parecen estar relacionadas con el estrés oxidativo. Este fenómeno que sufren las vacas en plena producción, comporta unos elevados costes en las granjas de leche debido a que la producción también es afectada. De aquí la importancia de adicionar a las dietas de las vacas suplementos que contengan nutrimentos antioxidantes para contrarrestar y mejorar la respuesta inmunitaria disminuyendo el estrés oxidativo y generando una mayor resistencia a enfermedades infecciosas y una mayor calidad de las producciones (Navarro M. et al. 2012).

El propósito de la presente investigación fue realizar un análisis de la incorporación de dos diferentes antioxidantes en la dieta suministrada a las vacas lecheras y cómo estos influyen en la calidad de la leche. Este trabajo contempla los resultados que se obtuvieron en el análisis realizado a la leche como propiedades físicas, organolépticas y químicas además se determinaron células somáticas en la leche para conocer el estado en que se encuentran las glándulas mamarias de las vacas. El estudio se llevó a cabo en la sección de bovinos de la Universidad Nacional de Agricultura.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Evaluar la calidad físico-química de la leche y el efecto que causan los antioxidantes incorporados en la dieta suministrada al ganado lechero de la Universidad Nacional de Agricultura.

2.2. Específicos

- Describir los efectos que tienen los antioxidantes sobre el color, olor y sabor por medio de pruebas sensoriales.
- Conocer el efecto de antioxidantes sobre el porcentaje de proteína, caseína, grasa, sólidos totales, acidez y humedad de la leche, mediante análisis a nivel de laboratorio.
- Determinar el estado de las glándulas mamarias o incidencia de mastitis en las vacas por medio de un conteo de células somáticas de la leche, utilizando el método de microscopía directa.

III. REVISION DE LITERATURA

En la actualidad la leche proveniente de vaca es la más importante para la dieta humana y la que tiene más aplicaciones industriales, la raza Holstein es la que se emplea con mayor frecuencia en las granjas lecheras (España Aranda, MA. 2009).

3.1. El sector lácteo en Centro América

En la actualidad la producción de productos lácteos en Centroamérica representa una de las actividades productivas con mayor importancia y dinamismo de toda la región, producto de factores de tipo biótico que favorecen la producción de leche industrial. La producción de leche en Costa Rica es de 709,000 TM, Nicaragua 631,100 TM, Honduras 596,800 TM, El Salvador 395,500 TM y Guatemala 270,000 TM. (Molina, DO. 2010).

3.2. Consumo per cápita en Centro América

En la región centroamericana el consumo per cápita de leche es mucho menor respecto a los otros países de Latinoamérica. Costa Rica, Honduras y El Salvador registran los consumos más altos, mientras que, Guatemala y Nicaragua presentan niveles de consumo más bajos, pese a que Nicaragua es uno de los mayores productores de la región. Según información de la FAO, Costa Rica es el país con el mayor nivel de consumo per cápita de leche de vaca (190 litros por año), lo que supera ampliamente el consumo promedio anual por persona de este importante alimento en los demás países de la región. El consumo per cápita de leche en Honduras en 2011 se ubicó en unos 120 litros por persona (CDPC 2013).

3.3. Razas más comunes en ganado de leche

3.3.1. Ayrshire

Esta raza es originaria de la región del condado de Ayr, en el suroeste de Escocia, donde se seleccionó la raza, a finales del siglo XVII (Gonzales, A. 2011). Por sus excelentes ubres, gran adaptabilidad, rusticidad, facilidad de parto, longevidad, eficiente conversión alimenticia y calidad de su leche, la Ayrshire es la raza lechera más rentable en la actualidad (Gonzales, A. 2011). La raza Airshire se ubica en el tercer lugar en producción entre todas las razas lecheras, superándola solo la Holstein y la Pardo Suizo (Ávila Téllez, S. y Gasque Gómez, R. s.f).

Calidad de la leche. La leche de esta raza tiene la proporción ideal para la producción de quesos con un 4.0% de grasa, 3.4% de proteína, 12.7 % sólidos totales. Adicionalmente, el glóbulo graso que es muy pequeño, hace esta leche muy digestible para niños y ancianos. Al pagarse la leche por sus sólidos totales, el ganado Ayrshire obtiene mejores precios por su leche (Gallardo, VI. 2012).

3.3.2. Guernsey

Animal de poco desarrollo corporal pero buen productor de leche, originario de Normandía que le dio más tamaño. Su color es blanco con manchas definidas castaño claro (cervuno) en todo el cuerpo, el hocico es des pigmentado y la borla blanca. La presencia de una secreción amarillenta en las orejas y en la borla, es característica en la raza. (DANE 2008).

Calidad de la leche. La vaca Guernsey es reconocida por producir leche con alto contenido de mantequilla y proteína, así como una concentración alta de beta-caroteno. Siendo de tamaño intermedio, las Guernsey producen leche de alta calidad mientras que consumen de 20 a 30 por ciento menos alimento por kg de leche producida que las razas lecheras más grandes (Gallardo, VI. 2012).

3.3.3. Jersey

La Jersey es la más eficiente productora de leche en el mundo, produciendo más kilogramos de leche por kilogramos de peso corporal que cualquier otra raza. Hoy las Jersey son parte muy importante de la industria láctea en todo el mundo, de hecho es la raza lechera con mayor distribución en el globo terráqueo. Tiene un alto índice de conversión de pasto a leche, siete veces su peso, y es la de mayor contenido de grasa y proteínas en su leche (Gonzales, A. 2011).

Calidad de la leche. La leche de la vaca Jersey es más rica en grasa que la de cualquier otra raza, pues contiene como promedio un 5.3 %, contiene más sólidos totales que la de otras razas lecheras y su sabor es suave y rico, con un porcentaje más alto de proteína, calcio y otros importantes nutrientes. El promedio de sólidos totales es aproximadamente 14.9 %, su color es amarillo (David, RF. 1981, citado por Guevara Novoa, JA. 1985).

3.3.4. Holstein

Color blanco y negro en proporción del 50% cada uno. En dicha raza existe una variedad de color blanco y rojo, es una de las razas de mayor producción de leche en el mundo. El Holstein debe tener características ideales como: habilidad lechera, no tener acumulación de grasa ni de partes toscas, considerando la época de lactancia (DANE 2008).

Calidad de la leche. La leche de las vacas de la raza Holstein Friesian tienen como promedio 3.41 % de grasa y 11.69 % de sólidos totales (Gallardo, VI. 2012).

3.3.5. Pardo suizo

Es una raza fuerte y vigorosa pero no tosca. El color es el pardo, admitiéndose desde un tono pardo plateado hasta el pardo oscuro. El color debe ser más claro alrededor de la frente, en la ubre, alrededor del hocico y en una línea que se extiende por el dorso. El Pardo Suizo

tiene excelentes patas y pezuñas que lo adaptaron bien a los Alpes suizos. La Pardo Suizo es famosa en todo el mundo y es la segunda raza por su rendimiento lechero, aunque no ha podido desplazar a la raza Holandesa en ningún país. (DANE 2008).

Calidad de la leche. La leche de las vacas Pardo Suizo tienen como promedio 4 % de grasa y un 13.19 % de sólidos totales (Gallardo, VI. 2012).

3.4. Alimentación del ganado

Por medio del alimento el animal obtiene los nutrientes necesarios para su desarrollo, existen además productos que se pueden suplementar o incluir en las dietas y que proporcionan mayor cantidad de nutrientes para incrementar la producción, reducir la oxidación a nivel celular, proporcionar sabor u otros factores relacionados con la aceptabilidad, sirviendo como una fuente extra de nutrientes (Parsi, J. et. al. 2001).

Los pastos son la principal fuente de alimentación para el ganado lechero en el trópico, sin embargo para poder incrementar la producción de leche, los productores complementan la dieta del ganado con concentrado que aportan mayor cantidad de nutrientes. Lamentablemente los concentrados son productos muy caros y tienden a incrementar los costos de producción. Les dan aproximadamente entre 5 y 8 libras en cada ordeño (55-60% de la dieta) (Reyes Pérez, NP; Vásquez, O. 2012).

Cuadro N° 1. Alimentos más comunes; principales características, clasificación

Forrajes	Frescos	Pasturas perennes	Gramíneas	C3
				C4
			Leguminosas	Templadas
				Tropicales
		Anuales	Gramíneas	
			Leguminosas	
	Conservados	Henos		
		Silajes		

		Henolajes
	Rastrojos	
	Diferidos	
Concentrados	Granos	Cereales
		Oleaginosas
	Grasas y aceites	
	Nitrógeno no proteico	
Subproductos de la agroindustria	Origen vegetal	Industria aceitera
		Industria molinera
		Industria frutihortícola
		Industria azucarera
		Industria cervecera
		Industria vitivinícola
		Industria de la golosina y panadería
		Industria maderera y papelera
	Origen animal	Industrias lácteas
		Industria pesquera
		Industria frigorífica
		Industria avícola
Suplementos minerales		
Suplementos vitamínicos		
Aditivos	Buffer	
	Antibióticos	
	Saborizantes	
	Antioxidantes y conservantes	

Fuente: Parsi, J. et al. (2001).

3.5. La leche: definición

Es la secreción de la glándula mamaria de los mamíferos. Se trata de 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. También contiene enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos, células, dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno. Por eso desde el punto de vista químico la leche constituye un sistema complejo (Hernández, H. 2009).

3.5.1. Calidad de la leche

La cantidad de leche producida y su composición, presentan variaciones importantes en función de numerosos factores, como son los relativos al animal y al ambiente en que se desarrolla. Los principales factores de variación se presentan en el cuadro N° 2 a continuación.

Cuadro N° 2. Factores que influyen sobre la producción primaria y la composición de la leche.

Factores Fisiológicos	Edad de la vaca	Influye en la producción de leche y el porcentaje de materia grasa
	Periodo de lactancia	La composición de la leche se ve modificada a lo largo del periodo (casi diez meses), modificándose la concentración de grasa, proteínas y lactosa.
Factores alimenticios	Composición y nivel energético del alimento	Influye en la cantidad porcentual de los componentes orgánicos
Factores genéticos	Raza de la vaca	Influye en la cantidad porcentual de los componentes orgánicos
Factores relativos al ambiente	Forma de ordeño e irregularidad en la alimentación, condiciones climáticas. Presencia de enfermedades	Influye en la producción y calidad de la leche.

Fuente: Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. R.N. Gerber/Kart Schneider (1994) citado por Santiago Vázquez, ME (2007).

3.5.2. Composición nutricional de la leche y sus derivados

La composición de la leche varía con la raza del animal, período de lactancia, alimento, período de celo de la vaca, enfermedades, influencia de las drogas, frecuencia entre ordeños y otros factores. La composición nutricional de la leche y sus derivados es alta en nutrientes agua, energía grasa, proteína y lactosa, al respecto el cuadro 3 presenta el detalle:

Cuadro N° 3. Composición nutricional de la leche y sus derivados

Producto	Calorías	Proteína (g)	Carbohidratos (g)	Grasa (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Leche	159	8.1	12.7	8.5	371	210
Queso blanco fresco	80	5.2	0.9	6	2.35	112
Requesón	0.5	2.8	1.5	3.2	36	28
Crema espesa	102	0.6	0.6	10.9	23	20
Mantequilla	222	0	0	25.2	6	6

Fuente: Tomado de INCAP (s.f.)

3.5.3. Composición de la leche por raza

Los valores medios de los componentes de la leche varían considerablemente entre vacas de diferentes razas como nos muestra el cuadro 4 a continuación.

Cuadro N° 4. Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros

RAZA	S.T.	GRASA	LACTOSA	PROTEINAS
Holstein	11.04	3.41	4.70	2.93
Suiza	12.46	4.00	4.90	3.56
Jersey	14.05	5.65	4.94	3.46
Guernsey	13.80	5.23	4.84	3.73

Fuente: Gallardo, VI. (2012).

3.6. Antioxidantes

El término antioxidante hace referencia a la actividad que numerosas vitaminas, minerales y otras sustancias fotoquímicas tienen sobre sustancias consideradas como nocivas, llamadas radicales libres. Los radicales libres pueden reaccionar químicamente con otros componentes de las células (oxidándolos) alterando su estabilidad y funcionalidad (Bernácer, R. 2014). El sistema antioxidante intenta mantener bajo los niveles de radicales libres. Los radicales libres son compuestos altamente reactivos que se producen en los procesos metabólicos normales, son extremadamente tóxicos para las células del organismo pudiendo reaccionar con ácidos nucleicos causando mutaciones, con enzimas desactivándolas, con ácidos grasos causando desestabilidad de la membrana. Cuando la velocidad de producción de los radicales libres supera la velocidad de inactivación se produce un stress oxidativo (Miller y col. 1993, citado por Reinoso, V. y Soto, C. 2009).

El estrés oxidativo es un mecanismo de daño orgánico que lleva a una variedad de cambios fisiológicos y bioquímicos en las células los cuales ocasionan deterioro y muerte celular. Las reacciones que los radicales causan están asociadas con daños en los lípidos de las membranas celulares, en las proteínas, en los carbohidratos y en el ADN, provocando detrimentos en la célula (Navarro, M. et al. 2012, Paillacar Galindo, LJ. 2011).

3.6.1. Antioxidantes en las dietas

Diversos estudios en los que se han incorporado suplementos antioxidantes en la dieta de los animales, han demostrado que se mejora la respuesta inmunitaria y se disminuye el estrés oxidativo, generando una mayor resistencia a enfermedades infecciosas y una mayor calidad y producción de leche. También se ven afectadas la calidad de la leche, el número de células somáticas y la cantidad de nutrientes antioxidantes de la leche (Navarro, M. et al. 2012)

Según estudios realizados la vitamina E y el Selenio son los antioxidantes más importantes del organismo. Son micronutrientes esenciales que junto con la vitamina A, vitamina C, zinc,

cobre, hierro y manganeso intervienen en las defensas antioxidantes del organismo (NRC 2001, Bendich 1993, citado por Reinoso, V. y Soto, C. 2009). Así mismo Paillacar Galindo, L.J. (2011) confirma mediante investigación que el uso de una dieta deficiente en vitamina E disminuye la capacidad antioxidante exponiendo las células al daño oxidativo, favoreciendo el estrés oxidativo.

3.6.2. Calidad de la leche y antioxidantes

La salud de la glándula mamaria de las vacas está íntimamente ligada a la calidad de la leche que se obtiene de ella. Por una parte, a través del número de células presentes en ella, bien sean de descamación de la pared interna de la glándula o por células pertenecientes al sistema inmunitario. Además, la presencia de sustancias antioxidantes protegerán las características de la leche durante su vida útil (Navarro, M. et al. 2012).

La oxidación de la leche es un problema serio en la industria láctea, es por esto que incrementar los antioxidantes endógenos en la leche de forma natural se convierte en un punto crítico para la estabilidad y durabilidad de la misma. Las propiedades organolépticas de la leche (olor, color, sabor) se ven afectados por la oxidación de sus componentes. Todo un complejo de sustancias, enzimas, antioxidantes, lactoferrina, vitaminas antioxidantes, polifenoles (flavonoides) y carotenos, juegan un papel importante en la conservación de la leche. Suplementos con antioxidantes aportados a través de la dieta han demostrado ser útiles para reducir la aparición de infecciones en la mamas y mejorar la calidad de sus producciones (Navarro, M. et al. 2012).

3.7. Propiedades físicas y químicas de la leche

Las propiedades físicas son cualidades que poseen las sustancias que afectan directa o indirectamente a nuestros sentidos. Cuantitativamente, el agua es el elemento más importante, representando aproximadamente un 87% de la leche y el 13 % restante corresponde a los sólidos totales que están divididos en: Sólidos no grasos: constituidos por

proteínas de 30 a 34 g/l; lactosa de 43 a 50 g/l y sales minerales de 9 a 12 g/l. Sólidos grasos: constituido por la grasa propia de la leche 30 g/l (LICONSA, 2007).

3.7.1. Características organolépticas

Son todas aquellas que se aprecian en forma simple y rápida con ayuda de nuestros sentidos, como: color, olor, sabor, textura. Las características organolépticas fundamentales son el color, el olor y el sabor, y en ellas inciden de forma decisiva la mayor o menor degradación que hayan sufrido los componentes de la leche, especialmente la lactosa, la grasa y la proteína. La calidad sensorial u organoléptica está basada en la percepción de características de la leche a través de los sentidos (Hernández, H. 2009).

3.7.1.1. Olor

La leche tiene la particularidad de absorber olores derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, por contacto con materiales, sustancias o ambiente de dudosa higiene (ollas destapadas cerca de gasolina, aceite, etc.); por lo tanto, la leche con olor no característico indica falta de calidad. El aroma también indica el estado de la leche: olor ácido cuando se desarrolla acidez u olor rancio cuando se oxida la grasa de la leche (Zamorán Murillo, DJ. s.f.)

La leche no debe tener un olor a estiércol (establo) o acida, hay que tomar en cuenta el animal que la produce, aunque tal aroma desaparece con la aireación, y a medida que transcurre más tiempo desde que fue ordeñada toma un olor ácido y con la ebullición a cocido, el olor depende de las condiciones de los animales, pues cuando están en periodo avanzado de lactación es fácil que resulte algo rancio o salino a causa de que la leche ofrece mayor cantidad de la distasa llamada lipasa en el primer caso y en segundo por tener mayor cantidad de cloruro de sodio (Hernández, H. 2009).

3.7.1.2. Sabor

El sabor natural de la leche es ligeramente dulce, por su contenido de lactosa. Algunas veces presenta cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros al final del periodo de lactación, o por estar atravesando por estados infecciosos de la ubre como mastitis (Zamorán Murillo, DJ. s.f.). La alfalfa, trébol, remolacha así como las tortas oleaginosas que se utilizan como piensos comunican diferentes gustos a la leche, el calentamiento modifica el sabor, de la misma manera que cambia el color y el aroma. En el proceso de percepción de sabores de una determinada sustancia influyen varios factores, como son la temperatura, la textura del sistema en que se encuentran y la presencia de otros componentes (Nasanovsky y Garijo, 2006. Citado por Hernández, H. 2009).

3.7.1.3. Color

El color normal de la leche es blanco a blanco amarillento. La leche adulterada con agua o descremada presenta un color blanco azulado; la leche proveniente de vacas enfermas con mastitis presenta un color gris amarillento con grumos; un color rosado indica presencia de sangre; una leche adulterada con suero puede adquirir una coloración amarillo-verdoso debido a la presencia de riboflavina.

El color también es un resultado de la dispersión de la luz por las proteínas, grasas, fosfatos y citrato de calcio. La calidad homogénea de la leche aumenta la coloración blanca, ya que las partículas fragmentadas reflejan mayor cantidad de luz (Hernández, H. 2009).

3.7.2. Densidad

La densidad se conoce como la relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpo. Un término ideal de densidad en la leche es de 1.032 g /l a una temperatura de 15°C; esta se utiliza como factor de referencia; una temperatura mayor de 15° se considera alta y menor de 15° se considera baja. A otra temperatura se debe hacer corrección. Cuando la leche ha

sido aguada, la densidad baja, por debajo de 1,025, al ser descremada la densidad aumenta por encima de 1,035 (SENA 1987 y Hernández, H. 2009).

Esta prueba se realiza con un lactodensímetro de Quevenne, calibrado a 15°C, con escala graduada entre 15 y 40, valores que corresponden a las milésimas de densidad, es decir, el número 32 del lactodensímetro indica la densidad de 1.032. Es necesario hacer una corrección por temperatura cuando no se lee a 15°C (cada grado de temperatura hace variar la densidad en 0.0002 gr/cc, si la temperatura es mayor de 15 °C se debe sumar la variación a la densidad leída para obtener el valor real de la densidad) (López Martínez, R. et. al. 2001).

3.7.3. Punto de ebullición

Es la temperatura a la cual se efectúa la ebullición de una sustancia líquida. Cuando dicha sustancia comienza a ebullición no es posible aumentar más la temperatura, la cual se mantendrá constante y será siempre la misma para el mismo líquido. La leche hierve a una temperatura de 100,17°C, ligeramente superior a la del agua (100°C), a la altura del nivel del mar (Hernández, H. 2009).

3.7.4. Punto de congelación

El valor promedio es de -0.54 °C (varía entre -0.513 y -0.565 °C), es menor que la del agua, y es consecuencia de la presencia de sales minerales y de la lactosa. Es una característica importante porque permite detectar la adición de agua en la leche. El punto de congelación de la leche varía en 0.0032 °C por efecto de la etapa de la lactancia. Los componentes que influyen en el punto de congelación de la leche son la lactosa y las sales coloidales (Bandera, 2004, citado por González Fernández, DJ. 2013).

3.7.5. Viscosidad

La leche tiene una viscosidad mayor que el agua, oscila entre 1.5-4.2 cP y la del agua 1.0 cP (Centipoise), lo que responde a su composición y en primer lugar por el contenido de proteínas, principalmente el caseinato de calcio. La grasa láctea y la azúcar láctea influyen en menor grado y son de gran importancia para el estado físico de la leche. Al dividir los glóbulos grasos de la leche cuando es homogenizada, la viscosidad de la leche aumenta (Hernández, H. 2009).

3.7.6. La Grasa

La grasa es el constituyente más importante de la leche. El contenido de grasa es el que fija el precio de la leche en el comercio, a él se recurre para el control de materias primas en la fabricación de productos lácteos. La grasa en la leche se encuentra en forma de pequeños glóbulos en emulsión verdadera como el del tipo de aceite en agua, siendo los glóbulos grasos los que están dispersos. Debido a los diversos factores que intervienen en la composición de la leche el contenido de grasa en la leche vacuna varía notablemente; los valores porcentuales más comunes se encuentran entre 3.2 y 4.2 % (Hernández, H. 2009).

3.7.7. Acidez de la leche

La determinación de la acidez de la leche es muy importante porque puede dar lugar a determinar el grado de alteración de la leche. Regularmente una leche fresca debe tener una acidez de 0,15 a 0,16% AL (ácido láctico), valores menores pueden indicar que la leche proviene de vacas con mastitis, que ha sido aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0,16%, indican que la leche contiene bacterias contaminantes (Bandera, 2004, citado por González Fernández, DJ 2013).

3.7.8. Proteína

Las proteínas están formadas por aminoácidos, según la combinación y proporción de estos aminoácidos existen varios tipos de proteínas (Caseína, Beta-lactoglobulina Alfa-lactoalbúmina Lactoferrina, Lactoperoxidasa, Inmunoglobulinas, Lisozima) que tienen funciones especializadas, pero todas protegen el recién nacido y a la glándula mamaria de las infecciones, intervienen en la formación de otros componentes de la leche como la lactosa y la grasa. La cantidad de proteínas que contiene la leche es diferente según la especie de que se trate. En la leche de vaca aparecen 3,50 gr de proteínas por cada 100 ml (Roca Ruiz, AM. 2008).

3.7.9. Caseína

Complejo de polipéptidos sintetizados en la glándula mamaria de la vaca, forman la fracción proteica más importante de la leche, ya que pueden sumar hasta un 85% de las proteínas totales. La estabilidad de las caseínas se altera fácilmente a valores de pH bajos por la presencia de cationes divalentes, pero son estables a la mayoría de los tratamientos térmicos empleados. Su contenido medio es de 27 g/l en la leche de vaca (Hernández, H. 2009).

Las caseínas tienen un alto contenido de aminoácidos esenciales (leucina, lisina, valina, isoleucina, fenilalanina, treonina, arginina, metionina, histidina, triptófano, cistina) que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la quimosina, la cual precipita la proteína en la elaboración de quesos (Guevara Garay, L.A. et. al. 2014).

3.7.10. Humedad

La leche entera está compuesta en un 80 a un 90 % de agua. El agua que forma parte de la leche, así como el de otros alimentos es exactamente igual al agua común y sirve como medio disolvente o de suspensión para los constituyentes de la leche (Revilla, R.A. 1971. Citado por Guevara Novoa, J.A. 1985).

3.7.11. Sólidos totales y sólidos no grasos

Sólidos totales de la leche son el residuo comprendido principalmente por compuestos nitrogenados, materia grasa, hidratos de carbono y sales minerales. El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales. Es importante destacar que la variación de SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto utilizado como materia prima (Reneau JK, 1991, citado por Reyes et al. 2010).

3.8. Calidad microbiológica en leche

El Conteo de Células Somáticas (CCS) ha sido el índice más ampliamente usado del nivel de infección tanto en vacas individuales como en hatos. Igualmente es el mejor parámetro para estimar las pérdidas por disminución en la producción de leche de la glándula mamaria. El Conteo de Células Somáticas (CCS) es una prueba de rutina que se utiliza como indicador de la calidad de la leche y de la salud de las ubres, conteos superiores a 400,000 CCS / ml se sospecha de mastitis subclínica (Martínez López, et al 2011).

3.8.1. Métodos para determinación del número de Células Somáticas

Entre los diversos procedimientos empleados para determinar la salud de la ubre mediante el análisis de células somáticas en leche, se dispone de métodos como: Prueba de California para Mastitis (CMT), Prueba de Wisconsin (WMT), Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS) y el uso de Contadores Electrónicos como el Fossomatic (CE) y el Contador Infrarrojo (CI) también conocido como Delaval Cell Counter (DCCR) (Ávila et al 2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El ensayo se llevó a cabo en la sección de bovinos del departamento de producción animal de la Universidad Nacional de Agricultura, Olancho, Honduras, a seis Km de la ciudad de Catacamas. Se encuentra a una altitud de 351 msnm, latitud de 14° 50' N y longitud de 85° 53' O; presenta una temperatura promedio de 25°C, con una precipitación anual media de 1300 mm y una humedad relativa de 74 % (Díaz citado por Universidad Nacional de Agricultura 2008).

El trabajo se realizó en el período comprendido entre el 20 de julio al 18 de septiembre y consistió en evaluar el efecto de antioxidantes sobre la calidad física y química de la leche aplicando dos tipos diferentes de suplemento en la dieta del ganado lechero.

4.2. Materiales y equipo utilizado

- Balanza
- Butirómetro (Gerber)
- Centrifuga de 1.200 revoluciones por minuto (r.p.m.)
- Gotero
- Gradilla
- Lactodensímetro
- Libreta de apuntes y lápiz.
- Microscopio
- Pipeta volumétrica de 10 ml, 5 ml y de 1 ml

- Portaobjetos
- Probeta de 250 ml de capacidad
- Recipientes de vidrio transparentes
- Termómetro
- Vaso de precipitado de 100 ml

4.3. Sustancias y reactivos

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 90%.
- Agua destilada
- Alcohol iso-amílico (0.811 g/ml)
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N
- Indicador solución de fenolftaleína al 1%
- Lugol
- Muestra de leche
- Solución comercial de Formol (40%)
- Solución de azul de metileno

4.4. Manejo del experimento

Con la finalidad de evaluar el efecto de antioxidantes en la dietas de ganado lechero de la Universidad Nacional de Agricultura, sobre la calidad física, organoléptica (color, olor, sabor) y química (% de grasa, proteína, caseína, etc.) de la leche. Se evaluaron dos suplementos bovinos ricos en macro y micro elementos (profosmin vita y nupremix ganado).

Se seleccionaron 3 grupos con tres vacas cada uno y se les asignó un tratamiento por grupo: el primer grupo o tratamiento uno fue el testigo, al segundo grupo o tratamiento dos se les ofreció el producto comercial Profosmin Vita[®] y al tercer grupo o tratamiento tres se les ofreció el producto comercial Nupremix ganado[®], estos productos fueron ofrecidos a las vacas durante todo el periodo de estudio (60 días). Cada producto fue mezclado con el

concentrado al momento del ordeño a razón de 100 g en cada ordeño (3 a.m. y 2 p.m.). Las vacas utilizadas para los diferentes grupos correspondían a periodos de lactación, razas, edades y número de partos diferentes. Estas pertenecían a las razas Jersey, Holstein y cruces como pardo + brahmán, Holstein + brahmán.

Cuadro N° 5. Composición nutricional del suplemento mineral Profosmin Vita (Proteína Nutritec)

Ingredientes	Cantidad
Proteína	20%
Magnesio	0.95 - 1 %
Cobre	650 mg/kg
Calcio	12 – 14 %
Fosforo	6%
Selenio	8 mg/kg
Zinc	1,200 mg/kg
Azufre	1.20 %

Fuente: tomado de viñeta del producto

Cuadro N° 6. Composición nutricional del suplemento mineral Nupremix ganado

Ingredientes	Cantidad
Vitamina A	3,500,000 UI
Vitamina D ₃	850,000 UI
Vitamina E	8,500 mg
Manganeso	40,000 mg
Magnesio	32,000 mg
Hierro	58,000 mg
Cobre	3,700 mg
Cobalto	1,000 mg
Yodo	1,400 mg
Zinc	16,000 mg
Selenio	1,000 mg

Fuente: tomado de viñeta del producto

4.4.1. Diseño experimental

Se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se evaluaron tres tratamientos incluyendo el testigo, con cuatro repeticiones por tratamiento para obtener un total de doce unidades experimentales.

4.4.2. Modelo matemático lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde;

Y_{ij} = Características físico-químicas observadas en el i-esimo tratamiento y la j-esima repetición.

i = i-esimo tratamiento

j = j-esima repetición

μ = media general de todas las observaciones

E_{ij} = error experimental con distribución normal, independiente, varianza homogénea.

4.4.3. Recolección de las muestras

Partiendo del día cero y hasta el día 60, se efectuaron cuatro muestreos de leche cada 15 días en la sección de ordeño matutina efectuada a las 3 a.m. Se recolectaron muestras representativas del total de la leche previamente homogenizada, 500 ml por cada tratamiento, estas muestras se colocaron en recipientes individuales rotuladas por tratamiento y posteriormente se llevaron al laboratorio para su respectivo análisis. Las fechas correspondientes a cada periodo de muestreo fueron:

Periodo 1	04-08-2014
Periodo 2	19-08-2014
Periodo 3	03-09-2014
Periodo 4	18-09-2014

4.4.4. Variables evaluadas

Cualitativas: olor, color, sabor

Cuantitativas: densidad, acidez, grasa, proteína, caseína, solidos totales, solidos no grasos, humedad, células somáticas.

4.5. Procedimiento para determinar la calidad organoléptica de la leche

- Primero se homogenizó la leche y luego se tomó la muestra en el recipiente para proceder a su agitación.
- Se destapó el frasco e inmediatamente se procedió a percibir el olor desprendido
- Se probó un poco de leche para conocer su sabor
- Seguidamente se observó el color y se tomó nota de cada uno de los aspectos analizados

4.6. Análisis de la densidad

Procedimiento

- Primero se homogenizó la muestra por agitación, evitando formar espuma
- Luego esa muestra se pasó a la probeta, colocándola en una superficie plana y horizontal.
- Se introdujo el lactodensímetro a la probeta en la parte central.
- Transcurridos aproximadamente 30 segundos, se tomó la lectura en el menisco superior de la leche sobre el lactodensímetro.
- Se tomó la lectura de la temperatura
- Se procedió a hacer el cálculo para la corrección de la lectura de acuerdo a la temperatura y al factor de calibración del lactodensímetro.
- Luego se anotó en el reporte correspondiente.

Corrección: la densidad que se obtuvo en la lectura del lactodensímetro fue la densidad aparente y para conocer la densidad real se aplicó la siguiente formula:

$$D_R = {}^{\circ}T (0.2) \pm D_A$$

Donde;

D_R = densidad real

${}^{\circ}T$ = temperatura

D_A = densidad aparente

Nota: si la temperatura tomada es mayor de 15 °C la densidad aparente se suma y si es menor se resta.

4.7. Análisis de la grasa

- Se comenzó colocando 2 butirómetros en la gradilla y luego se agregó a cada uno 10 ml de ácido sulfúrico.
- Después se añadió 12.5 ml de leche a examinar, previamente agitada en cada butirómetro
- Luego agregamos 1 ml de alcohol iso-amílico y tapamos los butirómetros.
- Se agitaron para la disolución de la caseína.
- Colocamos los butirómetros en la centrífuga, teniendo cuidado de balancearla correctamente.
- Se centrifugó por 5 minutos (se comenzó a contar el tiempo al tener una velocidad constante).
- Luego se procedió a la lectura del porcentaje de grasa.
- Por último se realizaron las anotaciones en el formato correspondiente

4.8. Análisis de la acidez

- Se comenzó depositando 10 ml de leche en un vaso de precipitado de 100 ml
- Luego se agregó 6 gotas de fenolftaleína
- Titulamos con NaOH 0.1 N hasta un vire rosa persistente durante 15 segundos
- Se reportó los ml gastados de NaOH 0.1 N
- Al final se realizaron las anotaciones correspondientes en la hoja de control

Cálculos. Realizamos el cálculo de ácido láctico con la siguiente formula:

$$\text{Ácido láctico} = \frac{(\text{ml NaOH gastados}) (N \text{ NaOH}) (\text{punto medio de equilibrio del ácido})}{\text{ml muestra}} \times 100$$

$$= \frac{(\text{ml NaOH } 0.1 \text{ N gastados}) (0.1) (0.0908)}{10} \times (100)$$

4.9. Análisis de Sólidos totales y solidos no grasos

Los S.T. y los S.N.G. se calcularon por formula a partir de la lectura corregida del lactodensímetro y del porcentaje de grasa encontrada en la muestra, así:

$$\% \text{ ST} = \frac{\text{Lectura corregida del lactodensímetro}}{4} + (1.2 \times \% \text{ de grasa})$$

$$\% \text{ SNG} = \frac{\text{Lectura corregida del lactodensímetro}}{4} + (0.2 \times \% \text{ de grasa})$$

4.10. Análisis de la Humedad

Se utilizó el método por diferencia con sólidos totales de la siguiente forma:

$$\% \text{ de Humedad} = 100 - \text{S.T.}$$

4.11. Análisis de proteína y caseína (método de Walker)

- Primero tomamos 10 ml de leche en un vaso de precipitado
- Se añadió 10 ml de agua destilada y adicionamos 6 gotas de fenolftaleína
- Después neutralizamos la acidez titulable natural de la leche con la solución de hidróxido de sodio hasta la aparición de un color rosa.

- Posteriormente se adicionó a la leche neutralizada 3 ml de formol para dejar libres los grupos carboxilos de los aminoácidos. Tras la adición del formol la muestra nuevamente se acidificó y se volvió otra vez de color blanco.
- De nuevo se agregaron 6 gotas de fenolftaleína y valoramos la acidez con hidróxido sódico hasta la aparición nuevamente del color rosa.

Cálculo. Se realizó el cálculo correspondiente para obtener el porcentaje de proteína y caseína contenida en la leche de la forma siguiente:

La cantidad de hidróxido de sodio gastado en la segunda valoración se multiplicó por 2.24 y el resultado se dividió entre los 10 ml de leche lo cual se expresará como el porcentaje de proteínas. El contenido de caseína en la leche la calculamos a partir de una regla de tres teniendo en cuenta que la cantidad de caseína en la leche de vaca es aproximadamente del 78.5% del total de las proteínas.

4.12. Análisis de células somáticas

- Tomamos 0.01 ml de muestra y se depositó en un portaobjeto.
- Esparcimos la muestra suavemente en forma circular hasta formar un ovalo de 1 cm de ancho aproximadamente.
- Dejamos secar completamente la muestra
- Agregamos lugol (para fijar la muestra) y se dejó secar.
- Sin lavar previamente, agregamos azul de metilo al 1% sobre toda la muestra durante 1 minuto exactamente (cronometro).
- Lavamos cuidadosamente con agua evitando que ésta tocara directamente la muestra, para evitar que se perdiera en la lavada.
- Posteriormente dejamos secar para después realizar la lectura en el microscopio.
- Colocamos la muestra en el microscopio y ubicamos el lente de 40x, de esta forma se ubica la zona ideal para leer.

- Luego pasamos al lente de 100x y leímos la muestra hasta completar un total de 20 campos.
- Se realizó el movimiento de la platina del microscopio haciendo el siguiente recorrido para evitar leer el mismo campo varias veces (ver figura 1).

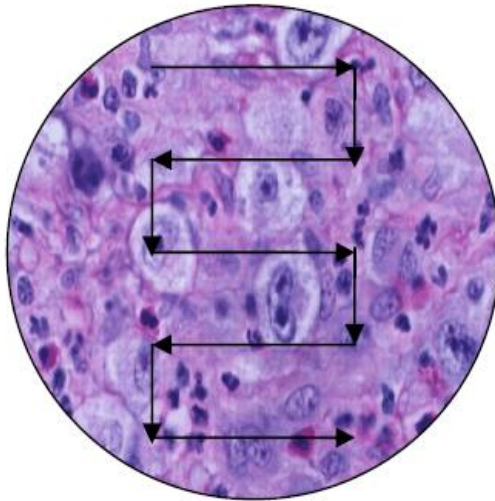


Figura 1. Recorrido de la platina del microscopio para el conteo de células somáticas

Fuente: Gómez Hurtado, NM. (2008).

Cálculos: Se aplicó la siguiente formula

$$C. \text{ Somáticas} = \frac{\text{Recuento}}{\# \text{ campos}} * 320,000$$

320,000= factor microscópico

4.13. Análisis estadístico

Con los datos adquiridos se realizó el análisis de varianza (ANAVA) para cada una de las variables evaluadas y su respectiva interpretación a través del programa InfoStat. Además se presentan los resultados observados en graficas individuales para cada variable y se determinaron los promedios de esos resultados.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición físico-química de la leche puede variar, de acuerdo con el periodo de lactación, número de partos, edad, raza, alimentación y manejo entre otros, la variación en los componentes de la leche obedecen igualmente a factores como la higiene ambiental y procedimientos de manejo al momento del ordeño Hernández S. (2009).

5.1. Análisis de propiedades organolépticas en la leche

En el Anexo 3 podemos observar que las propiedades organolépticas de la leche fueron características del producto para cada parámetro evaluado, el sabor ligeramente dulce por el contenido de lactosa y un color ligeramente blanco amarillento debido al contenido graso sin presencia de sabor ni olor desagradable de igual forma el olor fue normal en cada análisis y tratamiento evaluado. Es muy importante aclarar que el análisis organoléptico o sensorial es muy subjetivo y los resultados son muy variables ya que dependen mucho de la persona que esté realizando el análisis.

5.2. Análisis de Densidad en la leche

No hubo diferencia estadística significativa con respecto a la densidad entre los tratamientos (anexo 4) por tanto, se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias con un 95 % de confianza, esto nos indica que la leche no ha sido adulterada y que estos valores se encuentran dentro del rango propuesto en el Manual Agropecuario (2002), citado por Hernández Silvano, S. (2009) de 1.025 a 1.035 g/l. Los valores medios obtenidos en este estudio fueron 1.0324 g/l para tratamiento uno, 1.0313 g/l para el tratamiento dos y de 1.0322 g/l para el tratamiento tres (ver figura 2). Estos resultados observados nos revelan que existe una relación adecuada entre los sólidos y el agua presentes en la leche.

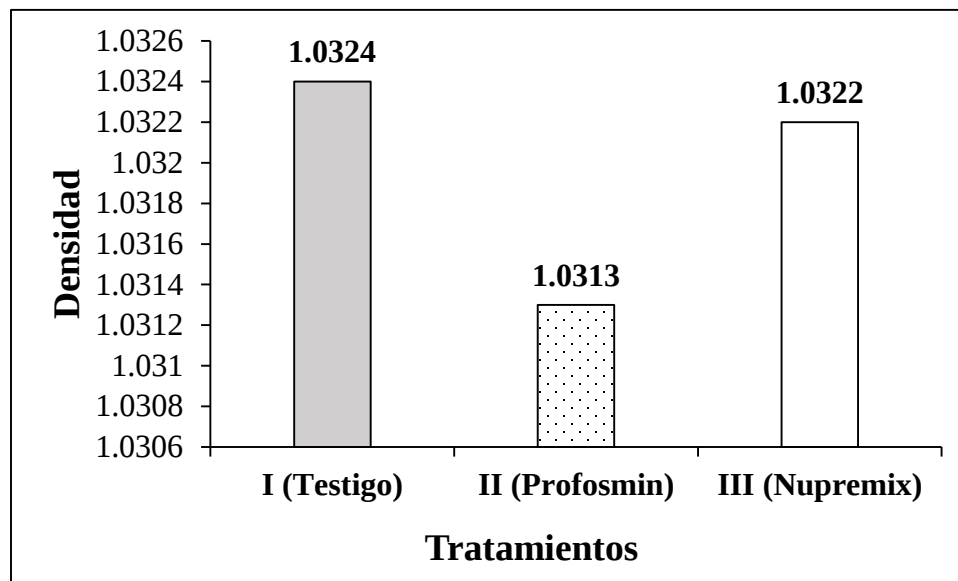


Figura 2. Promedios por tratamiento para la variable densidad de la leche

5.3. Análisis de Acidez en la leche

La diferencia estadística entre los tratamientos no es significativa para la variable de acidez y por tanto se acepta la hipótesis nula (anexo 5). Los valores encontrados tienen las siguientes medias 0.19 % para el tratamiento uno (testigo), 0.18 % para el tratamiento dos (Profosmin) y 0.14 % para el tratamiento tres (Nupremix) (ver figura 3). Este último porcentaje de acidez resulta un valor menor de 0.15 % lo cual según González Fernández, DJ (2013) podría deberse a problemas de mastitis en las vacas y en efecto, una de las vacas que se encontraba dentro de este grupo presentó problemas de mastitis en uno de sus cuartos y esto podría deberse a que entre el tercero y último periodo del experimento se presentaron lluvias por tanto aumenta la incidencia de microorganismos y la susceptibilidad de los animales al ataque de los mismos. En cuanto a los valores de 0.19 y 0.18% podría deberse a un proceso de fermentación de la lactosa por la acción bacteriana.

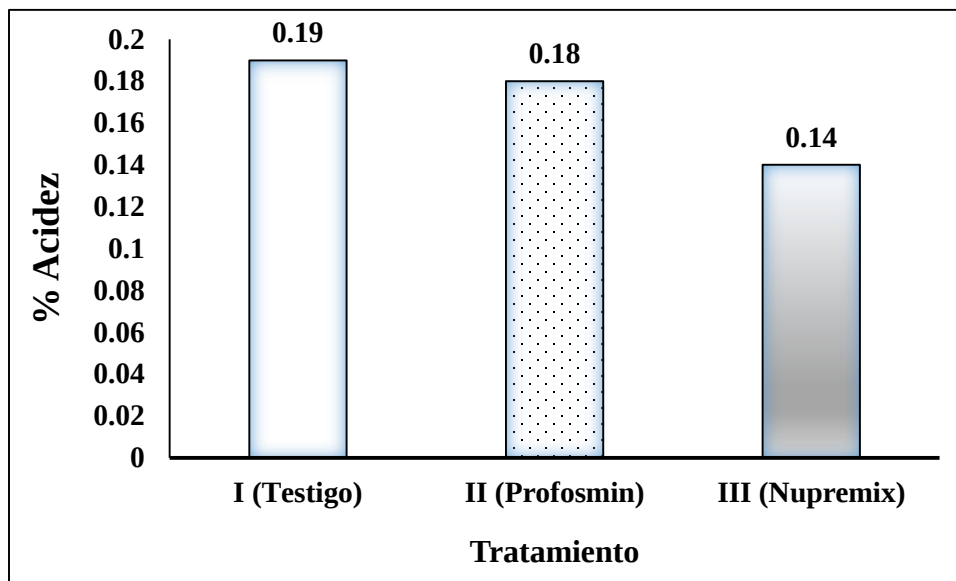


Figura 3. Promedios por tratamiento para la variable acidez de la leche

5.4. Análisis de Grasa en la leche

Para el porcentaje de grasa no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos (anexo 6) por lo cual aceptamos la hipótesis nula con un 95 % de confianza. Los valores más altos los presentó el tratamiento uno (testigo) con una media de 5.5 %, por su parte los tratamientos dos y tres tuvieron valores de medias muy similares de 4.5 % y 4.6 % respectivamente (ver figura 4). Estos resultados obtenidos son superiores a los reportados por Calderón, et al (2006) presentando unos valores de 3.5 % en sus análisis y de igual forma a los resultados obtenidos por Hernández Silvano, S. (2009). También con los valores obtenidos en la presente investigación se confirma que a mayor porcentaje de grasa la densidad es mayor y viceversa, esto es porque la lectura de la densidad en la leche depende de todos sus componentes según Martínez López, et al (2011). En estudios realizados por Luna Espinosa, AL. (2010) en el cual evaluó el contenido de grasa en diferentes establos con razas Holstein y Jersey se obtuvo porcentajes promedio de 2.23 % los cuales son muy bajos especialmente en razas como Jersey que figura como la mejor en cuanto al contenido de grasa en la leche de 5.37% según Reyes ET AL. (2010).

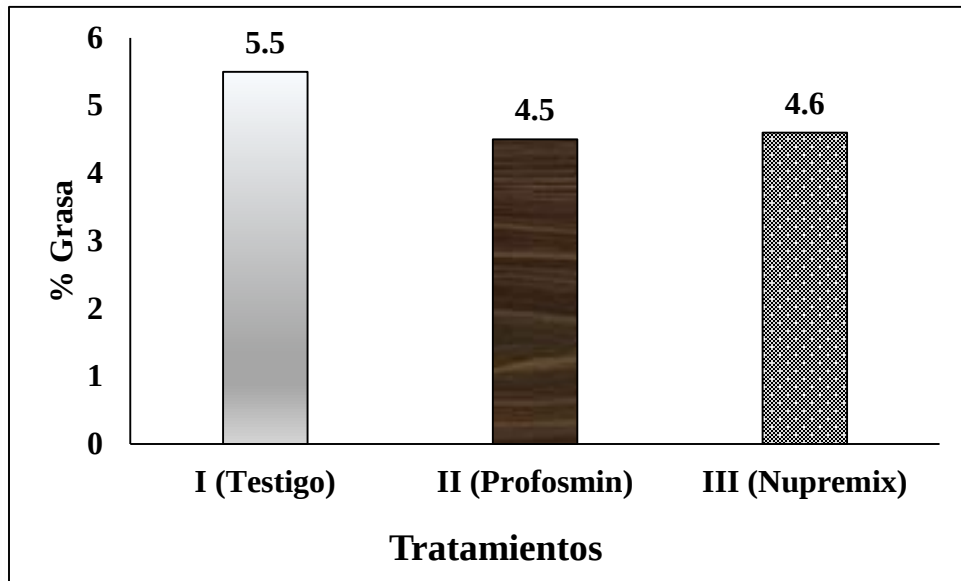


Figura 4. Promedios por tratamiento para la variable grasa de la leche

5.5. Análisis de Proteína en la leche

No hubo diferencia estadística significativa para el porcentaje de proteínas en la leche entre los tres tratamientos evaluados (anexo 7) y por tanto se acepta la hipótesis nula. Los porcentajes de proteína estuvieron comprendidos entre 2.82 y 3.18. Se pueden comparar con los del cuadro 4 según Gallardo, VI. (2012) que presenta el contenido proteico de las diferentes razas lecheras. Las medias para cada tratamiento fueron 2.99 % para el tratamiento uno (testigo), 3.02 % para el tratamiento dos (profosmin) y 2.98 % para el tratamiento tres (nupremix) (ver figura 5). También estos resultados son similares a los obtenidos por Calderón A. et al (2006) y Bazán JL. (2012). Y son inferiores a los reportados por Luna Espinosa, AL. (2010) con promedios de 3.37% y 3.40% de proteína en razas como Jersey y Holstein que según Reyes ET AL. (2010) los porcentajes promedio de proteína en estas razas anda aproximadamente en 3.32% para la raza Holstein y 3.92% para la raza Jersey.

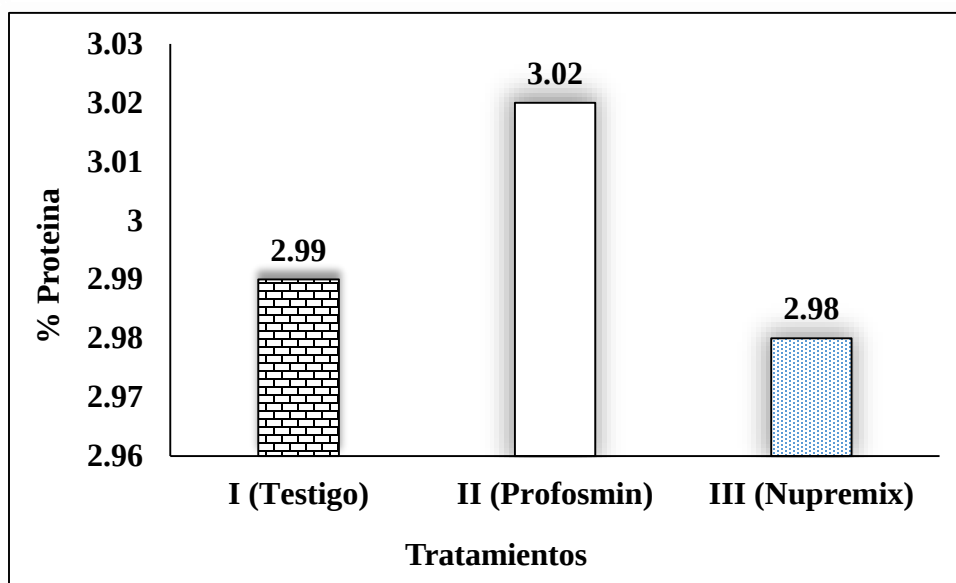


Figura 5. Promedios por tratamiento para la variable proteína de la leche

5.6. Análisis de Caseína en la leche

Para la variable % de caseína contenida en la leche no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos (anexo 8). Las medias para los tratamientos uno, dos y tres fueron de 2.35 %, 2.36 % y 2.34 % en su orden (ver figura 6), estos tienen correlación positiva o directa con el porcentaje de proteína debido a que aproximadamente el 78.5 % del total de las proteínas contenidas en la leche lo constituyen la caseína y a que ésta fue determinada por regla de tres con el porcentaje de proteínas en el presente trabajo. Estos promedios de caseína son importantes para la industria quesera debido a que las caseínas disminuyen el tiempo de cuajado de la leche, por tanto Cuanto mayor sea el contenido en proteína de una leche, mayor será su contenido en caseína y se obtendrá un mayor rendimiento quesero.

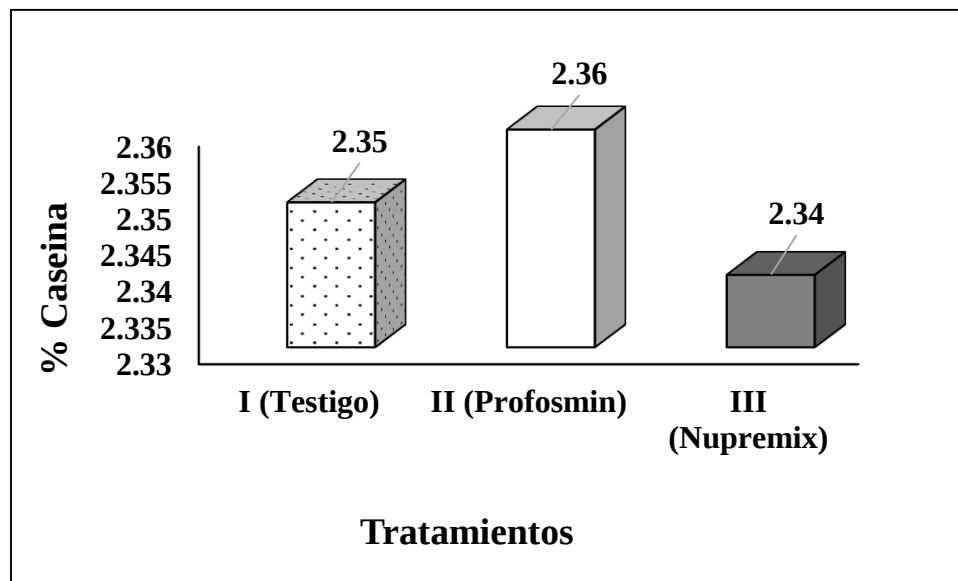


Figura 6. Promedios por tratamiento para la variable caseína de la leche

5.7. Análisis de Sólidos totales en la leche

Para el porcentaje de sólidos totales en la leche (anexo 9) no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos por tanto la hipótesis nula se acepta. Los valores encontrados fueron excelentes debido a que fueron altos para los tres tratamientos con porcentajes de 14.68 % tratamiento uno, 13.24 % tratamiento dos y 13.64 tratamiento tres (ver figura 7) e incluso fueron superiores a los encontrados por Calderón et al (2006) con valores comprendidos entre 11.78 y 12.60 %. Así mismo en un estudio realizado por Bazán JL. (2012) en el cual evaluó componentes en la leche de diferentes razas, encontró valores similares a los observados en el presente trabajo, obteniendo una media de 13.56% de sólidos totales en vacas Jersey. Es importante señalar que existe una relación directamente proporcional entre los sólidos totales con el porcentaje de grasa (a mayor porcentaje de sólidos totales mayor porcentaje de grasa).

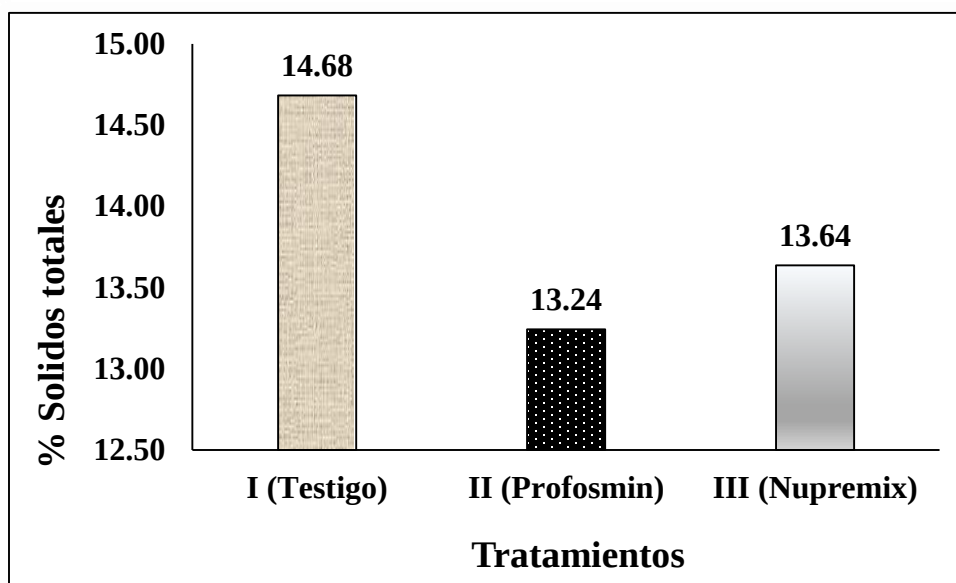


Figura 7. Promedios por tratamiento para la variable Sólidos totales de la leche

5.8. Análisis de Sólidos no grasos en la leche

Existió diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos con respecto a la variable de sólidos no grasos (anexo 10) por lo cual se rechaza la hipótesis nula. El tratamiento que obtuvo la media más alta fue el tratamiento uno (testigo) con un 9.21 %, seguido por el tratamiento tres (nupremix) con un 8.99 % y el tratamiento dos (profosmin) con 8.74 % (ver figura 8) estos valores son muy similares a los encontrados por Calderón et al (2006). Así mismo Luna Espinosa, AL. (2010) en su estudio de análisis en leche de diferentes establos obtuvo valores similares con promedios de 9.07 % valores que según Reyes ET AL. (2010), se encuentran dentro del rango aceptable de 8.86% a 9.54% y que dependen de la raza del animal. El porcentaje de sólidos no grasos de la leche pueden variar según la alimentación suministrada al animal y esta variación es directamente proporcional con el nivel de energía.

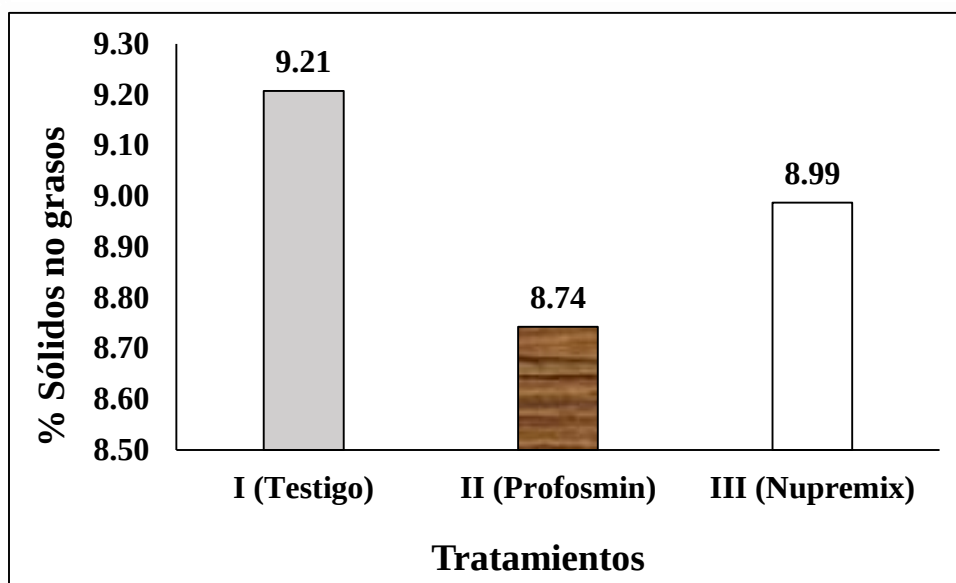


Figura 8. Promedios por tratamiento para la variable Sólidos no grasos en la leche

5.9. Análisis de Humedad en la leche

En cuanto al porcentaje de humedad contenida en la leche no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados (anexo 11) y esto se traduce en la aceptación de la hipótesis nula de igualdad de medias, las cuales fueron de 85.32 %, 86.76 % y 86.36 % para los tratamientos uno, dos y tres en su orden (ver figura 9). Estos porcentajes están dentro del rango 80 a 87.5 % propuesto por Pascual (2000) citado por González Fernández, DJ (2013). Los promedios de humedad tiene una estrecha relación con el porcentaje de solidos totales de la leche puesto que son determinados por diferencia ($\% \text{ de humedad} = 100 - \text{ST}$) como consecuencia a mayor contenido de solidos totales menor será el porcentaje de humedad y viceversa.

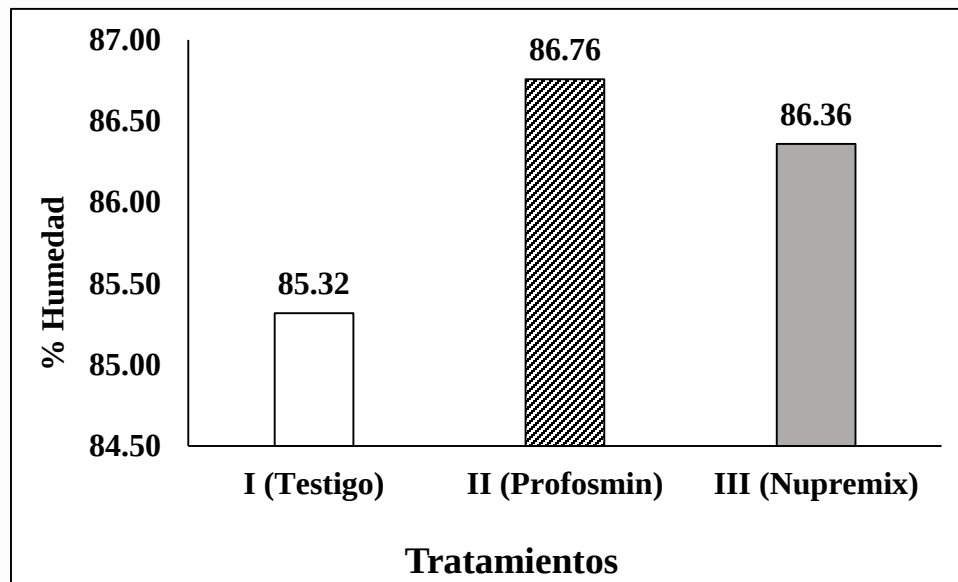


Figura 9. Promedios por tratamiento para la variable Humedad en la leche

5.10. Análisis de Células somáticas en la leche

El anexo 12 nos muestra el análisis de varianza en el cual se indica que no hay diferencia estadística significativa en los tratamientos estudiados con respecto al conteo celular somático y por lo tanto la hipótesis nula se acepta. Las medias que se obtuvieron fueron aproximadamente para el tratamiento uno de 388,000 células/ml, para el tratamiento dos de 376,000 células/ml y para el tratamiento tres de 425,000 células/ml (ver figura 10). La presencia de patógenos aumentó los promedios de CCS de las muestras para el tratamiento tres y generalmente este está estrechamente asociado a la higiene o a los períodos lluviosos. En este último caso vemos que sobrepasa el límite de conteo celular de 400,000 células/ml para una vaca libre de mastitis según Martínez López, ME (2007). Esto significa que el animal está pasando por problemas de infección de las glándulas mamarias y podría deberse al tiempo de lluvia que hubo durante ese periodo en lo cual las vacas necesitan mayores cuidados de higiene y manejo.

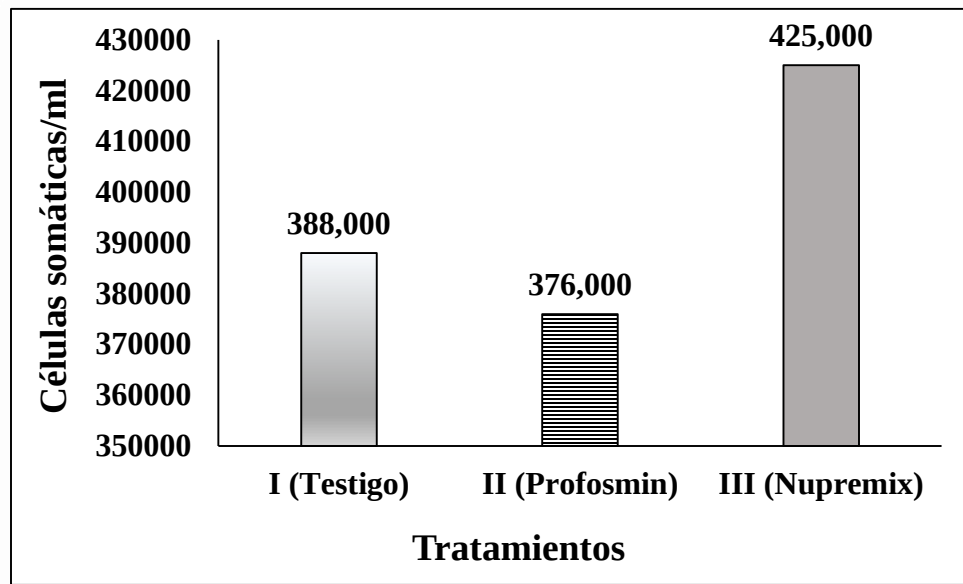


Figura 10. Promedios por tratamiento para la variable Células Somáticas en la leche

VI. CONCLUSIONES

- El color, olor y sabor observados fueron característicos de la leche en todos los tratamientos lo cual significa que la adición de antioxidantes en las dietas no causa un efecto sobre las propiedades organolépticas.
- Las propiedades físico-químicas de la leche a excepción de los sólidos no grasos, no presentaron diferencia entre los tratamientos lo cual significa que los antioxidantes suministrados no causan efecto significativo sobre éstas características.
- El conteo de células somáticas por lo general está estrechamente asociados a la higiene o a los cuidados que se le dé a los animales especialmente en los períodos lluviosos, bajo las condiciones de este estudio el suministro de Profosmin Vita® y Nupremix ganado® no tuvo efecto estadístico significativo sobre el conteo de células somáticas en la leche.

VII. RECOMENDACIONES

- Aplicar las pruebas de análisis físico-químicos, organolépticos y bacteriológicos de la leche y llevar un registro de control para conocer la calidad de la leche que se está produciendo y procesando, tanto en la sección de bovinos como en la sección de lácteos de la Universidad Nacional de Agricultura.
- Aumentar el número de repeticiones por tratamiento así como la selección de las unidades experimentales que sean más homogéneas (raza, edad, periodo de lactancia, número de partos, mayor número de animales por tratamiento) o utilizar otro diseño experimental diferente para tener más exactitud y reducir el error experimental.
- Realizar las pruebas para detección de mastitis mediante prueba diaria de fondo oscuro y prueba de california mastitis (CMT) por lo menos cada 15 días para obtener un monitoreo constante del estado de salud de las glándulas mamarias de las vacas.
- Debido a que no hubo diferencia estadística entre emplear cualquiera de los dos productos se puede optar por utilizarlos o no pero es importante aclarar que lo que se evaluó fue la calidad de la leche por tanto se recomienda analizar otras variables relacionadas directamente con el animal como características fisiológicas, fertilidad, producción, ganancia de peso.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Ávila, et al. 2006. Determinación del número de células somáticas en leche a través de la aplicación de las pruebas para mastitis: CMT, WMT, CMCS, FOSSOMATIC Y DCC. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U N A M. 1 p.

Ávila Téllez, S; Gasque Gómez, R. s.f. Producción de leche con ganado bovino: Grupos genéticos de ganado bovino destinados a la producción de leche; Consideraciones sobre el concepto de raza lechera. Universidad Nacional de México; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p.C3. 43-C3.46-68 p.

Bernácer, R. 2014. Antioxidantes. (en línea). s.l. Consultado 30 may. 2014. Disponible en <http://www.webconsultas.com>

Calderón, et al. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Universidad de Córdoba, CO; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 11 (1): 725-737.

CDPC (Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia). 2013. Estudio Sectorial: Mercado de leche y sus derivados en Honduras. 11, 13, 17 p.

DANE (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Nacional) 2008. Tipos de explotación y razas lecheras bovinas (en línea). Consultado 30 may 2014. Disponible en: <http://agropecuaria.liliana.blogspot.com/p/razas-de-bovinas.html>.

España Aranda, MA. 2009. Estudio de factibilidad para el establecimiento de una explotación de ganado lechero en Santa Rosa de Copán, Honduras. Tesis Ing. Admón. Agro. Zamorano, Hn. 47 p.

Gallardo, VI. 2012. Primer foro sobre Ganadería Lechera de la zona alta de Veracruz: Calidad de la leche cruda; Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros. Veracruz, ME. (3 p.).

Gómez Hurtado, NM. 2008. Estandarización y validación de la técnica del recuento de células somáticas del equipo DDC DeLaval frente a la técnica de microscopia directa en la organización “La Alquería S.A.” Tesis Micr. Ind. Bogotá DC, CO. Universidad Javeriana. 113 p.

Gonzales, A. 2011. Razas de Ganado Lechero: Razas lecheras alternativas. (en línea). s.l., Consultado 28 May. 2014. Disponible en <http://www.agrilacteos-ganatec.com>

González Fernández, DJ. 2013. Evaluación y ejecución de un plan de mejoramiento de la Calidad de Leche cruda del centro de acopio CILEDCO (sincelejo) con base en el decreto 616 de 2006. Tesis Msc. Ciencia y Tec. de Alim. Universidad de Cartagena. 70 p.

Guevara Garay, LA. et al. 2014. Kappa caseína de la leche: aspectos bioquímicos, moleculares, productivos y nutricionales. Revista Médica de Risalda. 20(1):1-8.

Guevara Novoa, JA. 1985. Producción y análisis de algunas características físico químicas de la leche, del hato de ganado lechero del CURLA: Tesis Ing. Agr. La Ceiba, Hn. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA). 45 p.

Hernández, H. 2009. Análisis físico-químico, organoléptico y microbiológico de la leche que se recibe como materia prima dentro del taller de Lácteos de la F.M.V.Z.: Conceptos de la

leche; Características organolépticas. Tesis Med. Vet. Zoo. Morelia, Michoacán, Mex. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 92 p.

INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá). *s.f.* La leche y sus derivados, Modulo 2. II ed.

LICONSA. 2007. Manual de normas de control de calidad de la leche cruda: Propiedades físico químicas de la leche cruda. ME. p 11-12.

Luna Espinosa, AL. 2010. Cantidad de células somáticas y características nutricionales de la leche de bovinos de la comarca lagunera. Tesis. Lic. Zootecnia. Universidad del Papaloapan, campus Loma Bonita. Oaxaca, ME. 60 p.

Martínez López, ME. 2007. Aislamiento y tipificación de los principales gérmenes Que producen mastitis clínica en las diferentes etapas De lactación en vacas lecheras en el Valle de Jamastran, El Paraíso, Honduras. Tesis Med. Vet. Zoo. Universidad de San Carlos de Guatemala. 71 p.

Martínez López, et al. 2011. Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca: Manual de capacitación. Cuajimalpa, ME, s.e. 1 ed. (Folleto Técnico no. 3). 63 p.

Navarro, M. et al. 2012. Antioxidantes Metabólicos en vacuno de leche. Foro Empresas: Probená, S.L. N° 54.

Paillacar Galindo, LJ. 2011. Estatus antioxidante en vaquillas en pastoreo de otoño Suplementadas con α -tocoferol. Tesis Med. Vet. Universidad Austral de Chile. 24 p.

Parsi, J. et al. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas: Alimentos más comunes; principales características. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. Arg. 32 p.

Reyes ET AL. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer Foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz, ME. (1, 3 p.).

Reyes Pérez, NP; Vásquez, O. 2012. Proyecto de establecimiento de un hato lechero en Villanueva, Cortés: Alimentación. UNITEC, San Pedro Sula, Hn. V.1, 87 p.

Reinoso, V; Soto, C. 2009. Importancia de la vitamina E y el selenio en vacas lecheras. Artigas, UR. Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p.

Roca Ruiz, AM. 2008. Las proteínas de la leche: La composición de la leche. (en línea). Consultado 11 jun. 2014. Disponible en: <http://www.pulevasalud.com>

Zamorán Murillo, DJ. (s.f.). Análisis de la calidad de la leche: Calidad de la leche como materia prima, Pruebas sensoriales. Managua, NC. C1. 18 p.

González Fernández, DJ. 2013. Evaluación y ejecución de un plan de mejoramiento de la calidad la leche cruda del centro de acopio CILEDCO (sincelejo) con base en el decreto 616 de 2006: acidez natural; características químicas de la leche. Tesis Ing. Alim. Universidad de Cartagena, VE. 70 p.

Santiago Vázquez, ME. 2007. Manual de normas de control de calidad de leche cruda: Factores que influyen sobre la producción primaria y la composición de la leche. Mexico DF. rev. 06.p.11.

ANEXOS

Anexo1. Registros para pruebas organolépticas

Color

	MUESTRA T1 (testigo)			
	1°	2°	3°	4°
Bueno	✓	✓	✓	✓
Defectuoso				
Muy defectuoso				

	MUESTRA T2 (profosmin)			
	1°	2°	3°	4°
Bueno	✓	✓	✓	✓
Defectuoso				
Muy defectuoso				

	MUESTRA T3 (nupremix)			
	1°	2°	3°	4°
Bueno	✓	✓	✓	✓
Defectuoso				
Muy defectuoso				

Olor:

	MUESTRA T1 (testigo)			
	1°	2°	3°	4°
Bueno	✓	✓	✓	✓
Ligeramente defectuoso				
Muy defectuoso				

	MUESTRA T2 (profosmin)			
	1°	2°	3°	4°
Bueno	✓	✓	✓	✓
Ligeramente defectuoso				
Muy defectuoso				

	MUESTRA T3 (nupremix)			
	1°	2°	3°	4°
Bueno	✓	✓	✓	✓
Ligeramente defectuoso				
Muy defectuoso				

Sabor:

	MUESTRA T1 (testigo)			
	1°	2°	3°	4°
Excelente				
Bueno	✓	✓	✓	✓
Ligeros defectos				
Muy defectuoso				

	MUESTRA T2 (profosmin)			
	1°	2°	3°	4°
Excelente				
Bueno	✓	✓	✓	✓
Ligeros Defectos				
Muy defectuoso				

	MUESTRA T3 (nupremix)			
	1°	2°	3°	4°
Excelente				
Bueno	✓	✓	✓	✓
Ligeros Defectos				
Muy defectuoso				

Anexo2. Registros para las características físico-químicas

Características	MUESTRA T1 (Testigo)			
	1	2	3	4
Densidad	32.20	33.54	32.30	31.76
Acidez	0.21	0.24	0.11	0.10
Grasa	5.8	4.1	5.9	6.1
Proteína	2.98	2.99	2.95	3.05
Caseína	2.34	2.35	2.32	2.39
S. totales	15.01	13.31	15.15	15.26
S. no grasos	9.21	9.21	9.25	9.16
Humedad	84.99	86.69	84.85	84.74
Células somáticas	384,000	368,000	416,000	384,000

Características	MUESTRA T2 (profosmin)			
	1	2	3	4
Densidad	32.20	31.54	30.70	31.00
Acidez	0.14	0.20	0.19	0.18
Grasa	3.5	4.3	5.0	5.2
Proteína	3.02	3.01	3.01	3.02
Caseína	2.37	2.36	2.36	2.37
S. totales	12.25	13.05	13.68	13.99
S. no grasos	8.75	8.75	8.68	8.79
Humedad	87.75	86.95	86.32	86.01
Células somáticas	400,000	384,000	368,000	352,000

Características	MUESTRA T3 (nupremix)			
	1	2	3	4
Densidad	1.0334	1.0324	1.0317	1.0311
Acidez	0.16	0.19	0.10	0.11
Grasa	3.4	4.5	5.2	5.5
Proteína	3.18	2.90	2.82	3.00
Caseína	2.50	2.28	2.21	2.36
S. totales	12.51	13.50	14.16	14.38
S. no grasos	9.11	9.00	8.96	8.88
Humedad	87.49	86.50	85.83	85.62
Células somáticas	368,000	416,000	468,000	448,000

Anexo3. Análisis organoléptico de la leche

Características	Resultados	Observaciones
Olor	Característico	Exento de olores extraños
Color	Característico	Blanco mate
Sabor	Característico	Exento de sabores extraños

Anexo4. Análisis de varianza para la variable densidad de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	2.65	1.32	1.75	0.2275	ns
Error	9	6.80	0.76			
Total	11	9.45				

$$R^2 = 0.28 \quad C.V = 2.72$$

Anexo5. Análisis de varianza para la variable Acidez de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	0.0054	0.002708	1.44	0.2857	ns
Error	9	0.0169	0.001878			
Total	11	0.0223				

$$R^2 = 0.24 \quad C.V = 25.49$$

Anexo6. Análisis de varianza para la variable Grasa de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	2.21	1.10	1.43	0.2897	ns
Error	9	6.96	0.77			
Total	11	9.16				

$$R^2 = 0.24 \quad C.V = 18.04$$

Anexo7. Análisis de varianza para la variable Proteína de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	0.0032	0.0016	0.19	0.8331	ns
Error	9	0.0777	0.0086			
Total	11	0.0809				

$$R^2 = 0.04 \quad C.V = 3.10$$

Cuadro8. Análisis de varianza para la variable Caseína de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	0.0015	0.0075	0.14	0.8722	ns
Error	9	0.0492	0.00547			
Total	11	0.0507				

$$R^2 = 0.03 \quad C.V = 3.15$$

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable Sólidos totales de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	4.43	2.21	3.10	0.0946	ns
Error	9	6.43	0.71			
Total	11	10.86				

$$R^2 = 0.41 \quad C.V = 6.10$$

Anexo10. Análisis de varianza para la variable Solidos no grasos de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	0.43	0.215	51.50	0.0001	**
Error	9	0.04	0.004			
Total	11	0.47				

$$R^2 = 0.92 \quad C.V = 0.72$$

Anexo11. Análisis de varianza para la variable Humedad de la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	4.42	2.21	3.09	0.0951	ns
Error	9	6.44	0.72			
Total	11	10.86				

$$R^2 = 0.41 \quad C.V = 0.98$$

Anexo12. Análisis de varianza para la variable Células somáticas en la leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Probabilidad	
Trat.	2	5218666666.67	2609333333.33	2.86	0.1091	ns
Error	9	8204000000.00	911555555.56			
Total	11	13422666666.67				

$$R^2 = 0.39 \quad C.V = 7.62$$

Anexo13. Producción de leche/vaca/día en litros para el primer periodo del 21 de julio al 04 de agosto 2014.

Fecha	Wendy	Manchita	Melissa	Cecilia	Dayana	Margarita	Sandra	Comadreja	María	Yuny	Bueycito
21	6.75	3.75	6.50	4.00	3.50	4.50	5.50	4.00		4.50	
22	6.00	3.50	6.00	3.50	4.15	4.00	5.00	4.50		4.55	
23	5.00	2.75	4.25	3.50	4.50	4.10	6.00	4.60		3.75	
24	6.25	3.70	5.00	3.50	4.75	3.25	4.00	4.40		3.50	
25	5.75	3.50	5.50	3.75	4.00	3.50	4.55	2.50		3.15	
26	5.25	3.25	5.00	3.50	4.25	4.00	3.90	2.90		2.60	
27	4.85	3.00	5.60	4.35	4.25	3.75	4.50	3.00		2.50	
28	5.00	3.50	5.00	4.25	4.75	2.80	4.25	2.50		2.20	
29	5.25	3.50	5.50	3.50	4.25	3.00	4.00	2.00		2.50	
30	3.00	3.75	6.00	4.25	4.00	3.50	4.00	2.00		2.50	
31	5.50	3.00	5.50	4.00	4.50	4.00	3.50	1.75		1.75	
1	4.00	3.00	4.75	4.25	4.00	3.50	4.75		7.50	1.75	
2	4.05	3.05	5.50	3.75	4.25	2.50	2.75		6.00	1.65	
3	4.75	2.75	6.15	3.25	4.35	3.25	4.25		6.00	1.50	
4	5.25	2.50	5.65	3.50	4.25	3.00	4.00		7.00	2.00	
Prom.	5.11	3.23	5.46	3.79	4.25	3.51	4.33	3.10	6.63	2.69	

Anexo14. Producción de leche/vaca/día en litros para el segundo periodo del 05 de agosto al 19 de agosto 2014.

Fecha	Wendy	Manchita	Melissa	Cecilia	Dayana	Margarita	Sandra	Comadreja	María	Yuny	Bueycito
5	2.75	2.25	5.00	3.50	5.00	3.50	3.50		6.00	2.25	
6	5.25	3.00	4.75	4.00	4.00	3.50	3.50		6.50		3.50
7	3.75	3.00	5.00	5.00	4.50	2.75	3.75		6.25		3.50
8	3.50	3.00	6.25	3.60	4.50	4.00	3.85		6.50		4.75
9	4.75	3.00	6.50	3.60	4.10	2.90	4.00		6.50		5.50
10	4.75	3.50	6.85	3.50	4.50	2.60	4.25		6.25		5.50
11	5.00	3.50	6.50	3.85	4.50	2.50	3.75		6.75		4.75
12	5.50	3.50	7.00	3.75	5.00	3.50	4.00		7.00		5.50
13	4.25	3.00	6.00	4.50	4.75	3.50	3.50		6.50		6.50
14	3.75	3.25	6.00	3.50	4.75	3.50	3.50		6.50		6.50
15	4.00	2.50	5.25	3.75	5.00	3.50	3.50		7.00		6.25
16	4.25	2.50	6.00	3.50	3.50	4.00	3.75		7.50		6.50
17	5.10	3.25	5.40	4.25	4.55	4.00	4.20		7.65		6.55
18	6.50	3.30	5.75	3.50	4.40	3.75	4.00		6.75		6.00
19	5.50	3.00	5.75	3.50	4.25	4.25	3.50		7.25		6.50
Prom.	4.57	3.04	5.87	3.82	4.49	3.45	3.77		6.73	2.25	5.56

Anexo15. Producción de leche/vaca/día en litros para el tercer periodo del 20 de agosto al 03 de septiembre 2014.

Fecha	Wendy	Manchita	Melissa	Cecilia	Dayana	Margarita	Sandra	Comadreja	María	Yuny	Bueycito
20	6.75	3.75	5.25	3.00	4.50	4.50	3.50		7.50		6.50
21	5.25	4.00	5.75	3.00	3.50	3.50	3.50		7.00		6.75
22	5.00	3.00	5.75	4.00	4.75	3.75	3.50		7.75		6.75
23	2.50	3.00	5.50	3.75	4.00	3.00	4.00		8.00		7.00
24	4.25	2.75	5.50	2.75	4.75	3.50	4.50		7.25		8.00
25	4.25	3.75	5.25	3.25	4.50	4.00	3.00		8.25		7.25
26	5.00	3.50	6.00	3.25	5.00	3.50	3.00		8.25		8.25
27	4.75	3.50	5.75	3.25	4.75	4.00	3.25		9.00		9.00
28	5.25	4.00	5.00	3.25	4.25	3.00	3.50		8.50		7.50
29	5.25	4.00	5.25	3.50	4.50	3.50	4.50		8.75		7.50
30	5.00	2.75	5.50	3.00	4.50	4.50	4.00		7.50		6.50
31	4.50	3.00	5.50	3.00	5.25	3.75	4.00		7.50		7.50
1	5.25	3.00	5.00	2.65	4.25	2.75	4.50		6.75		7.50
2	4.50	3.25	5.75	2.25	4.25	4.00	4.50		8.25		6.50
3	5.00	3.75	4.00	3.75	4.75	3.25	4.00		8.00		8.50
Prom.	4.83	3.40	5.38	3.18	4.50	3.63	3.82		7.88		7.40

Anexo16. Producción de leche/vaca/día en litros para el cuarto periodo del 04 de septiembre al 18 de septiembre 2014.

Fecha	Wendy	Manchita	Melissa	Cecilia	Dayana	Margarita	Sandra	Comadreja	María	Yuny	Bueycito
4	2.75	3.25	2.50	2.50	5.00	3.00	4.00		7.50		7.75
5	4.50	2.75	3.00	2.85	4.80	3.50	4.00		8.75		7.00
6	4.00	3.00	2.75	2.50	4.00	3.75	4.00		8.00		6.50
7	4.25	2.75	2.00	2.50	4.00	4.00	3.75		9.10		7.25
8	3.75	2.50	2.00	2.75	4.50	3.25	4.00		7.00		8.00
9	4.75	3.25	2.00	3.00	4.50	3.15	3.50		7.75		7.00
10	5.50	3.00	3.00	2.75	4.50	3.25	3.50		7.75		8.00
11	4.95	3.25	3.00	2.50	4.50	3.15	3.50		8.00		8.00
12	4.45	2.50	3.00	3.25	4.60	3.75	3.25		7.50		7.75
13	2.50	2.00	4.00	3.00	4.50	3.50	3.50		7.00		7.25
14	3.75	2.50	3.00	3.50	4.50	3.50	3.50		7.75		6.75
15	3.00	2.50	3.00	2.50	4.00	4.25	3.50		7.50		6.50
16	2.50	3.50	3.00	2.75	4.50	3.50	4.00		7.50		7.50
17	2.75	3.25	3.00	2.60	4.95	3.50	3.75		7.25		7.25
18	2.50	2.75	3.00	2.50	4.00	3.50	4.50		7.25		7.25
Prom.	3.73	2.85	2.82	2.76	4.46	3.50	3.75		7.71		7.32

Anexo17. Promedios por tratamiento de los resultados obtenidos de la leche en la Universidad Nacional de agricultura

Tratamiento	Producción (Lts)	Densidad	Acidez %	Grasa %	Proteína %	Caseína %	S.T. %	S.N.G. %	Humedad %	CCS/ml
Testigo	4.74	1.0324	0.19	5.5	2.99	2.35	14.68	9.21	85.32	388,000
Profosmin vita	5.02	1.0314	0.18	4.5	3.02	2.36	13.24	8.74	86.76	376,000
Nupremix ganado	4.23	1.0322	0.14	4.6	2.98	2.34	13.64	8.99	86.36	425,000