



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**



**TESIS**

**PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS NACIDAS DE INSEMINACIÓN  
ARTIFICIAL CON SEMEN IMPORTADO Y NACIONAL EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL CHUQUIBAMBILLA - PUNO**

**PRESENTADA POR:**

**RONNIE MASK CONDORI MORALES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL**  
**MENCIÓN EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

**PUNO, PERÚ**

**2022**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

#### TESIS



## PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS NACIDAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CON SEMEN IMPORTADO Y NACIONAL EN EL CENTRO EXPERIMENTAL CHUQUIBAMBILLA - PUNO

PRESENTADA POR:

RONNIE MASK CONDORI MORALES

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL

MENCIÓN EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

(F) Dr. FELIX HUGO COTACALLAPA GUTIERREZ

PRIMER MIEMBRO

Dr. ZACARIAS CONDEMAYTA CONDEMAYTA

SEGUNDO MIEMBRO

Dr. JAVIER MAMANI PAREDES

ASESOR DE TESIS

Dr. JULIO MALAGA APAZA

Puno, 16 de enero de 2020

ÁREA: Reproducción animal.

TEMA: Producción de leche según origen de semen.

LÍNEA: Mejoramiento genético en ganadería lechera.



## DEDICATORIA

A Dios, quien siempre guio mis pasos.  
A mi madre Beda, a la que quiero y  
extraño mucho, a ella le dedico todos  
mis logros.

A mi padre y hermanos, que son  
ejemplos a seguir, por el apoyo  
moral que siempre me dieron, y  
que esto no hubiese sido posible  
sin Uds.

**Ronnie Mask**



## AGRADECIMIENTOS

- A mi alma mater, Universidad Nacional del Altiplano a través de la Escuela de Posgrado en la Maestría en Ciencia Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por permitirme desarrollarme personal y profesionalmente.
- A los Docentes de la Maestría en Ciencia Animal de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Al Dr. Julio Málaga Apaza, en su calidad de asesor de tesis, mi sincero agradecimiento por su acertada dirección en la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado: Dr. Felix Hugo Cotacallapa Gutiérrez (†), Dr. Zacarias Condemayta Condemayta y Dr. Javier Paredes Mamani, por su paciencia durante las correcciones y sugerencias realizadas en la ejecución de la presente tesis.
- Al Centro Experimental Chuquibambilla, por el apoyo brindado para facilitarme la base de datos para la realización del presente trabajo de investigación.

**Ronnie Mask**



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	2
1.1.1. La raza bovino <i>Brown Swiss</i>	2
1.1.2. Producción de leche y mejoramiento genético	3
a). Importancia de un plan de mejoramiento genético	4
1.1.3. La inseminación artificial	4
a). Ventajas del uso de la inseminación artificial	5
b). Desventajas del uso de la inseminación artificial	5
1.1.4. Origen de semen para la inseminación artificial	6
a). Semen de origen nacional	7
b). Semen de origen importado	7
1.1.5. Selección de reproductores	8
1.1.6. Importancia de la producción de leche	8
a). Año de producción o lactancia	9
b). Tercio de lactancia	10

v



c). Época de estación sobre la producción de leche	10
1.1.7. Curva de lactancia	11
a). Función de crecimiento acumulado de la curva de lactación	12
b). Ventajas del cálculo de la curva de lactación	12
1.1.8. Costos marginales	13
1.1.9. Modelos matemáticos de Gompertz	13
1.2. Antecedentes	14
1.2.1. Producción de leche en el centro experimental Chuquibambilla	14
1.2.2. Mercado mundial del semen congelado	15
1.2.3. Realidad nacional	16
a). Inseminación artificial en el Perú	16
b). Uso de semen nacional e importado en el Perú	17
1.2.4. Control lechero	18
1.2.5. Situación regional	18

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema	20
2.2. Enunciados del problema	21
2.3. Justificación	21
2.4. Objetivos	22
2.4.1. Objetivo general	22
2.4.2. Objetivos específicos	22
2.5. Hipótesis	23
2.5.1. Hipótesis general	23
2.5.2. Hipótesis específicas	23

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de estudio	24
-----------------------	----



3.2. Material experimental	24
a). Criterios de exclusión para el primer objetivo	25
b). Criterios de Exclusión para el segundo objetivo	25
3.3. Material utilizado	26
3.4. Metodología	26
3.4.1. Producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y nacional	26
3.4.2. Función de crecimiento acumulado de producción de leche en tres lactaciones de vacas nacidas de semen con origen importado y nacional	27
3.4.3. Merito económico de la inseminación artificial de semen con origen importado y nacional.	28
a). Costo marginal	28
3.4.4. Diseño estadístico	28

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial de semen con origen importado y nacional.	30
4.2. Crecimiento acumulado en la curva de lactación en vacas nacidas con semen de origen importado y nacional.	33
4.2.1. Crecimiento acumulado en vacas nacidas por semen de origen nacional e importado	33
4.2.2. Determinación de la función de crecimiento	37
4.3. Merito económico de la inseminación artificial con semen de origen importado y nacional	40
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de registros de producción lechera mensual según origen de semen.	25
Tabla 2. Número de registros de producción lechera mensual según origen de semen para el segundo objetivo.	26
Tabla 3. Distribución de número de lactaciones según origen de vacas	27
Tabla 4. Producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado en los tres tercios de producción por año de lactación	30
Tabla 5. Producción de leche en vacas nacidas según lactancia	32
Tabla 6. Promedio de producción según mes de producción en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado	34
Tabla 7. Diferencial de producción de leche estimados entre los dos tipos de vacas según origen de semen	37
Tabla 8. Diferencia entre la valorización individual a costo marginal de la producción de leche en vacas nacidas de semen de origen nación e importado según lactancia	40
Tabla 9. Diferencia total de hato valorizado a costo marginal de la producción de leche en vacas nacidas de semen de origen nación e importado	41



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de crecimiento acumulado de leche en vacas nacidas de semen nacional	36
Gráfico 2. Curva de crecimiento acumulado de leche en vacas nacidas de semen de importado	37
Gráfico 3. Comparación entre producción mensual de leche entre vacas nacidas de semen con origen nacional e importado	38



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Producción de leche primera lactancia	52
Anexo 2. Producción de leche segunda lactancia	53
Anexo 2. Producción de leche tercera lactancia	55
Anexo 4. Producción de leche según mes de producción vacas nacionales	57
Anexo 5. Producción de leche según mes de producción vacas importadas	58
Anexo 6. Prueba de T primera lactancia	60
Anexo 7. Prueba de T segunda lactancia	61
Anexo 8. Prueba de T tercera lactancia	62

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo, evaluar la producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado según año de lactancia. Se utilizaron registros acumulados de producción lechera tales como de vacas de la raza Brown swiss. La información fue digitada considerando el origen del semen aplicado en la inseminación, número de inseminación, inicio de la producción de leche y meses de producción según lactancia en formatos del Microsoft Excel. Los datos metodológicos fueron analizados mediante un DCA con un nivel de error al 5% además se utilizó el modelo matemático de Gompertz para describir el crecimiento acumulado de producción de leche. La mayor producción de leche a la primera, segunda y tercera lactancia la obtuvieron las vacas nacidas con semen de origen importado con  $3122.23 \pm 1105.21$ ,  $3460.48 \pm 1054.72$  y  $3015.51 \pm 994.64$  L/lactancia respectivamente. La mayor estimación de la producción de leche asintótico (a) fueron de las vacas nacidas con semen de origen nacional, el parámetro (c) que representa la tasa de producción en cada punto de la curva, indicando el aumento de la producción para alcanzar la producción asintótica fueron de igual manera de las vacas nacidas con semen de origen nacional. El mérito económico de la producción de leche entre los dos tipos de semen a través de costos marginales se obtuvo de las vacas nacidas con semen de origen importado para el presente estudio. Se concluye que el efecto origen de semen influye en la producción de leche y sobre crecimiento acumulativo de la producción.

**Palabras clave:** Inseminación, producción de leche, raza Brown Swiss, semen origen importado, semen origen nacional.



## ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate milk production in cows born with semen of local and foreign origin according to the year of lactation. Accumulated records of milk production such as Brown Swiss cows were used. The information was entered considering the origin of the semen applied in the insemination, number of insemination, beginning of milk production and months of production according to lactation in Microsoft Excel formats. The methodological data were analyzed by means of a DCA with an error level of 5% and the Gompertz mathematical model was used to describe the cumulative growth of milk production. The highest milk production at the first, second and third lactation was obtained by cows born with semen of foreign origin with  $3122.23 \pm 1105.21$ ,  $3460.48 \pm 1054.72$  and  $3015.51 \pm 994.64$  L/lactation, respectively. The highest estimate of asymptotic milk production (a) were from cows born with semen of national origin, the parameter (c) representing the production rate at each point of the curve, indicating the increase in production to reach the asymptotic production were likewise from cows born with semen of national origin. The economic merit of milk production between the two types of semen through marginal costs was obtained from cows born with semen of foreign origin for the present study. It is concluded that the semen origin effect influences milk production and cumulative production growth.

**Keywords:** Insemination, milk production, Brown Swiss cows, imported semen origin, semen of domestic origin.

## INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores que permiten altos niveles de producción en la industria lechera siendo uno de ellos la inseminación artificial, la cual es el principal factor determinante en la vida productiva de la vaca dentro del hato lechero (Requena, 2018). Actualmente, la inseminación es realizada mediante el semen congelado, a través de la técnica de la inseminación artificial, en tanto técnica que permite potenciar los resultados dentro del manejo de la reproducción. Se emplea siempre que un ganadero desee mejorar la calidad de los genes en su ganado. (Salinas, 2016).

Solo se conoce la heredabilidad transmisible mas no el total de producción de leche de una vaca nacida con semen empajillado de sementales criados en nuestro país comparado con la producción total en una campaña de lactación producida por una vaca nacida con semen de origen extranjero, ya sea pajillas de sementales de Suiza y Estados Unidos principalmente (Salinas, 2016) y (Cárdenas, 2010). Se sabe que las condiciones medioambientales son un factor importante en la expresión de los genes para la producción lechera por lo cual son importantes para su consideración dentro de un programa de mejoramiento genético. (Heise, 2012).

El Centro Experimental Chuquibambilla de la ciudad de Puno tiene la misión de aportar con nuevo conocimiento y tecnología puesta al servicio de la comunidad agropecuaria. Con el objetivo de capacitarse y observar tecnologías (Galindo, 2006). La investigación se realizó con la finalidad de evaluar la producción lechera de vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importando y semen de origen nacional, con el consiguiente análisis estadístico de diseño completamente a azar de las variables cuantitativos para efectuar el estudio de producción lechera, así mismos modelos matemáticos para determinar la curva de lactación, considerando tres años de lactancia.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico

##### 1.1.1. La raza bovina *Brown Swiss*

Se trata de la raza de vacunos de mayor antigüedad, descendientes de las especies *Bos frontosus* y *Bos longi frons*. Se encontraron registros que remontan al origen de dicha especie hacia 400 a.c. Por cuanto son parecidos a lo que es hoy por hoy el esqueleto moderno de dicha especie. Dentro de las razas de vacas lecheras, es considerada como la segunda más pesada solamente después de la vaca Holstein Frisian. Esta raza alcanza su máximo nivel productivo cuando adquiere más edad que otras razas de vacas lecheras.

Hoy por hoy, dicha especie es considerada una raza global; es destinada para la producción de leche tanto en Canadá como en Estados Unidos, dentro de las cuales existen dos variedades distintas: la vaca pardo claro y la vaca pardo oscuro. No obstante, se pueden observar vacas de la especie con distintos tonos de color, toda vez que se trata de animales cuya piel es sumamente fina y suave, (Mamani *et al.*, 2009). Las vacas pertenecientes a esta raza suelen tener fuerte musculatura y gran resistencia, por lo que pueden vivir en zonas de gran altitud. Dentro de sus características, estos animales producen alrededor de 6029 litros de leche por campaña citado por (Vargas *et al.*, 2013) tesis referente al ganado criollo.

La especie mencionada ha tenido éxito en la adaptación a las condiciones de la serranía peruana, desde el centro hasta el sur (Gamarra, 2001), se caracterizan por su gran resistencia a condiciones extremas tales como elevada altura, alta tasa de lluvias, una reducida presión barométrica, existencia de poca cantidad de oxígeno, elevado nivel de concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases que puedan resultar

perjudiciales a la salud, elevado nivel de radiación UV, pastos cuya calidad nutritiva se encuentra bajo el promedio y además se evidencia una clara falta de interés por desarrollar métodos adecuados para la crianza de ganado vacuno (Vargas *et al.*, 2013). La región altitudinal Suni es la que suele albergar en mayor medida la crianza de este tipo de ganado (Quispe, 2016).

Las vacas de origen Brown Swiss provienen de regiones montañosas que presentan diversas dificultades en cuanto a la variación climatológica, además que existe una fuerte influencia de la altura como factor para la obtención de las mismas. De esta manera, se ha llegado a obtener ganado fuerte y de características rústicas que es capaz de prosperar en medios de diversas condiciones climatológicas (Schmidt y Van Vleck, 1976).

### **1.1.2. Producción de leche y mejoramiento genético**

Uno de los alimentos más completos para el desarrollo tanto de las vacas como del hombre es la leche. Este producto de origen animal proporciona 22% de proteína, 11% de energía, 12% de grasa y 76% de calcio, además del 40% de la vitamina A y 90% de vitaminas en el complejo B. Dentro de todos los animales rumiantes, la capacidad de transformar los alimentos ingeridos en leche con la mayor efectividad y eficiencia es la vaca, por lo cual se le considera un agente que permite en gran medida la producción de alimentos (Gasque, 1986).

Debido a una mejora en la alimentación, desarrollo en la mejora genética y diversas modificaciones de su estilo de vida tanto en el manejo como en el control de las enfermedades, las vacas son más capaces de producir leche ahora que hace 60 años. Dicho producto suele ser empleado de diversas formas dependiendo del país en que es consumida; de forma prioritaria, es utilizada en su estado líquido, pero también es procesada para obtener diversos derivados que permiten satisfacer la demanda de cada país de manera equitativa y balanceada (Pérez, 1982).

### **a). Importancia de un plan de mejoramiento genético**

Dada la importancia de las vacas en la cadena productiva, se han hecho diversos esfuerzos por mejorar su estructura genética a partir del empleo de diversas técnicas, tales como cruzamientos y elección de razas específicas. De todos modos, el objetivo radica en determinar cuáles son los beneficios del cruzamiento de determinados animales y qué tipo de aporte tendrá a la futura población. Para tal fin, es sumamente importante contar con información que permita tomar adecuadas decisiones y contar con animales cuyas características correspondan a nuestros intereses (Ravagnolo *et al.*, 2004).

Existen diversos programas de mejora genética tales como IA y IATF, los cuales tienen el propósito de producir tanto carne como leche mediante el desarrollo de proyectos basados en cruzamientos y selección genética. (Carvajal y Bredford, 2015), sostienen que la genética es determinante para regular la composición de la leche, y para obtener mejoras en cuanto a la carne, se pueden realizar cruzamientos específicos a partir de la IA, y de esta manera obtener crías cuyo tamaño y musculatura resulte rentable para su producción y comercialización en el mercado.

En el desarrollo de investigaciones genéticas, se considera indispensable ser capaz de identificar a los mejores animales para emplearse como padres de futuras generaciones, en dicha medida, la inseminación ostenta un rol preponderante para el logro de dichos genes. Ello tomando siempre en cuenta que el principio de mejoramiento genético se basa en la siguiente fórmula: producción = genotipo + medio ambiente (Silva y Artuduanga, 2017).

#### **1.1.3. La inseminación artificial**

La inseminación, según (Shearer, 2003) es aquella técnica que favorece el depósito del semen en el conducto genital de la hembra cuando esta se encuentra en estado de fertilidad reproductiva. Para poder realizar dicho procedimiento de forma adecuada, se debe conocer la anatomía y fisiología de los animales de ambos sexos. La inseminación artificial en adelante denominada IA y la Inseminación artificial a tiempo fijo, en adelante abreviado IATF son técnicas diseñadas para ser aplicadas en el mejoramiento genético principalmente en la ganadería. La genética de los bovinos se ha ido disolviendo debido a los cruzamientos a lo largo de los años,

actualmente existen animales multirraciales que han deteriorado las principales características de cada especie, de manera especial con la leche.

La IA tiene la capacidad de resaltar las características genéticas del padre, determinadas a lo largo de los años por generaciones y beneficia tanto en la producción de leche y de carne (Gasque, 2008). El colocar el líquido seminal del toro en el conducto reproductor de la hembra cuyas características propias de su raza se hayan perdido, redundan en la producción de crías con las mejores características de los padres, que se podrán apreciar a lo largo de los años con la realización de nuevos cruzamientos (Silva y Artuduanga, 2017).

La producción de semen congelado se ha visto distribuida por el comercio internacional, y la creciente exportación exponencial a diferentes países en los últimos años (Funk, 2006).

#### **a). Ventajas del uso de la inseminación artificial**

- Al emplear sementales con características resaltantes, se puede mejorar la descendencia en el hato.
- Se puede incrementar el potencial reproductivo de un semental a través del uso de semen congelado para fecundar a miles de vacas en el periodo de un año.
- Se puede rescatar la capacidad productiva de sementales que no puedan copular por diversos motivos.
- La IA garantiza de forma más confiable y segura la prueba de paternidad o progenie de los toros

#### **b). Desventajas del uso de la inseminación artificial**

- Es necesario contar con especialistas idóneos para llevar a cabo el procedimiento
- Se requiere una inversión inicial costosa en término de compra de materiales, infraestructura, entre otros.

- Si no se lleva un control adecuado, se pueden propagar enfermedades de transmisión sexual o de otra índole
- Si no se manejan apropiadamente el nivel de nitrógeno, se pueden provocar pérdidas en el semen congelado, pudiendo reducirse a cero (Sterner, 1995).

#### **1.1.4. Origen de semen para la inseminación artificial**

A día de hoy existe un uso masivo de la técnica en inseminación para el ganado bovino, gracias a los beneficios brindados por la técnica (Cabrea y Pantoja, 2012) y (Baracaldo *et al.*, 2007) sostienen que la medida 0.25 y 0.5 ml de semen congelado son unidades universales para el almacenamiento y comercialización hacia los productores de ganado.

Existe un procedimiento específico para lograr el congelamiento del semen bovino, mismo que cuenta con las siguientes etapas: recolección, examinación de la calidad del semen, cálculo de pajillas, dilución del semen hasta lograr el volumen requerido y congelamiento (Baracaldo *et al.*, 2007). Se realizó una investigación sobre semen de bovino mencionado por (Sumba, 2012) concluye que el congelamiento o criopreservación es una técnica sumamente eficaz dado que permite mantener al espermatozoides vivo por tiempo indefinido, conservándolo para su posterior utilización.

En concordancia, (Ribeiro *et al.*, 2014), manifiesta que el congelamiento de semen es una medida eficaz a la hora de reducir costos tanto de transporte como de forraje de los sementales, lo cual es beneficioso para la economía del productor. Dichos procedimientos, además, tienen mayor trascendencia cuando se aplica en bovinos que cuando se implementa en el resto de especies animales (Hafez, 2002).

No obstante, una de las más importantes ventajas proporcionadas con la técnica de criopreservación es que muchas células además de las de los espermatozoides son conservadas, lo cual a su vez, según (Salinas, 2016), al emplearse en conjunto con la técnica de la inseminación artificial, es posible de prevenir la transmisión de enfermedades de transmisión sexual transmitidas por la copulación, y consecuentemente incrementa la posibilidad que las vacas sean inseminadas con los mejores toros sementales del mundo.

La producción de leche al ser una característica ligada al sexo, la evaluación de vacas y toros se efectúa en base a la producción de las hembras. En toros se realiza la evaluación en base a las producciones de sus hijas. A mayor número de hijas, mayor exactitud tendrá este procedimiento. Algunos toros probados tienen una prueba con una exactitud del 99%. En nuestro país los toros probados son sinónimo de semen importado, principalmente de Estados Unidos. Cuyo promedio de habilidad transmisora es de + 1,112 lb para Holstein y + 954 lb para Brown Swiss (Pallette, 2001).

#### **a). Semen de origen nacional**

El primer banco nacional de semen se inaugura en la Molina en 1982, cuyo propósito es potenciar la ganadería nacional. Sus aportes repercuten en la calidad genética hasta el día de hoy (Pallette, 2001). Dichos sementales ofrecen múltiples beneficios a los ganaderos nacionales, tales como facilitar la aclimatación por línea materna, reducción del intervalo generacional, proveer de la mejor ascendencia del mundo, incremento de productividad lechera y producción de mejor material genético, solo por mencionar algunos de los beneficios (Mellisho, 2010)

El banco también provee diversos servicios tales como venta de semen de las razas: Simmental, Gyr Lechero, Holstein, Jersey, Brown Swiss y Blonde d' Aquitaine, reproductores cuyas características son adecuadamente acreditadas. Además de ello, se brinda también cursos de capacitación en inseminación artificial y finalmente proveen la certificación de pajillas de semen evaluadas en su laboratorio (Salinas, 2016).

#### **b). Semen de origen importado**

El semen congelado es un producto que se ha ido valorizando a lo largo del tiempo, y tiene comercialización mundial. Su desarrollo es mayor en países que han sido capaces de introducir nuevas razas y buscar mejoras a partir de descendientes de sementales de pura raza (Heise, 2012). Tal es el caso de Estados Unidos, país que ha exportado pajillas sobre de Holstein en gran cantidad en los últimos años. La National Association of Animal Breeders y sus miembros tan solo al 1981 fueron capaces de producir hasta quince millones de pajillas de semen bovino,

exportándose un 13% al mercado europeo, asiático y latinoamericano, siendo este último el de mayor demanda (Funk, 2006).

Actualmente, Estados Unidos y Canadá dominan el mercado de semen congelado global. Tal es así que al 2011, el 32% de crías de toros a nivel mundial eran hijos de sementales americanos. Este país y el canadiense ofertan el 57% de semen bovino al mundo. En el 2014, Estados Unidos exportó 124.7 millones de dólares seguido por Canadá con 95 millones de dólares y Nueva Zelanda con 48.4 millones de dólares. El Perú importó 2'166,954 de dólares de semen congelado bovino de distintos países del mundo. Los países de Estados Unidos y Canadá exportan el 57% de la oferta. Ellos y otros países europeos son los principales exportadores de genética lechera, especialmente de pajillas de bovinos de raza Holstein, Brown Swiss y Jersey (United Nations, 2014).

#### **1.1.5. Selección de reproductores**

Es deber de cada estable el ser capaz de determinar lo que busca en términos de mejora genética o de producción. De esta manera puede lograr apareamientos selectivos que correspondan a sus expectativas en lugar de realizarlos al azar.

A día de hoy, se debe seleccionar a los toros y vacas bajo el criterio de sus capacidades para producir leche de forma consistente; es decir, que pueda beneficiar a la siguiente generación bovina; esto es conocido como habilidad transmisora. Además de ello, se debe tener en cuenta que es necesario guiarse de la exactitud de la prueba para evitar malestares en lo posterior, la misma que debe arrojar los resultados más altos posibles (Pallette, 2001).

#### **1.1.6. Importancia de la producción de leche**

En el desarrollo humano, la leche es un alimento sumamente importante, tanto materna como de otras fuentes tales como la leche de bovino. La alta población juvenil en el país supone que existe una alta demanda por satisfacer en términos de producción de leche por parte de los ganaderos nacionales. Sin embargo, existen deficiencias en su abastecimiento con los estándares requeridos en el país. La leche es un alimento capaz de proveer y estimular el desarrollo, siendo una fuente

equilibrada de la dieta humana. En la práctica, su consumo es mejor en países sub desarrollados en comparación a países desarrollados (Cotacallapa, 1998).

Para la producción de leche nacional, existen cuencas especializadas que aparecen dada su cercanía con ciudades grandes en las cuales el consumo es masivo. De esta manera, al menos el 60% de la producción total proviene de las cuencas de Lima, Cajamarca y Arequipa (Eslava, 2014). A día de hoy, se desarrolla la ganadería bajo los siguientes criterios:

- El 35 % de la superficie territorial peruana es área adecuada para ganadería
- Su concentración en un 21% se desarrolla en la sierra
- El desarrollo ganadero es la principal fuente de sustento del poblador andino
- La leche fresca suele pasar por la industria quesera, programas de asistencia social, plantas procesadoras, entre otros.

Hoy por hoy, lo que se busca es que la industria dé el salto en la producción y acopiamiento. Hace 40 años tan solo se realizaba el acopio del 23% de la producción; en tiempos modernos esta cifra supera con facilidad el 50%, lo cual promueve el surgimiento y desarrollo de nuevas cuencas lecheras (Eslava, 2014).

#### **a). Año de producción o lactancia**

Es importante obtener un tiempo de lactancia prolongado en vacas lecheras a partir del parto. Se sugiere que se lleve a cabo el apareamiento a partir de la semana 12 posterior al parto de modo que la cantidad producida de leche se mantenga constante. Si bien la lactancia larga permite obtener un mejor rendimiento individual por cada bovino, las lactancias cortas permitirán incrementar la productividad anual del hato (Whittemore, 1984).

Según Torrent (Torrent, 1991) Teniendo en cuenta la fisiología de las vacas y la economía del productor se debería estimar un tiempo de duración de lactancia de 305 días, debido a que por más elevada que sea la calidad de producción de leche por parte de la vaca se debe dejar a su ubre reposar al menos 60 días para que sea rentable económicamente.

Un rendimiento considerado estándar es en promedio de 305 días y abarca el periodo total de lactancia en bovinos. Dicha medida incrementa la eficiencia en la lactancia anual en base a los datos mencionados se puede deducir que una vaca ordeñada en un periodo de 10 meses puede producir dicha cantidad. Sin embargo, pasado dicho periodo, si la vaca continúa produciendo la misma cantidad de leche se evidencia que la vaca no volvió a quedar preñada posterior a los 3 meses del parto. Si una vaca da leche por un periodo inferior a 305 días su producción láctea no fue sostenida (Torrent, 1991).

### **b). Tercio de lactancia**

Dicho estándar tiene por finalidad medir el nivel de rendimiento en la producción láctea por cantidad producida. En casi todos los países esta medida ronda los 105 días. En la práctica pesar y medir la consistencia diaria de la leche de cada vaca resulta impráctico a pesar que sería el método más exacto. Por ello, se recurren a otros métodos cómo llevar registro de sindicatos o asociaciones, llevar fichas de control semanales quincenales y mensuales o también implementar un centro de gestión. De esta manera, el control de la actuación por tercios es apropiado mediante registros de producción toda vez que constituyen un punto de partida eficaz para mejorar de manera seria y controlada la producción (Torrent, 1991).

### **c). Época de estación sobre la producción de leche**

Para obtener una producción láctea en óptimas condiciones se debe manejar su temperatura en torno a los cuatro y 21° Celsius. Cuando la temperatura en la cual se maneja la leche supera los 24° Celsius existe una reducción del consumo de dicho alimento toda vez que disminuye la producción láctea. Por otro lado, las condiciones óptimas de temperatura para la conservación de la leche es de menos 27 grados Celsius. De esta manera la temperatura se convierte en un factor determinante toda vez que influye sobre el pasto, así como sobre los animales mencionado por (Palga, 2018) de una tesis de investigación mencionada

La lluvia y el viento constituyen los principales factores en la acción climática que perjudican la producción, toda vez que los animales dejan de pastar. Producto de dicha situación es importante tener en cuenta que los animales deben permanecer en establos la mayor parte del día o de la noche dependiendo de las circunstancias.

El calor corporal se regula por la alimentación del ganado en su mayor medida, y no necesariamente por la temperatura medioambiental (Brosh *et al.*, 1998).

La pérdida del calor del animal queda reducida de forma notable debido a la humedad presente en el aire. Dicho factor permite el enfriamiento del calor corporal a través de la piel mediante la evaporación, así como de la respiración pulmonar. (Hafez, 2000)

Una directa afección a la termo regulación de los animales es producida por el estrés calórico, el cual puede cuantificarse en términos de producción láctea, toda vez que altera el metabolismo dada la modificación a la concentración hormonal. Entre las citadas condiciones del medio ambiente que pueden determinar la productividad de leche se considera fundamentalmente a la temperatura medioambiental, la emisión de rayos ultravioletas, las velocidades alcanzadas por el viento, etcétera (Wingching *et al.*, 2008).

La calidad del forraje se ve directamente afectada por las sequías estacionales en los trópicos, pues determinan la disminución del contenido de elementos nutritivos como minerales y proteínas que favorecen y benefician la digestión (Pezo, 1992). Por otro lado, la maduración se puede ver directamente perjudicada por un déficit del agua, lo cual también reduce la calidad nutritiva del rebrote conforme a la edad que va adquiriendo (Wilson, 1982).

#### **1.1.7. Curva de lactancia**

Es bastante complicado medir la lactancia de la vaca lechera, y por tanto la cantidad de leche producida en ese momento. Existen herramientas que favorecen la toma de decisiones a partir del modelamiento de la curva de lactancia. El contar con dicha información permite establecer un sistema adecuado de producción de leche que permita cuantificar la merma en lactancia. De esta manera, también se pueden observar variaciones en los promedios de producción por efecto de factores externos como el medio ambiente y las condiciones de manejo (Cuatrin, 2007).

La cantidad producida variará dependiendo de la etapa de desarrollo en la cual se encuentre la vaca, y a su vez también variará la cantidad de nutrientes necesarios para dicha producción; de esta manera, una vaca que se halle en el punto más alto

de su capacidad productiva necesitará muchos más nutrientes que una vaca en fase de declive o etapa final de su capacidad producida (Almeyda, 2013).

Pese a que la producción de la leche es sumamente importante para su consumo por parte de la población, no ha tomado la relevancia necesaria o suficiente, por lo cual en muchos casos no se han tomado en cuenta los parámetros necesarios tales como la evaluación e implementación de la curva de lactancia, la determinación del potencial genético o reproductivo de determinada población bovina y finalmente tampoco se logra elaborar o formular estrategias en afán de potenciar la alimentación con pastos acordes a cada etapa de vida de la vaca (Piedra *et al.*, 2012).

#### **a). Función de crecimiento acumulado de la curva de lactación**

Resulta importante considerar al estudio de crecimiento como una herramienta eficaz al analizar la cantidad y la calidad de la leche que se ha producido (Marizancen *et al.*, 2004). Dicha herramienta favorece además la identificación del ganado que ha generado la mayor rentabilidad en un determinado periodo (Freitas, 2007), que se traduce en mayor rentabilidad (Herrera *et al.*, 2008) y al mismo tiempo incrementa el potencial de cada criadero de ganado (Agudelo *et al.*, 2007).

Habitualmente, el crecimiento suele analizarse a partir de tres parámetros de interpretación biológica, mientras que una cuarta función se analiza en tanto constante matemática. El primer parámetro denominado producción asintótica, estima la producción de leche en un tiempo determinado, dejando de lado las fluctuaciones generadas a partir de los cambios genéticos o incluso ambientales en términos de producción (Silva *et al.*, 2001). El parámetro  $c$ , determina la eficiencia de producción de un animal.

#### **b). Ventajas del cálculo de la curva de lactación**

El estudiar la curva de lactancia es relevante toda vez que favorece la identificación de fallas en el manejo del rebaño, tales como una mala alimentación, instalaciones deficientes, enfermedades que no se han detectado previamente, entre otros. Así mismo, permite identificar la evolución en la producción de leche y sus variaciones mediante el control a uno o varios animales, permitiendo la estimación total o parcial de la producción de leche en un periodo determinado.

Adicionalmente, el análisis y determinación de las curvas de lactancia permite que se pueda detectar a aquellos animales que representan un potencial de productividad superior para un rebaño de forma anticipada, representando una gran oportunidad para la toma de decisiones en términos de reproducción (León *et al.*, 2007).

Existen muchas aplicaciones de la curva de lactancia en el proceso de producción de leche. Por un lado, es empleada para completar aquellos registros que no son del todo claros o completos a la hora de realizar análisis genéticos, plantear la cantidad de alimento a ser ingerido, evaluar el sistema de manejo económico, ser capaces de planificar la cantidad producida, entre otros. En consecuencia, el ser capaz de comprender la necesidad de implementar la curva de lactancia permite a una empresa la posibilidad de proyectar de manera apropiada la producción e ingresos a partir del planteamiento de un sistema de producción lechera (Leon y Quiroz, 1994).

#### **1.1.8. Costos marginales**

Son todos aquellos costos necesarios en la producción requeridos para producir una unidad adicional, dando como resultado un incremento del costo total. Dicha curva tiene forma de U, alcanzando un mínimo y un máximo nivel de rendimiento, de modo que, en un punto de la curva, los costos alcanzan un límite mínimo necesario y una producción máxima óptima para dicho mínimo (Spencer y Siegelman, 1963).

#### **1.1.9. Modelos matemáticos de Gompertz**

Los modelos matemáticos son ecuaciones que, entre otras cosas, permiten construir curvas continuas de una variable biológica en función de otra. Esta información es importante para efectos de investigación y recomendaciones de orden zootécnico. Diversos modelos han sido utilizados para describir la relación entre la edad del animal, su velocidad de crecimiento y madurez, pero dado que la producción de leche, es necesario explorar modelos no lineales que permitan estudiar el crecimiento animal.

La relación entre el cambio de una dimensión y el tiempo puede expresarse mediante las curvas generales de crecimiento. Como es sabido, estas curvas tienen una forma de tipo sigmoideo cuando el incremento de la dimensión se manifiesta

en términos absolutos. Los modelos matemáticos utilizados para modelar el crecimiento animal tienen forma sigmoide, pudiéndose diferenciar en ellos las siguientes fases:

- Fase de aceleración, que idealmente debe tener su origen en el punto (0,0), y se caracteriza por una velocidad de crecimiento muy rápida y positiva llegando al máximo en el punto de inflexión de la curva.
- Fase de desaceleración, en la que a partir del punto de inflexión la tasa de crecimiento comienza a disminuir.
- Fase lineal, en la que el animal deja de crecer o el crecimiento puede ser considerado como una mera reposición de tejidos (Parés y Kucherova, 2014)

Los modelos Logístico, de Gompertz son algunas de las funciones de crecimiento frecuentemente utilizadas para describir el crecimiento. El requisito básico es obtener una expresión que dé el tamaño (en longitud o en peso) de los animales a una edad, tiempo determinado cualquiera, donde esa expresión debe estar de acuerdo con los datos observados sobre tamaños o pesos a ciertas edades o tiempo, y debe tener una forma matemática que pueda ser incorporada con suficiente facilidad en el modelo elegido. Estrictamente, la mayoría de los análisis zootécnicos están más enfocados en las tasas de crecimiento ponderal; es decir, en el aumento en peso por unidad de tiempo, que en el tamaño a diferentes edades. Esto se debe en parte a que muchos de los problemas que se plantean en la evaluación de las ganaderías son esencialmente problemas de comparación del peso del ganado, más que de la talla (Priestley, 1988)

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Producción de leche en el centro experimental Chuquibambilla**

Galindo (2006) señala que un promedio anual de una lactancia corresponde 2608.  $3 \pm 449$  litros por vaca. En la misma medida, el quinto año es aquel donde el rendimiento de producción alcanza el límite de su potencialidad, en base a las siguientes características.

- Número de ordeños: 2 veces por día.

- Número de vacas en producción: 40 unidades de producción.
- Producción total: 145229.2 kg.
- Promedio de producción mensual: 2102.43 kg.
- Promedio de producción diaria: 403.41 kg.
- Promedio de producción vaca/día: 10.63 kg.

### **1.2.2. Mercado mundial del semen congelado**

El semen criogenizado a día de hoy es un producto cuya demanda se ha incrementado en los últimos años y cuya comercialización se ha difundido de manera internacional, toda vez que beneficia a la introducción de razas que permiten potenciar la descendencia en el ganado y en consecuencia incrementar la capacidad productiva de una empresa. (Heise, 2012).

Existe amplia predominancia del mercado del semen congelado de toro por parte de países como Canadá y EEUU. Tal es así que hace 11 años, el 32% de las crías nacidas en todo el mundo son producto del cruzamiento con toros de EEUU. Conjuntamente al país canadiense, realizan una exportación de hasta 52% de la cantidad ofertada de semen bovino a nivel global. Al 2014 se exportaron ciento veinticuatro millones de dólares por parte de estados unidos y noventa y cinco millones por parte de Canadá; por su parte, Nueva Zelanda exportó cuarenta y ocho millones de dólares. El resto de países del mundo realizaron una exportación de alrededor de sesenta millones de dólares.

El reporte de comercio publicado en el año 2015 sobre exportación e importación de semen de toro en EEUU menciona que entre los años 2009 y 2014 se importaron 1, 744 000 pajillas, y se exportaron 97, 645 000 pajillas de semen de reproductores de carácter lechero y en n dicho periodo se importaron 21, 400 y se exportaron 14, 271 000 pajillas de semen cárnico (Salinas *et al.*, 2018).

### 1.2.3. Realidad nacional

#### a). Inseminación artificial en el Perú

Según los datos obtenidos en el último censo nacional agropecuario llevado a cabo en el año 2012, de todas las prácticas pecuarias aplicadas por los productores sobre sus animales, se detectó que la IA es la práctica menos utilizada de todas, por lo que resulta relegada al último lugar. De esta manera, dicho censo determinó que tan solo el tres por ciento de los productores efectúan el uso de dicha técnica; no obstante, no se menciona en qué especie se realiza la aplicación de dicha técnica, por lo que se identificó una deficiencia en el estudio.

En la actualidad, en el Perú existen de manera aproximada alrededor de seiscientas mil cabezas de ganado cuya aptitud favorece la producción de leche; en la misma medida, se conoce que se importan de forma anual aproximadamente cien mil pajillas de líquido seminal de bovino lechero. Teniendo en cuenta que para que la vaca sea fecundada es necesario emplear al menos dos pajillas, se puede concluir que tan solo el dieciséis por ciento de todas las vacas productoras de leche quedan inseminadas mediante esta técnica, por lo que existe aún un margen amplio a ser cubierto (Salinas *et al.* 2018).

Diversas investigaciones permitieron concluir que en el Perú se está desaprovechando las principales herramientas del mejoramiento lechero: el semen de toro lechero. Esta conclusión se determinó a partir que se encontró que el semen congelado importado en el periodo 1965-1995 se encuentra bajo la media global.

Ello supone un grave daño a la capacidad productiva del ganado bovino y que directamente hace responsable a los importadores, quienes deberían haberse asegurado de adquirir semen cuya calidad tenga un efecto mejorador de la ganadería nacional y no el efecto contrario cuyas consecuencias se palpan a día de hoy.

En la década pasada, se definió una media importada de casi un millón de pajillas de semen criogenizado de toro capaz de generar productores de leche de distintas razas, siendo el último año donde dicho rendimiento de importación fue mayor toda vez que se importó hasta doscientos veintiocho mil pajillas. Los principales lugares

de origen de dichas pajillas importadas son Estados Unidos, Canadá e Italia, y se importaron pajillas de las razas Holstein, Brown Swiss y Jersey (Cardenas, 2010).

#### **b). Uso de semen nacional e importado en el Perú**

Como se ha podido identificar, existe un grave problema en el país respecto de la capacidad de seleccionar adecuadamente el semen necesario y acorde a sus necesidades, ya que en la gran mayoría de los casos la elección no se fundamenta en estudios de mejoramiento, de impacto, e incluso las condiciones medioambientales en las cuales cada raza de toro puede prosperar. Si bien la importación del semen a día de hoy ya es una práctica común, es necesario que se considere que el entorno en el cual se ha producido el semen importado resulta siendo sumamente diferente al ambiente de destino donde se pretende inseminar a las vacas y ello es producto de diversos factores tales como la nutrición, el clima, el manejo del ganado, el establo donde residen, las técnicas de pastoreo, la intensidad con la que se explota el recurso, entre otros; de modo que no siempre es posible producir los mismos resultados que en país de origen replicando las técnicas foráneas (Salinas *et al.* 2017)

En la explotación ganadera de leche de la década de 1980 en adelante era de 30 a 70 en semen nacional y semen importado respectivamente; en la actualidad se tiene que existe una relación de 60 en semen nacional y 40 en semen importado, respectivamente. Para las cuencas o criaderos, se considera sumamente relevante que se trabaje con el cien por ciento a partir del semen de toros jóvenes peruanos. (Pallette, 2001).

La permanente práctica de la IA ha permitido que se obtengan mejores resultados a partir del cruzamiento de vacas nacionales con semen de toros americanos de la mejor calidad y de los establos más prestigiosos. Sus aplicaciones se pueden observar en establos experimentales tales como el de la Sociedad Agropecuaria Camay, la Universidad Nacional Agraria La Molina, el sequión de Lurín, el Establo de Hermanos Zea Choquechambi-Taraco-Puno, entre otros prestigiosos centros de crianza (Cabrea y Pantoja, 2012).

#### **1.2.4. Control lechero**

La producción láctea puede ser medida a partir de un solo ordeño, pero lo más habitual es realizar una medición a partir de dos ordeños, en la mañana y en la noche. Al momento de realizar dicha práctica, se colecta información sobre fecha de parto, de producción láctea y así mismo se obtienen muestras para su posterior análisis en laboratorio. Suele ser realizado en la gran mayoría de casos por el propio productor, ello por diversas razones tales como reducción de costos o por querer garantizar que se realice el procedimiento adecuadamente y tomar al cien por ciento la responsabilidad en ello. Si bien en algunos países existen políticas que garantizan diferenciar el registro del propio productor respecto de los representantes de entidades colectoras, en el Perú, dichos estándares a día de hoy no están implementados, lo cual dificulta en gran medida el acceso al mercado internacional (Ravagnolo *et al.*, 2004).

Por citar a algunas investigaciones, se desarrolló un análisis de toros nacionales e importados, a partir del cual se encontró que existe la posibilidad de generar siete mil kilogramos de leche a partir del uso del semen congelado proveniente de toros del Banco Nacional de Semen (Pallete, 2001).

En otro estudio desarrollado en el establo Santa Juana en Huacho, se realizó un análisis comparativo entre la producción lechera de las vacas hijas de toros mediante inseminación artificial, determinándose que se llegaron a producir hasta ocho mil kilogramos de leche por campaña, en beneficio del productor. Dichas investigaciones han permitido determinar que existe un beneficio considerable por la implementación de esta práctica en el desarrollo tanto genético como productivo de un determinado rebaño (Pallete, 2001).

#### **1.2.5. Situación regional**

Para la práctica de IA a nivel regional, se sabe que la procedencia del semen destinado a la inseminación es de ochenta y cuatro por ciento de procedencia nacional y de dieciséis por ciento de procedencia internacional. La cuenca que realiza la utilización del semen importado con mayor frecuencia y volumen es la cuenca de Azángaro, llegando a importar hasta un ochenta y tres por ciento, en



contraste con las cuencas de Lampa, Huancané, Puno y San Román que prefieren el uso del semen nacional (Vilca, 2010).

Así mismo, se han identificado dos distintas formas en que se lleva a cabo la fertilización de las vacas, siendo una por medio de la inseminación natural o monta y otra a través de la IA. La inseminación de forma artificial de manera neta se produce en el veinticinco por ciento del total de inseminaciones, el treinta y seis por ciento es llevada a cabo de manera natural y finalmente el cuarenta y cuatro por ciento restante es producto de la mezcla de los dos métodos. La cuenca que emplea con mayor frecuencia y volumen la fertilización artificial es la de Azángaro con un cuarenta y cinco por ciento. Por otro lado, es importante resaltar que las cuencas que emplean métodos mixtos de reproducción son las cuencas de Lampa, Huancané y Putina, con cincuenta por ciento de producción por dicho método logrando muchos mejores resultados que de no haber aplicado dicha técnica (Vilca, 2010).

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

Dada la alarmante deficiencia en cuanto a la producción láctea en el Perú, debido a la creciente demanda de leche y derivados en razón geométrica contra la producción aritmética del ritmo e producción, el gobierno peruano ha dispuesto la importación de dicho alimento proveniente de otros países, incrementándose el precio y convirtiéndose en un producto de difícil acceso para los pobladores de ingresos medios en el Perú. (Marca, 2008). La producción lechera se ve afectada por distintos factores que van desde la nutrición, manejo, enfermedades y otros factores; así como el origen del semen con la cual será inseminada la vaca, es un principal factor para esta actividad productiva, por lo que es necesario comprender y conocer cuanta es la producción de leche según tercio de lactación.

Tras haberse realizado multitud de estudios respecto de la situación en cuanto a la reproducción y productividad del ganado bovino lechero, se han determinado medias que recomiendan a las principales cuencas peruanas de producción de este tipo de ganado a trabajar de forma complementaria a fin de determinar estándares y medias en canto a la producción en dichas zonas (Gamarra, 2001).

La limitada producción lechera y la aparición de ejemplares cada vez menos puros o representativos es la más grande preocupación de los ganaderos productores de leche, al mismo tiempo que tienen serias dificultades para evaluar y monitorear adecuadamente dichas medidas (Ferguson y Skidmore, 2013). Todos los factores influyen sobre el rendimiento económico por el que el realizar esta investigación buscando un conocimiento acerca de cómo es influenciada la producción de leche según el tipo de semen con la que fue inseminada la vaca y cuál es su producción total.

## 2.2. Enunciados del problema

En tal virtud se plantea las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y nacional en tres años de lactancia?
- ¿Cuál es la función de crecimiento acumulada de la producción de leche en los tres años de lactancia en vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y semen de origen nacional?
- ¿Cuál es el mérito económico de la inseminación artificial con semen de origen nacional e importado?

## 2.3. Justificación

Diferentes estudios han demostrado la superioridad de la producción de leche al iniciar la utilización de biotecnologías, tal es el caso de la Inseminación Artificial. Así mismo se cuenta con afirmaciones verbales acerca de la superioridad de la producción de leche en vacas inseminadas con semen de origen importado (Suiza, EEUU y Canadá) desmeritando muchas veces la producción lechera de vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen nacional. Por lo que se amerita un estudio donde se compare la producción total de leche en un periodo de tiempo de las vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y nacional con una alimentación estandarizado, así mismo cual es la curva de lactancia en los meses de estudio en el altiplano puneño.

Por ello a partir de la presente tesis se pretende conocer la producción de leche, curva de lactación y precio costo beneficio en producción de leche en vacas inseminadas con semen de origen nacional e importando, mediante la utilización de registros de producción lechera en un periodo de tiempo clasificado según campaña de lactancia, dicha información es relevante ya que los resultados permitirán recabar información esencial para aprovechamiento de material genético.

La importancia radica también en que es un estudio comparativo de la expresión de producción leche en vacas nacidas por inseminación artificial con semen tal vez

producido a nivel del mar, probado en animales aclimatados a condiciones favorables de manejo poniendo en duda su capacidad sobre los 3800 msnm como es el Centro Experimental Chuquibambilla, existen estudios similares en la región de Puno que constituyen un antecedente Marca (2008). Producción láctea en vacunos criollos de la cueca de Culca, incidencia de los costos de producción en la rentabilidad del centro experimental Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano periodo 2014-2015, solo para la producción de leche total pero no según origen de semen de inseminación, por este vacío de información se ejecutó el estudio.

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y nacional del Centro Experimental Chuquibambilla UNA Puno

### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y nacional a los tres tercios de lactación según años de producción.
- Determinar la función de crecimiento acumulado de la producción de leche en vacas nacidas de inseminación artificial con semen de origen importado y semen de origen nacional en cada uno de los años de producción.
- Determinar el mérito económico de la inseminación artificial con semen de origen importado y nacional.

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis general

- La producción de leche en vacas nacidas de inseminación artificial con semen de origen importado es superior a la producción de leche de vacas nacidas de inseminación artificial con semen de origen nacional en los tres años de producción.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

- La producción de leche en vacas nacidas de inseminación artificial con semen de origen importado es mayor que las nacidas de semen con origen nacional a los tres tercios de lactación según años de producción.
- La función de crecimiento acumulada es mayor en vacas nacidas de semen con origen importado.
- El mérito económico de la inseminación artificial con semen importado produce mayores ganancias que el semen de origen nacional.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental de la Universidad Nacional del Altiplano Chuquibambilla ubicada en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar y departamento de Puno situado a una altura de 3,970 msnm, una latitud sur de 14°47'37" y longitud Oeste de 70°47'50". (SENAMHI 2018).

#### 3.2. Material experimental

Para realizar esta investigación, se inició con la solicitud del permiso para la obtención de datos de un archivo de vacas con controles de leche, en las que se encontraron el número de arete de cada vaca, promedio de producción mensual del control de leche, a los cuales se adicionaron los datos de producción y reproducción.

Se registró la siguiente información:

- (I) Base de datos de controles de leche:
  - Numero de Vaca (N° de arete).
  - Controles de producción de leche.
  - Numero de lactación o año de producción (3 primeros años de producción o campañas)
- (II) Base de datos de vacas
  - Numero de vaca (N° de arete).
  - Numero de lactación o año de producción (del primero al tercero).

- Tercio de lactación de cada año de producción.
- Producción total al primer, segundo y tercer año de lactación.
- Producción a 305 días.
- Días de lactación de vacas nacidas con semen de origen nacional e importado.

Se analizó la producción de las vacas del hato lechero del Centro Experimental Chuquibambilla, correspondiente a los años 2005-2016; los cuales se determinaron bajo registros individuales, para efectuar las mediciones, recolectando 837 datos de controles mensuales, obtenidos del establo lechero y por el servicio de productividad lechera que pertenecieron a 96 vacas en producción.

#### **a). Criterios de exclusión para el primer objetivo.**

Para la evaluación de la producción de leche según año de lactación y tercios de lactación se tomó solamente la producción de 74 vacas (58 nacidas con semen de origen nacional y 16 nacidas con semen de origen importado) puesto que cumplían con el primer, segundo y tercer año de campaña completa.

**Tabla 1. Número de registros de producción lechera mensual según origen de semen.**

<b>SEMEN NACIONAL (n = 58)</b>	<b>SEMEN IMPORTADO (n = 16)</b>	
Datos procesados	Datos procesados	
678	181	1ra lactancia
639	180	2da lactancia
630	163	3ra lactancia

#### **b). Criterios de Exclusión para el segundo objetivo.**

Se analizó las producciones de los animales que presentaban las tres primeras campañas de lactación completa pero dentro de las cuales solo los que tenían las producciones completas hasta el décimo mes y finalizando hasta el décimo sexto mes de producción. Para realizar la comparación de curva de crecimiento entre los dos tipos de origen de semen se ajustó los registros de producción de las vacas nacidas con semen de origen nacional al número de animales de origen con semen importado.

**Tabla 02. Número de animales con registros de producción lechera mensual según origen de semen para el segundo objetivo.**

	Semen nacional	Semen importado
Número de animales total acumulado	174	48
Número de animales total acumulado para estudio	35	35

### 3.3. Material utilizado

- Ambientes para sistematización de datos
- Laptop
- Cámara digital
- Calculadora Científica
- Registros de producción de leche periodo 2005 y 2017
- Hojas bond (papel de oficina) A4
- Archivadores

### 3.4. Metodología

#### 3.4.1. Producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial con semen de origen importado y nacional

01. Sistematización de datos programa Excel de vacas productoras de leche según origen de semen.
02. Identificación y sistematización de datos en años de producción y/o lactancias.
03. Identificación de control de producción lechero al primer, segundo y tercer tercio de lactación por cada año de producción.
04. Aplicación de medidas de tendencia central.
05. Corroboración de datos a través de la prueba de T student
06. Representación de resultados a través de análisis de varianza y gráficos para su interpretación.

**Tabla 3. Distribución de número de lactaciones según origen de vacas**

	1ra Lactación	2da Lactación	3ra Lactación
<b>Nacional</b>	58	58	58
<b>Importado</b>	16	16	16

### 3.4.2. Función de crecimiento acumulado de producción de leche en tres lactaciones de vacas nacidas de semen con origen importado y nacional

01. Para determinar la función de crecimiento acumulado a través curva de lactación de las vacas se procedió a identificar la producción mensual a la primera, segunda y tercera lactancia de 76 vacas de estudio.
02. Se registró de manera sistemática producción de leche en meses de lactación para cada una de las lactaciones.
03. Se realizó la función de acumulación para la producción de leche según los meses desde el mes 1 hasta el mes 16 mes de producción.
04. Se obtuvo el logaritmo natural de los datos de la función de acumulación para ser aplicadas al modelo matemático.
05. Para la modelación de la función de crecimiento de curva de lactancia se utilizó el modelo matemático de Gompertz  $Y=(a/1+b*e(-c*t))$ .

Donde:

Y: Producción de leche

a: Producción de leche asintótico cuando t tiende a infinito

b: Parámetro de ajuste cuando “y” y “t” son diferentes a 0

Ln(X): logaritmo natural del promedio de producción

Se realizó la interpretación de datos a través del Análisis de Varianza y gráficos.

### 3.4.3. Merito económico de la inseminación artificial de semen con origen importado y nacional.

#### a). Costo marginal

- Para determinar el costo marginal se procedió a determinar la producción total de leche al primer, segundo y tercer año de lactancia.
- Se procedió a hacer la diferencia de producción de total de producción entre la de mayor producción con la menor producción.
- El resultado de la diferenciación se multiplico por la valorización de S/.0.80 (precio del litro de leche en época de lluvia) y S/.1.20 (precio del litro de leche en época de seca).
- Los resultados serán presentados de mérito económico de manera individual y con la producción total del hato.

#### 3.4.4. Diseño estadístico

Para los análisis estadísticos se emplearon:

Medidas de tendencia central (promedios)

Medidas de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variabilidad)

Prueba de T student para comprobar la  $F_c > T_b$

- Análisis de varianza DBCA

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + E_{ij}$$

$i = 1, 2, 3$  Tratamientos (lactación).

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  Bloques (Origen de Semen).

Donde:

$Y_{ij}$  = Variables de respuesta producción lechera.

$U$  = Promedio general del experimento.



$A_i$  = Efecto de la lactación.

$B_j$  = Efecto del Origen de Semen.

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental

Análisis de variancia con arreglo factorial de 2x2 conducido a DCA

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ij}$$

$i = 1, 2$  Origen de Semen).

$j = 1, 2$ , Época de Producción

Donde:

$Y_{ij}$  = Variables de respuesta producción lechera.

$U$  = Promedio general del experimento.

$A_i$  = Efecto del Origen de Semen.

$B_j$  = Efecto de la Época de Producción.

$(AB)_{ij}$  = Efecto de la interacción Origen de semen y Época de Producción

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental

## CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**4.1. Producción de leche en vacas nacidas por inseminación artificial de semen con origen importado y nacional.**

En la tabla 4 se muestra la producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado a los tres tercios de lactación según año de lactancia; en el cual, existe amplia diferencia por efecto tercio de producción. La mayor producción de leche ocurre en el primer tercio de lactación para los tres años de producción en el caso de vacas nacidas con semen de origen importado como las de origen con semen nacional ( $P \leq 0.05$ ).

**Tabla 4. Producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado en los tres tercios de producción por año de lactación.**

	1ra LACTACION		2da LACTACION		3ra LACTACION	
	NACIONAL (n=58)	IMPORTADO (n=16)	NACIONAL (n=58)	IMPORTADO (n=16)	NACIONAL (n=58)	IMPORTADO (n=16)
<b>1°</b>	1334.02 ±	1293.90 ±	1319.27 ±	1534.81 ±	1320.25 ±	1329.53 ±
<b>TERCIO</b>	444.61	403.42	455.19	464.86	545.66	537.17
<b>2°</b>	1094.88 ±	1132.39 ±	1054.96 ±	1167.81 ±	1028.50 ±	1053.69 ±
<b>TERCIO</b>	406.92	346.78	362.19	392.98	414.65	354.92
<b>3°</b>	693.53 ±	725.95 ±	608.43 ±	757.86 ±	578.36 ±	632.29 ±
<b>TERCIO</b>	324.18	338.54	277.40	290.49	268.46	241.73

Cabe mencionar, que el efecto tercio de lactación influye de manera general en forma descendiente para todas las producciones; a la primera lactancia las vacas de origen con semen nacional empiezan con una producción de 1334.02 ± 444.61 L/tercio siendo la máxima producción, seguido de una producción de 1094.88 ± 406.92 L/tercio y culminando la campaña o lactancia con 693.53 ± 324.18 L/tercio, dicha característica de producción en descenso se observa de igual manera en los tres tercios de producción a la segunda y tercera lactancia. Así mismo en el caso de las vacas nacidas con semen de origen importado ocurre el mismo efecto de una producción en descenso hacia los

siguientes tercios de lactación; en la primera lactancia al primer tercio se tuvo una máxima producción de  $1293.90 \pm 403.42$  L/tercio, seguido al segundo tercio con un ligero descenso en la producción de leche a  $1132.39 \pm 346.78$  L/tercio y finalizando la campana en  $725.95 \pm 338.54$  L/tercio al último tercio de lactación en la primera campana; esta característica se mantuvo para con las dos lactaciones siguientes en este grupo de animales. Flórez (2001), en un estudio encontró que hubo efecto del tercio de la lactancia sobre la producción de leche y sobre el contenido de proteínas al primer tercio sobre los demás, el resultado que sugiere se verifica en los nuestros al tener el primer tercio de lactación superior.

El NRDC (2001), menciona que la máxima capacidad de consumo de materia seca se da entre la semana 10 y la 14 de la lactancia, es decir, en el primer tercio, lo que coincide con los resultados de este trabajo que se podría traducir que la conversión alimenticia influye en demasía en los primeros días de producción lechera, todas las vacas tienen su máxima producción al inicio de la lactación o directamente dicho al primer tercio de lactancia llegando a tener una ligera ventaja en producción las vacas nacidas con semen de origen nacional frente a las importadas pero la diferencia radica en el mantenimiento de la producción al último tercio de lactación en las tres lactaciones o campañas, siendo las más bajas las producciones de las vacas nacidas con semen de origen nacional esta diferencia posiblemente se asocian a variaciones ambientales de manejo, clima y nutrición.

Quispe *et al.* (2016). Corroborar por la variación de mayor o menor presencia de lluvia; ésta última estacionalidad guarda relación directa con la disponibilidad de pastos naturales y cultivados y forrajes anuales respecto al primer tercio de producción de leche con el tercer. En la práctica común es sabido por los productores que a medida que avanza la lactancia se reduce la producción de leche.

La producción de leche en los establos evaluados para la primera y segunda lactación fue de 8275 y 9068 kg, respectivamente en un estudio realizado en vacas de la raza Holstein en la costa central lo que nos indica que nuestros valores de producción de leche se encuentran dentro del rango y valores de producción (Emmanuel *et al.*, 2019)

**Tabla 5. Producción de leche en vacas nacidas según lactancia**

1ra LACTANCIA		2da LACTANCIA		3ra LACTANCIA	
NACIONAL (n=58)	IMPORTADO (n=16)	NACIONAL (n=58)	IMPORTADO (n=16)	NACIONAL (n=58)	IMPORTADO (n=16)
3122.23 ± 1105.21	3152.24 ± 985.88	2982.66 ± 991.51	3460.48 ± 1054.72	2927.11 ± 1103.50	3015.51 ± 994.64

En la tabla 5, evidencia la producción de leche en cada uno de los años de producción según origen del semen; en el cual, existe diferencia estadística por el efecto lactación. Como se observa la primera lactación refleja mayor producción de leche  $3122.23 \pm 1105.21$  comparado con el segundo  $2982.66 \pm 991.51$  L/año y tercer año de lactancia  $2927.11 \pm 1103.50$  L/año en vacas con origen de semen nacional ( $P \leq 0.05$ ), resultados reportados por (Haworth *et al.*, 2008) indican que las vacas tienen una mayor producción al primer año de lactancia y picos de lactancia más tempranos, tienen una menor persistencia luego de que han pasado el pico de lactancia, presentándose que la tasa de disminución de la producción es mayor en comparación con las vacas al segundo año a más de lactación estos resultados serían solo aceptados para la producción de leche en vacas nacidas con semen de origen importado a la segunda lactancia donde hubo una diferencia entre las producciones de las vacas de origen con semen importado alcanzado el punto máximo de producción en la segunda lactación  $3460.48 \pm 1054.72$  L/año.

Así mismo (García y Hippen, 2008), manifiesta que, durante las primeras cuatro a seis semanas post-parto, se ve un acelerado incremento de la producción láctea lo cual ayuda al incremento de la producción en la primera lactancia lo cual apoyaría a los resultados obtenidos en el estudio. Comparando los resultados a los de (Palga, 2018) con producciones en una cuenca de Lima la producción que inicio el año 2000 considerada como primera lactancia tuvo una producción de 9 889 litros de leche, teniendo un aumento para la segunda lactancia de 11 064 litros de leche, para luego tener un descenso constante en los próximos años estos resultados confrontados con los nuestros exponen que solamente las vacas de origen importado cumplen con lo mencionado por el autor mas no las vacas de origen con semen nacional.

El estudio directamente más significativo en contraste vendría a ser la realizada por (Galindo, 2006) quién menciona que al primer año de lactancia la producción registrada es menor, alcanza a un promedio de  $1435.4 \pm 1035.8$  litros de leche, este fenómeno indica que existe mucha variabilidad entre las vacas en el primer año de lactación es decir, la menor producción registrada es debido a los menores días de ordeño, (Rodríguez, 2018)

menciona de manera igual que la producción en el primer año inicia con 7,046 litros de producción, presentando una tendencia ascendente hasta los tres años siguientes esto coincide con el mayor número de días en lactación, estos resultados se ven contradichos por los nuestros.

Resultados se reportaron por (Wingching *et al.*, 2008) al analizar un hato bovino de la raza Jersey en condiciones de trópico húmedo en Costa Rica, donde indica que el número de lactancia tiene un efecto altamente significativo sobre la producción de leche, mostrando mayores producciones entre la 3ro y 5ta lactancia, (Carvajal *et al.*, 2002) dedujeron que la mayor producción se registra en las vacas de tercera lactación en adelante, las cuales tienen un mejor comportamiento que las vacas de primero lo cual se podría verificar en investigaciones de continuidad considerando lactancias mayores a la tercera. Los promedios de producción de vacas con semen de origen importado y nacional fueron superiores a los reportados por (Olaguivel, 2006) en el CIP Chuquibambilla Puno (2 713,04 L); y Deza (2007) en un hato lechero de la ciudad de Juliaca (2 655.25 L).

Deberíamos de considerar que la edad al primer parto influye positivamente sobre la producción estandarizada de leche, así como lo menciona Emmanuel *et al.* (2019), donde se observa mejores producciones a edades intermedias

#### **4.2. Crecimiento acumulado en la curva de lactación en vacas nacidas con semen de origen importado y nacional.**

Se ha determinado en vacas de la raza *Brown Swiss* el incremento de la producción lechera en un año de producción acumulando las producciones de tres campañas de lactación, con la finalidad de estudiar el comportamiento del incremento de la producción mensual entre vacas nacidas con semen de origen importado y nacional en condiciones de manejo del centro experimental Chuquibambilla. Sin embargo, el desempeño de cada vaca según origen de semen es diferente por la asimilación de alimento y días de producción.

##### **4.2.1. Crecimiento acumulado en vacas nacidas por semen de origen nacional e importado**

Según la tabla 6. Muestra el comportamiento promedio de producción de toda la muestra de los animales consignados entre los meses 1 y 16 de producción correspondiente a las 3 lactaciones. Se determinan las cifras que corresponden a la producción promedio al inicio de la lactancia acumulada al mes 1 de

2270.00±133.05 L/lactancia hasta alcanzar la mayor producción al mes 2 de 371.91±84.81 y al final de la producción con 183.79±98.69 con algunas diferencias de producción mayores dentro de los rangos de meses 1 a 16 para la producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional. De igual manera las producciones de vacas con semen de origen importado corresponden a la producción promedio al inicio de la lactancia acumulada al mes 1 de 264.18±126.03 L/lactancia hasta alcanzar la mayor producción al mes 2 de 395.34±99.11 y al final de la producción con 281.00±41.01 con algunas diferencias de producción mayores dentro de los rangos de meses 1 a 16.

**Tabla 6. Promedio de producción según mes de producción en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado**

MES DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN DE LECHE VACAS NACIDAS CON SEMEN NACIONAL		PRODUCCIÓN DE LECHE VACAS NACIDAS CON SEMEN IMPORTADO	
	X±DS	n	X±DS	n
Mes 1	227.00±133.05	35	264.18±126.03	35
Mes 2	371.91±84.81	35	395.34±99.11	35
Mes 3	368.44±59.24	35	370.04±76.65	35
Mes 4	332.85±58.59	35	352.16±66.65	35
Mes 5	310.97±55.76	35	331.38±61.18	35
Mes 6	287.36±63.19	35	305.65±51.57	35
Mes 7	289.26±59.71	35	287.70±53.99	35
Mes 8	269.81±67.41	35	266.73±66.49	35
Mes 9	259.27±70.76	35	250.86±58.17	35
Mes 10	229.77±88.08	35	228.27±73.07	35
Mes 11	205.79±91.06	19	190.15±87.15	28
Mes 12	203.68±95.39	13	199.54±103.63	16
Mes 13	233.60±72.68	11	213.23±68.70	11
Mes 14	218.33±72.53	9	156.81±105.85	9
Mes 15	216.80±66.96	8	169.36±137.03	5
Mes 16	198.18±105.18	4	281.00±41.01	2

Sánchez (2012) identificó que se observó un nivel de producción lechera bastante reducido en el Centro experimental Illpa en el año 2008, cuya cifra es menor que los años 2007 y 2009, pese a que en el año mencionado se incrementó el número de vacas. Se determinó que ello fue producto de la fuerte influencia de diversos factores tales como el factor climático, haciendo especial énfasis en la irregularidad de las precipitaciones pluviales, las cuales afectan al forraje en términos de cantidad

producida y abastecimiento para alimentar al ganado, lo cual produjo como efecto la reducción de la producción lechera, lo que podría implicar una menor producción de leche en meses de estiaje relacionados a los promedios de los meses de nuestra investigación.

En un estudio sobre estrés térmico sobre la producción lechera realizada por (Armstrong, 1994), afirma que las condiciones climatológicas sugieren que la productividad puede variar debido a que el forraje no se acondiciona y almacena de forma apropiada. (Castillo *et al.*, 2017) de igual manera indica que, sumado a ello, la productividad de los suelos dadas las condiciones climáticas es baja, provocando un severo déficit alimentario que, en el mejor de los casos, es cubierto con suplementos que suelen tener mejor calidad nutricional, pero a la vez incrementa el uso de químicos no deseables como compuestos presentes en la carne y la leche.

Al realizar un estudio sobre la producción de leche de bovinos raza Holstein, se determinó que no existe diferencias sustanciales entre su producción tanto en época seca como en época de lluvias. En dicho estudio, se atribuye a que dichas diferencias no son notorias dada la implementación de sistemas que favorecen el manejo en términos de alimentación del ganado en óptimas, lo cual permite reducir el efecto producido por parte del entorno climatológico sobre el pasto y también sobre el nivel de ansiedad y estrés que experimentan los animales (Cañas *et al.*, 2009).

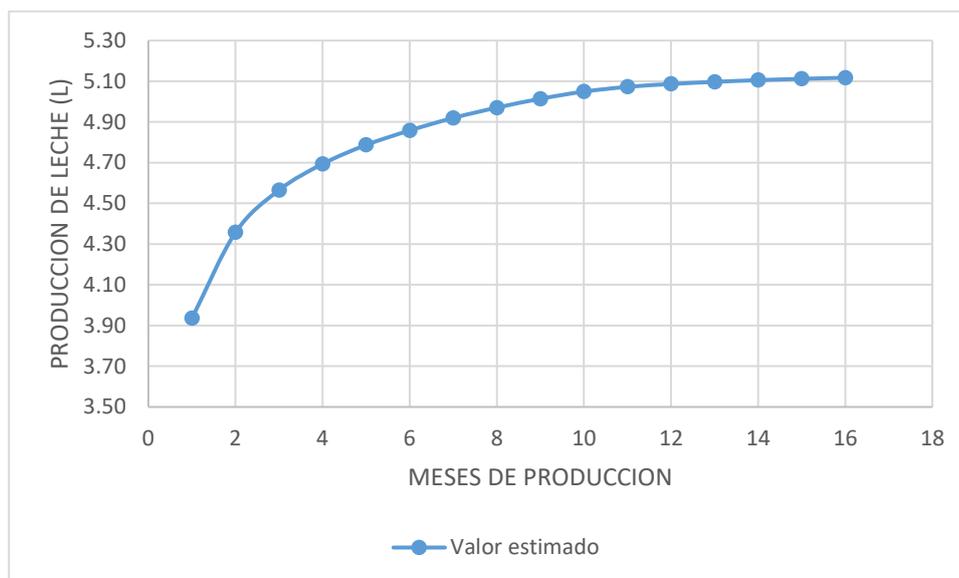
Según menciona (Carvajal *et al.*, 2002), es posible reducir el efecto del clima y la época del año mediante la intervención de sistemas intensivos que favorecen la producción láctea; toda vez que la alimentación que reciben los bovinos elimina distintas probables carencias generadas por la falta de alimento. Esta afirmación no está del todo validada para nuestra investigación puesto que existe una proporción de consumo de pasto natural y consiguiente la cantidad de nutrientes en menor a la época de lluvia.

Dicho estudio está respaldado por los hallazgos de (Botero y Vertel, 2006) quienes señalan que las hembras que tienen la capacidad de parir muchas veces tienen una mayor capacidad de producir leche, concretamente, un 12% más que las vacas en su primer parto. Según lo reportado por los expertos, la cantidad de partos es considerada como uno de los factores con mayor relevancia en la formación de la

curva de lactancia. Así, las vacas que se encuentran en un estadio de primera lactancia producen en mucha menor cantidad leche materna y en consecuencia, menor cantidad de leche producida por campaña.

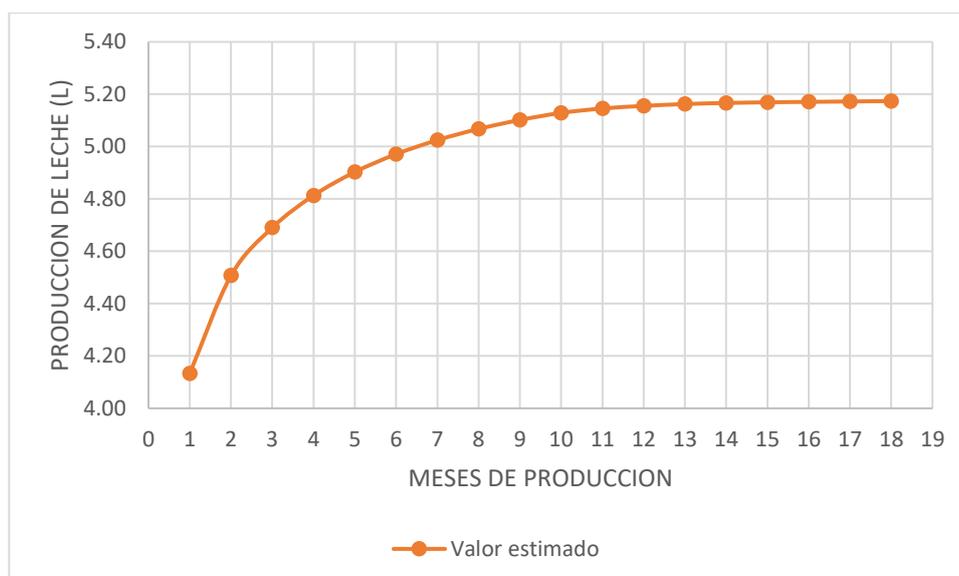
(Holmes *et al.*, 1989) sostienen que tras alcanzar las 5 a 10 primeras semanas posteriores al parto, la cantidad de leche que se produce al día la producción alcanza su pico más alto tras el cual se reduce de forma gradual hasta alcanzar el periodo final de toda la lactancia.

La diferencia obtenida en producción de leche es probablemente ocasionada por diversos cambios ocurridos en el medio ambiente (Boschini y Sanchez, 1980). Tales variaciones pueden ser tan profundas que pueden llegar incluso a modificar las características fisiológicas de un animal, así como ciertas modificaciones en torno a la alimentación y la manipulación dentro de los hatos.



**Gráfico 1. Curva de crecimiento acumulado de leche en vacas nacidas de semen de nacional**

En el gráfico 1. Se observa la curva de comportamiento del crecimiento para las vacas nacidas de semen con origen nacional, se observa menor pendiente en relación a las vacas nacidas de semen con origen importado según el gráfico 2, donde la curva de crecimiento presenta mayor pendiente que las de origen nacional lo que refleja mayor producción acumulada.



**Gráfico 2. Curva de crecimiento acumulado de leche en vacas nacidas de semen de importado**

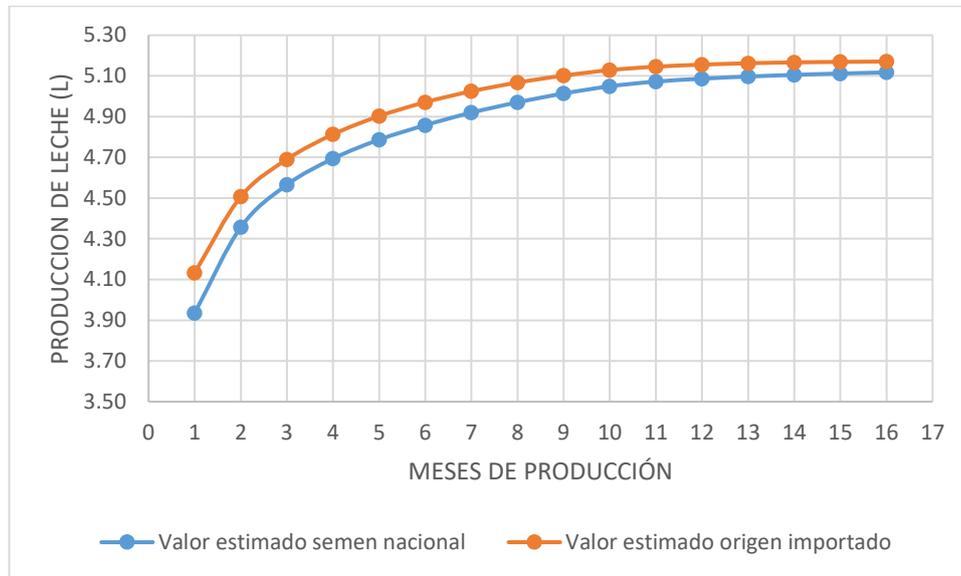
#### 4.2.2. Determinación de la función de crecimiento

El modelo que mejor ajustado a la producción lechera es la forma no lineal que se ha planteado en la metodología, a fin de ser sometido estos datos de crecimiento en ambos orígenes de las vacas a una evaluación de costo marginal. Aplicando la ecuación de Gompertz se ha generado los datos estimados.

**Tabla 7. Diferencial de producción de leche estimados entre los dos tipos de vacas según origen de semen**

Mes de producción	Datos calculados de vacas con semen de origen nacional	DESCRIPCION	
		Datos calculados de vacas con semen de origen importado	Diferencia de producción
Mes 1	3.94	4.13	-0.20
Mes 2	4.36	4.50	-0.15
Mes 3	4.57	4.69	-0.12
Mes 4	4.69	4.81	-0.12
Mes 5	4.79	4.90	-0.12
Mes 6	4.86	4.97	-0.11
Mes 7	4.92	5.02	-0.10
Mes 8	4.97	5.06	-0.10
Mes 9	5.01	5.10	-0.09
Mes 10	5.05	5.12	-0.08

Mes 11	5.07	5.14	-0.07
Mes 12	5.09	5.15	-0.07
Mes 13	5.10	5.16	-0.07
Mes 14	5.11	5.16	-0.06
Mes 15	5.11	5.16	-0.06
Mes 16	5.12	5.17	-0.05



**Gráfico 3. Comparación entre producción mensual de leche entre vacas nacidas de semen con origen nacional e importado**

En el gráfico 3. Se observa la producción mensual de lactancias acumuladas para vacas nacidas con semen de origen nacional e importado. El grupo genético origen de semen tuvo un efecto significativo sobre la producción de leche en lactancia acumulada ( $p < 0.05$ ), el valor estimado para la curva de crecimiento de vacas nacidas con semen de origen importado fue mayor y más altos con respecto a la pendiente de producción de las vacas nacidas con semen de origen nacional. Al mes 14 aproximadamente se encuentra el comienzo de la permanencia de producción, donde ya no existe un crecimiento de la curva en los dos tipos de grupos de estudio. Las ecuaciones de crecimiento utilizadas parten de diferentes supuestos para realizar el ajuste a los datos, como se evidencia por la diferencia en las estimativas realizadas gráfico.

En este trabajo,  $a$ ,  $b$  y  $K$  oscilaron entre  $-0.240990$  y  $0.473850$ ,  $4.614820$  y  $-0.897118$ ,  $0.0010$  y  $-0.000873$ , respectivamente. Se confirmó la correlación negativa entre producción de leche ( $a$ ) y la tasa de producción ( $c$ ). De acuerdo con (Marizancen *et*

*al.*, 2004), la correlación genética entre los valores de *a* y *c* indica un antagonismo entre las estimativas de esos parámetros, por tanto, al seleccionar animales buscando mayor tasa de producción, se obtienen animales de menor tiempo de producción.

Las mayores estimativas para (*a*) y las menores estimativas para (*c*) obtenidas en este trabajo, en relación con los reportes de la literatura, está indicando que los animales alcanzarán la producción asintótica en un tiempo más avanzado en razón de su producción. (Javier *et al.*, 2011) indican que grupos animales con mayor valor en el parámetro (*a*) son menos en producción de leche en menos tiempo al registrar menor valor en el parámetro (*c*), presentando con ello una menor velocidad de crecimiento para llegar al peso asintótico a partir del peso inicial. Si bien la producción de leche es independiente de fluctuaciones causadas por factores climáticos conforme a Arango y Echeverri (2014); Arango y Van Vleck (2002) su predicción a través de curvas de crecimiento si puede ser afectada por variaciones ambientales temporales.

Al analizar a los animales sujetos de la presente investigación, se puede verificar que experimentaron periodos de alimentación en condiciones de manejo del centro experimental. Al momento presentar los datos, el modelo de Gompertz permitió ajustarlos de mejor manera dado que, además de adecuar los datos conforme a un modelo matemático, permite determinar con mayor coherencia la producción láctea estimada, considerando los meses de producción (Vaca, 2004).

En torno a los modelos que permiten caracterizar los datos de crecimiento, el modelo propuesto por Gompertz ha sido el aplicado con mayor frecuencia respecto del análisis del ganado vacuno (Herrera *et al.*, 2008), dado que dicho modelo permite entender mejor su comportamiento, favorece la interpretación biológica de los parámetros analizado y permite reducir el error de predicción.

De esta manera, se puede conocer el proceso de crecimiento del animal a través del seguimiento de una curva en crecimiento, en la cual se puede observar una variación a través del tiempo para final declinar a cero, en la cual el animal consigue finalmente la producción superior de leche (Agudelo *et al.*, 2007). Así mismo, los autores mencionan que se incrementa la producción de los animales en forma rápida durante el primer tercio de producción posparto, disminuye su producción al finalizar la campaña productiva.

(Strucken *et al.*, 2015) sostienen que habitualmente se puede obtener el pico de producción sobre los 42 a 60 días dentro del plazo correspondiente a la lactancia, dado que, al iniciar el periodo, las vacas sufren deficiencias en torno a su energía, y también al finalizarlo (Collard *et al.*, 2000). La producción se reduce entonces debido a las limitaciones presentadas dentro de sus organismos, las cuales las debilitan e impiden que ingieran más alimentos, y en la misma medida dificultan la movilidad del cuerpo y sus recursos.

Pallete (2001), describe que el incremento del uso de pajillas congelados ha dado origen a diferentes investigaciones que mencionan que en la cuenca de Lima se encontró que la productividad de los diferentes grupos de progenie era muy similar lo que podemos decir que el origen de semen no es un factor predisponente para la producción de leche. Así mismo reviso una tesis de investigación de la Ing. Maria Ruiz donde estudió las progenies de toros nacionales e importados, encontrando que es posible alcanzar campañas de producción de leche de 7,000 kg con el uso de semen congelado de toros del Banco Nacional de Semen. En el establo Milkito de Cañete se encontró que las hijas de toros nacionales habían producido hasta 8,000 kg de leche por campaña, con la gran ventaja del costo por dosis (\$ 2.00 el nacional y \$ 20.00 el importado).

#### **4.3. Merito económico de la inseminación artificial con semen de origen importado y nacional**

En la tabla 7. La valorización de la producción promedio por vaca para el presente estudio fue de 0.80 y 1.20 respectivamente, estos datos son tomados del comportamiento de la venta de litros de leche en el sector ganadero actual. La diferencia representa la cantidad de litros de leche que la vaca nacida por semen de origen importa logra más que la de origen nacional. Así mismo si esta es valorizada a los precios mencionados se obtiene un total de 476.98 o 572.37 nuevos soles a tres campañas de producción por vaca.

La valorización total en hato igualitario a 35 unidades productoras muestra que la ganancia total en tres campañas de lactación son 16,694.25 y 20,033.10 nuevos soles a costo marginal.

#### **Tabla 8. Diferencia entre la valorización individual a costo marginal de la producción de leche en vacas nacidas de semen de origen nación e importado según lactancia**

	PROMEDIO PRODUCCION INDIVIDUAL NACIONAL	PROMEDIO INDIVIDUAL IMPORTADO	DIFERENCIA	VALORIZACION 0.80	VALORIZACION 1.20
<b>1ra lactancia</b>	3122.23	3152.24	<b>30.01</b>	S/24.01	S/28.81
<b>2da lactancia</b>	2982.66	3460.48	<b>477.82</b>	S/382.25	S/458.71
<b>3ra lactancia</b>	2927.11	3015.51	<b>88.40</b>	S/70.72	S/84.86
<b>TOTAL</b>	<b>9032.01</b>	<b>9628.23</b>	<b>596.22</b>	<b>S/476.98</b>	<b>S/572.37</b>

**Tabla 9. Diferencia total de hato valorizado a costo marginal de la producción de leche en vacas nacidas de semen de origen nación e importado**

	PROMEDIO PRODUCCION TOTAL NACIONAL	PROMEDIO PRODUCCION TOTAL IMPORTADO	DIFERENCIA DE PRODUCCION	VALORIZACION 0.80	VALORIZACION 1.20
<b>TOTAL</b>	316,120.20	336,988.01	20,867.81	S/16,694.25	S/20,033.10

En estudios comparados por (Rivera, 2016) mencionó el semen nacional representa el 24.4 por ciento y el semen importado el 75.6 por ciento del total de semen bovino de las dos razas lecheras con mayor explotación en el país. La relación que se presenta entre lo importado y nacional es casi de 3 a 1 estos resultados son variados a los nuestros puestos que la inseminación artificial es una técnica que vino intensificando en la última década y que se debe a la gran demanda de semen importado por parte del ganadero de crianza intensiva porque considera que es lo mejor y a la gran publicidad y marketing que realizan las empresas distribuidoras de genética; en semen nacional se conoce de sus buenos resultados pero no existen puntos de distribución del BNS en las diferentes zonas ganaderas, lo que significa que hay un amplio margen de demanda para ser cubierto por el semen nacional y así evitar la fuga de divisas. (Cardenas, 2010) concluye que el ganadero nacional busca aumentar la calidad productiva de su hato lechero por ello insemina sus vacas con semen importado proveniente de las mejores o más populares empresas genéticas de América y Europa.

Según la valorización encontrada existe un pequeño beneficio de producción de las vacas nacidas con semen importado sobre las de origen nacional lo que coincidiría con lo mencionado por (Rivera, 2016) donde menciona que la oferta de semen congelado es insuficiente para la reproducción del ganado lechero y más aún, queda una gran cantidad de animales criollos y de otras razas por inseminar con semen de alto valor genético de características de importancia económica. Salinas (2016), en su estudio de oferta y valoración genética de semen bovino importado en el período 2003-2014 menciona que



se importó un total de 2 510 979 pajillas de semen congelado bovino y se distribuyó un total de 1 111 290 pajillas de semen nacional en el país, con lo que se puede ver reflejado la mayor oferta de semen importado frente a la oferta nacional lo que hace que se vea reflejado un incremento en la oferta y demanda de pajillas de semen en nuestro país.

La relación de pajillas entre lo importado y nacional en el estudio de (Rivera, 2016) se debe en primer lugar a la demanda de semen importado por parte del productor ganadero y que las empresas o casas comerciales ofrecen semen con información genética para las características productivas, reproductivas, tipo, genealogía y otros aspectos, con lo que se asegura la selección del ganado, asimismo menciona que una de las estrategias tomadas por estas empresas con la publicidad, marketing y obsequios para colocar sus productos, en cambio del semen nacional solamente se presenta información de la genealogía y el valor genético estimado para la característica de leche; los pequeños y medianos ganaderos usan semen nacional por sus precios accesibles y por sus experiencias prácticas de haber mejorado su producción lechera.

Pallete (2001), Finaliza su estudio mencionando que objetivamente los toros nacionales son una buena alternativa para desarrollar una ganadería de gran productividad a bajo costo para beneficio de los ganaderos y consumidores del país.



## CONCLUSIONES

- Para las tres lactancias; son las vacas nacidas con semen de origen importado las que presentan una mayor producción de leche frente a las nacidas con semen de origen nacional.
- La función de crecimiento acumulado de producción de leche en tres lactancias es mayor en las vacas nacidas de semen de origen importado
- El mérito económico individual de producción de leche en 35 vacas nacidas de semen de origen importado es mayor por 476.98 y 572.37 nuevos soles a una valorización de 0.80 céntimos y 1.20 soles y la valorización del total es de 16,694.25 nuevos soles y 20,033.10 nuevos soles valorizado a 0.80 céntimos y 1.20 nuevos soles.



## RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación similares en otras partes de la región, para formar bases del desarrollo de la producción en mención a sistemas intensivos y semi-intensivos.
- Realizar más estudios con función de crecimiento acumulado de producción lechera
- Realizar trabajos investigación hacia todas las lactancias, para corroborar dichos de máxima producción en esos números de lactancia.
- Revisar los datos de producción lechera en los catálogos de los toros lecheros, identificar al toro necesario por la necesidad de característica faltante en el hato lechero mas no por el precio.
- Efectuar programas de selección y conservación de semovientes con origen nacional y difundir su genética siguiendo las leyes sanitarias vigentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, D; Cerón, F y Restrepo, L. (2007) *Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal*. Rev Col Cienc Pec 2008; 39-58.
- Almeyda, J. (2013). Manual de manejo y de alimentación de vacunos II: Manejo y Alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos - Engormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t29966.htm>
- Armstrong, D. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. J. DairySci. 2004-2050.
- Arango, J. y Echeverri, J. (2014). *Asociación del valor genético del toro con caracteres productivos en vacas lecheras en Colombia*. Archivos de Zootecnia. 227–237.
- Arango, J y Van Vleck, L. (2002) *Size of beef cows: early ideas, new developments*. Pearson.
- Baracaldo, I., Barth, A., y Bertr, W. (2007). *Steps for Freezing Bovine Semen*. Semen Collection to the Liquid Nitrogen Tank. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.627.421>
- Botero, L. y Vertel, M. (2006). *Modelo matemático aplicado a la curva de lactancia en ganado vacuno doble propósito*. Aguilera. En: Revista MVZ Córdoba. 2006. vol. 11, no. 1, p. 759-765.
- Buxade, C. 1996. *Producción vacuna de leche y carne*. Bases de producción animal. Zootecnia. Ediciones mundi- prensa.
- Cabrera, P. y Pantoja, C. (2012). *Viabilidad espermática e integridad del acrosoma en semen congelado de toros nacionales*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú. 192–200.
- Camapaza, H. (1992). *Prácticas de ordeño en un sistema tradicional en la MC. Inti del distrito de Acora, Departamento de Puno*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Cárdenas, M. (2010). *Evaluación de las importaciones de semen de bovino al Perú en el periodo 2003 - 2008*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional

de la Universidad Nacional del Altiplano.

- Cañas, J.; Restrepo, B.; Ochoa, S.; Echeverri, A. y Cerón. M. (2009). *Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano*. Revista Lasallista de investigación. 102-144
- Carvajal, A. y Bredford, K. (2015). *Factores genéticos que influyen la composición de la leche bovina - Engormix*. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/factores-geneticos-influyen-composicion-t31737.htm>
- Carvajal H.; Valencia, H. y Segura C. (2002). *Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatan, Mexico*. Rev. Biomed. 25–31.
- Castillo, U.; Alpizar, N.; Padilla, F y Keim, J. (2017). *Efecto de la edad a primer servicio, número y época de parto sobre el comportamiento de la curva de lactancia en vacas jersey*. Nutricion Animal Tropical. 1–22.
- Cotacallapa, H. (1998). *Retos y oportunidades del sistema de producción de leche*. Puno, Education.
- Condori, C. (1979). *Evaluación productiva láctea del hato vacuno del Centro Experimental Chuquibambilla*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Cortes, K.; Quiroz, M.; Solarte, C. y Osejo, E. (2012). *Modelación De Curvas De Producción Láctea En Bovinos Holstein Del Trópico Alto De Nariño*. Revista Investigación Pecuaria. 24–31.
- Cuatrín, A. (2007). *Curva de producción y composición de leche bovina*. [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/111/pa\\_calidad\\_04.htm](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/111/pa_calidad_04.htm)
- Escurre, E. (2001). *Situación de la ganadería lechera en Cajamarca*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú. 21–26.
- Eslava, P. (2014). *Impacto económico y social del uso de semen sexado nacional en la ganadería bovina del Perú*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria la Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2379/L10-E84-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Etcheverry, M. (2009). *Exportación de genética bovina: Diagnóstico de situación. Fortalezas y debilidades para competir en el mercado internacional*. [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/55exportacion\\_genetica\\_bovina.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/55exportacion_genetica_bovina.pdf)
- Ferguson, J. y Skidmore, A. (2013). *Reproductive performance in a select sample of dairy herds*. *Journal of Dairy Science*. 21-32.
- Flórez, A. (2001). *Las irrigaciones de la costa sur del Perú*. *Revista nacional de producción agropecuaria*. 78-84.
- France, J. y Thornley, J. (1985). *Mathematical Models in Agriculture. A Quantitative Approach to Problems in Agriculture and Related*. Mixed models.135–136.
- Funk, D. (2006). *Major Advances in Globalization and Consolidation of the Artificial Insemination Industry*. *Journal of Dairy Science*. 1362–1368.
- Galindo, W. (2006). *Función de producción y tasa de retorno para vacunos de leche (Brown Swiss) CIP - Chuquibambilla, Periodo 1991. 2003*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Gamarra, M. (2001). *Situación actual Y perspectivas de la ganadería lechera en la cuenca de lima*. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*. 1–13.
- García, J. (1961). *Estudio de algunos datos relativos a la producción del ganado Holstein en el establo "Gallinazos"* [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
- García, T y García, L. (1990). *Mecanismos que desencadenan la producción de leche. En: Bases para la producción de leche. I. Lactancia y Reproducción*. Editorial EDICA.
- Gasque, R. (1986). *Zootecnia lechera concreta*. Editorial continental.
- Gasque, R. (2008). *Enciclopedia Bovina*. Editorial continental. <https://es.slideshare.net/mushufasaa/enciclopedia-bovina-mvz-ramn-gasque-gomez>
- Gengler, N. (1996). *Persistency of lactation yields: A review*. *Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in cattle*. *Interbull Bulletin*. 12: 97

- González, V. y Boschini, F. (1996) *Comportamiento de la producción de leche en hatos Holstein y Jersey del valle central de Costa Rica. Nutrición Animal Tropical. C.I.N.A. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.* 44-59.
- Hafez E. (2000). *Reproduction in farm animals.* Editorial Lea & Febiger. 321-322.
- Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales.* Editorial Lea & Febiger. 321-322.
- Haworth, G.; W. Tranter, J; Chuck, Z; Cheng, A y Wathes, V. (2008). *Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows.* Vet. Rec. 643-647.
- Holmes, C. W., Wilson, G. F., & Sanz Arias, R. (1989). *Producción de leche en praderas.* [https://www.editorialacribia.com/libro/produccion-de-leche-en-praderas\\_53783/](https://www.editorialacribia.com/libro/produccion-de-leche-en-praderas_53783/)
- Heise, A. (2012). *Artificial Insemination in Veterinary Science, A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine.* ISBN.17-33.
- Herrera, A; Vergara, O; Cerón, M; Agudelo, A; Arboleda, E (2008). *Curvas de crecimiento en bovinos cruzados utilizando el modelo Brody.* <http://www.lrrd.org/lrrd20/9/herr20140.htm>.
- Mamani, J; Beltrán, P. y Sánchez, J. (2007). *Introducción a la zootecnia general. Primera edición.* Editorial Universitaria.
- Marca, U. (2008). *Producción láctea en vacunos criollos de la cuenca de Culca.* [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/614/EPG218-00199-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, V.; Carbajal, E.; Velasco, Y. y Cruz, P. (2007). *Crioconservación de semen bovino usando un congelador programable (CL-8800) y determinación de su calidad postdescongelación por medio un sistema de análisis espermático asistido por computador (CASA).* Orinoquia. 75-86.
- Mellisho, E. (2010). *Implementación de un programa de mejoramiento genético en ganado lechero.* [https://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia\\_archivos/implem mejora-cusco-2010.pdf](https://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/implem mejora-cusco-2010.pdf)

- Palga, M. (2018). *Producciones de un establo de la cuenca lechera de Lima*. PROFIE
- Pallete, A. (2001). *Evaluación Y selección de toros lecheros*. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*. Revista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 150–160.
- Pezo, D; Romero, F e Ibrahim M. (1992). *Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne*. FAO, Oficina Regional para América. 105-117
- Piedra, J., Tapia, E., y López, N. (2012). *Determinación del comportamiento de la curva de lactancia y producción lechera de ganado Holstein y Brown Swiss en el valle de Cajamarca- Perú*. Sirivis. 1–23.
- Quispe, J. (2016). *El bovino criollo del altiplano peruano: Origen, producción y perspectivas*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 257 -270.
- Ramos, S. (1996). *Anotaciones sobre inseminación artificial*. *Facultad de Medicina Veterinaria*. Universidad de la Salle. Santa Fé de Bogotá. 92
- Ravagnolo, O.; Rovere, G.; Aguilar, A. y La Buorona, D. (2004). *Evaluación genética nacional para componentes de la leche*. *Revista de la Universidad de la Salle*. 1–9.
- Requena, A. (2018). *Curva de lactación en ganado bovino lechero con modelos no lineales en un establo del valle de Huaura*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3599/rubio-ariaspablo-giovanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, S. (2016). *Oferta y valoración genética en leche y carne de semen bovino importado y nacional en el Perú 2009-2014*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Rivera, I. R. (2006). *Determinación de Curvas de Lactancia del Hato Bovino Criollo Sabadeño en Santa Cruz - Provincia Obispo Santiesteban*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.
- Rodríguez, S. (2018). *Características de productividad lechera de un establo de cañete, cuenca lechera de Lima*. [Tesis para optar título profesional]. Repositorio

- Institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Salinas, R; Garcia, S. y Moron, B. (2017). *Oferta de semen bovino lechero importado y nacional en el Peru del 2003 al 2014*. Anales Científicos. 79(1) 137.
- Schimdt, G. 1974. *Bases científicas de la producción lechera*. Editorial Acribia. 590.
- Shearer, J. (2003). *Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle*.  
<http://ufdc.ufl.edu/IR000004752/00001>
- Silva, M. y Pimentel, L. (2017). *Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 247–259.
- Silva, F; Aquino, L y Oliveira, A. (2004) *Influencia de fatores genéticos e ambientais sobre as estimativas dos parâmetros das funções de crescimento em gado nelore*. Ciênc Agrotec.1195-1205.
- Sterner, M. (1995). *¿Cuál es la eficiencia reproductiva de sus vacas?* Circulo Ganadero. 16-20
- Torrent, M. (1991). *La vaca de leche y el ternero de carne*. Editorial AEDOS.
- United Nation Statistics Division (2014). *UNDATA UNSD Statistical Databases*. USA.
- Vilca, C. (2010). *Estudio de mejoramiento genético bovino periodo 2010*. Revista nacional agropecuaria. 45-78.
- Wilson, J. (1982). *Environmental and nutritional factors affecting herbage quality*. Nutritional limits to animal production from pastures. 133-150.
- Wingching, R.; R. Pérez y E. Salazar. (2008). *Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero* Agronomía Costarricense. 87-94.
- Whittemore C. (1984). *Lactación de la vaca*. Editorial CECSA. 119



## ANEXOS

## Anexo 1. Producción de leche primera lactancia

PRODUCCION DE LECHE EN VACAS NACIDAS CON SEMEN DE ORIGEN NACIONAL							
Id	1 tercio	2 tercio	3 tercio	Producción real		Producción corregida	
	NACIONAL	NACIONAL	NACIONAL	días	TOTAL	días	TOTAL
407	819.00	740.83	309.60	152	1869.43	305	3751.16
533	566.10	565.19	265.45	161	1396.74	305	2646.00
562	1681.00	1245.23	762.10	323	3688.33	305	3482.79
585	1067.84	930.99	791.58	304	2790.41	305	2799.59
586	1522.00	1219.16	617.99	314	3359.15	305	3262.87
621	1497.50	1020.91	673.69	270	3192.10	305	3605.89
636	1389.28	1269.32	1185.94	346	3844.54	305	3388.97
642	1694.55	1182.77	676.51	423	3553.83	305	2562.45
667	934.64	947.67	574.40	245	2456.71	305	3058.35
692	1354.72	1209.10	407.37	247	2971.19	305	3668.88
699	1443.97	846.85	886.42	428	3177.24	305	2264.15
701	1484.03	925.04	622.92	294	3031.99	305	3145.43
705	433.57	403.05	88.52	138	925.14	305	2044.69
706	585.47	628.19	387.33	181	1600.99	305	2697.80
717	1840.12	1993.71	1226.68	495	5060.51	305	3118.09
730	858.58	488.55	252.60	196	1599.73	305	2489.38
738	870.42	702.58	453.58	263	2026.58	305	2350.22
748	1175.93	1107.96	660.79	317	2944.68	305	2833.21
751	1143.19	1143.02	620.60	319	2906.81	305	2779.24
752	673.40	518.10	201.55	289	1393.05	305	1470.17
755	1995.19	1871.42	1412.04	491	5278.65	305	3279.00
763	1923.84	2024.89	1406.07	514	5354.80	305	3177.46
764	1031.93	771.11	508.83	274	2311.87	305	2573.43
767	1757.94	1859.42	1334.41	345	4951.77	305	4377.65
770	890.72	952.53	890.10	280	2733.35	305	2977.40
777	1364.39	1062.41	719.07	290	3145.87	305	3308.59
779	835.34	722.59	374.78	265	1932.71	305	2224.44
782	1167.14	1118.31	708.56	329	2994.01	305	2775.60
788	1535.41	1178.02	542.54	326	3255.97	305	3046.23
789	795.14	806.15	442.82	302	2044.11	305	2064.42
794	1333.95	1252.37	733.22	390	3319.54	305	2596.05
810	1613.47	1103.92	572.06	355	3289.45	305	2826.15
822	1512.13	1015.82	553.27	371	3081.22	305	2533.08
830	994.86	767.37	410.87	337	2173.10	305	1966.75
831	895.67	538.34	401.83	281	1835.84	305	1992.64
832	678.65	426.55	156.65	163	1261.85	305	2361.13
834	1229.89	608.81	404.44	356	2243.14	305	1921.79
835	323.54	241.39	175.55	184	740.48	305	1227.43
836	1841.82	1210.04	998.35	363	4050.21	305	3403.07
847	1221.66	1344.69	617.34	307	3183.69	305	3162.95
865	1848.32	1778.18	1002.84	507	4629.34	305	2784.91
868	1576.74	1064.59	675.57	361	3316.90	305	2802.37
871	1597.15	1460.89	1322.67	443	4380.71	305	3016.06
879	1279.26	1063.73	684.38	323	3027.37	305	2858.66
886	996.73	722.38	555.52	295	2274.63	305	2351.74
888	1731.90	1414.99	796.99	466	3943.88	305	2581.29
892	2126.95	1383.85	894.29	459	4405.09	305	2927.13
923	1934.00	1549.70	1255.80	463	4739.50	305	3122.13
924	1607.00	1536.60	964.70	355	4108.30	305	3529.67
939	1888.90	1726.60	725.90	392	4341.40	305	3377.88
956	1548.50	1201.80	896.30	333	3646.60	305	3339.98
957	1089.50	1321.90	1036.70	331	3448.10	305	3177.25
966	1622.20	1309.80	927.70	382	3859.70	305	3081.70
968	2111.90	1414.70	1055.80	456	4582.40	305	3064.98

985	1409.40	977.90	487.90	334	2875.20	305	2625.56
987	1487.00	933.90	506.00	368	2926.90	305	2425.83
994	1855.00	1361.90	664.60	417	3881.50	305	2838.99
1074	1684.50	1304.10	742.70	477	3731.30	305	2385.84
N	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00
TOTAL	77372.94	63491.88	40224.78	19390.00	181089.60	17690.00	163506.55
PROMEDIO	1334.02	1094.69	693.53	334.31	3122.23	305.00	2819.08
D. S.	444.613696	406.922718	324.181177	93.0335172	1105.21037	0	567.540089

PRODUCCION DE LECHE EN VACAS NACIDAS CON SEMEN DE ORIGEN IMPORTADO							
Id	1 tercio	2 tercio	3 tercio	Producción real		Producción corregida	
	IMPORTADO	IMPORTADO	IMPORTADO	días	TOTAL	días	TOTAL
650	1605.24	1285.77	734.72	315	3625.73	305	3510.63
667	934.64	947.67	574.40	245	2456.71	305	3058.35
695	1642.05	1065.89	638.87	336	3346.81	305	3038.03
776	1447.37	994.02	226.49	225	2667.88	305	3616.46
1080	878.56	848.40	835.56	324	2562.52	305	2412.25
819	1090.81	1027.89	826.15	342	2944.85	305	2626.26
1065	1477.86	1227.00	986.81	340	3691.67	305	3311.65
823	953.77	854.30	615.22	261	2423.29	305	2831.81
837	1279.51	1177.55	586.85	334	3043.91	305	2779.62
895	1471.00	1361.80	834.20	334	3667.00	305	3348.61
896	1143.33	1527.92	813.40	384	3484.65	305	2767.76
897	2198.30	2111.80	1676.90	758	5987.00	305	2409.02
901	1094.80	1071.70	820.90	335	2987.40	305	2719.87
902	720.41	546.36	138.08	206	1404.85	305	2080.00
1010	907.60	970.20	533.80	309	2411.60	305	2380.38
1065	1857.20	1099.90	772.91	393	3730.01	305	2894.79
N	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
TOTAL	20702.45	18118.17	11615.26	5441.00	50435.88	4880.00	45785.47
PROMEDIO	1293.90	1132.39	725.95	340.06	3152.24	305.00	2861.59
D. S.	403.426384	346.785526	338.546381	123.254462	985.884838	0	435.340384

## Anexo 2. Producción de leche segunda lactancia

PRODUCCION DE LECHE EN VACAS NACIDAS CON SMEN DE ORIGEN NACIONAL							
Id	1 tercio	2 tercio	3 tercio	Producción real		Producción corregida	
	NACIONAL	NACIONAL	NACIONAL	días	TOTAL	días	TOTAL
407	708.90	600.74	247.10	153	1556.74	305	3103.31
533	963.75	807.11	216.71	215	1987.57	305	2819.58
562	1211.46	1045.59	643.36	326	2900.41	305	2713.57
585	1360.68	1016.43	903.28	387	3280.39	305	2585.32
586	310.14	445.14	207.60	135	962.88	305	2175.40
621	861.19	609.76	361.42	258	1832.37	305	2166.17
636	1732.07	1770.46	1109.75	452	4612.28	305	3112.27
642	1804.25	1152.87	742.22	288	3699.34	305	3917.70
667	1006.20	839.03	429.36	245	2274.59	305	2831.63
692	383.40	547.35	221.69	140	1152.44	305	2510.67
699	1262.17	725.13	513.96	319	2501.26	305	2391.49
701	1386.00	1330.05	731.24	309	3447.29	305	3402.66
705	1233.16	744.63	394.08	275	2371.87	305	2630.62
706	1243.72	1306.19	695.09	325	3245.00	305	3045.31
717	1442.40	1266.80	639.86	317	3349.06	305	3222.28
730	1353.56	783.70	385.23	268	2522.49	305	2870.74
738	1076.84	772.35	454.63	270	2303.82	305	2602.46
748	1195.05	1162.68	635.40	310	2993.13	305	2944.85
751	1200.75	1035.90	509.02	308	2745.67	305	2718.93

752	770.35	896.19	752.03	327	2418.57	305	2255.85
755	2326.91	1798.26	1300.58	522	5425.75	305	3170.22
763	1128.36	1308.52	809.56	320	3246.44	305	3094.26
764	1279.73	754.41	426.18	267	2460.32	305	2810.48
767	1448.05	773.43	425.47	293	2646.95	305	2755.36
770	1655.38	1279.02	581.83	322	3516.23	305	3330.59
777	1038.72	817.87	220.33	228	2076.92	305	2778.34
779	1160.27	756.42	726.56	281	2643.25	305	2869.01
782	1409.79	1149.73	441.16	324	3000.68	305	2824.71
788	1022.92	995.34	306.90	206	2325.16	305	3442.59
789	868.77	848.13	538.31	255	2255.21	305	2697.41
794	1865.60	1475.62	481.21	310	3822.43	305	3760.78
810	1677.99	1203.28	908.91	361	3790.18	305	3202.23
822	912.15	661.60	228.20	232	1801.95	305	2368.94
830	1523.59	1141.13	386.51	300	3051.23	305	3102.08
831	1001.70	406.72	163.35	207	1571.77	305	2315.89
832	1290.70	1008.70	597.30	252	2896.70	305	3505.93
834	1380.00	987.00	871.01	337	3238.01	305	2930.54
835	840.09	1074.12	529.20	310	2443.41	305	2404.00
836	1476.97	1361.83	884.66	333	3723.46	305	3410.38
847	844.72	1082.01	431.60	299	2358.33	305	2405.65
865	965.44	913.50	578.80	288	2457.74	305	2602.81
868	1017.94	472.27	325.64	175	1815.85	305	3164.77
871	1792.78	1893.68	977.30	386	4663.76	305	3685.10
879	1824.93	1480.21	675.20	397	3980.34	305	3057.94
886	1276.95	1379.03	527.00	384	3182.98	305	2528.15
888	1614.90	1132.00	694.50	365	3441.40	305	2875.69
892	2400.60	1143.10	454.20	289	3997.90	305	4219.24
923	2688.62	1997.80	1407.20	512	6093.62	305	3629.99
924	1839.10	1471.20	999.60	395	4309.90	305	3327.90
939	2371.90	1472.40	942.80	425	4787.10	305	3435.45
956	1205.60	1099.00	810.10	378	3114.70	305	2513.18
957	1265.50	948.70	667.50	275	2881.70	305	3196.07
966	1396.10	1662.90	929.80	427	3988.80	305	2849.14
968	1177.50	1101.00	1048.00	336	3326.50	305	3019.59
985	1126.20	1008.80	446.40	303	2581.40	305	2598.44
987	1427.10	956.60	755.60	340	3139.30	305	2816.14
994	1503.50	649.70	615.50	302	2768.70	305	2796.20
1074	964.29	664.75	381.95	268	2010.99	305	2288.63
N	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00
TOTAL	76517.40	61187.88	35288.95	17831.00	172994.23	17690.00	169804.64
PROMEDIO	1319.27	1054.96	608.43	307.43	2982.66	305.00	2927.67
D. S.	455.196564	362.192386	277.407853	78.374072	991.510064	0	447.239247

PRODUCCION DE LECHE EN VACAS NACIDAS CON SEMEN DE ORIGEN IMPORTADO							
Id	1 Tercio	2 Tercio	3 Tercio	Producción real		Producción corregida	
	IMPORTADO	IMPORTADO	IMPORTADO	Días	TOTAL	Días	TOTAL
650	1778.52	1216.54	837.98	326	3833.04	305	3586.13
667	1006.20	839.03	429.36	245	2274.59	305	2831.63
695	1861.41	1176.09	549.17	324	3586.67	305	3376.34
776	1442.16	846.24	578.12	293	2866.52	305	2983.92
1080	1153.14	982.50	905.96	435	3041.60	305	2132.62
819	1760.54	1424.12	763.07	412	3947.73	305	2922.47
1065	1279.80	948.80	983.50	356	3212.10	305	2751.94
823	1302.08	1307.24	456.56	291	3065.88	305	3213.38
837	2464.50	1971.11	1313.90	584	5749.51	305	3002.74
895	1984.70	1354.20	1023.00	382	4361.90	305	3482.67
896	1168.00	924.70	363.40	319	2456.10	305	2348.31
897	2244.30	2012.10	1000.80	420	5257.20	305	3817.73

901	1461.10	1115.90	672.10	269	3249.10	305	3683.92
982	707.80	513.20	294.80	172	1515.80	305	2687.90
1010	1284.90	1104.40	970.50	339	3359.80	305	3022.83
1065	1657.80	948.80	983.50	287	3590.10	305	3815.26
N	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
TOTAL	24556.95	18684.97	12125.72	5454.00	55367.64	4880.00	49659.79
PROMEDIO	1534.81	1167.81	757.86	340.88	3460.48	305.00	3103.74
D. S.	464.865891	392.983693	290.499806	94.076476	1054.72654	0	500.914003

## Anexo 2. Producción de leche tercera lactancia

PRODUCCION DE LECHE EN VACAS NACIDAS CON SEMEN DE ORIGEN NACIONAL							
Id	1 tercio	2 tercio	3 tercio	Producción real		Producción corregida	
	NACIONAL	NACIONAL	NACIONAL	Días	TOTAL	Días	TOTAL
407	742.78	567.34	387.90	186	1698.02	305.00	2784.39
533	553.44	535.00	576.20	192	1664.64	305.00	2644.35
562	1142.88	782.61	719.61	360	2645.10	305.00	2240.99
585	627.92	463.92	673.04	257	1764.88	305.00	2094.51
586	1306.19	786.62	310.77	268	2403.58	305.00	2735.42
621	1019.62	630.51	322.93	269	1973.06	305.00	2237.11
636	1131.17	1138.67	638.11	349	2907.95	305.00	2541.33
642	1755.90	925.45	300.18	269	2981.53	305.00	3380.55
667	1340.55	1225.73	426.76	310	2993.04	305.00	2944.77
692	668.13	642.59	188.81	206	1499.53	305.00	2220.18
699	1262.17	798.33	513.96	319	2574.46	305.00	2461.47
701	1364.20	771.94	347.19	274	2483.33	305.00	2764.29
705	948.91	1084.98	668.70	325	2702.59	305.00	2536.28
706	1147.51	1226.70	668.44	304	3042.65	305.00	3052.66
717	1823.58	1428.19	866.52	375	4118.29	305.00	3349.54
730	864.16	1047.50	410.94	208	2322.60	305.00	3405.74
738	1076.84	772.35	454.63	270	2303.82	305.00	2602.46
748	1416.98	1061.78	478.14	309	2956.90	305.00	2918.62
751	1056.48	709.25	427.22	277	2192.95	305.00	2414.62
752	770.35	896.19	752.03	327	2418.57	305.00	2255.85
755	3106.20	2330.24	817.82	590	6254.26	305.00	3233.13
763	1925.29	1975.39	1064.57	500	4965.25	305.00	3028.80
764	1279.73	754.41	426.18	267	2460.32	305.00	2810.48
767	2223.62	1788.46	861.34	421	4873.42	305.00	3530.62
770	1359.46	1400.52	801.44	315	3561.42	305.00	3448.36
777	1046.47	773.23	365.95	242	2185.65	305.00	2754.64
779	1679.04	673.23	535.76	294	2888.03	305.00	2996.09
782	1220.65	1074.69	387.72	300	2683.06	305.00	2727.78
788	1147.37	969.55	131.00	201	2247.92	305.00	3411.02
789	1286.17	1098.18	383.85	209	2768.20	305.00	4039.72
794	1251.95	1177.30	621.35	260	3050.60	305.00	3578.59
810	1348.77	1236.32	877.20	345	3462.29	305.00	3060.87
822	429.18	321.78	158.72	163	909.68	305.00	1702.16
830	1442.06	1030.08	692.88	345	3165.02	305.00	2798.06
831	848.70	938.00	389.00	214	2175.70	305.00	3100.88
832	1663.00	1531.10	548.60	321	3742.70	305.00	3556.15
834	1364.62	929.64	483.96	317	2778.22	305.00	2673.05
835	390.60	126.00	57.60	106	574.20	305.00	1652.18
836	1501.20	1320.30	594.00	326	3415.50	305.00	3195.48
847	2009.50	1200.20	967.70	357	4177.40	305.00	3568.93
865	1562.00	977.60	969.90	378	3509.50	305.00	2831.74
868	701.37	307.83	76.80	100	1086.00	305.00	3312.30
871	598.30	495.00	218.40	85	1311.70	305.00	4706.69
879	2637.20	1713.70	791.50	407	5142.40	305.00	3853.64

886	1521.30	1476.20	510.20	303	3507.70	305.00	3530.85
888	772.90	818.40	713.10	246	2304.40	305.00	2857.08
892	2523.70	1227.40	704.50	393	4455.60	305.00	3457.91
923	2323.30	1687.00	1264.20	487	5274.50	305.00	3303.33
924	719.20	901.90	677.80	269	2298.90	305.00	2606.56
939	1561.80	914.40	1039.60	283	3515.80	305.00	3789.11
956	1148.90	813.40	194.30	216	2156.60	305.00	3045.20
957	1294.10	941.70	1043.00	279	3278.80	305.00	3584.35
966	1079.60	1211.20	865.00	365	3155.80	305.00	2637.04
968	1185.80	884.20	456.80	312	2526.80	305.00	2470.11
985	1668.30	1454.10	859.00	429	3981.40	305.00	2830.60
987	1670.00	1414.80	619.10	398	3703.90	305.00	2838.42
994	1867.00	1449.50	705.70	399	4022.20	305.00	3074.61
1074	1196.29	820.68	537.20	365	2554.17	305.00	2134.31
N	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00
TOTAL	76574.40	59653.28	33544.82	17461.00	169772.50	17690.00	171315.96
PROMEDIO	1320.25	1028.50	578.36	301.05	2927.11	305.00	2953.72
D. S.	545.66297	414.657962	268.468256	93.8143786	1103.50881	0	566.854596

PRODUCCION DE LECHE EN VACAS NACIDAS CON SEMEN DE ORIGEN IMPORTADO							
Id	1 tercio	2 tercio	3 tercio	Producción real		Producción corregida	
	IMPORTADO	IMPORTADO	IMPORTADO	Días	TOTAL	Días	TOTAL
650	2149.72	1393.86	853.35	395	4396.93	305.00	3395.10
667	1420.94	828.01	342.15	262	2591.10	305.00	3016.36
695	1367.27	1144.40	687.03	315	3198.70	305.00	3097.15
776	1248.66	580.77	267.33	190	2096.76	305.00	3365.85
1080	688.81	919.37	936.23	331	2544.40	305.00	2344.54
819	1388.50	1172.90	726.97	319	3288.37	305.00	3144.05
1065	1367.27	1144.40	687.03	340	3198.70	305.00	2869.42
823	2192.61	1500.95	629.84	438	4323.40	305.00	3010.59
837	1843.70	1030.80	746.70	304	3621.20	305.00	3633.11
895	1512.60	1653.90	722.60	305	3889.10	305.00	3889.10
896	1072.60	1006.80	531.50	334	2610.90	305.00	2384.21
897	786.90	837.00	837.20	225	2461.10	305.00	3336.16
901	1397.20	1147.30	535.10	258	3079.60	305.00	3640.61
902	11.00	252.30	75.40	57	338.70	305.00	1812.34
1010	1591.06	1423.13	959.58	367	3973.77	305.00	3302.45
1065	1233.57	823.22	578.62	273	2635.41	305.00	2944.32
N	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
TOTAL	21272.40	16859.11	10116.63	4713.00	48248.14	4880.00	49185.36
PROMEDIO	1329.53	1053.69	632.29	294.56	3015.51	305.00	3074.09
D. S.	537.178776	354.924825	241.736539	88.3704089	994.648583	0	534.066504

Anexo 4. Producción de leche según mes de producción vacas nacionales

Arete	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16
985	384.00	384.40	324.80	316.20	294.00	272.80	222.00	189.10	176.70	150.00	161.20	-	-	-	-	-
830	176.88	278.38	266.80	272.80	214.50	215.76	181.80	155.31	160.58	147.00	86.49	16.80	-	-	-	-
764	465.93	401.52	420.98	370.20	386.88	335.40	314.65	312.79	279.60	306.59	231.60	207.08	281.79	133.00	193.90	348.00
755	215.90	355.88	416.02	343.80	343.79	319.80	310.00	272.80	295.20	335.11	329.40	328.91	332.94	301.84	311.86	309.60
585	440.20	255.64	372.00	337.20	328.29	265.50	258.85	238.70	162.90	131.13	-	-	-	-	-	-
642	453.53	219.80	454.77	385.20	366.42	304.80	272.80	203.98	165.60	90.10	-	-	-	-	-	-
794	68.74	322.00	331.76	303.00	308.45	267.90	234.05	230.02	253.80	266.60	255.00	186.62	198.40	93.20	-	-
752	62.00	198.52	216.38	196.50	186.31	136.80	94.24	100.75	95.70	91.45	14.40	-	-	-	-	-
868	424.39	364.00	416.95	371.40	339.76	249.60	245.21	230.02	190.50	182.28	157.80	144.99	-	-	-	-
892	170.52	446.88	446.40	339.60	398.35	325.20	286.13	231.26	258.60	308.76	299.10	265.98	276.21	193.20	108.50	50.40
641	390.90	337.96	351.54	315.00	299.15	250.80	242.11	239.32	219.90	230.64	213.60	188.79	156.24	117.88	-	-
822	269.36	53.55	261.33	210.90	206.15	186.31	200.10	213.59	180.90	189.72	72.20	-	-	-	-	-
562	386.40	468.10	425.40	401.45	341.40	310.93	300.70	292.20	331.70	290.40	210.00	-	-	-	-	-
968	56.00	447.00	458.80	424.70	375.10	350.30	360.00	322.40	258.00	238.70	235.60	213.00	251.10	275.90	210.80	105.00
879	281.60	357.74	313.80	326.12	295.50	272.80	245.83	249.60	269.08	230.70	184.60	-	-	-	-	-
767	54.60	330.00	302.87	208.20	178.87	188.17	171.30	180.11	137.40	84.32	-	-	-	-	-	-
871	249.90	392.15	322.80	322.40	309.90	296.05	279.62	274.80	304.42	306.00	327.67	321.16	272.16	269.08	132.60	-
923	82.40	420.00	443.30	378.00	310.00	300.70	312.00	331.70	297.00	306.00	303.00	263.90	272.80	243.00	251.10	225.00
586	288.33	442.80	427.80	363.60	345.03	315.58	262.50	296.05	274.50	245.21	98.28	-	-	-	-	-
939	262.29	384.09	351.90	366.11	361.50	368.90	332.01	287.56	263.81	167.70	-	-	-	-	-	-
831	228.48	348.13	313.50	285.82	271.56	252.90	306.90	276.60	299.46	242.73	118.60	-	-	-	-	-
836	106.75	487.94	446.40	434.31	366.42	93.60	378.82	349.50	388.12	369.21	282.80	257.30	89.04	-	-	-
636	164.88	451.36	384.30	388.74	325.20	317.75	324.57	301.80	326.74	309.60	314.96	234.64	-	-	-	-
748	228.48	348.13	313.50	285.82	271.56	252.90	306.90	276.60	299.46	242.73	118.40	-	-	-	-	-
751	236.44	341.62	297.60	267.53	269.08	263.40	308.14	302.40	289.85	230.95	99.80	-	-	-	-	-
755	292.40	429.35	390.90	371.38	336.04	288.30	300.70	267.90	213.90	141.12	-	-	-	-	-	-
730	201.60	478.95	424.80	392.15	352.78	313.80	354.33	100.50	325.81	247.38	-	-	-	-	-	-
743	374.40	417.00	406.10	351.00	285.20	273.00	328.60	315.00	337.90	297.60	249.20	11.60	-	-	-	-
865	170.40	382.80	365.80	303.49	290.10	335.73	296.70	332.94	331.70	261.52	288.92	266.40	259.16	240.30	213.59	170.19
717	153.36	369.00	362.08	340.38	315.30	350.61	337.20	361.77	315.58	310.80	317.75	289.80	287.99	256.50	234.98	116.60
782	171.60	368.10	330.77	296.67	283.50	286.75	279.60	268.46	241.80	216.16	210.80	39.80	-	-	-	-
966	322.40	415.40	363.00	260.40	261.00	310.00	324.00	359.60	316.20	319.20	251.10	243.00	114.40	-	-	-

847	90.58	424.70	377.58	328.80	349.06	328.20	341.93	325.50	239.96	231.26	146.12	-	-	-	-	-	-
957	14.20	406.10	384.00	285.20	264.00	328.60	348.00	381.30	356.50	350.00	195.00	135.20	-	-	-	-	-
770	194.40	354.02	342.30	341.93	308.76	301.84	313.72	249.86	228.60	97.92	-	-	-	-	-	-	-
692	32.58	458.80	428.10	435.24	406.20	433.38	369.52	267.40	138.57	1.40	-	-	-	-	-	-	-
788	414.70	409.20	342.30	369.21	286.80	302.56	301.94	286.72	264.74	203.40	74.40	-	-	-	-	-	-
763	44.80	381.90	401.45	358.20	385.02	352.47	344.68	376.96	361.80	360.22	326.10	255.13	244.59	277.80	293.88	260.70	-
PROMEDIO	227.01	371.92	368.44	332.86	310.97	287.37	289.27	269.81	259.28	229.78	205.80	203.69	233.60	218.34	216.80	198.19	-
DS	133.06	84.81	59.25	58.59	55.77	63.19	59.72	67.41	70.76	88.08	91.07	95.39	72.69	72.53	66.96	105.19	-

**Anexo 5. Producción de leche según mes de producción vacas importadas**

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16
1010	65.60	297.60	271.60	272.80	255.00	238.70	306.00	170.50	167.40	246.00	120.40	-	-	-	-	-
650	192.72	513.36	460.20	438.96	375.30	322.71	308.76	279.00	306.28	261.00	167.44	-	-	-	-	-
897	427.50	514.60	363.00	390.60	236.00	266.60	276.00	331.70	354.00	409.20	393.70	347.20	325.50	312.00	285.20	252.00
901	161.28	360.53	322.20	250.79	231.26	257.10	301.94	281.40	265.67	248.93	260.40	45.90	-	-	-	-
895	445.20	397.73	311.24	317.70	340.69	335.70	335.11	350.30	302.40	303.80	228.00	-	-	-	-	-
896	102.20	259.16	233.74	246.60	301.63	277.20	299.77	317.75	310.80	322.40	294.00	254.20	222.00	43.20	-	-
819	250.56	283.80	281.17	266.40	256.37	258.54	248.24	264.74	267.00	218.55	149.40	41.20	-	-	-	-
695	250.56	283.80	281.17	266.40	256.37	258.54	239.68	264.74	267.00	218.55	149.40	41.20	-	-	-	-
837	355.26	303.00	333.25	288.00	302.87	318.99	280.84	274.35	238.80	224.75	123.30	-	-	-	-	-
1074	356.12	362.14	365.76	311.25	225.49	208.22	252.39	195.14	190.45	150.13	120.30	-	-	-	-	-
1080	289.20	294.02	295.34	285.14	283.13	280.13	265.45	234.12	230.12	221.12	150.20	-	-	-	-	-
1065	370.56	396.80	368.90	341.60	341.00	312.00	310.00	264.00	213.90	207.70	201.00	210.80	153.41	-	-	-
1010	50.00	452.60	394.80	387.50	348.00	310.00	229.40	217.00	207.00	232.50	252.00	279.00	-	-	-	-
650	349.60	540.33	451.80	436.79	361.20	318.99	268.15	268.20	270.32	268.20	299.46	-	-	-	-	-
1074	245.12	252.15	260.02	233.45	230.00	195.18	192.21	193.34	186.76	162.81	-	-	-	-	-	-
1080	378.15	384.12	390.87	357.76	326.35	298.39	296.81	256.67	185.25	167.23	-	-	-	-	-	-

895	228.80	483.60	440.20	426.00	406.10	327.00	384.40	344.10	298.70	303.80	261.00	254.20	204.00	-	-	-
897	407.40	530.10	468.10	414.00	424.70	411.00	430.90	455.70	382.80	331.70	276.00	331.70	171.00	130.90	91.20	-
896	279.00	300.00	310.00	279.00	266.60	248.00	211.70	198.40	165.00	155.00	43.40	-	-	-	-	-
823	93.38	416.10	446.40	346.20	346.58	357.12	321.44	282.10	220.80	192.20	43.56	-	-	-	-	-
819	241.06	372.90	389.67	397.11	359.80	341.93	285.60	296.36	254.40	245.83	213.90	158.40	173.91	135.90	80.96	-
1065	350.00	452.40	477.40	378.00	350.30	325.50	273.00	267.50	375.00	341.00	-	-	-	-	-	-
695	372.90	389.67	397.11	359.80	341.93	285.60	296.36	134.40	245.83	213.90	158.40	173.91	135.90	80.96	-	-
837	307.44	458.49	378.20	341.60	363.63	313.20	301.94	283.20	263.19	211.42	258.60	315.58	319.20	319.92	347.20	310.00
819	148.40	412.16	435.24	392.70	367.97	292.50	270.32	242.11	215.40	213.90	25.80	-	-	-	-	-
667	118.58	460.32	453.84	388.20	345.03	279.00	203.98	146.63	140.40	55.12	-	-	-	-	-	-
650	359.60	540.33	451.80	436.79	361.20	318.99	268.15	268.20	270.32	268.20	299.46	273.11	231.28	49.50	-	-
695	148.40	461.90	364.20	392.77	316.80	293.26	289.54	244.80	243.97	220.20	134.54	88.32	-	-	-	-
1074	228.34	243.24	305.68	440.66	373.13	354.11	242.71	325.31	262.45	238.56	235.40	219.30	274.87	230.01	-	-
901	167.40	540.00	365.80	324.00	393.70	363.00	390.60	328.60	193.20	13.30	-	-	-	-	-	-
896	248.00	243.00	266.60	315.00	300.70	266.60	238.00	201.50	198.00	201.50	132.00	-	-	-	-	-
823	460.23	426.60	484.84	388.80	432.14	414.78	331.52	314.34	229.20	211.11	185.40	158.72	134.54	108.90	42.28	-
837	534.00	474.30	420.00	415.40	409.20	336.40	285.20	240.00	269.70	237.00	-	-	-	-	-	-
895	40.50	505.30	477.00	489.80	455.70	414.40	396.80	387.00	331.70	243.00	147.90	-	-	-	-	-
1080	223.45	230.84	234.52	308.36	312.50	298.50	236.67	212.51	257.08	229.96	-	-	-	-	-	-
PROMEDIO	264.19	395.34	370.05	352.17	331.38	305.65	287.70	266.73	250.87	228.27	190.16	199.55	213.24	156.81	169.37	281.00
DS	126.03	99.11	76.65	66.65	61.18	51.57	53.99	66.49	58.17	73.07	87.15	103.63	68.70	105.84	137.03	41.02

## Anexo 6. Prueba de T primera lactancia

Prueba t para producción de leche de vacas nacidas con semen de origen nacional e importado a la primera lactancia en el primer tercio de lactación.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	1333.49303	1306.75733
Varianza	195436.7031	155249.603
Observaciones	66	15
P(T<=t) dos colas	0.81879634	
Valor crítico de t (dos colas)	2.06865761	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado a la primera lactancia en el segundo tercio de lactación.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	1099.734545	1141.26
Varianza	173051.4085	122193.251
Observaciones	66	15
P(T<=t) dos colas	0.692572194	
Valor crítico de t (dos colas)	2.063898562	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado a la primera lactancia en el tercer tercio de lactación.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	685.4274242	707.416
Varianza	105308.5616	114431.662
Observaciones	66	15
P(T<=t) dos colas	0.821237418	
Valor crítico de t (dos colas)	2.085963447	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

Prueba t para producción real total en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la primera lactancia

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	3118.655	3155.43333
Varianza	1235753.045	976298.354
Observaciones	66	15
P(T<=t) dos colas	0.900012094	
Valor crítico de t (dos colas)	2.06865761	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

Prueba t para producción corregida a 305 días en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la primera lactancia.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	2808.35681	2844.18554
Varianza	295358.325	176945.488
Observaciones	66	15
P(T<=t) dos colas	0.781027045	
Valor crítico de t (dos colas)	2.055529439	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

## Anexo 7. Prueba de T segunda lactancia

Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la segunda lactancia en el primer tercio de lactación.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	1281.3075	1614.26071
Varianza	221306.875	225455.966
Observaciones	68	14
P(T<=t) dos colas	0.02719657	
Valor crítico de t (dos colas)	2.09302405	
t(0.05=1.6636)	t(0.01=2.3727)	

Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la segunda lactancia en el segundo tercio de lactación.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	1046.52104	1219.52786
Varianza	147499.522	173728.096
Observaciones	67	14
P(T<=t) dos colas	0.16948024	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

Prueba t para producción real total en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la segunda lactancia.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	594.023582	716.345
Varianza	76694.1131	86437.4985
Observaciones	67	14
P(T<=t) dos colas	0.16989581	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	
t(0.05=1.6639)	t(0.01=2.3733)	

Prueba t para producción real total en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la segunda lactancia

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	2907.32559	3550.13357
Varianza	1088074.07	1274178.12
Observaciones	68	14
P(T<=t) dos colas	0.06504102	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	
t(0.05=1.6636)	t(0.01=2.3727)	

Prueba t para producción corregida a 305 días en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la segunda lactancia.

	NACIONAL	IMPORTADO
Media	2931.09802	3114.75416
Varianza	283010.578	234140.313
Observaciones	68	14
P(T<=t) dos colas	0.21838491	
Valor crítico de t (dos colas)	2.08596345	
t(0.05=1.6636)	t(0.01=2.3727)	

## Anexo 8. Prueba de T tercera lactancia

<b>Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la tercera lactancia en el primer tercio de lactación.</b>		
	<i>NACIONAL</i>	<i>IMPORTADO</i>
<b>Media</b>	1332.2409	1346.24385
<b>Varianza</b>	297661.305	317866.846
<b>Observaciones</b>	67	13
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0.93530764	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.10981558	
T(0.05=1.6641)	T(0.01=2.3739)	

<b>Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la tercera lactancia en el segundo tercio de lactación.</b>		
	<i>NACIONAL</i>	<i>IMPORTADO</i>
<b>Media</b>	1030.93761	991.631538
<b>Varianza</b>	159752.479	110892.363
<b>Observaciones</b>	67	13
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0.71091205	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.09302405	
T(0.05=1.6641)	T(0.01=2.3739)	

<b>Prueba t para producción de leche en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la tercera lactancia en el tercer tercio de lactación</b>		
	<i>NACIONAL</i>	<i>IMPORTADO</i>
<b>Media</b>	593.300299	558.945385
<b>Varianza</b>	69795.0758	52280.3506
<b>Observaciones</b>	67	13
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0.63474951	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.09302405	
T(0.05=1.6641)	T(0.01=2.3739)	

<b>Prueba t para producción real total en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la tercera lactancia</b>		
	<i>NACIONAL</i>	<i>IMPORTADO</i>
<b>Media</b>	2956.47881	2896.82077
<b>Varianza</b>	1183660.03	1059986.47
<b>Observaciones</b>	67	13
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0.85189043	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.10092204	
T(0.05=1.6641)	T(0.01=2.3739)	

<b>Prueba t para producción corregida a 305 días en vacas nacidas con semen de origen nacional e importado, a la tercera lactancia.</b>		
	<i>NACIONAL</i>	<i>IMPORTADO</i>
<b>Media</b>	2965.17	3057.43669
<b>Varianza</b>	334559.843	253345.712
<b>Observaciones</b>	67	13
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0.56234463	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2.09302405	
T(0.05=1.6641)	T(0.01=2.3739)	

FOTOGRAFÍA.



Fotografía 01.- Vacas Brown Swiss Antes del ordeño



Fotografía 02.- Vacas Brown Swiss preparación para el ordeño



Fotografía 03.- Vacas Brown Swiss Durante el ordeño



Fotografía 04.- Suplementación antes del ordeño



Fotografía 05.- Corral de descanso



Fotografía 06.- Dormidero Vacas Brown Swiss



Fotografía 07.- Banco de semen CIP – Chuquibambilla.



Fotografía 08.- Establo CIP – Chuquibambilla