

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

**TESIS**

**EFFECTO DE LAS HORMONAS REPRODUCTIVAS EXÓGENAS:  
NORGESTOMET®, CLOPROSTENOL®, GONADOTROFINA CORIÓNIC  
EQUINA® Y VALERATO DE ESTRADIOL®; EN LA CALIDAD DE LA  
LECHE DE VACA EN LA CAMPIÑA DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

Presentada por:  
**JOSÉ LUIS BAZÁN ARCE**

Asesor:  
**Dr. CORPUS CERNA CABRERA**

CAJAMARCA - PERÚ

2018

COPYRIGHT© 2018 by  
**JOSÉ LUIS BAZÁN ARCE**  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



## **MAESTRÍA EN CIENCIAS**

### **MENCIÓN: DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

### **TESIS APROBADA**

**EFFECTO DE LAS HORMONAS REPRODUCTIVAS EXÓGENAS:  
NORGESTOMET®, CLOPROSTENOL®, GONADOTROFINA CORIÓNIC  
EQUINA® Y VALERATO DE ESTRADIOL®; EN LA CALIDAD DE LA  
LECHE DE VACA EN LA CAMPIÑA DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

Presentada por:  
**JOSÉ LUIS BAZÁN ARCE**

### **Comité Científico**

Dr. Corpus Cerna Cabrera  
Asesor (a)

Dr. Ángel Dávila Rojas  
Miembro de Comité Científico

Dr. Jorge Piedra Flores  
Miembro de Comité Científico

Dr. Juan De Dios Rojas Moncada  
Miembro de Comité Científico

CAJAMARCA, PERÚ

2018



# Universidad Nacional de Cajamarca

“NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA

## Escuela de Posgrado

CAJAMARCA - PERÚ

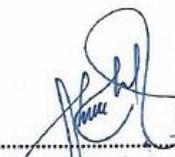
### ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS

Siendo las 11:00 de la mañana del día 06 de noviembre de 2018, reunidos en el Aula 1Q-207 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, los miembros del Jurado Evaluado presidido por el **Dr. SEVERINO TORREL PAJARES**, como Miembro de Jurado Evaluador, **Dr. CORPUS CERNA CABRERA** en calidad de Asesor, **Dr. JUAN DE DIOS ROJAS MONCADA**, como integrantes del Jurado Evaluador; actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la **SUSTENTACIÓN PÚBLICA** de la tesis titulada **“EFECTO DE LAS HORMONAS REPRODUCTIVAS EXÓGENAS NORGESTOMET<sup>®</sup>, CLOPROSTENOL<sup>®</sup>, GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA<sup>®</sup>, VALERATO DE ESTRADIOL<sup>®</sup>; EN LA CALIDAD DE LA LECHE DE VACA EN LA CAMPIÑA DE CAJAMARCA”**, presentada por el Bach. en Medicina Veterinaria **JOSÉ LUIS BAZÁN ARCE**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, en la Unidad de Posgrado de la Facultad de **CIENCIAS SOCIALES**, con Mención en **DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**.

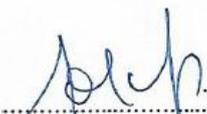
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, luego de la deliberación, se acordó APROBAR la mencionada Tesis con la calificación de Distinción (16); en tal virtud el Bach. en Medicina Veterinaria **JOSÉ LUIS BAZÁN ARCE**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, en la Unidad de Posgrado de la Facultad de **CIENCIAS SOCIALES**, con Mención en **DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**.

Siendo las 12:15 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Dr. Severino Torrel Pajares**  
Miembro de Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Corpus Cerna Cabrera**  
Asesor

  
.....  
**Dr. Jorge Piedra Flores**  
Miembro de Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Juan de Dios Rojas Moncada**  
Miembro de Jurado Evaluador

A:

Mis padres: Ulises Bazán Goicochea y María Belermina Santos Arce Tello

Mis hermanos: Flavio, María del Carmen, Manuel, Flor de María, Balbina y

Guillermo; por su cariño apoyo y confianza

Mi esposa: Alicia Elizabeth Medina Hoyos y a mis hijos, Luis Diego, Luz

Raquel, y Fátima Bazán Medina, por su comprensión y tolerancia que

siempre me brindaron

La memoria de:

Luz Angélica Bazán Arce: Mi hermana quien me iluminó y guío para estudiar

## **AGRADECIMIENTOS**

A los profesionales; Médico Veterinario, Elmer Alvarado Chavarry, Ingeniero Ángel Michael Ibáñez Rabanal y al Médico Veterinario Santos Carranza Terrones, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

## CONTENIDO

Ítem	Página
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
CONTENIDO .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE ABREVIACIONES .....	xiii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación .....	3
2.2. Bases teóricas de la investigación .....	7
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>24</b>
<b>DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
3.1.-Localización.....	24
3.2. Objetivos .....	25
3.3. Hipótesis.....	25
3.4. Unidad de análisis, universo y muestra .....	26
3.5. Hormonas utilizadas .....	26
3.6. Tipo y descripción del diseño de contrastación de la hipótesis .....	26
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.8. Examen físico.....	28
3.9. Examen químico.....	29
3.10. Análisis organoléptico .....	30
3.11. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	31

<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
4.1. pH de la leche .....	32
4.2. Sólidos totales de la leche .....	35
4.3. Densidad de la leche .....	38
4.4. Calidad organoléptica de la leche .....	41
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Ítem</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Escala hedónica para evaluación de color, olor y sabor de la leche.....	31
Tabla 2. Comparación del pH de la leche según establo y tratamiento reproductivo.....	32
Tabla 3. Comparación del porcentaje de sólidos totales según establo y tratamiento reproductivo.....	35
Tabla 4. Densidad de leche (gr/cm <sup>3</sup> ) según establo y tratamiento reproductivo. ....	38
Tabla 5. Valores encontrados para la calidad organoléptica de la leche mediante una escala hedónica de 1 a 20; según establo y tratamiento reproductivo. ....	41
Tabla 6. Valores del pH de la leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	54
Tabla 7. Análisis de variancia para los valores de pH en leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	54
Tabla 8. Prueba de significación de Tukey para los valores del pH de la leche según tratamiento reproductivo .....	54
Tabla 9. Prueba de significación de Tukey para los valores del pH de leche entre establos según tratamiento reproductivo .....	54
Tabla 10. Prueba de significación de Tukey entre controles para el pH de la leche según tratamiento reproductivo .....	55
Tabla 11. Valores del porcentaje de sólidos totales para leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	55
Tabla 12. Análisis de variancia para el porcentaje de sólidos totales de leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	55
Tabla 13. Prueba de significación de Tukey, para el porcentaje de sólidos totales entre tratamientos según tratamiento reproductivo .....	56
Tabla 14. Prueba de significación de Tukey entre establos para el contenido de sólidos totales de leche de vacas según tratamiento reproductivo.....	56
Tabla 15. Prueba de significación de Tukey entre controles para el contenido de sólidos totales de leche de vacas según tratamiento reproductivo.....	56
Tabla 16. Valores de la densidad de leche (gr/cm <sup>3</sup> ) de vacas según tratamiento reproductivo.....	57
Tabla 17. Análisis de variancia para la densidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo.....	57

Tabla 18. Prueba de significación de Tukey entre tratamientos para densidad de la leche en vacas según tratamiento reproductivo .....	57
Tabla 19. Prueba de significación de Tukey entre establos para la densidad de la leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	57
Tabla 20. Prueba de significación de Tukey entre controles para la densidad de la leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	58
Tabla 21. Valores encontrados para la calidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo.....	58
Tabla 22. Análisis de variancia para la calidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo.....	58
Tabla 23. Prueba de significación de Tukey para la calidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo .....	59
Tabla 24. Prueba de significación de Tukey entre establos para la calidad de leche .....	59
Tabla 25. Prueba de significación de Tukey para la calidad de leche según tratamiento reproductivo.....	59
Tabla 26. Modelo de registro para pruebas organolépticas.....	59
Tabla 27. Modelo de registro para pruebas de laboratorio.....	60

## LISTA DE FIGURAS

<b>Ítem</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Variación del pH en leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.....	35
Figura 2. Variación del porcentaje de sólidos totales de la leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.....	38
Figura 3. Variación de la densidad de la leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.....	40
Figura 4. Variación de la calidad de la leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.....	43

## LISTA DE ABREVIACIONES

BSC	:	Body Score Condition (Puntaje de la condición corporal)
CIDR	:	Dispositivo intravaginal para la regulación del ciclo estral.
eCG	:	Gonadotropina coriónica equina.
FSH	:	Hormona folículo estimulante
LH	:	Hormona luteinizante.
PGF2 $\alpha$	:	Prostaglandina F 2 Alfa.
pH	:	Potencial hidrogenión.
PMSG	:	Gonadotropina de Suero de Yegua Preñada.
UI	:	Unidades internacionales

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de Las hormonas reproductivas exógenas: Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol® en la calidad de la leche de vaca producida en la campiña de Cajamarca; se aplicó un protocolo de sincronización de celo a 15 vacas, mientras que otras 15 no recibieron este tratamiento sirviendo como grupo control. Se tomaron muestras de leche del ordeño de la tarde durante 10 días, se evaluaron densidad, pH, contenido de sólidos totales, color, olor y sabor. Los resultados indican que el pH 6,79, sólidos totales 12,88 % y la densidad 1,031 gr/cm<sup>3</sup>; de la leche de las vacas que recibieron el tratamiento fueron estadísticamente mayores con respecto al grupo control con 6,72; 12,48 % y 1,029 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente; estos valores indican que el tratamiento hormonal utilizado modifica estas características físico químicas de la leche. La calidad organoléptica de leche, considerando el olor, sabor y color en una escala de 4 a 20; muestra valores que están comprendidos entre 18,97 y 18,70 y no muestran diferencia estadística. Se concluye que en el proceso de sincronización la leche sufre variaciones en el pH, densidad y sólidos totales; pero no en el color olor y sabor. Sin embargo es recomendable realizar más investigaciones para evaluar el efecto de estas variaciones y su impacto en la salud pública.

**Palabras clave:** hormonas exógenas, calidad, leche.

## ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of exogenous reproductive hormones: Norgestomet®, Cloprostenol®, Equine chorionic gonadotrophin® and Estradiol valerate®, in the quality of cow's milk produced in the Cajamarca countryside; a heat synchronization protocol was applied to 15 cows, while another 15 did not receive this treatment serving as a control group. Milk samples were taken from the milking in the afternoon for 10 days, density, pH, total solids content, color, smell and taste were evaluated. The results indicate that the pH 6.79, total solids 12, 88 % and the density 1,031 gr / cm<sup>3</sup>; of the milk of the cows that received the treatment were statistically higher respect to the control group with 6.72; 12.48 % and 1.029 gr / cm<sup>3</sup> respectively; these values indicate that the hormonal treatment used modifies these physicochemical characteristics of the milk. The organoleptic quality of milk, considering the smell, taste and color on a scale of 4 to 20; shows values that are between 18.97 and 18.70 and show no statistical difference. It is concluded that in the synchronization process milk undergoes variations in pH, density and total solids; but not in the color smell and taste. However, it is advisable to carry out more research to evaluate the effect of these variations and their impact on public health.

**Keywords:** exogenous hormones, quality, milk.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La producción de leche en la campiña de Cajamarca es una de las principales actividades económicas, realizada por pequeños y medianos ganaderos, quienes aplican programas de sincronización de celo, que incluyen progestágenos y estrógenos, con la finalidad de mejorar los índices reproductivos de las vacas lecheras. Las hormonas reproductivas o sus equivalentes sintéticos, aparte de regular los procesos reproductivos promueven el crecimiento mamario y la secreción láctea. La leche y sus derivados son alimentos consumidos ampliamente por la población especialmente infantil; en tal sentido surge la interrogante sobre si ¿El uso de las hormonas reproductivas: Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol®; influyen en la calidad de la leche de vaca en la campiña de Cajamarca?. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del uso de estas hormonas reproductivas exógenas, en la calidad de la leche producida en la campiña de Cajamarca. Se evaluó la leche procedente de 30 vacas en tres establos del valle de Cajamarca, distribuidas en diez vacas por establo; formando dos grupos de cinco vacas cada uno; uno de los grupos se sometió al tratamiento de sincronización de celo con hormonas reproductivas, mientras que el otro permaneció como control. La hipótesis planteada fue que las hormonas reproductivas exógenas utilizadas no tienen efecto sobre la calidad de la leche producida por las vacas que recibieron el tratamiento.

Para evaluar la calidad de la leche, se recogieron muestras una vez al día, en el ordeño de la tarde, durante los 10 días que duró el tratamiento, estas fueron trasladadas al laboratorio para la determinación del pH, contenido de sólidos totales y densidad; la evaluación de la calidad organoléptica se realizó en el establo al momento del ordeño.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el modelo lineal completamente aleatorizado, con arreglo factorial 3 x 2 con 5 repeticiones cada combinación, utilizando el paquete estadístico SAS.

Las hormonas utilizadas en la sincronización modifican el pH, contenido de sólidos totales y densidad de la leche pero no se observaron cambios en el color olor y sabor. El efecto hormonal sobre la calidad de la leche también fue estudiado por Konyali, *et al.* (2010) quienes encontraron que la aplicación de Norgestomet en cabras lecheras tiene un efecto significativo sobre el contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos, la densidad y el valor de pH de la leche, Asimismo, Mellado y García (2012) también en un trabajo con cabras, determinaron que la inducción del estro con Norgestomet y valerato de estradiol al inicio de la lactancia produce variaciones en el contenido de proteína 3,96 % vs 4,36 % y caseína 3,22 % vs. 3,61 % de la leche.

La presente tesis está dividida en cinco capítulos; en el primero, se enfatiza la problemática, el procedimiento general de la investigación y una guía de lectura con el aporte de otros autores; en el segundo, se indica el marco teórico con los antecedentes, las teorías y conceptos relacionados con el problema de investigación; en el tercer capítulo, se consigna el proceso del trabajo realizado, indicando como se obtuvieron los datos, las técnicas, instrumentos y los métodos estadísticos utilizados para el análisis; en el cuarto capítulo, se presentan los resultados obtenidos, acompañados de tablas y gráficos; el quinto, consigna las conclusiones, así como las recomendaciones derivadas del estudio realizado.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

##### 2.1.1. Uso de hormonas reproductivas

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es un programa que ha demostrado incrementar la tasa de servicio y mejorar la eficiencia reproductiva en hatos lecheros; Rivera (2012) menciona que uno de los protocolos más conocidos es el programa Ovsynch®, el cual combina tratamientos con hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) o sus agonistas, con agentes luteolíticos para sincronizar el momento de ovulación de los bovinos; sin embargo estos protocolos están siendo mejorados; así, Armendano *et al.* (2015) mencionan que para la sincronización de celos, se ha simplificado el tratamiento inyectando ciprionato de estradiol, al momento de retirar los implantes. Cesaroni *et al.*, (2007) indican que en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo con un dispositivo intravaginal de progesterona, es necesaria la aplicación de estradiol al inicio y al final del tratamiento; debido a que al inicio del tratamiento, su combinación con la progesterona produce la emergencia de una nueva onda folicular; en tanto que, una vez retirado el dispositivo, el estradiol induce la descarga de hormona luteinizante, lográndose una ovulación sincronizada en la población de hembras bovinas.

Los efectos de las hormonas reproductivas exógenas sobre la producción de leche ha sido estudiadas por algunos investigadores así, Christodoulopoulos *et al.* (2008) mencionan que insertando un dispositivo

liberador de progesterona intravaginal durante 12 días; aplicando gonadotropina coriónica equina y dinoprost; 2 días antes de la extracción del dispositivo; encontraron el contenido de proteína y el pH de la leche reducidos; el contenido de grasa y lactosa no se vieron afectados por la sincronización del estro. La aplicación de hormonas reproductivas exógenas pueden producir variaciones en la leche, Konyali *et al.* (2010) en un trabajo realizado en cabras lecheras, encontraron que la aplicación vía vaginal de una esponja impregnada con norgestomet tiene un efecto significativo sobre el contenido de grasa (3,96 % frente a 3,53 %); el contenido de lactosa (4,50 % frente a 4,58 %), sólidos no grasos (8,40 % frente a 8,61 %), densidad (1,028 g/cm<sup>3</sup> frente a 1.029 g/cm<sup>3</sup>) y valor de pH (5,64 frente a 6,55) durante el tratamiento. Asimismo, en un estudio realizado para determinar el efecto de la sincronización del estro sobre la composición de la leche de cabras, Mellado y García (2012) determinaron que el porcentaje de proteína (3,96 % frente a 4,36 %) y caseína (3,22 % frente a 3,61 %) fue mayor en la leche obtenida después del tratamiento con 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet, más un implante en la oreja con 6 mg de norgestomet.

### **2.1.2. Sólidos totales, densidad y pH de la leche**

La densidad de la leche varía entre 1,028 a 1,034 g/cm<sup>3</sup>, a una temperatura de 15°C, según sea su composición, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes. Céliz y Juárez (2009) indican que su variación con la temperatura es 0,0002 g/cm<sup>3</sup> por cada grado de temperatura; asimismo la densidad de la leche depende de la variación de sus componentes que son los siguientes:

- a. Agua: 1,000 g/cm<sup>3</sup>

- b. Grasa: 0,931 g/cm<sup>3</sup>
- c. Proteínas: 1,346 g/cm<sup>3</sup>
- d. Lactosa: 1,666 g/cm<sup>3</sup>
- e. Minerales: 5,500 g/cm<sup>3</sup>

La densidad comprendida entre 1,028 y 1,034 g/cm<sup>3</sup> es para una leche entera, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1,036 g/cm<sup>3</sup>), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1,028 g/cm<sup>3</sup>.

Al determinar los parámetros de calidad de leche de vacuno en el valle del Mantaro, Viera (2013) encontró que los valores medios para la densidad de la leche fueron de  $1,0293 \pm 0,0009$  g/cm<sup>3</sup> y para los sólidos totales de  $11,91 \pm 0,20\%$ . También, Briñez (2008) al determinar la calidad físico química de las principales marcas de leche pasteurizada consumidas en la ciudad de Maracaibo encontró que los valores medios fueron de 12,22% para sólidos totales, y 6,69 para el pH; Javaid *et al.* (2009) reportan que la leche fresca de vaca que se vende en Tandojam Pakistán; presenta un peso específico de  $1,031 \pm 0,001$  g/cm<sup>3</sup> y un pH de 6,53

### **2.1.3. Evaluación organoléptica**

Albarracín, (005) plantea que el análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra en un campo, basada en la percepción de los sentidos aun cuando este tipo de valoración suele ser subestimada por el analista, en la mayoría de los casos, son precisamente estos resultados son los que avizoran y dirigen el análisis en el laboratorio y facilitan la interpretación de los resultados.

La clasificación se basa en la categorización; que es un proceso cognitivo natural, rutinariamente utilizado en la vida cotidiana y no requiere una respuesta cuantitativa. Chollet *et al.* (2011) indican que la tarea de clasificación organoléptica es un procedimiento simple para recopilar datos similares, en los que cada evaluador agrupa los estímulos en función de su similitudes percibidas. Asimismo Pastor, et al., (2008) menciona que en las últimas décadas se ha desarrollado un método de cata que se denomina “evaluación sensorial o análisis sensorial”; con esta técnica se estudian, miden, analizan e interpretan las reacciones que provocan los alimentos y los materiales a través de los sentidos del olfato, la vista, el gusto, el tacto y el oído; permitiendo describir la calidad organoléptica de los alimentos; esta metodología permite medir reacciones que generan respuestas desde la aceptación hasta el rechazo de un alimento.

#### **2.1.4. Calidad de la leche**

Según Hurley (2009) la concentración de los diversos componentes de la leche como son grasa, proteína, lactosa, etc. determinará la calidad de la misma y le aportará las características organolépticas específicas. Según Wattiaux (2011) 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. Thompson *et al.* (2009) mencionan que la fase de solución está constituida por lactosa, proteínas séricas, minerales y vitaminas hidrosolubles; en la suspensión coloidal están presentes algunas de las proteínas de la leche, como la caseína, dentro de gran número de micropartículas o micelas, que no se sedimentan salvo que sufra alteraciones térmicas importantes. (Rueg 2001)

indica que la leche de alta calidad debe ser de apariencia blanca, no tener ningún olor desagradable y estar libre de sustancias anormales tales como pesticidas, agua añadida o residuos de antibióticos y antisépticos. Ortiz, *et al.* (2002) indican que la calidad de la leche cruda es influenciada por múltiples condiciones entre las que se destacan los factores zootécnicos, asociados al manejo, alimentación y potencial genético de los animales.

## **2.2. Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1. Características de la leche de vaca**

Thompson, *et al.* (2009) citan que la leche es un fluido complejo que contiene diversos tipos de moléculas; sus principales constituyentes son agua, lípidos, azúcares y proteínas, así como otros elementos traza como minerales, vitaminas, hormonas y enzimas; la leche aparte de ser un alimento, también apoya funciones fisiológicas; llevadas a cabo principalmente por las proteínas y péptidos, incluyendo inmunoglobulinas, enzimas, inhibidoras, factores de crecimiento, hormonas y agentes antibacteriales. Magariños, (2000) reporta que existe una relativa uniformidad en la composición de la leche, cuando se comparan vacas de la misma raza sometida a una dieta semejante; sin embargo los valores medios varían considerablemente entre vacas de diferentes razas. Rieg (2001) menciona que la leche normal de vacas Holstein de alta producción, está compuesta de agua 87,1 %, grasa 3,8 %, proteína 3,4 %, azúcares ej. Lactosa 4,5 % y otros sólidos tales como minerales 1,3 %. Según Huppertz y Kelly (2009) la leche también contiene un número de componentes menores que incluyen células epiteliales desechadas y glóbulos blancos. Durante el progreso de la fase de lactación existen cambios en la

composición de la leche por ejemplo después del parto, es un fluido que contiene altos niveles de proteína sérica e inmunoglobulinas denominado calostro. Wattiaux (2011) menciona que leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria, que es nutritivo y complejo; con más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua.

### **2.2.2. Factores que influyen en la composición de la leche**

(Huppertz y Kelly (2009) reportan que la composición de la leche es fundamental para su valoración, debido a que afecta su valor nutritivo y su dificultad de proceso. Son muchos los factores que influyen en la producción y composición de la leche; dentro de ellos se encuentran la raza, etapa de la lactancia, nutrición, sistema y nivel de alimentación, cambios estacionales, frecuencia y sistema de ordeño, etc.

**a.- Factores Raciales y genéticos.** Tyler y Ensminger (2006) reportan que 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. Carroll, *et al.* 2006 indican que la producción de leche actual y corregida al 4% de grasa, es mayor en la raza Holstein, respecto a Jersey y Pardo Suizo; esta tendencia también se observa para la producción de grasa, proteína y sólidos no grasos; mientras que el contenido total de nitrógeno no proteico y urea, así como la concentraciones de Ca, Na, K, Mg y P, no difieren entre razas. Morales (2009) menciona que la grasa es el componente lácteo más variable entre y dentro de razas, la lactosa es el menos variable o más estable. También existen diferencias raciales en cuanto a la proporción de proteína total y

tipo de proteína producida en la leche; es así como las razas Jersey y Guernsey presentan los mayores porcentajes de proteína total, caseína y suero.

**b.- Factores asociados al ambiente.** Según Vélez (2013) el principal problema ambiental que enfrentan los vacunos al pastoreo es el clima, sobre todo el efecto combinado de lluvia y viento, todos los productores lecheros conocen que cuando existe lluvia y viento los animales dejan de comer, lo que implica que bajarán la producción de leche. Morales (2009) menciona que la producción de grasa aumenta conjuntamente con el aumento de la producción de leche, aunque a menudo se observa una caída en el porcentaje de materia grasa cuando se incrementa la producción. Para la proteína, se informa que su producción disminuye en vacas de más de 3 años de edad, el estado de la lactancia influye en el contenido de grasa, proteína y minerales. Al inicio de la lactancia, se encuentran altas concentraciones de grasa, proteína, y minerales. La proteína tiende a aumentar gradualmente conforme progresa la lactancia o bien a aumentar cuando la vaca queda gestante.

**c.- Factores asociados a la condición sanitaria de las vacas.** La mastitis es una de las enfermedades más importantes que tiene impacto en la composición de la leche. De Peters y Cant (1992) mencionan que en vacas afectadas hay una reducción en el contenido de caseína, mientras que la proteína de suero de la leche se incrementa. Walsh (1968) indica que cuando se presenta 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, minerales, asimismo Krause y

Oetzel (2006) afirman que en vacas afectadas de acidosis ruminal se presenta una disminución en la concentración de grasa y proteína.

**d.- Factores asociados a la alimentación.** La alimentación es un factor muy importante que puede hacer variar significativamente la composición de la leche; Sutton (1989) menciona que la proteína y la grasa en la leche, son los componentes que presentan mayor modificación por medio de la alimentación; siendo de 0,5% para proteína, mientras que para la grasa el cambio puede ser de hasta 3,0%, los factores dietarios de particular importancia, incluyen la cantidad de forraje consumido, relación forraje - concentrado de la ración, composición de carbohidratos y lípidos en el concentrado; así como, consumo total y frecuencia de alimentación. Bargo *et al.* (2002) mencionan que las vacas en pastoreo presentan una menor producción de leche, así como menor producción de grasa y proteína que vacas estabuladas; asimismo White *et al.* (2001) afirman que a pesar que ha sido demostrado que la producción de leche de vacas en pastoreo es menor que la de animales estabulados, cuando se compara la composición de la leche de vacas alimentadas con dieta totalmente mezclada, con la de vacas en pastoreo, ésta última presenta mayor concentración de ácido linoleico conjugado; Holmes y Wilson (1989) mencionan que 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 y esto a su vez es afectado por la calidad, composición y disponibilidad del forraje.

### 2.2.3. Calidad de la leche

El Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2003) define a la leche entera cruda; como un producto íntegro no alterado ni adulterado, procedente del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, olor, sabor; consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno, la leche cruda deberá estar exenta de sustancias conservadoras y de cualquier otra sustancia extraña a su naturaleza; no podrá haber sido sometida a tratamiento alguno que disminuya o modifique sus componentes originales; asimismo debe cumplir con los siguientes requisitos organolépticos: exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza; además la leche cruda debe cumplir con los siguientes requisitos:

Requisitos físicos y químicos de la leche	Cantidades
Sólidos totales (g/100g)	Min. 11,4
Acidez, expresada en g. de ácido láctico por 100 g de leche	Min. 0,14 % Máx. 0,18 %
Densidad a 20° C (g/cm <sup>3</sup> )	Min. 1,0296 Máx. 1,0340
Sustancias conservadoras y cualquier otra sustancia extraña a su naturaleza	Ausencia

(Normas Técnicas Peruanas - NTP 2002)

Según Alais (2003) la calidad de la leche se puede clasificar desde los siguientes puntos de vista.

- a) **Punto de vista químico.** La leche debe contener la cantidad suficiente de proteínas, lactosa, lípidos, algunas vitaminas y determinados minerales.
- b) **Punto de vista higiénico.** La leche debe tener pocos gérmenes microbianos de los considerados como “inocuos” y escasas células somáticas y estar exenta de gérmenes patógenos; asimismo, la leche no debe contener sustancias consideradas tóxicas o simplemente sospechosas que provengan del mismo animal, o como efecto residual ya sea al momento del ordeño o después, como antibióticos, insecticidas, conservadores, nitratos, toxinas etc.
- c) **Punto de vista tecnológico e industrial.** Las propiedades fisicoquímicas de la leche especialmente el pH (6,5 a 6,8) y el calcio (125 mg/ml) deben encontrarse a un nivel favorable y no deben ser alteradas al momento de la entrega; el contenido de lípidos, proteínas y extracto seco (sólidos totales) deben ser lo bastante elevados para garantizar un rendimiento suficiente.

#### **2.2.4. pH de la leche**

Negri (2005) menciona que el pH de la leche, representa la acidez actual dada por la concentración de iones hidrogeniones libres; la leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6,5 y 6,8 como consecuencia de la presencia de caseína, aniones fosfórico y cítrico, principalmente.

#### **a) Factores que modifican el pH de la leche**

El pH de la leche no es un valor constante y puede variar en el curso de la lactación; Negri (2005) menciona que el pH del calostro es más bajo que el de la leche, por ejemplo pH 6,0 es explicado por un elevado contenido en proteínas; el estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7,4) en leche de vacas al final de la lactancia. Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido, a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria, originando una mayor concentración de iones sodio y cloro y una reducción del contenido de lactosa y de fósforo inorgánico soluble. El pH es altamente dependiente de la temperatura; Las variaciones de la temperatura causan muchos cambios en el sistema buffer de la leche, principalmente se ve afectada la solubilidad del fosfato de calcio; el pH disminuye en promedio 0,01 unidades por cada °C que aumenta, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio, esta variación es muy importante considerando el estrecho rango de variación del pH de la leche. El pH también puede ser diferente entre muestras de leche fresca de vacas individuales reflejando esto variaciones en la composición; a pesar de todos estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido y valores de pH inferiores a 6,5 o superiores a 6,9 ponen en evidencia leche anormal, pH inferiores a 6,5 ponen en evidencia leche en vías de alteración por acción de microorganismos.

### **2.2.5. Sólidos totales de la leche**

El contenido de sólidos totales se refiere a todos los componentes de la leche a excepción del agua; se calcula como la diferencia que hay entre el porcentaje de agua con respecto al 100%. Aguilar (2001) menciona que la leche está constituida en un 85-90% por agua, el 10-15% restante es lo que se conoce como sólidos totales, conformados principalmente por lactosa, grasa, proteína y minerales; cada uno de estos componentes se produce en mayor o menor proporción según una serie de variables, tanto internas como externas al animal.

#### **a. Factores que modifican el contenido de sólidos totales de la leche**

Existen una serie de factores internos y externos al animal que influyen en el contenido de sólidos totales de la leche, entre los más importantes se encuentran la raza, la dieta, la salud ruminal, la época del año, la disponibilidad y calidad de pasto la etapa de lactancia y la cantidad de células somáticas de la leche; así Latrille (1993) indica un promedio de 12,30 % de sólidos totales para la leche de vacas Holstein.

### **2.2.6. Densidad de la leche**

La calidad de la leche según Magariños (2000) considerando su densidad es:

- a) Leche Clase A: Densidad: Igual o mayor a  $1,029 \text{ g/cm}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ).
- b) Leche Clase B: Densidad: igual o mayor a  $1,029 \text{ g/cm}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ).
- c) Leche Clase C: Densidad: inferior a  $1,029 \text{ g/cm}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ).

Harding (1995) indica que la densidad de la leche está dada por la presencia de varios componentes los cuales presentan densidades variables y se encuentran diluidos o no en el agua que constituye la leche; la densidad normal de la leche se encuentra entre  $1,027 \text{ g/cm}^3$  a  $1,033 \text{ g/ml}$ ; la grasa es la única sustancia que presenta densidad casi igual al del agua; los demás componentes de la leche están arriba de 1,0; lo que indica que valores debajo de este nivel puede significar adición de agua, o sea, dilución de la leche. Al contrario, si se obtienen valores arriba del parámetro normal, indica probablemente leche con muy baja concentración de grasa o leche desengrasada.

#### **2.2.7. Análisis organoléptico de leche y derivados**

Albarracín y Carrascal (2005) mencionan que análisis general de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de los alimentos y sus componentes; también informan que las fases a considerar para un análisis organoléptico son tres:

- a) **Fase visual.**- En esta fase del análisis sensorial de la leche se observa su aspecto (viscosidad, limpieza, brillantes y color), considerando que la leche de vaca es un líquido blanco viscoso, opaco, mate, más o menos amarillento según el contenido en  $\beta$ -carotenos de la materia grasa.
- b) **Fase olfativa.**- Para expresar la sensación olfativa que produce el olor de la leche se emplea una relación de sustancias de referencia o familias aromáticas; mostrando un olor poco acentuado pero característico perteneciente a la familia animal; como por ejemplo

olor y aroma a vaca. El olor debe ser a leche fresca; puede haber presencia de sustancias extrañas o posible acidificación cuando se encuentra espesa o cortada.

- c) **Fase gustativa.**- La fase gustativa contempla la sensación en la boca que produce la degustación de la leche, sobre la base de los sabores: ácido, dulce, salado, amargo. Siendo la leche de vaca ligeramente dulce.

#### **2.2.8. Toma de muestras de leche.**

Los criterios para una toma de muestra según la Norma FIL-IDF 50 B (1985) "Métodos de muestreo para leche y productos lácteos", indican que cuando el número total de unidades del lote fuera igual o inferior a 100 unidades, se procederá a la toma de una muestra indicativa ( $n = 1$ ). El resultado de la muestra indicativa es interpretado para todo el lote o partida.

### **2.3. Hormonas**

Las hormonas esteroideas se forman a partir del colesterol, que es una molécula que forma parte de los lípidos que se producen en el cuerpo, Thibodeau y Patton (2000) indican que este componente ofrece a las hormonas esteroideas una característica fundamental y es que las hace solubles en lípidos, permitiéndole atravesar fácilmente la membrana plasmática fosfolípida, de esta manera permite interactuar con sus receptores en el núcleo de la célula diana, para producir los efectos que se requieren en el ser vivo.

Las hormonas no esteroideas se producen a partir de aminoácidos, los cuales se fusionan para dar origen a largas cadenas de aminoácidos, formando hormonas

proteicas entre las que se encuentran la insulina, la paratiroidea, la prolactina, calcitonina, adenocorticotropica, glucagón y hormona del crecimiento.

Existen otras hormonas proteicas a las que un grupo carbohidrato se une a sus aminoácidos, convirtiéndolos en hormonas glicoproteínas, entre las que se encuentran las folículo estimulante, latinizante, tiroideo estimulante y gonadotropina coriónica humana.

### **2.3.1.-Progesterona.**

La progesterona y sus derivados son claves en la regulación de la función reproductiva de la hembra, según Botana *et al.* (2002) estos fármacos son capaces de modular diversas funciones endócrinas y reproductoras en los mamíferos, facilitan la liberación de ovocitos maduros, la implantación y el mantenimiento de la gestación, además de modificar el crecimiento del endometrio y disminuir la actividad contráctil del músculo uterino; también tiene efectos fisiológicos sobre la secreción láctea, favoreciendo el desarrollo de la glándula mamaria y suprimiendo la síntesis y la liberación de gonadotrofinas. La progesterona tiene efectos complementarios a los estrógenos; según Sumano y Ocampo (2006) la progesterona prepara al útero para la gestación al bloquear la capacidad contráctil del miometrio; favoreciendo la implantación del embrión; además, aumenta la eficacia metabólica durante la preñez, fomenta el apetito y disminuye la actividad motriz, con la consecuente ganancia de peso. Otros de sus efectos es que influye en el desarrollo del sistema lóbulo alveolar de la glándula mamaria y en la retención de cierta cantidad de sodio en el organismo, lo que induce un aumento en la retención de agua; uno de sus efectos más importantes, es que retarda la ovulación, principalmente al inhibir la secreción de las hormonas

folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), lo que se ha utilizado para sincronizar estros.

- a) **Farmacocinética.-** La progesterona tiene una vida corta de 22 a 36 minutos; esto hace que sea inútil su administración oral en la mayoría de las especies.
- b) **Síntesis.-** La progesterona es producida por el ovario principalmente por el cuerpo amarillo; a partir de la segunda o tercera semana del embarazo, la placenta en desarrollo secreta estrógenos y progesterona en colaboración con las glándulas suprarrenales fetales y entonces el cuerpo lúteo ya no es esencial para que prosiga la gestación.
- c) **Absorción.-** La administración oral de progesterona se encuentra limitada por su alta y rápida biotransformación y desactivación hepática que es mayor a 80%, por lo que desde su descubrimiento fue desechada esta vía para la práctica clínica y así la vía parenteral con una liberación sostenida y prolongada se puede considerar como óptima para esta hormona.
- d) **Metabolismo.-** La vida media de la progesterona natural es de alrededor de 5 minutos. Los progestágenos sintéticos tienen vidas medias mucho más prolongadas, por ejemplo, de unas 7 horas para la noretindrona, 16 horas para el norgestrel, 12 horas para el gestodeno y 24 horas para el acetato de medroxiprogesterona. En tanto, se carece de detalles completos con respecto a las progestinas sintéticas, se cree que se metabolizan principalmente en el hígado y la eliminación, por

lo general, se efectúa por medio de la orina, como conjugados y diferentes metabolitos polares.

- e) **Eliminación.-** La mayor parte de la progesterona y sus metabolitos que han alcanzado la circulación general son excretados por los riñones, principalmente como metabolitos glucorónidos de pregnandiol y pregnandolona; la segunda vía más importante es la biliar y las heces.
  
- f) **Formas de administración.-** Por su corta vida la progesterona y sus derivados sintéticos son utilizado de forma de implante subcutáneo así Becaluba (2006) menciona que el CRESTAR<sup>®</sup> contiene norgestomet que es un potente progestágeno sintético, que se utiliza como implantes, con 3 mg de norgestomet y se aplican en la cara dorsal de la oreja del animal, permaneciendo por 9 días. Cuando se coloca el implante se administran 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet, el primero para promover la luteolisis de un eventual cuerpo lúteo y sincronizar la onda de crecimiento folicular, y el segundo promoviendo el bloqueo hipotalámico-hipofisario. En caso de posibles animales cíclicos del grupo tratado, se recomienda cuando se retira el implante la aplicación de una dosis de prostaglandina.

### **2.3.2.- Gonadotropina coriónica equina (eCG)**

De acuerdo a Botana *et al.* (2002) la (eCG) es una glucoproteína que posee actividad folículoestimulante (FSH) y luteinizante (LH) con una semivida de 40 horas y que persiste durante aproximadamente 10 días.

- a) **Síntesis.-** Murphy y Martinuk (1991) mencionan que la gonadotrofina coriónica equina (eCG o PMSG) es una hormona glicoproteína secretada en las copas endometriales de las yeguas gestantes, entre los días 40 y 120 de gestación aproximadamente.
- b) **Metabolismo.-** Murphy y Martinuk (1991) indican que aunque el sitio de metabolismo no se investigó en condiciones in vivo, se sugiere que la gonadotrofina coriónica equina es degradada principalmente en el hígado y el riñón. La identidad de los productos de degradación y su actividad biológica residual no se conoce.
- c) **Mecanismo de acción.-** Núñez (2011) expone que la eCG administrada algunas horas previas a la ovulación, estimula el crecimiento folicular a través de su acción de folículoestimulante (FSH) y luteinizante (LH), aumenta el tamaño del folículo preovulatorio, incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez. Bustos y Duarte (2010) indican que la aplicación de eCG, en protocolos de inseminación a tiempo fijo (IATF) está siendo cada vez más usada gracias a la ventaja que esta tiene en ciertas categorías de animales de aumentar el porcentaje de preñez, por ejemplo en vacas de carne con cría al pie y de baja condición corporal.

### **2.3.3.- Estradiol**

Los estrógenos tienen un rango amplio de funciones fisiológicas; según Háfez (2002) actúa sobre el sistema nervioso central para inducir el comportamiento estral en la hembra, desarrolla físicamente las características sexuales secundarias

femeninas, estimula el crecimiento de los conductos de la glándula mamaria. Según Sumano y Ocampo (2006), uno de los principales estrógenos es el 17  $\beta$ -estradiol, que se produce en los folículos ováricos y en la placenta; en la actualidad existen estrógenos sintéticos que han sustituido en parte a los naturales.

- a) **Farmacocinética.** Según Botana et.al. (2002) el estradiol se absorbe bien en el intestino, acumulándose en el tejido adiposo; los estrógenos naturales son rápidamente metabolizados por el hígado presentando una semivida breve de 6 min, mientras que los sintéticos se degradan lentamente. El metabolismo origina la estrona; que se elimina a través de la orina, también sufren conjugación con sulfatos y ácido glucorónico, que se pueden eliminar por la orina o por la bilis.
- b) **Mecanismo de secreción.** Sumano y Ocampo (2006) mencionan que la mayoría de estrógenos naturales se producen en el folículo ovárico bajo la estimulación de las hormonas folículoestimulante (FSH) y luteinizante (LH).
- c) **Mecanismo de acción.** Según Gasque (2008) los estrógenos actúan sobre el cerebro de la vaca y provocan los cambios de comportamiento característicos del estro o calor; simultáneamente actúan sobre el tracto reproductor causando cambios como inflamación de la vulva, hiperemia de la vagina, salida de moco cervical e incremento del tono uterino. Sus altas concentraciones causan incremento de la hormona luteinizante (LH) que dará origen a la ovulación al final del estro o calor.

#### **d. Prostaglandinas**

Según Sumano y Ocampo (2006) las prostaglandinas son ácidos grasos derivados del ciclo pentano, que se sintetizan a partir de un precursor común, el ácido araquidónico prostanico el derivado sintético más utilizado es el Coprostenol® por lo que en este caso lo tomamos como referencia para detallar el uso reproductivo de las prostaglandinas.

#### **2.3.4.- Cloprostenol ®**

De acuerdo a lo reportado por Sumano y Ocampo (2006) este compuesto es un análogo sintético de la  $PGF2\alpha$ , tiene isomería óptica D y L y de estos compuestos, el isómero D es 3 a 4 veces más potente que el L porque tiene mayor afinidad por el receptor.

- a) **Mecanismo de acción.-** De acuerdo a lo reportado por Sumano y Ocampo (2006) el coprostenol produce regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo, seguido por el retorno del celo 2 a 4 días después del tratamiento con ovulación normal; se debe tener en cuenta que hay un período fisiológico refractario a las prostaglandinas que es de 4 a 5 días después de la ovulación.
- b) **Indicaciones.-** Sumano y Ocampo (2006) mencionan que el coprostenol está indicado para el control de la reproducción, la sincronización del ciclo estral en explotaciones de carne facilita el empleo de la inseminación artificial, se evitan los problemas de detección de celo y se posibilita estacionar los partos; en explotaciones lecheras la sincronización del celo permite tener un mejor control del índice de partos, disminuyendo el número de vacas abandonadas como estériles.

- c) **Usos terapéuticos.-** Sumano y Ocampo (2006) indican también que en caso de celos silenciosos, se utiliza el coprostenol, también sirve para provocar interrupción de la preñez, en la eliminación de fetos momificados, para el tratamiento de piómetras, endometritis, quistes luteales, e inducción al parto.
- d) **Contraindicaciones y advertencias.** Sumano y Ocampo (2006) reportan que no se han encontrado efectos adversos hasta 80 veces la dosis terapéutica recomendada; a 200 veces la dosis recomendada (100 mg) el único resultado clínico visible fue una diarrea leve y transitoria. No se debe administrar a hembras preñadas. Se puede absorber a través de la piel, por lo tanto no debe ser manipulado por mujeres embarazadas o personas asmáticas. En caso de contacto se debe lavar inmediatamente con agua cualquier derrame accidental sobre la piel.
- e) **Dosificación.-** Para uso terapéutico Sumano y Ocampo (2006) indican que se aplica una inyección intramuscular única de 2 ml (500 µg de cloprostenol); para realizar sincronización de celos, 2 dosis intramusculares (2 ml cada una) con un intervalo de 11 días; Para interrupción de la preñez, es efectivo hasta los 150 días de gestación
- f) **Restricciones de uso.-** Sumano y Ocampo (2006) indican que no se deben sacrificar animales para el consumo humano dentro de las 24 horas de administrar el producto; no es necesario desechar la leche de animales tratados.

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

#### 3.1.-Localización

El estudio se realizó en 3 establos del valle de Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Baños del Inca.

Caseríos: La victoria y Tartar.

Establos:

1. La esperanza. 7°09'08.59'' latitud sur; 78°28'02.70'' longitud oeste; 2,750 metros sobre el nivel del mar.
2. La Victoria. 7°11'20.15'' latitud sur; 78°27'57.66'' longitud oeste; 2641 metros sobre el nivel del mar.
3. Tartar. 7°09'41.41'' latitud sur; 78°28'23.70'' longitud oeste; 2665 metros sobre el nivel del mar.

Temperatura Promedio anual 15.4 °C.

Precipitación pluvial Promedio anual 650 mm.

Fuente: SENAMHI Cajamarca (2014).

## **3.2. Objetivos**

### **3.2.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del uso de las hormonas reproductivas exógenas, Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol®, en la calidad de la leche de vaca en la campiña de Cajamarca.

### **3.2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el efecto de las hormonas reproductivas exógenas; Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol® en las características físicas (sólidos totales, y densidad) de la leche de vaca en la campiña de Cajamarca.
- b) Determinar el efecto de las hormonas reproductivas exógenas; Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol® en las características químicas (pH) en la leche de vaca en la campiña de Cajamarca.
- c) Determinar el efecto de estas hormonas reproductivas exógenas; Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol® en la calidad organoléptica (color, olor y sabor) de la leche de vaca de la campiña de Cajamarca.

## **3.3. Hipótesis**

La aplicación de las hormonas reproductivas exógenas, Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol®; a vacas de la campiña de Cajamarca, con la finalidad de producir sincronización de celos; no altera significativamente la calidad de la leche en relación con las características físico-químicas y organolépticas.

### **3.4. Unidad de análisis, universo y muestra**

**3.4.1 Unidad de análisis.** Muestra de leche tomada en el ordeño de la tarde.

**3.4.2 Universo.** Leche de vacas en producción de la campiña de Cajamarca, tratadas con hormonas exógenas con la finalidad de sincronización de celos.

**3.4.3 Muestra.** Leche de 30 vacas de raza Holstein, vacías, entre dos a tres meses post parto, que hayan tenido dos partos previos, en buen estado de salud y una condición corporal entre 2.5 a 3.5 según la escala BCS (Body Condition Score).

### **3.5. Hormonas utilizadas**

- a) Norgestomet®.
- b) Cloprostenol®.
- c) Gonadotrofina coriónica equina®.
- d) Valerato de estradiol®.

### **3.6. Tipo y descripción del diseño de contrastación de la hipótesis**

**3.6.1. Diseño de estadístico.** Diseño experimental completamente aleatorizado, con arreglo factorial 3 x 2. Estableciendo 03 grupos de 10 vacas cada uno en 03 establos; cada grupo fue dividido en dos grupos de 05 vacas; un grupo (n = 5) llamado grupo experimental (T1) recibió tratamiento hormonal y el otro grupo (n = 5) grupo fue el grupo control (T0).

Modelo lineal:

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

Donde:  $Y_{ij}$  = Unidad experimental que recibe tratamiento  $i$  y está en el bloque  $j$ .

$u$  = el verdadero efecto medio.

$B_j$  = el verdadero efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$V_i$  = el verdadero efecto  $i$ -ésima variedad.

$E_{ij}$  = el verdadero efecto de la unidad experimental en el  $j$ -ésimo bloque que está sujeto a la  $i$ -ésima variedad (error experimental).

### 3.6.2. Tratamientos

- a) **T1** Recibió tratamiento hormonal.
- b) **T0** No recibió tratamiento hormonal y sirvió como control.

### 3.6.3. Combinación de tratamientos.

		<b>B</b>	
		<b>b1</b>	<b>b2</b>
<b>A</b>	<b>a1</b>	$a1b1 - (5)$	$a1b2 - (5)$
	<b>a2</b>	$a2b1 - (5)$	$a2b2 - (5)$
	<b>a3</b>	$a3b1 - (5)$	$a3b2 - (5)$

### 3.6.4. Repeticiones 5 repeticiones.

**3.6.5. Alimentación de los animales.** Los animales seleccionados estuvieron alimentados mediante un sistema de pastoreo intensivo, a base de Ryegrass- trébol sin suplementación de ningún tipo.

**3.6.6. Tratamiento hormonal.-** El tratamiento con hormonas reproductivas consistió en la aplicación del siguiente protocolo:

- a) Día 0: Colocar el implante de progesterona (3mg) se inyecta 3 mg De Norgestomet y 5 mg de valerato de estradiol vía intramuscular.
- b) Día 7: Inyección de 0.49 mg de prostaglandina F2  $\alpha$ .
- c) Día 9: Retiro del implante de progesterona e inyección de 500 UI de gonadotrofina coriónica equina.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**3.7.1. Toma de muestras.-** Se tomó 500 ml. de leche por vaca; las muestras de leche para los análisis de laboratorio fueron recogidas individualmente de cada vaca, una vez al día en el ordeño de la tarde; y trasladadas al laboratorio dentro de una caja de poliestireno expandido (tecnopor®) con hielo.

Las muestras para el análisis organoléptico se tomaron de dos tanques separados donde se depositó la leche de las vacas tratadas y no tratadas con las hormonas reproductivas.

### **3.8. Examen físico.**

#### **3.8.1. Determinación de sólidos totales y densidad.**

Para la determinación de los sólidos totales y la densidad relativa se emplearon los métodos descritos por Revilla (1982).

##### **a) Procedimiento gravimétrico para determinar los sólidos totales.**

1. Secar el vaso con tapa en una estufa y enfriar en un desecador.
2. Pesar el vaso conjuntamente con la tapa a temperatura ambiente.
3. Pipetear 3 mililitros de leche en el vaso y tapar.
4. Pesar nuevamente.

5. Colocar el vaso abierto en el baño maría, hirviendo por 30 minutos para una desecación previa.
6. Luego someter a una desecación real durante dos horas en la estufa a 102°C Enfriar en el desecador durante 30 minutos.
7. Pesar y colocar en la estufa por una hora; luego se vuelve a enfriar y se vuelve nuevamente a pesar hasta peso constante. La diferencia máxima entre dos determinaciones debe ser de 0.05%.

**b) Procedimiento para determinar la densidad**

- 1) Tomar 250 ml de la muestra en una probeta.
- 2) Efectuar la medición con el lactodensímetro en la muestra, teniendo presente que éste flote libremente y que no debe presentarse formación de espuma en el terminal de la espiga del lactómetro.
- 3) Controlar la temperatura de la leche y debe estar comprendida en el rango de 15 a 20°C.
- 4) Realizar la medición en la espiga del lactómetro en el punto más bajo que alcanza el menisco.
- 5) Si la lectura se efectuó a 15 o 20°C, el valor leído será exacto.

**3.9. Examen químico.**

**3.9.1. Determinación del pH**

El pH se determinó utilizando un (pH metro) o potenciómetro.

- 1) a.- Calibrar el pHmetro.
- 2) b.- Introducir el electrodo en el vaso conteniendo leche a 20 °C; mantener por lo menos 30 segundos y realizar la lectura.
- 3) c.- Lavar la superficie del electrodo para realizar la lectura de otra muestra.

- 4) d.- Si no se obtiene una nueva lectura se debe a que la superficie de la leche presenta una película de grasa que aísla al electrodo. En este caso lavar el electrodo con agua destilada y detergente.

### **3.10. Análisis organoléptico**

Para el análisis organoléptico, se invitaron a 03 personas con reconocida experiencia en la producción de lácteos, para participar como jueces efectivos entrenados en la evaluación del color, olor y sabor de la leche. El análisis de las muestras se efectuó trascurridos 10 minutos aproximadamente después del ordeño; los jueces desconocían la procedencia de la muestra de leche realizando una “Prueba a ciegas” cada juez analizó dos muestras por establo cada día, de la leche ordeñada de los dos grupos de vacas separadamente; las tratadas y no tratadas.

Antes de iniciar la prueba, se consideró lo mencionado por Anzaldúa (1994); Pedrero y Pangborn (1997) que consistió en dar una breve descripción a los jueces, y a cada uno se les proporcionó un cuestionario elaborado en base a un método denominado “Prueba de nivel de agrado”, donde se emplea una escala hedónica de 20 puntos que describen desde un extremo agrado hasta un extremo desagrado, con un punto intermedio.

- a) El color se evaluó tomando dos de muestras de leche en tubos de ensayo de vidrio de 10 ml para cada juez; correspondientes al grupo T1 y T0 y se colocaron en una gradilla, debidamente codificados de donde fueron tomados por los jueces para su evaluación.
- b) El olor y el sabor se evaluaron tomando dos muestras de leche en vasos de vidrio de 100 ml para cada juez; una muestra de cada tratamiento; fueron codificados y se colocaron en una mesa, para su evaluación mediante el olfato y la degustación.

Las calificaciones se establecieron en una escala de 4 a 20 según la siguiente escala.

Tabla 1. Escala hedónica para evaluación de color, olor y sabor de la leche.

Escala hedónica	Puntaje
Me disgusta mucho	4
Me disgusta	8
No me gusta ni me disgusta	12
Me gusta	16
Me gusta mucho	20

Adaptado de Anzaldúa, 1994, Pedrero y Pangborn, 1997.

### 3.11. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron agrupados en tablas de Excel y analizados utilizando el paquete estadístico SAS.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. pH de la leche

Tabla 2. Comparación del pH de la leche según establo y tratamiento reproductivo.

Establo	Tratamientos		Promedio	Prueba Tukey
	T0 (n=5)	T1 (n=5)		
1	6,71	6,78	6,75	A N/S
2	6,70	6,78	6,74	A N/S
3	6,75	6,82	6,79	A N/S
Promedio	6,72	6,79	T x Estb.	N/S

N/S (no Significativo); \* $p < 0,05$  % (Significativo); \*\*  $p < 0,01$  % (altamente Significativo)

##### 4.1.1. pH de la leche entre tratamientos

El pH de la leche muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos; la leche de las vacas que recibieron el tratamiento hormonal presenta un pH de 6,79; mostrando una tendencia alcalina frente al pH de la leche de vacas no tratadas con un valor de pH de 6,72.

La diferencia del pH entre tratamientos es causada por la actividad de las hormonas utilizadas, en la sincronización de celo debido a que influyen en la secreción de la glándula mamaria tal es el caso de la hormona exógena norgestomet que es similar a la progesterona que actúa en la secreción de la glándula mamaria y en la retención de cierta cantidad de sodio, lo que induce la retención de agua produciendo la alcalinización de la leche como lo mencionan Sumano y Ocampo (2006); asimismo se incrementa la

permeabilidad de las glándulas mamarias originando una mayor concentración de iones sodio y cloro; una reducción del contenido de la lactosa y del fosforo inorgánico similar a lo reportado por Alais (2003). La leche de las vacas que no recibieron el tratamiento hormonal, presentó una tendencia ligeramente ácida; debido principalmente a la presencia caseína, aniones fosfórico y cítrico, (Negri, 2005); esta variación se considera normal para una leche fresca; ya que solo existe un estrecho rango de variación del pH de la leche (Thompson, *et al.*, 2009); asimismo la leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6,5 y 6,8 como consecuencia de la presencia de caseína, aniones fosfórico y cítrico, principalmente.

El pH de la leche las vacas tratadas 6,79 es ligeramente alcalinao con respecto a la leche las vacas no tratadas; con 6,72; estos resultados presentan una tendencia similar a lo reportado por Konyali *et al.* (2010) quienes en un trabajo de sincronización de celo en cabras, mediante la aplicación vía vaginal de una esponja impregnada con norgestomet, encontraron que el valor del pH de la leche se incrementó durante el tratamiento de sincronización con hormonas reproductivas.

A la prueba de comparación de promedios de Tukey; los valores del pH de la leche entre tratamientos son estadísticamente diferentes; siendo el mayor valor para la leche de vacas tratadas hormonalmente con una tendencia alcalina.

#### **4.1.2. pH de la leche entre establos**

Para los valores del pH entre establos no se encontró diferencia estadística significativa; los valores para el pH de la leche fueron de 6,75, 6,74 y 6,79 para los establos 1, 2 y 3 respectivamente. Estos valores se encuentran dentro de los rangos normales para el pH de la leche fresca, que están comprendidos entre 6,5 y 6,8 que considerando lo reportado por Negri (2005) se debe a la similitud de las condiciones de manejo, alimentación y uniformidad de la raza los tres establos; asimismo se corrobora lo manifestado por Magariños (2000) quien menciona que existe una relativa uniformidad en la composición de la leche de vaca de la misma raza; sin embargo varía considerablemente entre vacas del diferente raza.

#### **4.1.3. pH de la leche entre los días de control**

Los valores del pH de la leche en las vacas no tratadas, no muestra diferencia estadística significativa entre los días de control; sin embargo, el valor del pH de la leche en las vacas tratadas hormonalmente presenta alcalinidad desde el primer día hasta el tercer día; con valores de 6,70, 6,77 y 6,82, luego muestra un rango de variación muy reducida hasta el día 10 (figura 1); este incremento súbito del pH es producido de la hormona norgestomet que “tiene efectos complementarios con los estrógenos que se aplican simultáneamente, al inicio del tratamiento hormonal” (Sumano y Ocampo, 2006), el pH de la leche de las vacas que no fueron tratadas con hormonas, se mantuvo estable durante los 10 días de control presentando ligeras variaciones, con valores comprendidos entre 6,70 y 6,73.

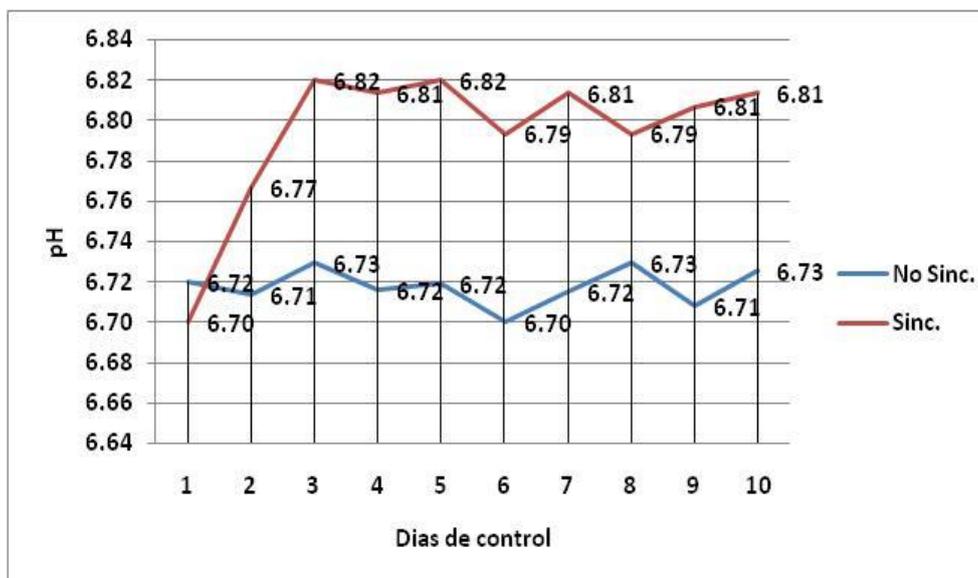


Figura 1. Variación del pH en leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.

## 4.2. Sólidos totales de la leche

Tabla 3. Comparación del porcentaje de sólidos totales según establo y tratamiento reproductivo.

Establo	Tratamiento			Prueba
	T0 (n=5)	T1 (n=5)	Promedio	
1	12,49	12,49	12,71	A N/S
2	12,47	12,86	12,66	A N/S
3	12,48	12,88	12,66	A N/S
Promedio	12,48	12,88	T x Estb.	N/S

N/S (no Significativo.); \* $p < 0,05$  % (Significativo); \*\*  $p < 0,01$  % (altamente Significativo)

### 4.2.1. Porcentaje de sólidos totales de la leche entre tratamientos

El contenido de sólidos totales de la leche de las vacas de los dos tratamientos muestra diferencias estadísticas altamente significativas; siendo mayor en la leche de las vacas tratadas con hormonas con 12.88 %; en cambio el grupo de vacas no tratadas presentó un porcentaje menor con

12.48 %; esto se atribuye al incremento de metabolismo de las vacas a causa de la hormona norgestomet, la cual tiene efecto similar a la progesterona en cuanto a la síntesis de proteínas, debido a que la inyección inicial de 3 ml. de norgestomet y el inserto implantado en la oreja producen niveles altos de norgestomet en la sangre; este resultado es similar a lo reportado por Mellado y García (2012), quienes en un estudio realizado con el objetivo de determinar el efecto de la sincronización del estro con norgestomet y valerato de estradiol en cabras lactantes encontraron que el contenido de proteína 3.96%, 4.36% y caseína 3.22 vs 3.61%; fue mayor en la leche obtenida después de la inyección con 5mg de valerato de estradiol, 3mg de norgestomet más un implante de oído con 6 mg de norgestomet; asimismo, Konyali *et al* (2010) mencionan que el contenido de proteína aumentó numéricamente con la aplicación de la esponja intravaginal humedecida con norgestomet; coincidiendo con Mellado y García (2012) quienes presentan resultados similares sobre el incremento del contenido de proteína de la leche.

#### **4.2.2. Porcentaje de sólidos totales de la leche entre establos**

La comparación del porcentaje de sólidos totales de la leche entre establos no mostró diferencias estadísticamente significativas presentado valores promedio de 12,72 %; 12,67 % y 12,67 %, para los establos 1, 2 y 3, respectivamente, estos valores son superiores a los reportados por Viera (2013) que en un estudio para determinar los parámetros de calidad de leche de vacuno en el valle del Mantaro encontró  $11,91 \pm 0,20$  % de sólidos totales; sin embargo, la diferencia de los valores reportados por este autor posiblemente se deban a efecto de las razas y al tipo de alimentación. Los resultados obtenidos indican que el porcentaje de sólidos totales de la leche

presenta la misma tendencia en los tres establos evaluados, debido a la similitud en el manejo, alimentación, raza y estado de lactación de las vacas estudiadas; así como a las condiciones ambientales similares para los dos grupos; en las que se llevó a cabo el experimento. El contenido de sólidos totales de la leche obtenida en los 03 establos es normal para la raza según lo reportado por Latrille (1993) que indica que el porcentaje de sólidos totales para leche de vacas Holstein es de 12,30 %.

#### **4.2.3. Porcentaje de sólidos totales de la leche entre días de control**

Durante los 10 días de control el porcentaje de sólidos totales se mantuvo ligeramente mayor al valor promedio normal para la leche de vaca de la raza Holstein, el cual es de 11,40 % según el Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (2003). Estadísticamente no existe diferencia en los promedios del porcentaje de sólidos totales de la leche entre los días de control, cuyos valores están comprendidos entre 12,46 % y 12,80 %. El contenido de sólidos totales en la leche de las vacas sincronizadas presenta un ligera disminución el día 2 con respecto al día 1 con valores que van de 12,51% a 12,44% (figura 2), esto es consecuencia del estrés al que fueron sometidos los animales durante el tratamiento de sincronización; al tercer día se presenta un incremento hasta el día 5, alcanzando un valor de 12,96 % que nos indica que las hormonas exógenas aplicadas tienen efecto sobre el contenido de los sólidos totales de la leche.



Figura 2. Variación del porcentaje de sólidos totales de la leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.

### 4.3. Densidad de la leche

Tabla 4. Densidad de leche ( $gr/cm^3$ ) según establo y tratamiento reproductivo.

Establo	Tratamientos		Promedio	Prueba Tukey
	T0 (n=5)	T1 (n=5)		
1	1,030	1,031	1,031	A N/S
2	1,029	1,032	1,031	A N/S
3	1,028	1,031	1,030	A N/S
Promedio	1,029	B **	1,031	A** T x Estb. N/S

N/S (no Significativo); \* $p < 0,05$  % (Significativo); \*\*  $p < 0,01$  % (altamente Significativo)

#### 4.3.1. Densidad de la leche entre tratamientos

Existen diferencia estadística altamente significativa entre la densidad de la leche de las vacas sincronizadas  $1,031\text{ gr/cm}^3$  y la densidad de la leche de las vacas no sincronizadas  $1,029\text{ gr/cm}^3$ . Estos datos presentan la misma tendencia a los reportados por Mellado y García (2012) quienes reportan que

el porcentaje de proteína; (3,96 vs 4,36%) y caseína (3,22 vs 3,61%) fue mayor en la leche obtenida después del tratamiento con SYNCRO-MATE B que al incrementarse aumentan su densidad. Los resultados obtenidos también concuerdan con lo reportado por Konyali *et al.* (2010) quienes informaron haber encontrado un incremento de la densidad de la leche de cabras sometidas a un tratamiento de sincronización de celo, reportando valores de; 1,028 gr/cm<sup>3</sup> vs. 1,029 gr/cm<sup>3</sup>; esto indica que las hormonas utilizadas para la sincronización de celo incrementan la densidad de la leche; sin embargo los valores obtenidos en los 02 tratamientos, están dentro de los parámetros normales para una leche de vaca de buena calidad, que debe tener un mínimo 1,0296 gr/cm<sup>3</sup> y Máximo 1,0340 gr/cm<sup>3</sup> (Normas Técnicas Peruanas - NTP 2002); también podemos considerar como un factor que modifica la leche lo reportado por (Sumano y Ocampo 2006) que mencionan que la progesterona además de favorecer la implantación del embrión; aumenta la eficacia metabólica durante la preñez, fomenta el apetito y disminuye la actividad motriz, con la consecuente ganancia de peso. Asimismo también influye en el desarrollo del sistema lóbulo alveolar de la glándula mamaria.

#### **4.3.2. Densidad de la leche entre establos**

Al análisis estadístico de la leche de vacas entre establos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, con valores de 1,031 gr/cm<sup>3</sup>, 1,031 gr/cm<sup>3</sup> y 1,030 gr/cm<sup>3</sup>, para los establos 1, 2 y 3, respectivamente; esto se debe a que las condiciones de alimentación y manejo, así como el tipo de animales que fueron similares en los tres establos. La leche de los establos evaluados según su densidad es clase “A”

considerando la clasificación que hace Magariños (2000) que indica que una leche de clase “A” tiene una densidad igual o mayor a 1,029 g/cm<sup>3</sup> a 20°C.

### 4.3.3. Densidad de la leche entre días de control

Los valores de la densidad de la leche encontrados durante los días de control para el caso de las vacas tratadas, presenta un incremento progresivo desde el día 1 hasta el día 5 con valores de que van de 1,028 gr/cm<sup>3</sup> hasta 1,033 gr/cm<sup>3</sup> (figura 3); que luego llegan a estabilizarse durante los días 6 al 10; con densidades que van de 1,033 gr/cm<sup>3</sup> a 1,034 gr/cm<sup>3</sup>; esto indica que la principal hormona involucrada en el incremento de la densidad de la leche sería el norgestomet ya que el estradiol que es aplicado durante los primeros días de la sincronización no tiene efectos sobre el contenido de la secreción láctea en la glándula mamaria. La densidad de la leche de las vacas no tratadas muestra una tendencia estable; con en un rango entre 1,028 gr/cm<sup>3</sup> y 1,029, gr/cm<sup>3</sup>; considerada como una leche normal cuya densidad se encuentra entre 1,027 g/cm<sup>3</sup> a 1,033 g/cm<sup>3</sup>; (Harding, 1995).

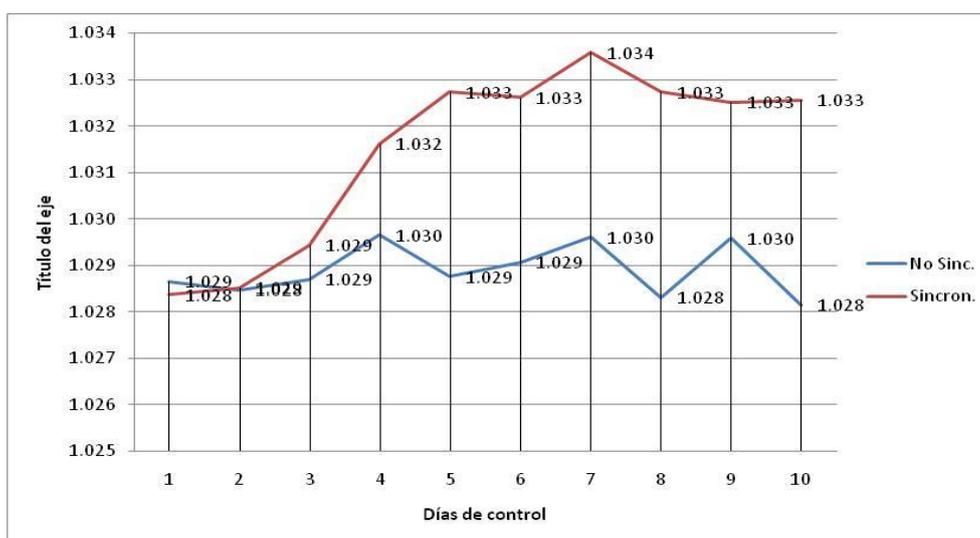


Figura 3. Variación de la densidad de la leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.

#### 4.4. Calidad organoléptica de la leche

Tabla 5. Valores encontrados para la calidad organoléptica de la leche mediante una escala hedónica de 1 a 20; según establo y tratamiento reproductivo.

Establo	Tratamientos			Prueba	
	T0 (n=5)	T1 (n=5)	Promedio	Tukey	
1	18,87	18,68	18,78	A N/S	
2	18,88	18,98	18,93	A N/S	
3	18,82	18,88	18,85	A N/S	
Promedio	18,86	A N/S	18,85	A N/S	T x Estb. N/S

N/S (no Significativo); \*p< 0,05 % (Significativo); \*\* p<0,01 % (altamente Significativo)

##### 4.4.1. Calidad organoléptica de la leche entre tratamientos

Según sus características organolépticas la leche no presenta diferencia estadística significativa, entre los grupos de vacas tratadas hormonalmente y las no tratadas; los valores del puntaje encontrados fueron de 18,85 en el primer caso y 18,86 para la leche de las vacas no tratadas. Esto nos indica que las características organolépticas evaluadas, muestran un mismo comportamiento independientemente del tratamiento reproductivo al que fueron sometidas las vacas, sin embargo pueden existir ligeras variaciones las cuales no son perceptibles por los sentidos.

##### 4.4.2. Calidad organoléptica de la leche entre establos

Según los resultados obtenidos; la leche de las vacas de los tres establos evaluados, no muestra diferencia estadística presentando valores de 18.78, 18.93 y 18.85 para los puntajes de los hatos 1, 2 y 3 respectivamente, esto nos indica que la calidad organoléptica, no está influenciada por este factor,

debido a que las vacas productoras de la leche obtenida en los tres establos, estuvieron sometidos a los mismos factores como son; raza, etapa de lactancia y sistema de alimentación que son factores que influyen en la composición de la leche como lo mencionan (Hupets y Kelly, 2009); También Morales (2009) indica que existen diferencias raciales en la producción de leche, factor que no tiene influencia en este caso, dado que la leche evaluada proviene de vacas de la misma raza; confirmando que la calidad organoléptica de la leche de las vacas evaluadas no varía entre establos.

#### **4.4.3. Calidad de organoléptica de la leche entre los días de control**

Al análisis estadístico, la valoración de la calidad organoléptica de la leche entre los días de control, no presenta diferencias estadísticas significativas; sin embargo los valores promedio la calidad de la leche, muestran ligeras variaciones durante los 10 días de control; los días 2 y 3 muestran un incremento hasta alcanzar un valor de 18,91 y luego desciende el día 4 hasta 18,70; que es el valor más bajo; el día 5 aumenta a 18,97, y es el valor más alto durante el periodo de evaluación; los días 6, 7 y 8 presenta un descenso para alcanzar un puntaje de 18,81 que es el valor similar al inicial. La leche de las vacas tratadas y no tratadas muestran la misma tendencia durante los 10 días de control, con ligeras variaciones debidas a cambios en la composición de la leche entre días de control, que pueden ser atribuidas a factores ambientales como lo menciona Vélez (2013) cuando existe lluvia, viento y posiblemente otros factores los animales dejan de comer y se producen produce cambios en la producción de leche lo que según Morales (2009), también modifica su composición, los resultados encontrados, la leche de las

vacas tratadas y no tratadas presentan la misma tendencia desde el punto de vista organoléptico, como se muestra en la figura 4; debido principalmente a similitud de condiciones de los dos grupos de vacas en estudio.

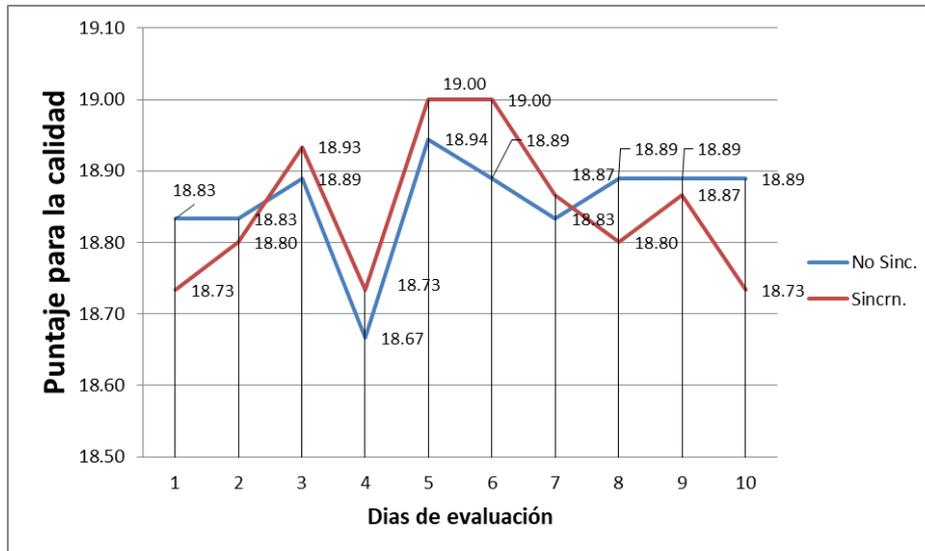


Figura 4. Variación de la calidad de la leche de vacas según tratamiento reproductivo y días de control.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- 1) Las hormonas reproductivas exógenas Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol®, modifican las características físicas de la leche; tales como son el contenido de sólidos totales y la densidad, encontrándose que estos índices son mayores en la leche de las vacas tratadas con las hormonas exógenas; indicando que el proceso de sincronización de celo las vacas utilizando las hormonas mencionadas, incrementa el contenido de estos componentes; sin embargo estos valores están dentro de los rangos establecidos para una leche de vaca de buena calidad.
- 2) El uso de las hormonas reproductivas exógenas Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol® tiene efecto sobre las características químicas produciendo una variación del pH de la leche de las vacas que fueron tratadas la misma que presenta una tendencia a la alcalinidad frente a la leche de las vacas que no fueron sometidas al tratamiento hormonal.
- 3) El uso de las hormonas reproductivas exógenas Norgestomet®, Cloprostenol®, Gonadotrofina coriónica equina® y Valerato de estradiol® no tiene efecto sobre las características organolépticas, la leche en cuanto al sabor, olor y color no se encontró diferencias entre la leche de las vacas sincronizadas, frente a la leche de las vacas no sincronizadas.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar, C. 2001. *Análisis de las curvas de producción de sólidos lácteos (Grasa, Proteína, Sólidos Totales) de vacas de la raza Holstein en Costa Rica*. Tesis. Lic. Zootecnia. San José, C.R., Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica, pag. 106.
- Albarracín, F., Carrascal A. 2005. *Manual de Buenas Prácticas de manufactura para microempresas lácteas*, Pontificia universidad Javeriana , pag. 124. Recuperado de <http://organoleptico-leche.blogspot.pe/2011/11/analisis-organoleptico-de-leche-y.html>; Consulta 16 de Enero de 2013.
- Anzaldúa, A. 2005. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial ACRIBIA. 2da edición. Zaragoza – España, pag. 128
- Armendano, J., González, S., Uslenghi, G., Cabodevila, J., Callejas, S. 2015. *Efecto de la sal de estradiol, estatus ovárico y condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas con cría IATF*. Rev. Vet. 26 (2): 108-112. Recuperado de [www.scielo.org.ar/pdf/revet/v26n2/v26n2a05.pdf](http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v26n2/v26n2a05.pdf) Consulta 20 de febrero de 2013.
- Bargo, F., Muller, J. Delahoy, E. and Cassidy, T. 2002. *Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations*. Journal of Dairy Science 85: 2948-2963.
- Becaluba, F. 2006. *Métodos de Sincronización de Celos en Bovinos*, Sitio Argentino de Producción Animal, 2006, Recuperado de [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/92-metodos\\_sincronizacion.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf), Pág. 2,3. Consulta 04 de marzo 2013

- Bríñez, W. 2008. *Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela.* Rev. Cient. Maracaibo vol18 N.5 Maracaibo 2008; Recuperado de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592008000500012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592008000500012&script=sci_arttext) Consulta 03 mayo 2013
- Botana, L., Landoni, F., Jiménez T. 2002. *Farmacología y Terapéutica Veterinaria.* Editorial Mc Graw-Hill Interamericana Barcelona España, Pag. 411-423
- Bustos, L. y Duarte, M. 2010. *Evaluación del Efecto de la eCG en el Porcentaje de Preñez Aplicando a los 14 Días Post-IATF en Vaquillonas Aberdeen Angus de 24 Meses,* Tesis, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recuperado de <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20final%20especializacion%20-%20BUSTOS%20-%20DUARTE.pdf>, Consulta 06 de Enero de 2013.
- Carroll, S. De Peters, E. Taylor, S. Rosenberg, M. Perez-Monti, H. and Capps. V. 2006. *Milk composition of Holstein, Jersey and Brown Swiss cows in response to increasing levels of dietary fat.* Animal Feed Science and Technology 131: 451-473.
- Céliz, M., Juárez, D. 2009. *Microbiología de la leche.* Seminario de procesos fundamentales físico - químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en medio ambiente. Laboratorio de Química F.R. Bahía Blanca. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina. Disponible desde <http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/leche/microbiologia.pdf> Consulta 21 de junio 2013

- Cesaroni, G. Butler, H. y Durand, M. 2007. *Evaluación del uso de dos ésteres de estradiol sobre la tasa de fertilidad a la IATF en vacas secas, tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona*. Sincrovac. Paper 2, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://www.sincrovac.com.ar/papers/Sincrovac-Paper2-Evaluacion-uso-dossteres.pdf>. Consulta 23 abril 2013
- Chollet, S, Lelièvre, M. Abdi, H. y Valentin, D. (2011) *Sort and beer: everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask*. Food Quality and Preference 22: 507-520.
- Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales, - INDECOPI 2003. *Norma técnica Peruana 202.001*. Leche y productos lácteos. Leche. Cruda. Requisitos 4<sup>ta</sup> ed. Abril 2003. Lima Perú.
- Christodouloupoulos, G. Solomakos, N. Katsoulos , D. Minas A, y Kritas S. 2008, *Influence of oestrus on the heat stability and other characteristics of milk from dairy goats*. J Dairy Res. 2008 Feb;75 (1):64-8.
- De Peters, J. y Cant J. 1992. *Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review*. Journal of Dairy Science 75: 2043- 2070.
- Gasque, R. 2008. *Enciclopedia Bovina Reproducción Bovina*, Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Primera edición, Ciudad Universitaria. México, DF.
- Háñez, B. 2002. *Reproducción e inseminación artificial de los animales*, 7<sup>a</sup> edición Editorial McGraw-Hill Interamericana, Barcelona España.

- Harding, F., 1995. *Milk quality*. Blackie Academic and Professionals, an imprint of Chapman and Hall, Glasgow, UK.
- Holmes, C. y Wilson, G. 1989. *Producción de Leche en Praderas*. Acribia. Zaragoza. pp: 46-51
- Huppertz, T. y Kelly, A. *Properties and constituents on cow's milk*. 2009. In: *Milk Processing and Quality Management* Tamime, A. Y. (ed.). Blackwell. Oxford Reino Unido. pp: 23- 47.
- Hurley, W. 2009. *Milk Composition and Synthesis*. <http://classes.ansci.illinois.edu/ansc438/Milkcompsynth/milkcompsynthresources.html>. Consulta 18 marzo 2013
- Javaid S. Gadahi, J. Khaskeli J., Bhutto M, Kumbher, S. And Panhwar, A. 2009, *pHysical and chemical quality of market milk sold at tandojam, Pakistan*, Vet. Journal Faculty of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, Sindh Agriculture University, Tandojam, Pakistan. [http://pvj.com.pk/pdf-files/29\\_1/27-31.pdf](http://pvj.com.pk/pdf-files/29_1/27-31.pdf). Consulta 03 abril 2013
- Konyali, A. Sitki, B. y Yurdabak, S. 2010. *Effect of estrus synchronization on dairy goat milk composition*. Turkey African Journal of Agricultural Research Abril 2010 Vol. 5 (8), pp. Recuperado de <http://www.academicjournals.org/ajar/PDF/pdf%202010/18%20Apr/Konyali%20et%20al.pdf> Consulta 21 mayo 2013
- Krause, K. and Oetzel, G. 2006. *Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review*. Animal Feed Science and Technology 126: 215-236.

- Latrille, L. 1993. *El valor nutritivo de la leche bovina y factores que alteran su composición*. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción Animal (B-17):27-56
- Magariños. H. 2000, *Producción higiénica de la leche cruda, Una guía para la pequeña mediana empresa*, Edición 2001, Producción y Servicios Incorporados S.A. Calzada Mateo Flores 5-55, Zona 3 de México Guatemala, Centroamérica.  
[www.science.oas.org/oea\\_gtz/LIBROS/LA\\_LECHE/leche.htm](http://www.science.oas.org/oea_gtz/LIBROS/LA_LECHE/leche.htm) Consulta 12 junio 2013
- Mellado, M. y García, J. 2012. *La sincronización del celo con norgestomet al final de la lactancia acelera el secado de la glándula mamaria de las cabras*, Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro; Avances y resultados de proyectos de investigación 1991- 2001. 2° ed. México. 2012. Recuperado de;  
[http://www.uaaan.mx/DirInv/comeaa/Avances\\_y\\_Rdos\\_Inv/ARPI\\_1991-2001\\_Ed\\_2012\\_rt.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/comeaa/Avances_y_Rdos_Inv/ARPI_1991-2001_Ed_2012_rt.pdf) Consulta 17 abril 2013
- Morales, M. 2009. *Factores que afectan la composición de la leche*. Tecno Vet, [S.l.], v. 5, n. 1, sep. 2010. ISSN 0718-1817. Recuperado de  
<http://www.tecnovet.uchile.cl/index.pHp/RT/article/view/5224/5104> Consulta 15 mayo 2013
- MurpHy, B, Martinuk S. 1991. *Equine chorionic gonadotropin*. Endocrine Reviews 1991. 12: 27– 44.
- Negri, L. 2005, *El pH y la acidez de la leche*, Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2° ed., INTA, Argentina.  
<http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>  
Consulta 15 de mayo 2013

- Núñez, R. 2011. *Utilización de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en Vacas de Carne, Sobre la Tasa de Preñez y Pérdidas Embrionarias en un Programa de Inseminación Artificial*, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias, Córdoba, Recuperado de [http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20Final%20-%20Especialidad%20\\_Nu%C3%B1ez.pdf](http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20Final%20-%20Especialidad%20_Nu%C3%B1ez.pdf). Consulta 15 de mayo 2013
- Ortiz, O., Ávila, D. Lagunes, L., Castañeda, M., López G., Aguilar, B., Román, P. Villagómez, C., Aguilera, S., Quiroz, J. y Calderón, R. 2002. *Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico*. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico Núm. 5. Segunda edición. Veracruz, México.
- Pastor, J., Mellado, M., Ramírez, .A., y Dolores, E. 2008. *Evaluación sensorial de queso de leche de cabra tipo Boursin, sabor natural y ceniza*, REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. IX, núm. 8, agosto, pp. 1-8 Veterinaria Organización Málaga, España. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617057002> Consulta 15 mayo 2013
- Pedrero, D. y Pangborn, R. 1997. *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Longman, S.A. México, Distrito Federal.
- Revilla, A., 1982: *Tecnología De La Leche; Procesamiento Manufactura y Análisis*; Instituto Interamericano De Cooperación. Para La. Agricultura; San. José, Costa Rica. Pág. 245 - 255.
- Rivera, H. 2012. *Nuevo Protocolo de Presincronización Doble-Ovsynch promete buenos resultados en vacas lecheras*. Repro Connections, Vol 1, Ed disponible desde <https://www.engormix.com> › Ganadería › Artículos técnicos › Genética – Reproducción Consulta 15 de mayo 2013

- Rueg, P. (2001). *Manejo hacia la calidad de la leche*. Universidad de Wisconsin-Mádison.
- Sumano H. y Ocampo L. 2006. *Farmacología veterinaria* 3ª edición Editorial McGraw-Hill Interamericana, Barcelona España.
- Sutton, J. 1989. *Altering milk composition by feeding*. Journal of Dairy Science 72: 2801-2814
- Thompson, A., Boland, M. and Singh, H. 2009. *Milk Proteins from Expression to Food*. 1a (ed.). Elsevier. USA. 535 p.
- Thibodeau, G. y Patton, K. 2000. *Anatomía y Fisiología: Sistema Endocrino*. 4ª Edición. Editorial Harcourt. Madrid - España.
- Tyler, H., y Ensminger, M. 2006. *Dairy Cattle Science*. 4a. (ed.). Pearson Prentice Hall. Ohio E.U. pp: 215-217.
- Vélez de Villa, E. (2013) *Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo*. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos, Sitio Argentino de Producción Animal Recuperado de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/225-Articulo\\_velez.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf) Consulta 15 mayo 2013
- Viera, M. 2013. *Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el valle del Mantaro*. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina; facultad de Zootecnia. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1751/Q04.V665-T.pdf?sequence=1>. Consulta 07 de junio 2017

Wattiaux, M. 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, M. 2013. *Esenciales Lecheras Capítulo 19. Instituto Babcock.* University of Wisconsin, Madison, USA.

<http://babcock.wisc.edu/node/199>. Consulta 07 junio 2017

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

White, S., Bertrand, J., Wade, M., Washburn, S., J. Green, J., and Jenkins, T. 2001. *Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration.* Journal of Dairy Science 84: 2295-2301.

## **ANEXOS**

Tabla 6. Valores del pH de la leche de vacas según tratamiento reproductivo

CONTROLES	TRATAMIENTOS							
	T0 ( vacas no sincronizadas)				T1 (vacas sincronizadas)			
	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio
1	6,68	6,72	6,72	6,72	6,72	6,70	6,72	6,70
2	6,76	6,74	6,64	6,71	6,76	6,80	6,74	6,77
3	6,68	6,74	6,77	6,73	6,78	6,84	6,84	6,82
4	6,66	6,74	6,75	6,72	6,76	6,84	6,84	6,81
5	6,88	6,60	6,68	6,72	6,98	6,70	6,78	6,82
6	6,74	6,68	6,68	6,70	6,84	6,76	6,78	6,79
7	6,72	6,72	6,71	6,72	6,86	6,82	6,76	6,81
8	6,62	6,58	6,99	6,73	6,66	6,68	7,04	6,79
9	6,68	6,72	6,72	6,71	6,78	6,82	6,82	6,81
10	6,64	6,72	6,82	6,73	6,74	6,82	6,88	6,81
Promedio	6,71	6,70	6,75	6,72	6,78	6,78	6,82	6,79

Est. = Establo

Tabla 7. Análisis de variancia para los valores de pH en leche de vacas según tratamiento reproductivo

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	1	0,08664000	0,08664000	11,58	0,0014
EST	2	0,02452000	0,01226000	1,64	0,2057
DIA	9	0,02044000	0,00227111	0,30	0,9698
TRT*EST	2	0,00028000	0,00014000	0,02	0,9815
Error	45	0,33676000	0,00748356		
Total corregido	59	0,46864000			

C. V. 1,28      pH Media 6,75

Tabla 8. Prueba de significación de Tukey para los valores del pH de la leche según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	TRT
A	6,79400	30	1
B	6,71800	30	0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 9. Prueba de significación de Tukey para los valores del pH de leche entre establos según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	EST
A	6,78400	20	3
A	6,74700	20	1
A	6,73700	20	2

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 10. Prueba de significación de Tukey entre controles para el pH de la leche según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	DIA
Agrupamiento	Media	N	DIA
A	6.77500	6	3
A	6.77000	6	10
A	6.77000	6	5
A	6.76500	6	4
A	6.76500	6	7
A	6,76167	6	8
A	6,75667	6	9
A	6,74667	6	6
A	6,74000	6	2
A	6,71000	6	1

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 11. Valores del porcentaje de sólidos totales para leche de vacas según tratamiento reproductivo

CONTROLES	TRATAMIENTOS							
	T0 (vacas no sincronizadas)				T1 (vacas sincronizadas)			
	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio
1	12,46	12,59	12,33	12,46	12,67	12,58	12,28	12,51
2	12,48	12,45	12,49	12,47	12,42	12,52	12,39	12,44
3	12,62	12,53	12,26	12,47	12,72	12,57	12,49	12,60
4	12,35	12,44	12,64	12,48	13,18	12,76	12,93	12,96
5	12,53	12,6	12,37	12,50	13,14	13,03	12,99	13,05
6	12,58	12,35	12,43	12,45	12,93	12,85	13,29	13,02
7	12,43	12,45	12,60	12,50	13,16	13,04	13,12	13,11
8	12,57	12,34	12,52	12,48	13,06	13,04	13,00	13,04
9	12,49	12,47	12,49	12,48	13,07	13,09	13,04	13,07
10	12,44	12,43	12,63	12,50	13,02	13,12	12,92	13,02
Promedio	12,49	12,47	12,48	12,48	12,94	12,86	12,85	12,88

Est. = Establo

Tabla 12. Análisis de variancia para el porcentaje de sólidos totales de leche de vacas según tratamiento reproductivo

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	1	2,42406000	2,42406000	76,51	<,0001
EST	2	0,03964333	0,01982167	0,63	0,5395
DIA	9	0,95222667	0,10580296	3,34	0,0033
TRT*EST	2	0,01369000	0,00684500	0,22	0,8065
Error	45	1,42577333	0,03168385		
Total corregido	59	4,85539333			
Coef. Var. 1,40		Sólidos totales Media 12,67			

Tabla 13. Prueba de significación de Tukey, para el porcentaje de sólidos totales entre tratamientos según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	TRT
A	12,88067	30	1
B	12,47867	30	0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 14. Prueba de significación de Tukey entre establos para el contenido de sólidos totales de leche de vacas según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	EST
A	12,71600	20	1
A	12,66250	20	2
A	12,66050	20	3

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 15. Prueba de significación de Tukey entre controles para el contenido de sólidos totales de leche de vacas según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	DIA
A	12,8000	6	7
A	12,7767	6	5
A	12,7750	6	9
A	12,7600	6	10
A	12,7550	6	8
A	12,7383	6	6
A	12,7167	6	4
A	12,5317	6	3
A	12,4850	6	1
A	12,4583	6	2

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 16. Valores de la densidad de leche (gr/cm<sup>3</sup>) de vacas según tratamiento reproductivo

	CONTROLES				TRATAMIENTOS			
	T0 ( vacas no sincronizadas)				T1 (vacas sincronizadas)			
	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio
1	1,029	1,033	1,024	1,029	1,028	1,028	1,029	1,028
2	1,033	1,026	1,026	1,028	1,028	1,028	1,029	1,029
3	1,030	1,028	1,028	1,029	1,028	1,030	1,030	1,029
4	1,030	1,029	1,029	1,030	1,031	1,031	1,033	1,032
5	1,031	1,028	1,028	1,029	1,033	1,033	1,032	1,033
6	1,029	1,029	1,029	1,029	1,033	1,033	1,032	1,033
7	1,029	1,030	1,030	1,030	1,034	1,034	1,032	1,034
8	1,030	1,027	1,027	1,028	1,033	1,033	1,032	1,033
9	1,030	1,029	1,029	1,030	1,033	1,033	1,031	1,033
10	1,031	1,027	1,027	1,028	1,031	1,033	1,033	1,033
Promedio	1,030	1,029	1,028	1,029	1,031	1,032	1,031	1,031

Est. = Establo

Tabla 17. Análisis de variancia para la densidad de leche (gr/cm<sup>3</sup>) de vacas según tratamiento reproductivo

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	1	0,00009959	0,00009959	34,47	<,0001
EST	2	0,00001690	0,00000845	2,93	0,0639
DIA	9	0,00006435	0,00000715	2,48	0,0218
TRT*EST	2	0,00001779	0,00000890	3,08	0,0558
Error	45	0,00012999	0,00000289		
Total corregido	59	0,00032863			

Coef. Var. 0,16 Densidad Media 1,0301

Tabla 18. Prueba de significación de Tukey entre tratamientos para densidad de la leche (gr/cm<sup>3</sup>) en vacas según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	TRT
A	1,0313667	30	1
B	1,0288333	30	0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 19. Prueba de significación de Tukey entre establos para la densidad de la leche (gr/cm<sup>3</sup>) de vacas según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	EST
A	1,0308300	20	1
A	1,0301650	20	2
A	1,0295300	20	3

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 20. Prueba de significación de Tukey entre controles para la densidad de la leche (gr/cm<sup>3</sup>) de vacas según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	DIA
A	1,0316000	6	7
A	1,0310500	6	9
A	1,0308333	6	6
A	1,0307500	6	5
A	1,0306167	6	4
A	1,0305000	6	8
A	1,0303333	6	10
A	1,0290667	6	3
A	1,0285000	6	1
A	1,0285000	6	2

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 21. Valores encontrados para la calidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo

	CONTROLES				TRATAMIENTOS			
	T0 ( vacas no sincronizadas)				T1 (vacas sincronizadas)			
	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio	Est.1	Est.2	Est.3	Promedio
1	19,17	18,83	18,50	18,83	18,80	18,80	18,60	18,73
2	19,00	18,50	19,00	18,83	18,60	18,60	19,20	18,80
3	19,00	18,67	19,00	18,89	18,20	19,60	19,00	18,93
4	18,67	18,67	18,67	18,67	18,60	18,60	19,00	18,73
5	18,67	19,33	18,83	18,94	18,80	19,20	19,00	19,00
6	18,83	18,83	19,00	18,89	19,40	19,00	18,60	19,00
7	19,17	18,67	18,67	18,83	18,60	18,80	19,20	18,87
8	18,83	19,17	18,67	18,89	18,60	19,20	18,60	18,80
9	18,67	18,83	19,17	18,89	18,40	19,20	19,00	18,87
10	18,67	19,33	18,67	18,89	18,80	18,80	18,60	18,73
Promedio	18,87	18,88	18,82	18,86	18,68	18,98	18,88	18,85

Est. = Establo

Tabla 22. Análisis de variancia para la calidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	1	0,00140167	0,00140167	0,02	0,8954
EST	2	0,24825000	0,12412500	1,55	0,2237
DIA	9	0,34291500	0,03810167	0,48	0,8835
TRT*EST	2	0,24158333	0,12079167	1,51	0,2326
Error	45	3,60741500	0,08016478		
Total corregido	59	4,44156500			
Coef. Var. 1.50		Calidad Media 18,85			

Tabla 23. Prueba de significación de Tukey para la calidad de leche de vacas según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	TRT
A	18,85633	30	0
A	18,84667	30	1

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 24. Prueba de significación de Tukey entre establos para la calidad de leche según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	EST
A	18,93150	20	2
A	18,84900	20	3
A	18,77400	20	1

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 25. Prueba de significación de Tukey para la calidad de leche según tratamiento reproductivo

Agrupamiento	Media	N	DIA
A	6,77500	6	3
A	6,77000	6	10
A	6,77000	6	5
A	6,76500	6	4
A	6,76500	6	7
A	6,76167	6	8
A	6,75667	6	9
A	6,74667	6	6
A	6,74000	6	2
A	6,71000	6	1

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tabla 26. Modelo de registro para pruebas organolépticas

Establo	Color		Olor		Sabor	
	T1	T0	T1	T0	T1	T0
1						
2						
3						

Adaptado de Anzaldúa, 1994, Pedrero y Pangborn, 1997

Tabla 27. Modelo de registro para pruebas de laboratorio

	Día	Vaca N°									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Establo	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										