

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**RESPUESTA A LA INDUCCIÓN POR OXITOCINA EN LA PRODUCCIÓN DE
LECHE DE VACUNOS BROWN SWISS DE ALTURA.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. EVILA SUCASACA SURCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS

Respuesta a la inducción por oxitocina en la producción de leche de vacunos
Brown Swiss de altura.

PRESENTADA POR:

Bach. **EVILA SUCASACA SURCO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

PRESIDENTE

:


Mg. Sc. ABIGAIL TERESA DE LA CRUZ PÉREZ

PRIMER MIEMBRO

:


MVZ. JOEL GUIDO FLORES CHECALLA

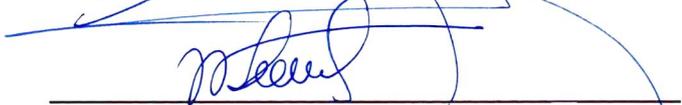
SEGUNDO MIEMBRO

:


MVZ. WILBUR RUBÉN AYMA FLORES

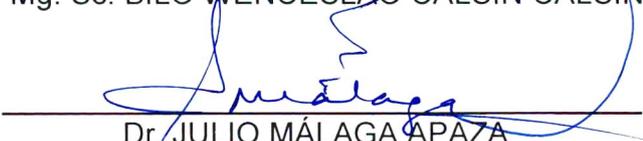
DIRECTOR

:


Mg. Sc. BILO WENCESLAO CALSIN CALSIN

ASESOR

:


Dr. JULIO MÁLAGA APAZA

Área : Producción animal

Tema : Producción de leche

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por darme la oportunidad de vivir y de estar con una familia unida que siempre me ha apoyado y por darme la fuerza para enfrentar los tropiezos de la vida, gracias por darme la oportunidad de seguir adelante por el camino del bien.

A MIS PADRES

Sr. Jacinto Sucasaca Yana, Sra. Cecilia Surco Lacuta por ser mi principal apoyo económico, emocional y por haberme brindado sabiduría y por darme la fortaleza de seguir adelante sin importar los obstáculos y motivarme cada día para culminar mis estudios y por darme todo su amor, por estar ahí para darme todo tu apoyo y confianza incondicional los amo papitos.

A MIS HERMANAS

Medalit Yesica, Joseliny, Jecira, por su cariño, por su apoyo y motivación a seguir adelante con mis estudios y por estar ahí cuando más necesitaba de un abrazo y por los buenos momentos que hemos pasado juntos las quiero mucho.

A MIS HERMANOS

Luis Emerson y Avimael, por brindarme su cariño.

A MIS SOBRINAS

Naywa y Chaska gracias por ser la alegría de esta casa y por iluminar nuestras vidas con sus presencias, inocencias y alegrías son lo más lindo de nuestra vida, la motivación que tengo para seguir a delante las quiero mucho mis pequeñas engréidas.

A mis abuelos Erasmo Surco Rodríguez (+) y Gabriela Lacuta por confiar en que mis metas son posibles.

A LOS DOCENTES

Por su apoyo y sus conocimientos brindados durante todos estos años de la carrera.

La fe y la fuerza impregnadas en mis pensamientos me llevaron por el camino de la superación reflejada en este trabajo, por lo que hago grato mi dedicatoria a mi persona, porque sin ella no podría realizar mis sueños y los de mi familia.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento y admiración a dios por regalarme la luz del día y el camino lleno de bendiciones y darme unos padres ejemplares *Jacinto Sucasaca Yana y Cecilia Surco lacuta*, cuyos padres me dan su apoyo incondicional, su amor brindado, su confianza depositada en mí, y su esfuerzo realizado, no solo a lo largo de los años de la carrera sino en la vida en general.

A mis hermanos, L. Emerson, Medalit Yesica, Joseliny, Avimael y Jesira, por confiar siempre en mí por brindarme su comprensión y darme esa palmada en el hombro diciendo que, si se puede, agradecerles por estar siempre unidos frente a cualquier circunstancia, porque los problemas surgen se consideran y se superan.

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno y A nuestra hermosa *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Por brindarnos la oportunidad de poder estudiar gratuitamente y formarnos profesionalmente.

A los docentes

Por todos los conocimientos y experiencias para formarme profesionalmente

Al Mg. Sc. Bilo W. Calsin Calsin, director de tesis y al *Dr. Julio Málaga Apaza*, asesor de mi tesis gracias por su disposición, apoyo, tiempo y sus consejos.

A mis revisores: Mg. Sc. Abigail Teresa de la Cruz Pérez, MVZ. JoeL Guido Flores Checalla, MVZ. Wilbur Rubén Ayma Flores, gracias a sus correcciones en cada revisión pude avanzar más en cuanto a una investigación.

A los trabajadores de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Samuel, Marcelino, Miguelito, Félix, Jacinto, Martin, Vicente, Andrés. Srta. Yovana. Por brindarme su amistad y por darme sus consejos.

Al Dr Erick Diaz M. y Dr. Dino Tintaya, por su paciencia y comprensión más que todo por su apoyo moral por decirme que si puedo que no solo los varones pueden manejar una empresa muy agradecida por sus palabras.

A mis amigos

Veridiana, Evelyn, Verito, Flor, Anarosa, Adelaida, Panchita, Alicia, María del rosario, Rosaluz (+), Pedrito, Heinz, Augusto, Cesar, Chanito, Koki, Edwin, Mario, Bruno, Dingo, Conejo, Jash, Montalico, Miduar, Joel Quina, Luis, Calcio, Rómulo... muchas gracias por darme su amistad y por los buenos momentos que hemos vivido. con quienes compartimos, durante estos años, alegrías, tristezas, llantos y risas, lazos que aún perduran, y otras amistades que forjé durante el transcurso por la facultad, que fueron, son y serán un pilar fundamental para lograr mi objetivo y para la vida. **¡A TODOS MIL GRACIAS!!!**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.1. Población de ganado vacuno	14
2.1.2. Producción de leche.....	14
2.1.3. Producción de leche en la sierra peruana	15
2.1.4. Problemática de la producción de leche en el sistema de crianza de vacunos de leche	16
2.1.5. Inervación (Sistema nervioso)	19
2.2. HISTOLOGÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA	20
2.3. FISIOLOGÍA DE LA LACTANCIA.....	20
2.3.1. Mamogénesis (desarrollo de la glándula mamaria).....	21
2.3.2. Lactogénesis (secreción de la leche)	21
2.3.3. Galactopoyesis (mantenimiento de la lactancia)	22
2.3.4. Eyección de la leche (salida de la leche)	22
2.3.5. Leche y su producción.....	24
2.4. FISIOLOGÍA DE LA OXITOCINA	25
2.5. HORMONA	26
2.5.1. Oxitocina endógena.....	27
2.5.2. Función directa de la oxitocina	29
2.5.3. Oxitocina exógena (sintética).....	29
2.5.4. Administración exógena de oxitocina	31
2.5.5. Beneficio económico.....	32
2.5.6. Ventajas de la oxitocina sintética	33
2.5.7. Desventajas de la oxitocina sintética.....	33
2.6. LA CURVA DE LACTANCIA	34

2.7. ANTECEDENTES.....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1. LUGAR DE ESTUDIO	40
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	40
3.2.1. Tamaño de muestra	40
3.2.2. Animales.....	41
3.2.3. Materiales	42
3.3. METODOLOGÍA	43
3.3.1. Manejo.....	43
3.3.2. Parte pre – experimental.....	43
3.3.3. Parte experimental.....	44
e)La información acumulada se procesó en tablas para ser analizados en el software SAS versión 9.4.....	44
3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE SEGÚN INDUCCIÓN HORMONAL Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	46
4.2. PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS SEGÚN NIVELES DE PRODUCCIÓN	50
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES	55
VII. REFERENCIAS.....	56
VIII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Fisiología de la eyección de la leche.....	24
Figura N° 2. Estructura de la oxitocina	28
Figura N° 3. Producción de leche en vacas según inducción hormonal.....	46
Figura N° 4. Producción de leche en vacas según niveles de producción.	51
Figura N° 5. Materiales que se usaron en la ejecución del proyecto.....	68
Figura N° 6. Sala de ordeño en forma de pescado para 4 vacas.....	68
Figura N° 7. Cargar la dosis de 0.3ml de oxitodec.	69
Figura N° 8. Antisepsia de la zona a inyectar.	69
Figura N° 9. Sujeción de la vena mamaria.....	69
Figura N° 10. Inyectar la oxitocina asegurándose que este en la vena.....	70
Figura N° 11. Colocación de las pezoneras después de 30 segundos.	70
Figura N° 12. Medidor de leche Waykato (Kg.).....	70
Figura N° 13.Registrando la producción de leche.....	71
Figura N° 14. Porongos para decepcionar la leche.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Producción de leche con oxitocina y sin oxitocina	36
Tabla N°2. Efecto de la aplicación de oxitocina exógena sobre la producción láctea (litros + EE)	37
Tabla N° 3. Comportamiento de los indicadores fisiológicos del ordeño en los tres métodos de estimulación pre-ordeño.	38
Tabla N° 4. Medias (\pm EE) para cosecha de leche en vacas de doble propósito tratadas o no con OT.	39
Tabla N° 5. Distribución de vacas para el experimento.	41
Tabla N° 6. Muestra la producción de leche (kilogramos) en vacunos Brown Swiss con ó sin inducción hormonal.	46
Tabla N° 7. Producción de leche en vacunos con ó sin la administración oxitocina exógena según volumen (kilogramos) de producción.	50

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ADH:	Hormona antidiurética
AH:	Aguja hipodérmica
ATC vet:	Código para fármacos de uso veterinario.
CEIEGT:	Centro de enseñanza, investigación y extensión en ganadería tropical.
DRC:	Dirección Regional Cusco
EC:	Estimulación con cría
EE:	Error estándar
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FDA:	Administración de drogas y alimentos
FMVZ:	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
HC:	Hormona de crecimiento
IGF – 1:	Factor de crecimiento similar a la insulina tipo I
IM:	Intramuscular
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IV:	Intravenosa
OT:	Oxitocina
PRL:	Prolactina
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIEA:	Sistema integrado de estadística agraria
SAC:	Sociedad Anónima Cerrada
SNC:	Sistema nervioso central
UI:	Unidades Internacionales
UNMSM:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
UNAM:	Universidad Nacional Autónoma de México
VSC:	Vía subcutáneo
KPa:	Kilo pascal.
Kg.	Kilogramos.

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el Centro Alternancia perteneciente a la Empresa Planeamiento y Gestión SAC de la provincia de Espinar – Cusco; con el objetivo de evaluar la producción de leche en vacas *Brown Swiss* en altura (4200 msnm) por efecto de la inducción por oxitocina considerando tres niveles de producción de leche de las vacas. Para lo cual se utilizaron 30 vacas *Brown Swiss* constituidas en dos grupos de 15 vacas, a un grupo se aplicó oxitocina en dosis de tres UI vía intravenosa durante 30 días de ordeño y al grupo testigo no se aplicó la hormona. Los datos cuantitativos continuos de producción de leche fueron analizados mediante el arreglo factorial de 2 x 3 conducido en un diseño completamente al azar y analizados mediante SAS v 9.4 y la comparación de medias fue a través de la prueba de comparación múltiple de tukey ($\alpha = 0.05$). El resultado de la producción de leche en las vacas con inducción hormonal incrementó a 12.54 kg de leche y las vacas sin oxitocina produjeron 8.2 kg de leche ($P \leq 0.05$). Igualmente, las vacas con volúmenes de producción menor a 6 kg., entre 7 – 10kg. y mayores a 10 kg de leche que recibieron oxitocina mejoraron los volúmenes de producción en 8.8 ± 1.54 , 11.8 ± 1.79 y 17.02 ± 2.94 kg de leche, respectivamente; mientras en las vacas del grupo testigo con menor a 6 kg., entre 7 – 10 kg., y mayores a 10 kg de leche produjeron 4.9 ± 1.21 , 9.30 ± 1.03 y 11.30 ± 0.86 kg de leche, respectivamente ($P \leq 0.05$). La producción de leche en las vacas según volumen de producción mostró superioridad a favor de las vacas que producen mayores a 10 litros por la administración de oxitocina ($P \leq 0.05$). En conclusión, las vacas con oxitocina incrementaron la producción de leche comparado al grupo de vacas que no fueron inducidas.

PALABRAS CLAVES: Inducción, leche, oxitocina, vacunos, hormona.

ABSTRACT

Research work was accomplished in the Center Alternancia perteneciente to the Company Planeamiento and Gestión SAC of the province to Espinar – Cusco; For the sake of evaluating the production of milk in cows Brown Swiss in height (4200 msnm) for effect of the induction for oxitocina considering three levels of production of milk of the cows. Oxitocina applied the one for which 30 Brown Swiss cows constituted in two groups of 15 cows, to a group were utilized over three UI'S dose the intravenous road during 30 days of milking and to the control group did not apply the hormone itself. The quantitative continuous data of production of milk were examined by means of the repair factorial of 2 x 3 driven in a design completely at random and data were examined by means of SAS v 9,4 and the comparison of stockings was through tukey's proof of multiple comparison ($P \leq 0.05$). The result of the production of milk in the cows with hormonal induction stepped up production to 12,54 kg of milk and the cows without oxitocina produced 8,2 kg of milk ($P \leq 0.05$). Equally, the cows with volúmenes of minor production to 6kg between 7 – 10kg and elders to 10 kg that received oxitocina of milk improved the volúmenes of production in 8,8 1,54, 11,8 1,79 and 17,02 2,94 kg of milk, respectively; In the meantime in the cows of the control group with minor to 6 kg. between 7 – 10 kg., and elders to 10 kg of milk produced 4,9 1,21, 9,30 1,03 and 11,30 0,86 kg of milk, respectively ($P \leq 0.05$). The production of milk in the cows according to volume of production evidenced superiority in favor of the cows that elders cause to 10 liters for oxitocina's administration ($P \leq 0.05$). In conclusion, the cows with oxitocina incremented the production of milk once cows' group that they were not induced was compared.

Key Words: Induction, milk, oxitocina, bovine, hormone.

I. INTRODUCCIÓN

El ganado vacuno tiene una gran importancia por ser la población base de nuestra ganadería, es un biotipo proveniente del ganado vacuno que trajeron los españoles hace más de 500 años y que se fue aclimatando a nuestra variada ecología, principalmente en la sierra, en donde por selección natural y con el manejo de los criadores, se ha desarrollado y mantenido hasta nuestros días (Rosemberg, 2000).

Los países que lideran a nivel mundial la producción de leche son Estados Unidos, India y China mientras, que la producción nacional por regiones se tiene en Arequipa con un 21 % del total producido, seguido de Lima 18 % y Cajamarca con 18 % (Espinoza, 2012). La producción de leche fresca presenta un crecimiento de 2,48 %, siendo Arequipa el principal centro productor a nivel nacional, el incremento está en 8,01%, debido al incremento del número de vacas en ordeño a nivel nacional (INEI, 2016).

El mecanismo neuroendocrino implicado en la eyección de la leche, en vacunos, comprende un complejo arco reflejo, el cual se inicia con estímulos nerviosos que desencadenan respuestas a nivel hipotalámico con neuronas secretoras de oxitocina, y debido a que los axones terminales de las mismas se encuentran en la neurohipófisis, ésta descarga allí con la secreción de oxitocina al torrente sanguíneo circundante (Guyton, 2003). La oxitocina, ejerce acción sobre los receptores ubicados en las células mioepiteliales del alvéolo mamario, produciendo su contracción e iniciando la eyección de la leche hacia los conductos galactóforos, cisterna de la glándula y del pezón, y finalmente hacia el exterior a través del canal excretor del pezón. Toda esta reacción compleja

ocurre aproximadamente en un minuto, en este caso el efecto debería ser igual al que proporcionaría la administración exógena de la hormona al momento del ordeño (Drescher, 2005).

Actualmente el manejo de vacunos en la Provincia de Espinar muestra el crecimiento de producción de leche a nivel de criadores de vacunos; ya que para mejorar la producción de leche se viene aplicando hormonas inocuas para el hombre, como la oxitocina hormona proteica producida en forma natural por el núcleo supra óptico del hipotálamo, la práctica de inyectar diariamente oxitocina en el periodo de lactancia ha ido en aumento, ya que al inducir la eyección de la leche residual aumenta la cantidad de leche vendible por vaca por día, lo que favorece en incrementar los ingresos del productor (Saharrea y Basurto, 2012). Por tales virtudes el estudio tiene los objetivos de evaluar la producción de leche en vacas *Brown Swiss* en altura por efecto de la inducción hormonal por oxitocina a una dosis de 3 UI intravenosa y evaluar la producción de leche en vacas *Brown Swiss* de altura por inducción hormonal considerando 3 niveles de producción de leche.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Población de ganado vacuno

La población de ganado vacuno se concentra en la sierra con 3'774,300 animales, que representa el 73,2% del total; considerando las razas, como los Criollo que tienen mayor población de 63,6%, seguidos por los *Brown Swiss* con 17,5%. En la costa, las razas predominantes son Criollo con 44,2% y *Holstein* con 40,6%, finalmente en la selva las razas predominantes son Criollo con 41,9% y *Brown Swiss* con 20,5% (INEI, 2012).

La población de vacunos en la región del Cusco cuenta con un total de 407 267, la raza Criollo representa 251 549 vacunos, la raza *Brown Swiss* 126 986 vacunos, la raza *Holstein* 14 785, la raza *Gyr/Cebú* 4 060, entre otras razas 80 926 (INEI; 2012). Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario de 1994, se tiene que la provincia de Espinar cuenta con una población de vacuno 52 341 vacunos (INEI, 1994).

2.1.2. Producción de leche

Los países que lideran la producción mundial aumentaron su producción de leche en el ejercicio 2010 - 2011 como principal productor encontramos a Estados Unidos (87,474), India (54,903) y China (36,036), miles de toneladas, el consumo humano total de leche ha crecido a una tasa media anual del 1.6%, tendencia mundial, los

países desarrollados 200 kg de leche por habitante al año, países en desarrollo menos de 188 kg de leche por habitante al año, China 80 kg, Indonesia 5 kg, Perú 55 kg, México 97 kg y Brasil 128 kg (FAO, 2011).

El nivel promedio de consumo de productos lácteos de los peruanos es uno de los más bajos de América del Sur, puesto que el nivel reducido de ingresos de la mayor parte de la población peruana limita la adquisición de productos que siguen siendo de lujo para los más pobres (Aubron y Cochet, 2008).

2.1.3. Producción de leche en la sierra peruana

En la Región Cusco (2015 - 2016) la producción de leche cruda de vaca es de 26,300 toneladas (SIEA, 2016). En dicha zona la leche constituye la fuente principal de ingresos de los habitantes, quienes tienen desde una hasta más de 50 vacas, cuya producción diaria se destina en su mayor parte a la elaboración de quesos artesanales, y su venta es el sustento diario de cada familia (Álvarez, 2014). Espinar viene siendo reconocida como una de las cuencas ganaderas más importantes de la Región, ya que los pobladores manejan terrenos de 5 has. a 15 has (Valenzuela, 2016; Nolte y Kuan, 2006).

La planta de lácteos PLACME es parte del acopio de la leche, su procesamiento y distribución de los derivados; su inicio parte desde las capacitaciones para los ganaderos que son promovidas en conjunto con Antapaccay, para fomentar mejores técnicas de ordeño

y cuidado del ganado; así mismo, en sus responsabilidades se encuentran el pago justo y quincenal a los productores ganaderos (Valenzuela, 2016).

2.1.4. Problemática de la producción de leche en el sistema de crianza de vacunos de leche

Existen un conjunto de factores inherentes al animal y otros de índole externo que determinan en gran medida la producción de leche.

2.1.4.1. Factores intrínsecos

Los vacunos mejorados en producción de leche han sido seleccionados rigurosamente desde hace más de 200 años, combinando los aspectos productivos y reproductivos simultáneamente, bajo la premisa de mayores niveles de producción de leche y nutrientes de alto valor biológico (Rodríguez, 2002).

Un aspecto clave para la selección de animales con habilidad lechera es la capacidad de la hembra de producir la mayor cantidad de leche posible durante el ordeño (Rojas, 2007).

2.1.4.2. Factores extrínsecos o de manejo

Existen factores de manejo antes, durante y después del ordeño que resulta importante conocer debido a las implicaciones sobre la producción y composición de la leche obtenida para el consumo humano y venta, así como para el becerro en el sistema de doble propósito (Duran y Duarte, 2009). El estado corporal y el plano

nutricional son dos de los factores que inciden con mayor significancia sobre la expresión de potencial lechero de un animal por lo cual son los primeros que se detallan a continuación, seguidamente se describen aquellos relacionados, con la práctica del ordeño (Drescher, 2005).

a) Relacionados con el estado corporal y plano nutricional

La condición corporal al parto tiene un efecto determinante sobre el nivel de producción y probablemente, composición de la leche, especialmente en animales altamente especializados debido al balance energético negativo que se produce en la fase inicial de la producción de leche (Drescher, 2005). Por ello se aconseja dejar descansar las vacas por 60 días antes del parto y suministrarle buen forraje y grano suplementario (Rojas, 2005).

Cuando las vacas no reciben suficientes proteínas para sus necesidades, la usa de ella para su mantenimiento resultando una baja en la producción de leche, la cantidad de alimento concentrado influye en la producción de leche (Caballa, 2012).

b) Relacionado con el ordeño

- **Pre estimulación.** La rutina de ordeño es un conjunto de procedimientos recomendados para explotar al máximo el efecto de la oxitocina para producir la bajada de la leche (Duran y Duarte, 2009), el primer estímulo de la vaca se da al traslado de las vacas al lugar de ordeño el ruido de la máquina de ordeño y

utensilios de ordeño, el contacto de la piel a la ubre con la mano del ordeñador al momento de la limpieza de los pezones, presencia del ternero que estos hacen una succión corta para que haya una activación de la oxitocina (Gonzales, 2015). La aplicación óptima de estimulación manual es de 10 – 20 segundos desde el primer contacto con la vaca, seguido de la colocación de las unidades de ordeño de los 60 – 120 segundos posteriores a este primer contacto (Costa y Reinemann, 2004).

- **Intervalo entre ordeño.** En las modalidades del sistema de doble propósito con tendencia a leche, al igual que en los sistemas especializados, la vaca es ordeñada dos veces por día en intervalos regulares de 8 a 12 horas, diferenciándose de los sistemas especializados, en que el becerro puede eventual o rutinariamente realizar un amamantamiento restringido post ordeño de la mañana (Drescher, 2005). Las vacas deben ordeñarse siempre a la misma hora y en el mismo lugar, en él debe haber agua y alimento disponible (Gonzales, 2015; Temple et al; 2014).
- **Eficiencia de remoción de la leche.** Luego del ordeño, a pesar de la habilidad de la vaca para dejarse ordeñar y del equipo y/o ordeñador para remover la leche existente en la glándula mamaria, siempre permanecen cantidades variables de leche en su interior, esto es lo que comúnmente se ha denominado leche residual. En animales altamente especializados para producción

de leche, la fracción residual sólo puede ser removida después de la secreción de oxitocina y producir así la eyección de la leche y el reordeño de la vaca (Costa y Reinemann, 2004). Las cantidades de leche residual pueden variar entre 10 y 22% de acuerdo con los intervalos de ordeño, número de lactancias, tipo de ordeño, entre otros (Schmidt, 1971).

La falta de remoción apropiada de la cantidad de leche dentro de la glándula no sólo afecta las fracciones vendible y total en forma instantánea, sino que adicionalmente reduce la producción de leche por lactancia (Tancin y Bruckmaier, 2001).

- **Amamantamiento restringido.** La práctica del amamantamiento restringido, para el consumo de la leche no extraída durante el ordeño, es de uso tradicional en los sistemas de producción con vacunos, ovinos y caprinos. En el caso de los vacunos es especialmente importante en el sistema de producción de doble propósito con el objeto de que el becerro consuma un alimento natural y de alta calidad biológica para su crecimiento, así como para extraer una cantidad de leche no removible por el ordeño en forma natural (Drescher, 2005; Costa y Reinemann, 2004).

2.1.5. Inervación (Sistema nervioso)

El primer nervio lumbar manda fibras a la superficie anterior de la ubre y a la pared abdominal adyacente, los segundos nervios lumbares inervan la parte anterior de la ubre y entran al tejido glandular

(Cunningham, 1995). La principal función de las fibras nerviosa simpáticas en la ubre, es el control del suministro de sangre a la ubre e inervación de la musculatura lisa que rodea los conductos colectores de leche y los músculos del conducto del pezón, (Ávila y Gutiérrez, 2010).

2.2. HISTOLOGÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA

El parénquima o las células secretoras de leche de la glándula mamaria se desarrollan por la proliferación de células epiteliales, que se originan de la cuerda mamaria primaria, las células epiteliales forman estructuras circulares huecas llamadas alvéolos que son las unidades fundamentales secretoras de leche de la glándula mamaria (Cunningham, 1995), reciben el nombre de lactocitos o exocrinocitos lácteos, y tiene un epitelio cuboide, y bien definido el retículo endoplasmático glandular. Las células epiteliales o lactocitos es un sistema membranoso abierto de moléculas orgánicas e inorgánicas altamente organizadas, que se autorregulan y autoduplican, promoviendo reacciones para la transformación de energía y la síntesis de compuestos, presenta una membrana de mayor grosor en la porción basal y de menor grosor y con microvellosidades la que mira al lumen alvéolar (Ávila y Gutiérrez, 2010).

2.3. FISIOLÓGÍA DE LA LACTANCIA

Dentro de esa unidad fisiológica que es la hembra lactante, la ubre es el órgano encargado de elaborar y acumular el producto final (Cunningham, 1995).

La fisiología de la lactancia abarca el desarrollo de la glándula mamaria desde la etapa fetal hasta la etapa adulta, el desarrollo futuro durante la preñez y el inicio de la lactación con los consecuentes sucesos adaptativos metabólicos y de comportamiento, debido a los sistemas de selección y reproducción, las vacas lecheras producen mucha más leche que la necesaria para su cría y a pesar del aumento de la producción lechera, la composición de la leche se mantiene y no reproduce cambios productivos (Glauber, 2007).

2.3.1. Mamogénesis (desarrollo de la glándula mamaria)

El desarrollo fetal de la glándula mamaria se encuentra bajo un control genético y endocrino (Cunningham, 1995), por lo que el desarrollo de la glándula mamaria se inicia en el feto en todas las especies mamíferas. En el feto bovino desde el ectodermo, las líneas mamarias son visibles desde el día 35, al nacimiento las glándulas son dependientes, el conducto estriado tiene un epitelio estratificado y el seno lactífero del pezón está recubierto de un epitelio de 2 niveles (Glauber, 2007).

2.3.2. Lactogénesis (secreción de la leche)

Durante la preñez los niveles de progesterona, estradiol, esteroides, suprarrenales y de lactogeno placentario están elevados, pero los de prolactina están bajos, después del parto la prolactina aumenta, en tanto que la progesterona, estradiol y los esteroides suprarrenales bajan (Tresguerres, 2005; Frandson y Spurgeon, 1995).

Por lo que la producción de leche es controlada por las hormonas lactogénicas Prolactina y Hormona de Crecimiento (HC), estas son esenciales para la transición de proliferativo a glándula mamaria lactando a través del dominio de HC sobre la prolactina durante la galactopoyesis en rumiantes (Glauber, 2007). Las células secretoras toman de la corriente sanguínea los nutrientes necesarios para la síntesis de leche (Torres, 2013). Durante la fase excretora los componentes de la leche son vertidos hacia la luz del alvéolo, la leche excretada se almacena en la glándula mamaria o ubre hasta que se produce el amamantamiento y el ordeño (Callejo, 2013; García, 2003).

2.3.3. Galactopoyesis (mantenimiento de la lactancia)

La hipófisis es esencial para la conservación de la lactancia y para iniciar la secreción de leche (Frandsen y Spurgeon, 1995). Así el mantenimiento de la producción lechera o galactopoyesis de la prolactina (PRL) en la vaca lechera reviste importancia (Glauber, 2007).

2.3.4. Eyección de la leche (salida de la leche)

Con el fin de que se mantenga la lactogenesis, la leche debe retirarse de la glándula mamaria por el amamantamiento o por la ordeña, si la leche no se extrae en un tiempo aproximado de 16 horas en las vacas lecheras, entonces se empieza a suprimir la síntesis de la leche (Cunningham, 1995). Por lo que el sistema nervioso afecta la lactación de diversas maneras: el suministro sanguíneo a la glándula mamaria está influido por nervios vasomotores; y los centros

nerviosos en el cerebro regulan la secreción de las hormonas de la hipófisis anterior y hormonas de la expulsión de leche de la hipófisis posterior (González, 2013; Torres, 2013).

La leche se secreta en forma continua y se vierte en los alvéolos mamarios, este proceso es un reflejo neurógeno y hormonal, el mecanismo es el siguiente: **a) Expulsión de la leche.** El ordeño y la succión de la leche por la cría por si solos logran vaciar únicamente las cisternas y los grandes conductos de la glándula, ocurre que la presión negativa hace que los conductos se aplanen y así no puedan vaciarse los alvéolos (Frandsen y Spurgeon, 1995; Torres, 2013). La teoría del estímulo nervioso resultante de la palpación del pezón, mamado y otro estímulo en el acto del ordeño, llega al SNC a lo largo de los nervios somáticos, hacia la médula y de allí al hipotálamo y causa la liberación de oxitocina, del lóbulo posterior de la hipófisis a la sangre. La oxitocina viaja a la glándula mamaria y contrae a las células mioepiteliales, forzando de esa forma a salir a los pequeños ductos, la leche que está en la luz del alvéolo (Rojas, 2007; Guyton, 2003).

El primer periodo de la acción hormonal es la formación de un enlace disulfuro entre la molécula de oxitocina y la proteína de los receptores específicos de la célula mioepitelial (Tresguerres, 2005; Ávila y Gutiérrez, 2010). **b) Inhibición de la expulsión de la leche.** La tensión, miedo o sustos de la vaca, dolores y actividad muscular excesiva interfieren con el proceso de la expulsión de la leche, ya que

activan el sistema neuroadrenal provocando la eliminación de adrenalina, inhibiendo el reflejo de la expulsión de la leche (Frandsen y Spurgan, 1995).

La acumulación de leche dentro de la glándula ejerce una presión y cuando esta aumenta a cierto nivel, la tasa de secreción de leche disminuye la leche que se encuentra en el alvéolo y en los ductos se reabsorbe (Cunningham, 1995).

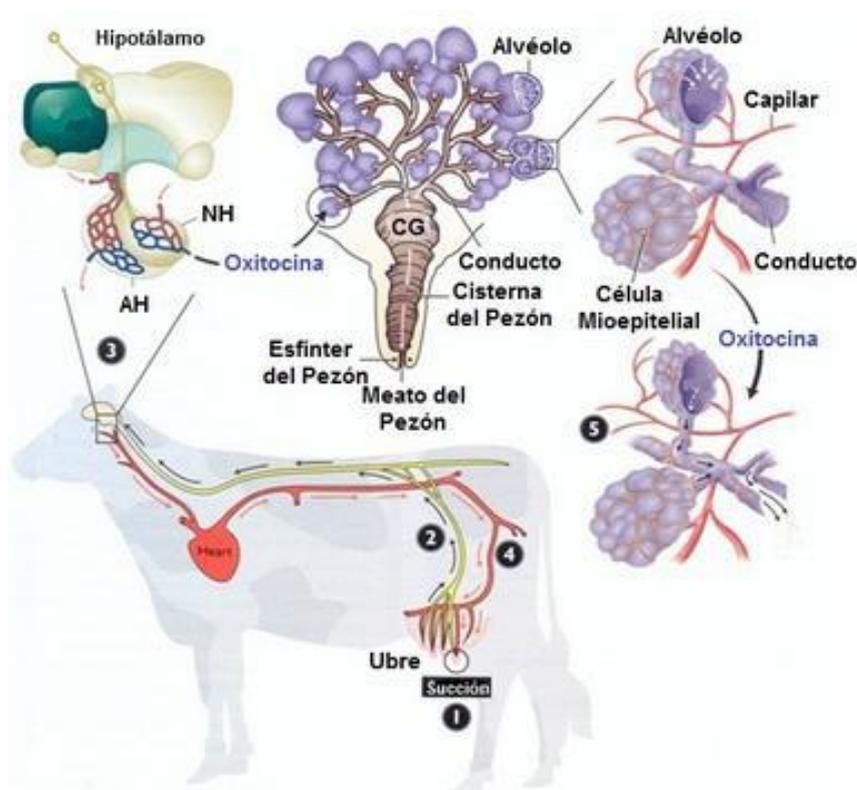


Figura N° 1. Fisiología de la eyección de la leche (Drescher, 2005)

2.3.5. Leche y su producción

La glándula mamaria para producir leche tiene que llevar a cabo tres funciones en sus células epiteliales; la primera es obtener energía para realizar su trabajo, donde la mitocondria juega un papel muy

importante; la segunda es elaborar los elementos para la leche que no proviene directamente de la sangre; y el tercero regula la cantidad de los diferentes elementos que integran la leche (Ávila y Gutiérrez, 2010; Torres, 2013).

La energía empleada para el proceso de síntesis se forma por la oxidación de los compuestos absorbidos por las células y que son desdoblados principalmente en las mitocondrias, los constituyentes de la leche son: a) **Proteínas**, alfa caseína, beta caseína, gama caseína, potasio caseína, lactoalbumina, beta lactoglobulina, seroalbumina sanguínea, inmunoglobulinas y fracciones de proteasa y peptona b) **Lactosa**. Es el principal carbohidrato (glucosa 4 – beta galactosito) de la leche y consiste en una molécula de glucosa y una galactosa (Frandsen y Spurgeon, 1995). c) **Grasa**. Presente en la leche de vaca se caracteriza por contener triglicéridos. El 50% de los ácidos grasos, aproximadamente (Cunningham, 1995). d) **Minerales, vitaminas y agua**. Los principales son: calcio, fósforo, potasio y magnesio, las células secretoras de la glándula mamaria no sintetizan minerales ni vitaminas; estos son suministrados por la sangre (García y Ochoa, 1997).

2.4. FISIOLÓGÍA DE LA OXITOCINA

El acto de mamar del ternero, el apoyo de la ubre, o el ordeño del animal provoca un estímulo que se transmite en dirección central, este estímulo provoca un incremento de la secreción de oxitocina almacenada en el lóbulo posterior de la hipófisis (Arévalo, 2013). Sintetizada en el núcleo supraóptico

del hipotálamo es transportada por los axones de los nervios hipotalámicos, en pequeñas vesículas rodeadas de una membrana. La secreción de oxitocina es estimulada vía neurogénica por el amamantamiento, ordeño, parto, dilatación cervical o vaginal y el estímulo clitoridiano, siendo la acetilcolina el modulador estimulante y la adrenalina y la noradrenalina los agentes inhibidores. La acción principal de la oxitocina es la secreción de leche mediante contracción de las células mioepiteliales que rodean los alvéolos mamarios (Gutiérrez, 2008). En bovinos se ha identificado receptores o la unión específica de oxitocina, únicamente en el miometrio, endometrio, placenta, ovario, cuerpo lúteo, testículo, glándulas mamarias y adrenales (Arévalo, 2013).

La adrenalina, secretada en el estrés, disminuye la bajada de la leche al bloquear la acción de la oxitocina (Gutiérrez, 2008).

2.5. HORMONA

Es una sustancia química secretada por las glándulas endocrinas o de secreción interna al torrente circulatorio, que las transporta a través de todo el organismo animal (Cunningham, 1995). De esta manera llegan a ciertos sitios específicos (órganos, tejidos o sistemas) en los cuales producen un efecto que se traduce como una modificación de tipo funcional, presentan la particularidad de que solamente ejercen su acción sobre estos sitios específicos (Frandsen y Spurgeon, 1995; Urgiles, 2011). La oxitocina (OT) fue descubierta en 1953 por Vincent Du Vigneaud (Hertog et al., 2000).

2.5.1. Oxitocina endógena

La oxitocina es fundamentalmente una hormona sintetizada en neuronas de los núcleos magnocelulares del hipotálamo de los núcleos supraóptico y paraventricular, aunque se ha demostrado su síntesis en otros tejidos como el útero, placenta, cuerpo lúteo, testicular y músculo cardíaco (Wolter, 1996; Blanco et al, 2012; Lavin, 2005). La oxitocina es miembro de una amplia familia de nonapeptidos neurohipofisarios (Gonzales et al., 2000).

a) La síntesis. Se realiza a partir de un gen que origina una preprohormona. de esta preprohormona hay un péptido señal de 19 aa, seguido de un péptido de 9 aa que es la hormona y después un péptido de 93 aa que es la neurofina I (o neurofina estrógeno-dependiente) (López et al., 2014).

b) Secreción. En el aparato de golgi es empaquetada la hormona junto con su neurofina I y así viajan por el axón hacia el terminal axónico con una velocidad de 2 a 3 mm/hora, estas vesículas son almacenadas (cuerpos de Herring) en las terminales nerviosas en botones axónicos terminales y no terminales, cuando llega el potencial de acción se produce despolarización de la membrana del terminal e influjo de sodio con la consiguiente apertura de canales de calcio voltaje dependientes. esta entrada de calcio es el estímulo para la exocitosis vesicular. Una vez liberado el contenido vesicular, la membrana vesicular es reutilizada, restaurándose a la vez el potencial de membrana de la terminal, en el proceso

de excitosis normalmente se produce la separación de la hormona de su neurofisisina (Blanco et al., 2012; Cunningham, 1995).

c) Inhibición de la oxitocina. Tanto las vacas como las vaquillas siempre deben moverse despacio y en forma calmada, tratar a las vacas de forma violenta puede ser muy estresante para el animal, se vuelvan impredecibles, peligrosos y más difíciles de manejar (Heguy, 2016; Viaña y Hurtado, 2011).

d) Estructura química. Es una molécula pequeña, su origen es neuronal y no hormonal, esto genera que haya poco reservorio de esta hormona. Es un péptido formado por nueve aminoácidos (un nonapeptido), cuya secuencia es: cisteína–tirosina–isoleucina–glutamina–asparagina–cisteína–prolina–leucina – glicina, los residuos de cisteína (Cys) forman un puente disulfuro (López et al., 2014).

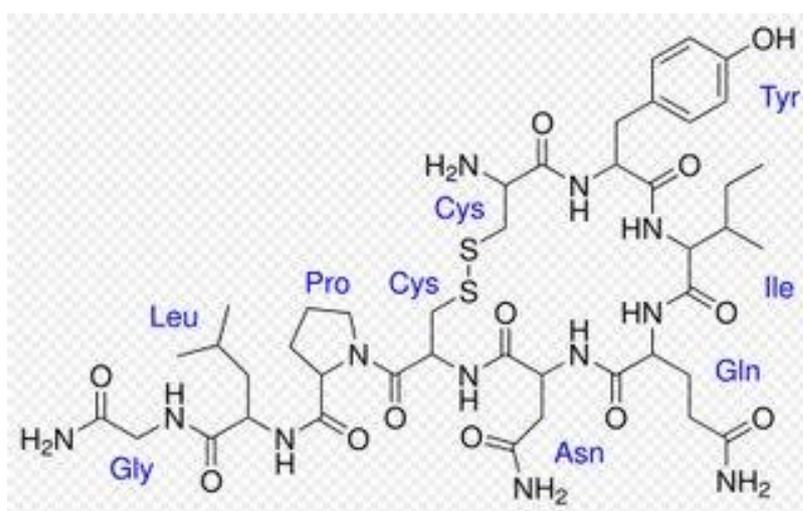


Figura N° 2. Estructura de la oxitocina (López et al., 2014).

e) Transporte y vida media en la circulación. La vida media en sangre para la OT es de unos 3 a 5 minutos. La hormona es eliminada de la sangre a través de los riñones, hígado y músculos uterino en el último tercio de la preñez. La eliminación de la hormona en la leche no parece representar una vía importante (Cunningham, 1995).

2.5.2. Función directa de la oxitocina

La hormona oxitocina ayuda en la eyección de la leche, es decir la conducción de la leche alveolar de la porción alvéolar a la porción cisternal de la ubre, esta se inicia mediante la contracción del mioepitelio que rodea al alvéolo, la eyección de la leche es un proceso de expulsión (Gonzalez, 2013), por lo que alcanzando una presión intra mamaria de 1 – 4 kPa (Wolter, 1996).

2.5.3. Oxitocina exógena (sintética)

Es una solución prácticamente incolora que contiene oxitocina como principio activo. Está en una hormona cíclica nonapéptido, Denominación del principio activo y otras sustancias: Oxitocina sintética, clorobutanol, excipiente. Grupo farmacoterapéutico: preparación hormonal sistémica, hormona pituitaria del lóbulo posterior, código A T C vet, QH01BB02. La oxitocina es una hormona perteneciente al grupo de los oxitócicos que se obtiene mediante síntesis química (LABODEC, 2015).

2.5.3.1. La oxitocina y la producción de leche

Aunque existe numerosos informes de que la administración exógena de oxitocina en el momento del ordeño puede aumentar la producción de leche, la leche total contenida en la glándula mamaria difícilmente se puede extraerse en su totalidad por medio mecánico o manual, puesto que una parte solo puede ser extraída por mecanismo hormonal, mediante una inyección de oxitocina se extrae la fracción retenida en el tejido mamario y aunque no se considera propiamente como una fracción de ordeño (Torres, 2013).

En la ganadería bovina de doble propósito de las zonas tropicales, es común que se utilice el amamantamiento como principal método de cría de becerros. No obstante, en un intento de aumentar la cantidad de leche para el consumo humano. Como una medida correctiva para tal situación, los productores empezaron a aplicar oxitocina diariamente a todas sus vacas al iniciar el ordeño a fin de causar la bajada completa de la leche. Como era de esperarse, la aplicación de oxitocina logró incrementar rápidamente la producción de leche (Saharrea y Basurto, 2012).

2.5.3.2. Consideraciones para el uso de la oxitocina

Para poder tener resultados de un rendimiento lechero y calidad de leche, tenemos que ver el número de animales a tratar, estado de lactación, edad, peso, inyección seguida de remoción de leche o no, inyección administrada con las ubres llenas o vacías y dosis de oxitocina administrada (Torres, 2013).

2.5.4. Administración exógena de oxitocina

Es inestable a PH ácido, se puede administrar intravenosa, muscular, subcutáneo, se absorbe muy rápido desde el sitio de inyección, la respuesta oxitócica dura de 5 a 10 minutos tras la administración intramuscular, pudiendo ser más breve con la inyección intravenosa, tiene una vida media en plasma de 3 – 5 minutos y se une a proteínas plasmáticas en 30 % aproximadamente (Espinosa, 2005).

La oxitocina tiene una actividad uterotónica y galactagénica. Influye sobre la última etapa de la gestación. Estimula la secreción de leche, gracias al efecto que tiene sobre los mioepitelios de los alvéolos (Diaz *et al.*, 2013).

Composición:

Oxitocina -----10UI

Excipientes y estabilizadores c. s. p. ----1ml.

a) Mecanismo de acción de la oxitocina exógena

Esta hormona posee tres efectos principales de uso terapéutico: estimulante del útero (oxitócico), vasoconstricción, antidiuresis. La oxitocina también intervine en la producción de la leche, porque estimula y contrae las fibras musculares lisas de los alvéolos lácteos que producen la expulsión de la leche (López *et al.*, 2014). La oxitocina sintética ejerce un efecto fisiológico igual que la hormona endógena, por lo que la oxitocina sintética ocasiona contracciones de las fibras musculares que rodean los conductos alveolares de la glándula mamaria (Blanco *et al.*, 2012).

b) Farmacocinética

La respuesta a la oxitocina intravenosa es casi instantánea, las contracciones del tejido mioepitelial que rodea los alvéolos de las mamas comienzan al cabo de pocos minutos y duran unos 20 minutos. La semi-vida plasmática de la oxitocina es de 3 a 5 minutos, la hormona se distribuye por todo el fluido extracelular (Blanco *et al.*, 2012). La oxitocina es rápidamente eliminada del plasma por el hígado, riñones y por enzimas en la circulación como la oxitocinasa que destruye la hormona. La oxitocina se excreta en cantidades pequeñas por la orina y sin alterar, no existe un tiempo específico de periodo de suspensión tanto en leche como en carne (Renfrew y Woolridge, 2000).

2.5.5. Beneficio económico

El uso de la oxitocina ha dado resultados en la vaca aumentando la producción láctea y de esta forma poder disminuir los costos fijos y de mantenimiento del establo en más unidades de leche (González, 2013).

De esta manera el criador puede mantener ordeñando estos animales a niveles más altos de producción, por lo cual cada día adicional que se puede mantener a una vaca en el ordeño en vez de eliminarla, es un ingreso adicional (Hermosilla, 2009). Sería necesario para producir igual cantidad de leche esto proporciona un ingreso adicional por la venta de vacas de descarte, y por lo que disminuye los costos de alimentación (Rojas, 2007).

2.5.6. Ventajas de la oxitocina sintética

La oxitocina está aprobada por la Administración de drogas y alimentos (FDA) en vacas lactantes, tiempo de retiro de leche ninguno, tiempo de retiro de carne ninguno (Jordán, 2014).

El uso de la oxitocina da inicio a la evolución de los sistemas de producción bovina de doble propósito hacia la producción especializada, el ordeño mecánico se hace más ágil al eliminar el amamantamiento y se implementan los sistemas de crianza artificial, a los becerros se les alimenta en cubeta o con mamila, se utiliza sustitutos de leche y con la esperanza de mejorar la eficiencia reproductiva (Saharrea y Basurto, 2012; Costa y Reinemann, 2004).

2.5.7. Desventajas de la oxitocina sintética

Una inyección de oxitocina durante varios ordeños puede ayudar, aun así, esta práctica no debe de hacerse en forma rutinaria debido a que algunas vacas pueden transformarse rápidamente en dependientes de la inyección para producir el reflejo de liberación de la leche (Rojas, 2007), lo cual puede deberse a una disminución de la oxitocina liberada desde la hipófisis, o por una reducción en la contractibilidad de las células mioepiteliales a nivel fisiológico de oxitocina en sangre (Torres, 2013).

Puede causar lisis del cuerpo lúteo, reducción de la tasa de concepción, lo que daría como consecuencia una disminución de la eficiencia reproductiva (Lavin, 2005; Menchaca y Rubianes, 2012). Es probable que ocurran pérdidas de peso superior a las esperadas

debido a la movilización de sus reservas corporales para incrementar la producción de leche (Hermosilla, 2009).

2.6.LA CURVA DE LACTANCIA

La lactación se inicia con unos niveles altos, pero sigue subiendo hasta alcanzar el “pico de lactancia” que se produce entre el 1° y 2° mes tras el parto. Una vez alcanzado este máximo los rendimientos empiezan a decrecer gradualmente hasta el secado (Sánchez, 2010). La curva de lactancia no produce el máximo de leche diaria, sino que evoluciona la cantidad de leche aumentando progresivamente hasta los 60 – 90 días post parto llegando a su pico de producción. Este pico de producción, tanto en cantidad como el momento, está condicionado por diversos factores, tales como el tipo de alimentación, cantidad de alimento consumido, nivel de reservas corporales disponibles capacidad de extracción de leche (Rubio, 2000).

Este descenso debe ser lo más suave posible mientras menor sea la pendiente de la curva mayor será el rendimiento lechero total (Sánchez, 2010).

2.7.ANTECEDENTES

Que, al administrar oxitocina a dosis no terapéuticas sobre el rendimiento lechero, cuando de forma sistemática se las inyecta hormona exógena a lo largo de la lactación. Siempre y cuando la oxitocina se inyecte a niveles bajos, alejados de las correspondientes dosis terapéuticas, la aplicación de esta hormona se muestra efectiva para impulsar la salida de la leche que queda retenida en la ubre de las vacas catalogadas de difícil ordeño y

también de la leche residual que sistemáticamente permanece en el interior de la glándula mamaria de las vacas aun mostrando una buena aptitud al ordeño reporta (Ghezli, 2012).

En una investigación al inyectar cinco dosis de oxitocina (0.5 – 1 - 1.5 - 2 - 3 UI) a través de la vena abdominal subcutánea de 15 vacas Holstein Friesian, 1 min antes de la fijación a la máquina. El rendimiento total de leche fue ligeramente superior para vacas que recibieron 2 y 3 UI de oxitocina. La administración de 2 ó 3 UI de oxitocina redujo significativamente el rendimiento total de leche residual en comparación con otras dosis. Una dosis de 2 ó 3 UI de oxitocina administrada a través de la vena de la leche conducirá a rendimientos de leche ligeramente más altos, pero no afectará la dinámica del flujo de leche en comparación con dosis más bajas, lo que sugiere que esta dosis resulta una extracción más eficiente de la leche, la administración de más de 3 UI de oxitocina por vía intravenosa para promover la eyección de leche no debería ser ventajosa reporta (Gorewit y Sagi, 1984).

En una investigación seleccionaron 15 vacas de diferentes categorías de producción, el estudio se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria de la U.N.M.S.M., Lima, fueron tratadas con 1ml de Oxyto-Synt® (oxitocina) vía intramuscular, se tomaron (05) vacas de baja producción, (05) vacas primerizas, (05) vacas de alta producción, luego del tratamiento, se halló una eficacia del 80 % posterior a la aplicación, solo tres (3) de las quince vacas no presentaron efecto a la inyección de 1 ml. Se encontró que existe cierto grado de resistencia individual a la oxitocina, es decir que ciertas vacas no responden al tratamiento de oxitocina reporta (Espinosa, 2005).

Que, al analizar un total de 476 lactancias completas (250 sin oxitocina y 226 con oxitocina), correspondientes a 157 vacas F1 (Holstein x Cebú) y su estudio se realizó en FMVZ – UNAM en el trópico húmedo de México, durante el ordeño se ofreció concentrado comercial a razón de 2 kg vaca por día, así como agua y sales minerales, ordeño mecánico una vez al día, la producción de leche individual se registró a partir del quinto día posparto y hasta el secado. La aplicación de oxitocina se realizó, 40 UI de oxitocina los primeros cinco días posparto y continuando con 20 UI de oxitocina durante toda la lactancia, se calcularon las variables indica (Saharrea y Basurto, 2012):

Tabla N° 1. Producción de leche con oxitocina y sin oxitocina (Saharrea y Basurto, 2012).

Variable de respuesta	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	promedio	n	promedio
Producción total de leche por lactancia (Kg)	250	1761	226	2373
Promedio de la producción diaria de leche (Kg)	250	7	226	8

En un reporte nos indica que utilizó dos grupos de vacas cruzadas *Bos taurus* / *Bos indicus* en una explotación comercial de Veracruz, se utilizaron 30 vacas dividido en dos grupos: grupo A, conformado por 15 vacas que fueron las testigos, que se ordeñaron a través del amamantamiento tradicional, grupo B, conformado por 15 vacas a las cuales se les aplicó la oxitocina exógena (20 UI IM) diario durante los 7 meses de ordeño, se

ordeñaron manualmente una vez / días, pastoreo de pastos naturales y cultivados, los animales tenían una producción láctea de 7 litros en promedio, la edad de los animales estaba entre 5 – 7 años, partos entre 1- 4, el tratamiento con oxitocina exógena tuvo un efecto significativo sobre la producción de leche las vacas tratadas con oxitocina exógena tuvieron una diferencia en la producción de aproximadamente 2 litros por vaca por día durante la duración del estudio indica (Hermosilla, 2009).

Tabla N°2. Efecto de la aplicación de oxitocina exógena sobre la producción láctea (litros + EE) (Hermosilla, 2009).

TRT	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Oxi	8.06±0.3 ^a	8.3±0.4 ^a	8.5±0.3 ^a	8.5±0.4 ^a	8.3±0.3 ^a	8.3± 0.3 _a	8.1± 0.3 ^a
No Oxi	6.6± 0.3 ^b	6.7± 0.4 ^b	6.5± 0.3 ^b	6.1± 0.3 ^b	6.1± 0.3 ^b	6.1± 0.3 ^b	5.8± 0.3 ^b

a,b Diferentes superíndices en la misma columna denotan diferencia significativa (p<0.05)

En su estudio realizado con 26 búfalas primíparas, entre 30 y 60 días de lactacia, ordeñadas manualmente, de un rebaño en la provincia Mayabeque - Cuba, con una producción de 2.5 a 4.5 kg/día, en el estudio se evaluó el efecto de tres métodos de estimulación pre - ordeño: estimulación con bucerro, oxitocina exógena (20 UI/ animal por vía IM) y manual, cada tratamiento duró cinco días, con siete días de descanso entre estos, entre los 3 tratamientos no hubo diferencias significativas en la producción de leche, aunque en la estimulación con oxitocina exógena se obtuvo una producción total de leche ligeramente superior (3,51± 0,49) (3,79 ± 0,41) (3,60 ± 0,39) reporta (Espinosa *et al*, 2011).

Tabla N° 3. Comportamiento de los indicadores fisiológicos del ordeño en los tres métodos de estimulación pre-ordeño (Espinosa *et al*, 2011).

Variables	Estimulación con becerro			Estimulación con oxitocina			Estimulación manual		
	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE
PEL I (Kg)	26	2,16	0,48	26	2,36	0,52	16	2,17	0,47
PEL II (Kg)	26	1,18	0,47	26	1,31	0,50	16	1,21	0,40
PLR (Kg)	26	0,17 ^a	0,03	26	0,13 ^b	0,02	16	0,23 ^c	0,03
PLT (Kg)	26	3,51	0,49	26	3,79	0,41	16	3,60	0,39

Superíndices distintos en la misma fila diferente significativamente para $p < 0.01$

PEL I, PEL II, PLR, PLT: Producción de leche etapa I y II, residual y total.

En su estudio de tres ranchos comerciales de doble propósito en clima tropical húmedo en el municipio de Huimanguillo – México entre los meses de enero a mayo del año 2005, con 60 días de lactancia de vacas (2 a 5 partos) *Bos Taurus: Bos indicus*, asignadas aleatoriamente 8 – 10 d. después del parto a sus respectivos tratamientos, pastoreo rotativo, en cada rancho: el **rancho A**, el ordeño es mecánico 2/ día en 3 pezones, las vacas control (n= 11), las vacas con OT 8 UI/v.s.c./d en la región de la pierna en la a.m. y p.m. (n=11), la producción de leche fue mayor (41.68%; $P < 0.01$) en los animales que recibieron OT (8.46 ± 0.9 kg/d) contra los de control (4.28 ± 1.0 kg/d). El **rancho B** el ordeño es mecánico 1/día en 3 pezones, debido a la falta de registro de producción se planteó: vacas del grupo 1 (n=9) recibieron 8 UI/d de OT s.c. en la región de la pierna, del día 1 al 15 y del 31 al 45 de la lactancia, inserción con una aguja hipodérmica (AH) como simulación de inyección del día 16 al 30 y del 46 al 60 de la lactación; del grupo 2 (n=9) recibieron AH del día 1- 15 y del 31 – 45, u 8 UI/d de OT del día 16 - 30 y del 46 – 60. La producción de fue mayor (32.9%, tabla; $P < 0.001$) con OT (4.07

± 0.3 kg/d) vs AH (2.73 ± 0.3 kg/d). El efecto de período también fue importante ($P < 0.01$). En el **rancho C**, ordeño manual, debido a la falta de registro se planteó: en las vacas del T0 ($n=6$) por estímulo de la cría (EC), las vacas T1 ($n=6$) recibieron 10 UI/d OT s.c., antes de la ordeña, del día 1-15 y del 31-45 de la lactación y EC del día 16-30 y del 46-60 de la lactación. Se observó una mayor cosecha de leche (28.32% a 40.18%) en los períodos de aplicación de OT (10 UI), comparado con estímulo de la cría indica (Luna et al, 2007).

Tabla N° 4. Medias (\pm EE) para cosecha de leche en vacas de doble propósito tratadas o no con OT (Luna et al, 2007).

Localidad	Cosecha de leche (kg/d)	
	T1	T0
A	8.46 ± 0.9^a	4.28 ± 1.0^b
B	4.07 ± 0.3^a	2.73 ± 0.3^b
C	8.58 ± 0.8^a	5.48 ± 0.8^b

a, b Medias con literales diferentes dentro de columnas son diferentes ($P < 0.01$);

¹T1 en R A= 16 UI de OT/d, R B= 8 UI de OT/d y R C= 10 UI de OT/d; 2T0 en R A= estímulo de ordeña mecánica, R B= inserción de aguja hipodérmica, y R C= estímulo con cría.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Alternancia de la Empresa Planeamiento Gestión SAC, ubicado en el distrito de Yauri, provincia de Espinar, Región Cusco; a 4,200 m.s.n.m. de altura entre las coordenadas geográficas de: 13° 56' 24'' a 14° 52' 40'' de latitud Sur y entre 71° 30' 27'' a 72° 30' 30'' de longitud Oeste, con una temperatura entre 4.5 y - 9.1 °C, geográficamente ubicado en el piso ecológico Puna, (Salcedo, 2013).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N Z^2 S^2}{(N - 1) d^2 + Z^2 S^2}$$

Dónde:

n : tamaño de muestra

N : Total de la población

Z² : Nivel de confianza estandarizada 1.96 (95% de confiabilidad)

S² : Variancia de producción de leche

d² : Precisión o error máximo permisible 0.05

$$= \frac{63 * 1.96^2 * (0.39)^2}{(62)(0.1)^2 + ((1.96)^2)(0.15)}$$

n = 30.25 Animales.

3.2.2. Animales

En el estudio se utilizaron 30 vacas Brown Swiss, dividida en dos grupos de 15 vacas: Grupo con oxitocina, conformado por 15 vacas a las cuales se les administró oxitocina 3 UI por ordeño vía IV por período de 30 días y un grupo de 15 vacas sin oxitocina con el mismo período de ordeño.

Tabla N° 5. Distribución de vacas para el experimento.

Nivel de producción (kg.)	N° de vacas	Ordeño mecánico	
		Sin oxitocina	Con oxitocina
< 6 kg.	10	5	5
7- 10 kg.	10	5	5
>10 kg.	10	5	5
Total	30	15	15

Nivel 1 = < 6 kg.

Nivel 2 = 7 – 10 kg.

Nivel 3 = 10 > kg.

La producción lechera de estos animales tiene un promedio de 8.3 kg., cuya edad estuvo comprendido entre 3 a 9 años aproximadamente con partos de 1 a 5, estando en la etapa de producción entre el segundo y noveno mes para los dos grupos de investigación.

3.2.3. Materiales

Materiales de campo:

- Jeringas de tuberculina
- Algodón
- Alcohol
- Guantes desechables

Equipos

- Ordeñadora mecánica

Fármacos

- Hormona (composición, oxitodec 10 UI-----1mL)

Material auxiliar

- Sogas
- Mochetas
- Soguillas

Otros

- Telas de algodón
- Recipientes (baldes y jarras)
- Registros
- Selladora de pezones
- Mameluco

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Manejo

Se realizó la práctica habitual de manejo para vacunos de producción de leche:

- El corral de espera es un ambiente cerrado donde se suplementa la alimentación en base a ensilado y heno de avena en comederos y bebedero.
- Las vacas ingresan a la sala de ordeño en el horario de 3:30 am y 3:00 p.m., donde simultáneamente se ordeñó y se les proporcionó 2 kilos de concentrado por ordeño.
- Posterior al ordeño la alimentación en el día fue en pastos de las praderas ya cultivadas o naturales.

3.3.2. Parte pre – experimental

- a) Las 30 vacas fueron identificadas según el volumen de producción de leche.
- b) Las vacas identificadas han sido revisadas, el estado de salud y conformación de la ubre.
- c) Se generó los registros respectivos para el seguimiento de las medidas de la variable en estudio.
- d) Las vacas ingresan a la sala de ordeño, que tiene la forma de espina de pescado, donde fueron sujetadas las patas posteriores, para que facilite el trabajo de administrar la oxitocina por vía intravenosa.

3.3.3. Parte experimental

- a) Teniendo la vaca inmóvil se realizó primeramente el lavado de los pezones, para luego aplicar la oxitocina 3 UI, mediante una jeringa de tuberculina 1 antes de colocar las pezoneras, previa realización de la antisepsia y ubicación de la vena subcutánea abdominal.
- b) Se controló individualmente la producción de leche.
- c) La medición de la variable en las vacas fue diaria, en litros, los cuales han sido registrados en el cuaderno de producción.
- d) Los datos fueron digitados en la hoja de trabajo (Microsoft Excel).
- e) La información acumulada se procesó en tablas para ser analizados en el software SAS versión 9.4.

3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO

Los datos cuantitativos continuos de la variable en estudio como es producción de leche fueron analizados mediante el arreglo factorial de 2 x 3 conducido al Diseño Completamente al Azar, cuyo modelo Aditivo Lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Media poblacional

A_i = Efecto de i-ésimo inducción hormonal

B_j = Efecto de j-ésimo nivel de producción de leche.

AB_{ij} = Efecto de la interacción inducción hormonal/ nivel de producción de
leche.

E_{ijk} = Efecto del error no controlable

La comparación de promedios se realizó mediante la prueba múltiple de significación de Tukey y con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE SEGÚN INDUCCIÓN HORMONAL Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

Tabla N° 6. Muestra la producción de leche (kilogramos) en vacunos Brown Swiss con ó sin inducción hormonal.

Tratamiento	N	Promedio \pm D.E.	CV (%)	V.E.
Con oxitocina	15	12.54 \pm 4.04 ^b	32.22	6.2 - 21.1
Testigo	15	8.5 \pm 2.94 ^a	34.58	3.2 - 12.3

(**) Corresponden a diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$)

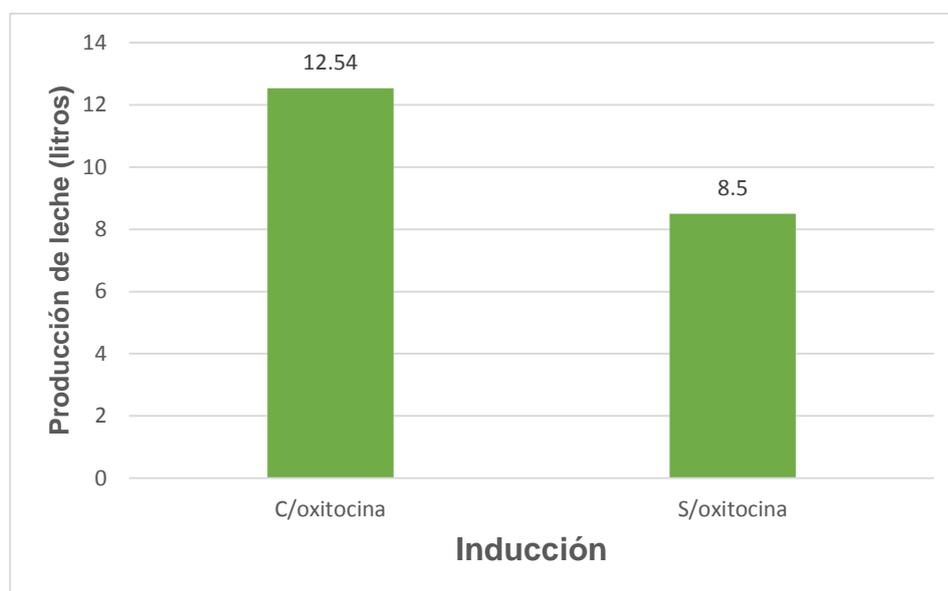


Figura N° 3. Producción de leche en vacas según inducción hormonal.

La tabla 6 y la figura 3, muestra las medidas de tendencia central y de dispersión para producción de leche en las vacas por efecto de la administración de oxitocina en el Centro Alternancia de la Empresa Planeamiento y Gestión SAC de la Provincia de Espinar - Cusco; las producciones de la leche de las vacas con la administración de oxitocina mostraron una producción de 12.54 ± 4.04 kg. que fue superior al de las

vacas testigo que lograron producir 8.85 ± 2.94 kg.; los promedios al contrastar a la prueba estadística de Tukey resultó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Esta diferencia se debería a que las vacas respondieron a la inyección de la oxitocina sintética aumentando su producción de leche a diferencia de las vacas testigo que no recibieron la oxitocina.

Los valores encontrados fueron superiores a los reportes de (Saharrea y Basurto, 2012) quienes aplicaron dosis de 40 – 20 UI de oxitocina vía IM a las vacas (Holstein x Cebú) en trópico húmedo, suplementadas con concentrado de 2 kg/vaca, a un solo ordeño obtuvieron 8 litros y las de grupo testigo 7 litros. Mientras nuestros resultados en el presente estudio fue 12.54 kg. con oxitocina y las vacas sin oxitocina 8.85 kg con doble ordeño. La diferencia se debería a la vía de aplicación de oxitocina, ya que la inyección intramuscular tendría poco efecto por la farmacocinética de la hormona comparado a la inyección vía vena mamaria que tiene acción inmediata para la bajada de la leche. También influiría a esta diferencia en medio ambiente y la frecuencia de ordeño. A esto coadyuva (Ávila y Gutiérrez, 2010) indicando que las vacas bien estimuladas producen buena eyección de la leche gracias a la liberación continua e interrumpida de la oxitocina endógena.

El resultado del presente estudio es superior al reporte de (Espinosa *et al*, 2011) quienes utilizaron tres factores como estimulación con becerro, con oxitocina y estimulación manual en búfalas (30 – 60 días de lactancia, producción de 2.5 – 4.5 kg/d., OT=20 UI IM); en el cual la estimulación con

oxitocina exógena mostró una producción total de leche ligeramente superior 3.51 ± 0.49 kg., 3.79 ± 0.41 kg. y 3.60 ± 0.39 kg., respectivamente.

La producción de leche aumenta por efecto de la hormona oxitocina, ya que actúa en las células mioepiteliales como indica (Luna *et al*, 2007) que, al realizar 3 experimentos en diferentes ranchos, encontraron la mayor producción de leche en el rancho **A** (41.68%; $P < 0.01$) en los animales que recibieron Oxitocina 8 UI /vsc (8.46 ± 0.9 kg/d) contra los que no la recibieron (4.28 ± 1.0 kg/d). En el rancho **B** presento unos resultados de producción de leche que fue mayor (32.9%; $P < 0.001$) con Oxitocina 8 UI/vsc (4.07 ± 0.3 kg/d) vs AH (2.73 ± 0.3 kg/d). En el rancho **C** fue diferente a los de más por el ordeño manual que se realizó y los resultados fueron con Oxitocina 10 UI/vsc (8.58 ± 0.8 kg/d) vs AH (5.48 ± 0.8 kg/d) , el ordeño en el rancho A y B fue mecánico, a comparación del rancho C, el estudio fue realizado en México un clima tropical húmedo con vacas *Bos Taurus* y *Bos Indicus* 60 días de lactancia entre 2-5 partos. Basándonos en los resultados de este estudio es posible que la liberación de OT de origen hipofisiario fue suficiente para desencadenar una adecuada eyección de la leche por lo que estos valores no difieren a pesar de que solo se ordeñaron 3 pezones a comparación del estudio realizado en el establo Alternancia que fue en un clima seco, vacas Brown Swiss de 2 – 9 meses de lactancia y 1 a 5 partos aproximadamente con la administración de oxitocina de 3 UI IV logrando buenos resultados a comparación de las vacas control $12.54 \pm 4.04 - 8.85 \pm 2.94$ kg.

Esta diferencia se debe al efecto de administración exógena de 3 UI de oxitocina en la vena subcutánea mamaria a nivel de la región abdominal, la buena acción se debe a la densidad de los receptores que se encuentran en las células mioepiteliales de la glándula mamaria que constituyen un componente indispensable para la acción de la hormona circulante que induce reflejar señal química con respuesta de contracción de las células mioepiteliales y del alvéolo mamario para tener respuesta como la eyección láctea en mayor cantidad en las vacas (Drescher, 2005). La administración de oxitocina a dosis no terapéutica (niveles bajos) se muestra afectiva para impulsar la salida de la leche que se encuentra en la ubre, indicada por (Ghezli, 2012). Al igual que (Gorewit y Sagi, 1984) utilizaron 5 dosis de oxitocina (0.5 - 1 - 1.5 - 2 - 3 UI), por lo que la administración de 2 ó 3 UI IV de oxitocina redujo significativamente el rendimiento total de leche residual en comparación de las otras dosis, lo que sugiere que esta dosis resulta más eficiente y da resultados muy significativos, la administración de más de 3 UI de oxitocina por vía intravenosa para promover la eyección de leche no debería ser ventajosa. Por lo que la aplicación de pequeñas dosis de oxitocina es suficiente para rebasar el umbral de concentración de oxitocina e iniciar el adecuado proceso de eyección.

La inhibición central causada por efecto del estrés incide sobre la liberación de oxitocina desde la pituitaria posterior, la inhibición periférica interfiere en la expulsión de la leche de la glándula mamaria, ambos mecanismos de inhibición son consecuencia de la activación del sistema simpático adrenal (Costa y Reinemann, 2004). La inhibición periférica del reflejo de eyección de la leche puede ocurrir por vía de dos mecanismos, bloqueo de los

receptores de oxitocina y vaso constricción periférica, que a su vez reduce del acceso de la oxitocina a las células mioepiteliales e incrementa la resistencia de los ductos dentro de la glándula mamaria, lo cual inhibe el flujo de leche al exterior (Viaña y Hurtado, 2011).

4.2. PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS SEGÚN NIVELES DE PRODUCCIÓN

Según ANVA del Anexo 1; observamos que existe diferencias altamente significativas en la variación de producción de leche de las vacas del Centro Alternancia de la Empresa Planeamiento y Gestión SAC, por efecto de volumen de producción de las vacas ($P \leq 0.05$); mientras la interacción de la administración de oxitocina y volumen de producción de leche de las vacas no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$).

Tabla N° 7. Producción de leche en vacunos con ó sin la administración oxitocina exógena según volumen (kilogramos) de producción.

Tratamiento volumen de leche en litros	Con oxitocina		Sin oxitocina	
	N	Promedio \pm D.S.	N	Promedio \pm D.S.
Menor a 6 kg.	05	8.8 ^b \pm 1.54	05	4.9 ^c \pm 1.21
7 a 10 kg.	05	11.8 ^b \pm 1.79	05	9.3 ^b \pm 1.03
Mayor a 10 kg.	05	17.0 ^a \pm 2.94	05	11.3 ^b \pm 0.86

^{a,b y c} Literales diferentes en cada columna indican diferencia altamente significativas ($P \leq 0.05$).

Nivel 1 = < 6 kg., Nivel 2 = 7 – 10 kg., Nivel 3 = 10 > kg.

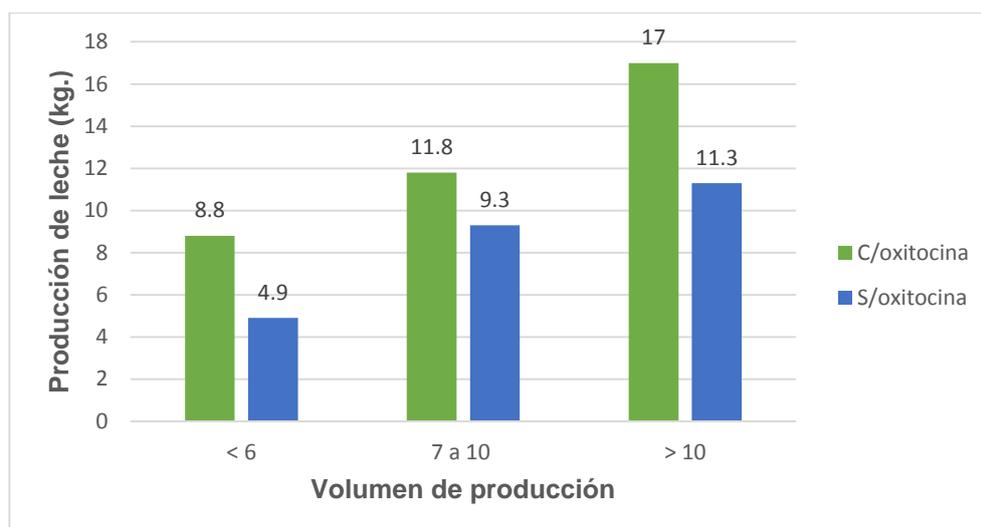


Figura N° 4. Producción de leche en vacas según niveles de producción.

En la tabla 7 y en la figura 4, se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para producción de leche en las vacas por efecto de volumen de producción pertenecientes al Centro Alternancia de la Empresa Planeamiento y Gestión del Distrito de Yauri de la Provincia de Espinar - Cusco; en donde las vacas con producciones mayores a 10Lts y aplicadas con oxitocina mostraron un promedio de producción de 17.0 ± 2.94 kg. y esto fue superior estadísticamente al grupo de vacas del primer nivel que produjeron 8.8 ± 1.54 kg. y las de segundo nivel que fue 11.8 ± 1.79 kg. Estos promedios al ser contrastados mediante la prueba múltiple de significación de Tukey reflejaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

Esta diferencia nos demuestra que el grupo de vacas del nivel 3 con volúmenes mayores a 10 litros estuvieron en el primer tercio de lactación, es por ello que muestra superioridad en la producción. Asimismo (Sánchez, 2010) indica que la lactancia se inicia con unos niveles altos de producción y sigue subiendo hasta alcanzar el “pico de lactación” que se produce entre el 1° y 2° mes post parto, a comparación de (Rubio, 2000) quien nos dice

que la cantidad de leche aumenta progresivamente hasta los 60 – 90 días post parto, de donde se obtiene el máximo de producción de leche por día, y además las vacas del segundo nivel en su mayoría se encontraban en el segundo tercio (91 días post parto hasta los 210 días) y tercer tercio de lactación.

A este efecto la administración de la oxitocina tiene una respuesta a la eyección de la leche, manifiesta (Ghezli, 2012) quien indica que al aplicar la oxitocina a diferentes dosis se activa el reflejo de la eyección láctea. Igualmente, (Drescher, 2005) indica que al administrar la oxitocina un minuto antes del inicio del ordeño debió desencadenar una liberación de oxitocina endógena adicional, capaz de generar la máxima respuesta eyectolactea; estas diferencias significativas que muestran en este estudio nos inducen a explicar que al aplicar la oxitocina hubo aumento de la eyección de la leche tal como nos manifiesta (Gorewit y Sagi, 1984).

Al igual que el reporte de Hermosilla (2009) quién utilizó vacas *Bos taurus* / *Bos indicus* (producción 7 promedio, 5 – 7 año y 1 – 4 partos) quien realizó el experimento por 7 meses con ordeño manual/día, pastoreo de pastos naturales y cultivados, donde obtuvieron un promedio de producción de 7 kg, en el primer mes de evaluación con oxitocina (20 UI IM) 8.06 ± 0.30 kg. y sin oxitocina, 6.6 ± 0.30 kg y al séptimo mes de evaluación (8.1 ± 0.30 kg. y 5.8 ± 0.30 kg.) encontraron diferencia significativa de ($P < 0.05$); ya que las vacas tratadas con oxitocina exógena tuvieron una diferencia en la producción de aproximadamente 2 kg. por vaca por día durante la duración del estudio, estos resultados a diferencia de los obtenidos en el trabajo de

investigación fue factor tiempo de investigación que fue 7 meses y factor mes de lactancia de las vacas y la edad, y lo más importante la raza de vacas que se utilizaron.

Para lograr el ordeño completo se requiere de una apropiada estimulación inicial, pero es importante que esta sea continua. La estimulación pre ordeño induce a la liberación de leche alveolar indica (Duran y Duarte, 2009) debido a la liberación de la oxitocina, pero se debe evitar la caída de los niveles de oxitocina para que se obtenga la óptima eyección de la leche hasta el final del ordeño, ya que cualquier interrupción en el proceso de eyección perturbaría la adecuada remoción, lo cual puede expresarse en una baja eficiencia del ordeño (Costa y Reinemann, 2004), las cantidades de leche residual pueden variar entre 10 y 22% de acuerdo con los intervalos de ordeño, número de lactancias, tipo de ordeño, entre otros (Schmidt, 1971).

El trabajo realizado por (Espinosa, 2005) registra una eficacia del 80 % posterior a la aplicación de oxitocina IM, donde indica que existe cierto grado de resistencia individual a la oxitocina; en cuanto a nuestros resultados no hubo resistencia individual a la oxitocina hasta culminar con él tratamiento.

La mínima estimulación proporcionada por el ordeñador, mediante el lavado y masaje previo a la colocación de las pezoneras, en las vacas testigo no desencadenó la máxima eyección láctea, lo cual se refleja en el bajo nivel de producción (Lavin, 2005).

V. CONCLUSIONES

- La producción de leche de las vacas con inducción oxitocina exógena a dosis de 3UI incrementó a 12.54 kg de leche, y sin oxitocina produjeron 8.2 kg de leche ($P \leq 0.05$); por lo que el uso de la oxitocina favorece la eyección de la leche.
- Las vacas con producciones mayores a 10 kg de leche respondieron mejor en incrementar la producción de leche en 5.7 kg de leche por efecto de oxitocina; mientras las vacas de 7 a 10 litros solo aumentaron 2.5 kg de leche y las vacas menores a 6 kg de leche incrementaron 3.9 kg de leche comparado al grupo de vacas sin administración de la hormona ($P \leq 0.05$).

VI. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la producción de leche en los establos de crianza de vacunos se debe implementar el uso de la hormona oxitocina.
- Por la complejidad del funcionamiento del mecanismo neuroendocrino involucrado en la eyección láctea requiere más estudios, especialmente de perfiles hormonales.

VII. REFERENCIAS

- Álvarez, E. 2014. La Raza *Brown Swiss* en el Desarrollo de la Región Puno y el Sur del Perú, y su Participación en el Mercado Nacional. Revista de la asociación Brown Swiss del Perú.
- Arévalo, J.A. 2013. Efecto de la administración de oxitocina en las rutinas de ordeño sobre la eficiencia reproductiva en vacas de producción de leche. Especialización en biotecnología de la reproducción.
- Ávila, S. y A. J. Gutiérrez. 2010. Producción de leche con ganado bovino. 2° ed. Editorial El Manual moderno, S. A. de C. V. México.
- Aubron, C. y H. Cochet. 2008. Producción lechera en los andes peruanos: ¿Integración al mercado interno o marginación económica? ANUARIO AMERICANISTA EUROPEO, N° 6-7, 2008-2009 p. 217-238.
- Blanco, T., A. Serrano, R. Suarez. 2012. Uso de oxitocina sintética para inducir el trabajo de parto en pacientes atendidas en la sala de labor y parto del Hospital Regional Santiago de Jinotepe. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Caballa, R.R. 2012. Producción de ganado vacuno lechero. Ayacucho.
- Callejo, A. 2013. Introducción a la anatomía de la ubre y a la fisiología del ordeño. Departamento de Producción. Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos. Tema 1.
- Costa, D. A., y D. J. Reinemann. 2004. El propósito de la rutina de ordeño.

Instituto Babcock. Ordeño y calidad de leche N° 407. Universidad de Wisconsin.

Cunningham, J.G. 1995. Fisiología veterinaria. 1ra ed. Nueva editorial interamericana, S.A. México.Pp. 517 – 534.

Diaz, F., A. Loayza y R. Bellido. 2013. Vademécum Perú vet. Guía de productos veterinarios. Primera edición. Editorial de Mar E.I.R.L. Lima – Perú.

Drescher, K. 2005. efecto de dos modalidades de ordeño y oxitocina sobre la producción y composición de la leche en vacas de doble propósito en el trópico. 1° ed. Universidad Central de Venezuela facultad de agronomía Maracay – Venezuela.

Duran, J. y S. Duarte. 2009. Diseño y aplicación de un programa de buenas prácticas de ordeño para mejorar la calidad higiénica de la leche en hatos de la Sabana de Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de ciencias Agropecuarias.

Espinoza, D. 2012. Plan estratégico del sector lácteo de Cajamarca. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Espinosa, Y., P. Ponce y J. Capdevila. 2011. efecto de la estimulación con bucerro, oxitocina y manual sobre los indicadores de ordeño en búfalas. Departamento de Sanidad Animal. Universidad de Granma. Rev. Salud Animal. Vol. 33 No. 2 (2011): 90-96.

Espinosa, K.K. 2005. Evaluación de Tolerancia y Eficacia de una Solución Inyectable a base de Oxitocina 10 U.I. por mL (Oxyto-Synt® 10) como

estimulador de Secreción Láctea en Vacas Lecheras. Área de Investigación y Desarrollo Investigación en Salud Animal. AGROVET MARKET ANIMAL HEALTH.

FAO. 2011. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Iniciativa de política pecuaria en favor del pobre. <http://www.fao.org/ag/ppipi.html>. Visita 13/ 05/17.

Frandsen, R.D. y T. Spurgeon.1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 5ta ed. Nueva editorial interamericana, S.A. de C.V., México.

García, M. J. 2003. Efecto de las hormonas esteroideas sobre las actividades aminopeptidasas del eje hipotálamo – hipófisis – adrenal del ratón. Área de Fisiología. Facultad de Ciencias Experimentales y de la Salud. Universidad de Jaén.

García, O., y I. Ochoa. 1997. Derivados lácteos. Bloque modular 1. Obtención higiénica de la leche. Centro agropecuario de la Sabana. 637. G 216 d. V. 1, Ej.1.Bogotá.

Ghezli, A. 2012. Efecto de la administración de oxitocina antes del ordeño en vacas lecheras sobre la eficacia productiva y de la reproducción. Universidad de León. España.

Glauber, C. E. 2007. Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. Veterinaria Argentina, 24(234):274-281.<http://www.veterinariargentina.com/revista/> Consultada 13 mayo 2017.

- Gonzales, A. 2013. Tratamiento de la hipoagalactia y agalactia por la oxitocina. *Ginecol Obstet Mex* 2013; 81:677-685.
- Gonzales, E. M. A. Espinosa, y A. Villa. 2000. Fisiología de la oxitocina en bovinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Gonzales, P. 2015. Buenas prácticas de ordeño. 1° ed. Editorial caritas del Perú.
- Gorewit, R. C., R. Sagi. 1984. Efectos de la oxitocina sobre la producción y las variables de ordeño de vacas. *J Dairy Sci.*; 67 (9): 2050 - 4.
- Gutiérrez, J.C. 2008. Hormonas de la reproducción bovina. Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble. Capítulo XLII.
- Guyton, A.C., y J. E. Hall. 2003. Tratado de la fisiología médica. 10ma ed. Editorial Elsevier Saunders. Mississippi. Pp 1014 – 1017.
- Heguy, J. 2016. Principios básicos para el procedimiento de ordeño, Entorno Ganadero 53, BM Editores. www.produccion-animal.com.ar.
- Hermosilla, S. R. 2009. Efecto de la aplicación de oxitocina sobre el periodo de días abiertos en vacas de doble propósito en el trópico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruz. Veracruz.
- Hertog, C. E., A. N. de Groot., y P. W. van Dongen. Historia y uso de los oxitócicos. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* (Ed. Española) 2001; 1: 315-319. Holanda.

INEI. 1994. Instituto Nacional de Estadística e Informática. www.inei.gob.pe.

Visita 07 / 03 / 17.

INEI. 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Resultados definitivos

IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Visita 05 / 04 / 17

INEI. 2016. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Producción Nacional.

www.inei.gob.pe. Visita 14 / 06 / 17.

Jordan, K. 2014. Prevención de residuos de fármacos en la leche y la carne.

Manual para el ganadero de las mejoras prácticas de manejo. Ganaderos asegurando un manejo responsable, programa nacional de ganadería lechera. Federación nacional de productores de leche.

LABODEC. 2015. Oxitodec. Perú

Lavin, R.G. 2005. Efecto de la aplicación de oxitocina sobre la eficiencia reproductiva en vacas F1 (Holstein x Cebu) lactantes en el trópico húmedo.

Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Lopez, C. E., J. Arambula., y E. E. Camarena. 2014. Oxitocina, la hormona que

todos utilizan que pocos conocen. Art. De rev. Ginecol Obstet Mex 2014; 82:472-482.

Luna, C., J.A. Ramirez., F.A. Rodriguez. 2007. Producción de leche en vacas de

doble propósito tratadas con oxitocina bajo condiciones de trópico húmedo mexicano. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (Arch.

Latinoam. Prod. Anim.). ISSN 1022-1301. Vol. 15,
www.alpa.org.ve/ojs.index/php.

Menchaca, A. y E. Rubianes. 2012. Avances en el control ovárico en la oveja. Instituto de Reproducción Animal Uruguay. Fundación, I.R.A.U. Montevideo, Uruguay.

Nolte, E. y J. Kuan. 2006. Instituciones responsables: Iniciativa Crianzas y Políticas en los Andes / CONDESAN / Pro Poor Livestock Policy Initiative – FAO. Editorial comercial grafica Sucre.

Renfrew, M.J. y L. S. Woolridge. 2000. Oxytocin for promoting successful lactation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2 CD000156.

Rodriguez, J. O. 2002. Inducción de lactancia con hormonas en vacas Holstein. Universidad Autónoma de San Luis Potosi, Facultad de Agronomía.

Rojas, R. D. 2007. Bovinos: manejo y crianza. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano Primera edición. Impreso en puno.

Rosemberg, B. M. 2000. Producción de ganado vacuno de carne de doble propósito. 1ra ed. CONCYTEC. Lima Perú.

Rubio, R. 2000. Efecto del mes de parto y el número de lactancia sobre la producción de leche en cada mes de la lactancia y la producción total a los 330 días del parto.sa

- Saharrea, A. y H. Basurto. 2012. Efectos de la oxitocina sobre reproducción y producción de leche en vacas de doble propósito en el trópico. Ganadería mx, pecuarios.
- SALCEDO, W. 2013. Gestión de los recursos hídricos en zonas con intensificación productiva Agropecuaria. Proyecto concertado de Espinar. SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Sánchez, M. 2010. La curva de lactación, producción animal e higiene veterinaria.
- SIEA. 2016. Sistema integrado de estadista agraria. Anuario estadístico de la producción Agrícola y gandra.
- Schmidt, G. 1971. Biology of Lactation. Ed. G.W. Salisbury. San Francisco, EEUU. p. 317.
- Tancin, V. and R. Bruckmaier. 2001. Factors affecting milk ejection and removal during milking and suckling of dairy cows. Vet. Med. Czech. 46 (4): 108 - 118.
- Temple, D., E. Mainau. y X. Manteca. 2014. Ventajas y desventajas del ordeño automatico. Motivar, Bs. As., N° 135. www.produccion-animal.com.ar. Visita 04/ 06 / 17.
- Torres, D. A. 2013. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre ña producción, fraccionamiento lechero y parámetros de calidad de leche en las cabras canarias. Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Las Palmas de Gran Canaria.

- Tresguerres, J. A. 2005. Fisiología humana. 3 ed. Editorial Mc Graw – Hill Interamericana de España, S. A. U.
- Urgiles, M. E. 2011. Influencia de la hormona del crecimiento (somatotropina) en la producción de leche del ganado bovino. Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Facultad de Ciencias Peruanas, Escuela de Ingeniería Zootecnia. Ecuador.
- Valenzuela, G. C. 2016. La incidencia de las estrategias comunicacionales implementadas por la compañía minera Antapaccay en las percepciones de los beneficiarios del proyecto Planta de Lácteos –Desarrollo del sector ganadero en Espinar en torno a su desarrollo económico local sostenible: un estudio a partir de la materialidad. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias y Artes de la Comunicación.
- Viaña, M. y R. Hurtado. 2011. Mundo ganadero. N°2. Ed. M.V. Publicaciones E.I.R.L. Revista del sector ganadero del Perú.
- Wolter, W., H.V. Castañeda., B. Kloppert. y M. Zschoeck. 1996. La mastitis bovina. Instituto Estatal de Investigaciones de Hesse. Universidad de Guadalajara. México.

VIII. ANEXOS

ANEXO A. ANVA para producción de leche en vacunos por efecto de la administración de oxitocina – Centro Alternancia minera Antapaccay Espinar – Cusco.

F.V.	G.L.	SC	CM	F _c	Pr>F	F _t (α=0.05)
Tratamiento	5	403.08	80.62	27.80	< 0.0000	2.62
Entre inducción	1	123.63	123.63	42.63	< 0.0000	4.26
Entre volúmenes	2	266.45	133.22	4.59	< 0.0000	3.40
Interacción. I/V	2	13.00	6.50	2.83	< 0.0002	3.40
Error experim.	24	70.15	2.9			
Total	29	473.23				

CV (%) = 16.17 %

ANEXO B. ANVA para producción de leche en vacunos con oxitocina – Centro Alternancia minera Antapaccay Espinar – Cusco.

F.V.	G.L.	SC	CM	F _c	Pr>F	F _t (α=0.01)
Tratamiento	1	71.06	71.06	11.05	< 0.0000	10.04
Error experim.	10	64.29	6.43			
Total	11	473.23				

CV (%) = 22.88 %

ANEXO C. Registro de producción.

FECHA:						
N°	ARETE/NOMBRE	PRODUCCIÓN DE LECHE		OXITOCINA		NIVEL DE PRODUCCIÓN
		Mañana	Tarde	si	no	
1						
2						
.						
:						
30						

ANEXO D. Característica de los animales utilizado en el ordeño.

N°	R.P. / NOMBRE	N° DE LACTANCIA	MES DE PRODUCCION	C.C.	OT/SIN OT
1	Shimey	-	4	2.5	OT
2	Noemi	2	9	3.5	OT
3	Liz	2	5	3	OT
4	Deysi	2	4	2.5	OT
5	Yarita	2	5	3	OT
6	Leydi	2	7	3	OT
7	Chata	2	3	3.5	OT
8	Diana	2	5	3	OT
9	115	2	2	3	OT
10	Erika	2	7	3	OT
11	Lucy	4	2	3	OT
12	Mily	-	7	2.5	OT
13	Kunurana	4	2	3	OT
14	Jazmin	4	6	3	OT
15	Arlet	4	4	3	OT
16	118	2	5	3.5	Sin OT
17	Pio	-	4	2.5	Sin OT
18	136	3	3	3	Sin OT
19	Ratona	3	6	2.5	Sin OT
20	Eva	3	6	3	Sin OT
21	109	3	4	3	Sin OT
22	Latina	3	2	3	Sin OT
23	Nena	-	3	2.7	Sin OT
24	Santa	4	4	3	Sin OT
25	Carme	4	6	3	Sin OT
26	Cleo	4	4	3	Sin OT
27	Faby	4	7	2.7	Sin OT
28	Tota	5	5	3	Sin OT
29	Ruby	5	6	3	Sin OT
30	Sandy	5	7	3	Sin OT

ANEXO E. Números de vacas administradas con oxitocina.

N°vacas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Dosis IV	3UI														
Ordeño	M ↓ T														
Dosis total OT	6UI														

OT= Oxitocina.
M= Ordeño de la mañana.
T= Ordeño de la tarde.

ANEXO F. Números de vacas que formaron grupo testigo.

N°Vacas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Testigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordeño	M ↓ T														

M= Ordeño de la mañana.
T= Ordeño de la tarde.



Figura N° 5. Materiales que se usaron en la ejecución del proyecto.



Figura N° 6. Sala de ordeño en forma de pescado para 4 vacas.

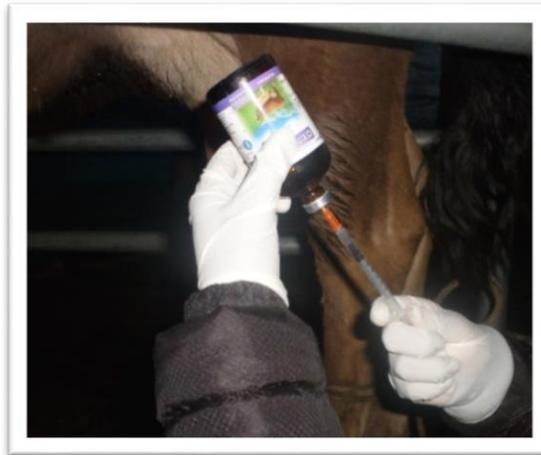


Figura N° 7. Cargar la dosis de 0.3ml de oxitodec.

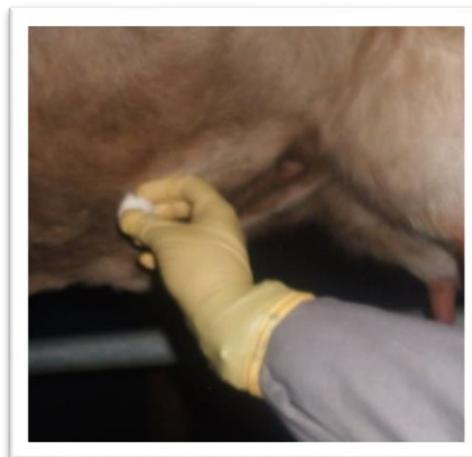


Figura N° 8. Antisepsia de la zona a inyectar.

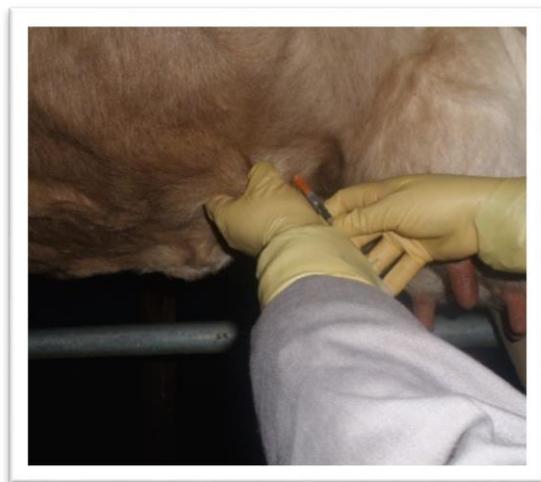


Figura N° 9. Sujeción de la vena mamaria.

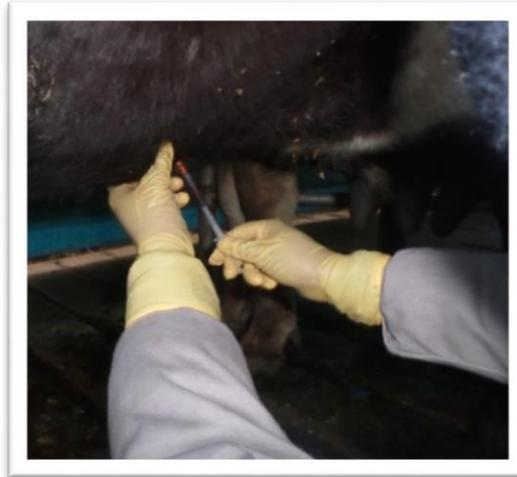


Figura N° 10. Inyectar la oxitocina asegurándose que este en la vena.

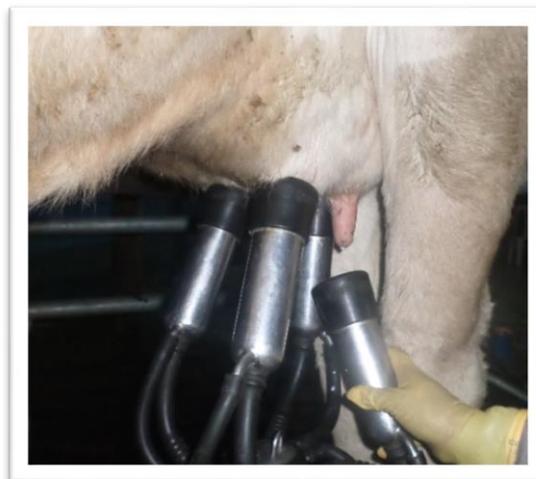


Figura N° 11. Colocación de las pezoneras después de 30 segundos.

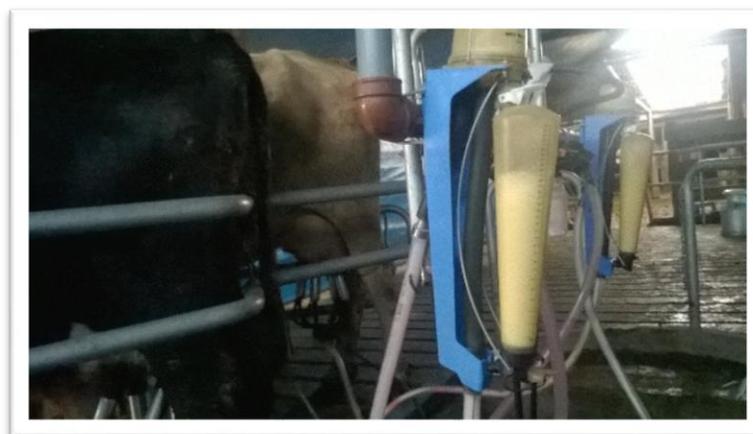


Figura N° 12. Medidor de leche Waykato (Kg.)

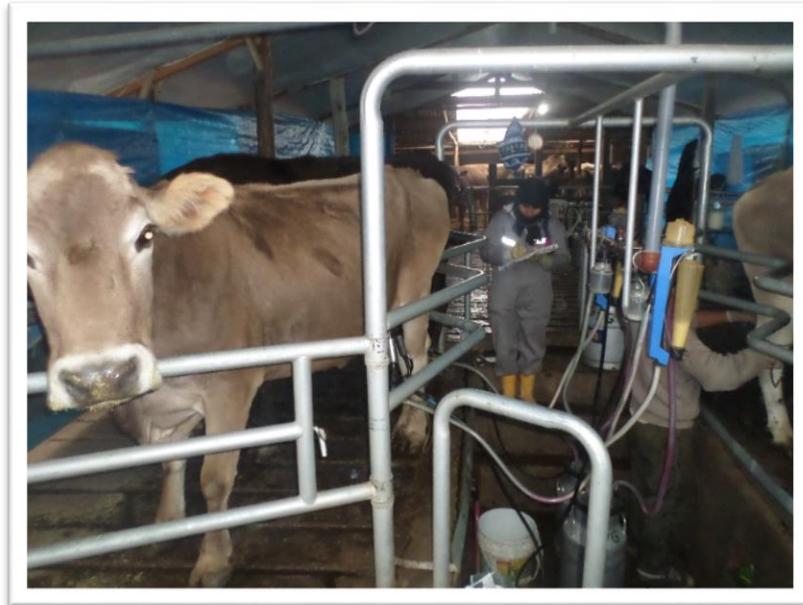


Figura N° 13.Registrando la producción de leche.



Figura N° 14. Porongos para decepcionar la leche.