

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“SITUACIÓN DE LAS BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN
ESTABLOS DE LAS PRINCIPALES CUENCAS LECHERAS DEL
PERÚ”**

Presentada por:

JULIO CESAR CESPEDES KALA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGISTER
SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Lima – Perú
2018**

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen del Rosario por su bendición,
a mis padres por alentarme en mi lucha constante,
a mi esposa y mi hijo por ser mi motor y motivo,
a mis hermanos por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Al Mg.Sc. Enrique Alvarado Malca, patrocinador del presente trabajo de investigación además de sus valiosas enseñanzas.

A los miembros de mi comité consejero: Mg.Sc. Jorge Vargas Morán, Mg.Sc. Próspero Cabrera Villanueva, Mg.Sc. Maria Elisa Garcia Salas, por la revisión y sugerencias en la redacción de la presente investigación.

A los productores de las cinco cuencas evaluadas por facilitar la información de cada estable.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	2
	2.1 Biotecnologías reproductivas.....	2
	2.2 Inseminación artificial.....	3
	2.2.1 Situación de la inseminación artificial en el Perú.....	3
	2.2.2 Uso de semen nacional.....	5
	2.2.3 Uso de semen sexado.....	7
	2.2.4 Resultados obtenidos con semen sexado.....	8
	2.3 Sincronización de celo.....	10
	2.4 Transferencia de embriones.....	11
	2.4.1 Importancia de la transferencia de embriones.....	11
	2.5 Parámetros reproductivos.....	13
	2.5.1 Vaca problema.....	14
	2.5.2 Porcentaje de concepción.....	14
	2.5.3 Porcentaje de concepción al primero servicio.....	14
	2.5.4 Servicios por concepción.....	15
	2.5.5 Días abiertos.....	15
	2.5.6 Intervalo entre partos.....	15
	2.5.7 Trabajos realizados en parámetros reproductivos.....	16
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
	3.1. Localización, Población y muestra.....	19
	3.2 Procedimiento experimental.....	19
	3.3 Análisis estadístico.....	22
	3.4 Identificación de variables.....	22
	3.4.1 Variables cuantitativas.....	22
	3.4.2 Variables cualitativas.....	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	26
	4.1 Producción de leche.....	26
	4.2 Sistema de crianza.....	29
	4.3 Inseminación Artificial.....	30
	4.3.1 uso de semen nacional.....	47

4.4	Uso de semen sexado.....	54
4.5	Sincronización de celo.....	58
4.6	Transferencia de embriones.....	61
4.7	Parámetros reproductivos.....	64
4.7.1	Parámetros reproductivos en la cuenca de Puno.....	64
4.7.2	Parámetros reproductivos en la cuenca de Cajamarca.....	66
4.7.3	Parámetros reproductivos en la cuenca de Arequipa.....	68
4.7.4	Parámetros reproductivos en la cuenca de La Libertad.....	72
4.7.5	Parámetros reproductivos en la cuenca de Lima.....	74
V.	CONCLUSIONES.....	78
VI.	RECOMENDACIONES.....	79
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	80
VIII.	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Unidades agropecuarias por tipo de práctica pecuaria (miles).....	4
CUADRO 2: Inseminación Artificial a nivel nacional.....	4
CUADRO 3: Inseminación artificial según región natural.....	4
CUADRO 4: Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales.....	16
CUADRO 5: Localización y cantidad de establos por cuenca lechera.....	19
CUADRO 6: Localización y cantidad de establos en la cuenca lechera de Puno.....	21
CUADRO 7: Localización y cantidad de establos en la cuenca lechera de Arequipa.....	21
CUADRO 8: Producción de leche en establos de cinco cuencas lecheras del Perú, durante los años 2016-2017.....	26
CUADRO 9: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Puno, durante los años 2016-2017.....	39
CUADRO 10: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Cajamarca, durante los años 2016-2017.....	40
CUADRO 11: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Arequipa, durante los años 2016-2017.....	42
CUADRO 12: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de La Libertad, durante los años 2016-2017.....	43
CUADRO 13: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Lima, durante los años 2016-2017.....	45
CUADRO 14: Información de los centros de colección de semen en las cuencas evaluadas, durante los años 2016-2017.....	49
CUADRO 15: Información de los toros nacionales de la raza Brown Swiss con mayor demanda en los establos encuestados, durante los años 2016-2017.....	52
CUADRO 16: Información de los toros nacionales de la raza Holstein con mayor demanda en los establos encuestados, durante los años 2016-2017.....	53
CUADRO 17: Información de los toros nacionales de la raza Simmental con mayor demanda en los establos encuestados, durante los años 2016-2017.....	54
CUADRO 18: Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Puno, durante el periodo 2016 -2017.....	64
CUADRO 19: Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Cajamarca , durante el periodo 2016 -2017.....	67

CUADRO 20: Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Arequipa durante el periodo 2016 -2017.....	69
CUADRO 21: Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de La Libertad durante el periodo 2016 -2017.....	72
CUADRO 22: Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Lima, durante el periodo 2016 -2017.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Encuestas de campo en las diferentes cuencas lecheras evaluadas en el periodo 2016 – 2017.....	20
Figura N° 2: Producción de leche por cuenca lechera durante los años 2016-2017.....	17
Figura N° 3: Proporción según el número de ordeños en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016-2017.....	28
Figura N° 4: Proporción según el tipo de ordeño en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	28
Figura N° 5: Proporción según el sistema de crianza en cinco cuencas lecheras del Perú..	29
Figura N° 6: Promedio en años de inicio del uso de la inseminación artificial en ganado vacuno lechero en cinco cuencas lecheras del Perú.....	30
Figura N° 7: Proporción del origen de pajillas de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	31
Figura N° 8: Proporción de la adquisición de pajillas de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	32
Figura N° 9: Proporción del uso de toros probados vs toros jóvenes en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	33
Figura N° 10: Proporción del uso de monta natural en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	34
Figura N° 11: Proporción del uso reproductores según raza en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	35
Figura N° 12: Proporción del criterio de selección de reproductores en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.....	36
Figura N° 13: Responsable de la selección toros en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	37
Figura N° 14: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Puno durante los años 2016 - 2017.....	38
Figura N° 15: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Cajamarca durante los años 2016 - 2017.....	40
Figura N° 16: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Arequipa durante los años 2016 - 2017.....	41
Figura N° 17: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de La Libertad durante los años 2016 - 2017.....	43

Figura N° 18: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Lima durante los años 2016 - 2017.....	44
Figura N° 19: Distribución de principales casas genéticas en los establos de cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	46
Figura N° 20: Distribución global de las principales casas genéticas en los establos de cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	46
Figura N° 21: Proporción del uso de toros nacionales en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	47
Figura N° 22: Cantidad de centros de colección y procesamiento de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	48
Figura N° 23: Ámbito de acción de los centros de colecta de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	50
Figura N° 24: Distribución de Centros de colección de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	51
Figura N° 25: Toros nacionales de mayor demanda en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	52
Figura N° 26: Uso de semen sexado en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	54
Figura N° 27: Casas genéticas que ofrece semen sexado en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	56
Figura N° 28: Destino de uso de pajillas con semen sexado en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	57
Figura N° 29: Uso de sincronización de celo en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	58
Figura N° 30: Protocolos de sincronización de celo en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	59
Figura N° 31: Metodologías de diagnóstico de Preñez en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	60
Figura N° 32: Porcentaje del uso de transferencia de embriones en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.....	61
Figura N° 33: Comparación de dos metodologías para realizar transferencia de embriones en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 – 2017.....	62
Figura N° 34: Tasas de fertilidad alcanzados en establos donde usaron transferencia de embriones en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 – 2017.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Modelo de encuesta.....	89
Anexo 2: Establos encuestados de la cuenca de Puno.....	93
Anexo 3: Establos encuestados de la cuenca de Cajamarca.....	94
Anexo 4: Establos encuestados de la cuenca de Arequipa.....	95
Anexo 5: Establos encuestados en la cuenca de La Libertad.....	97
Anexo 6. Establos encuestados en la cuenca de Lima.....	97

RESUMEN

Los datos más recientes de IA en el Perú se encuentran en el último IV Censo Nacional Agropecuario, donde indica que la práctica menos aplicada es la IA que representa solo el 3 por ciento del total de los productores encuestados (INEI, 2012), esta información es un indicador de la falta de cobertura del servicio de IA, Por otro lado el Banco Nacional de Semen en el 2014 indica que se está inseminando el 16 por ciento de vacas con aptitud lechera, quedando una brecha muy amplia por cubrir.

El propósito de presente estudio fue evaluar la situación del uso de biotecnologías reproductivas en establos de las principales cuencas lecheras del Perú, Se realizó un muestreo discrecional, mediante encuestas tipo exploratorio y descriptivo en establos más representativos de cinco cuencas: Puno, Cajamarca, Arequipa, La libertad y Lima, estas fueron las regiones con mayor incremento en la producción de leche con 9.5, 2.4, 5.4, 1.3 y 2 por ciento, respectivamente, representando el 47 por ciento de producción nacional (INEI, 2014). Las variables evaluadas fueron: Uso de IA con semen nacional e importados, uso de semen sexado, cuantificación de bancos de semen a nivel nacional, uso de sincronización de celos, uso de TE y parámetros reproductivos.

Los resultados obtenidos indican que el 100 por ciento de productores encuestados usan inseminación artificial, el 65 por ciento usa semen nacional y el 35 por ciento semen importado, el uso de semen sexado y la sincronización de celo tiene mayor impacto en explotaciones intensivas como La Libertad y Lima, se han identificado 13 centros de colección de semen nacional con un total de 101 reproductores de distintas razas, por otro lado solo el 5.04 por ciento de productores usa TE. Las cuencas con mayor producción de leche y que sufren estrés calórico como Lima y La Libertad tienen menor éxito en los parámetros reproductivos a diferencia de las Cuencas de Puno, Cajamarca y Arequipa que tienen promedios dentro del rango óptimo.

Palabras Clave: Biotecnología, Transferencia de embriones (TE), Inseminación Artificial (IA).

ABSTRACT

The most recent data of AI in Peru they are in the last IV National Agricultural Census, where it indicates that the least applied practice is the AI which represents only the 3% of the total of the surveyed producers (INEI, 2012), this information is an indicator of the lack of coverage of the AI. On the other hand, the National Bank of Semen in the 2014 indicates that 16 percent of dairy cows are being inseminated, leaving a very wide gap to cover.

The purpose of this study was to evaluate the situation of the use of reproductive biotechnologies in dairy barn of the main milk basins of Peru. Discretionary sampling was carried out, through exploratory and descriptive type surveys in most representative barn of five basins: Puno, Cajamarca, Arequipa, La Libertad y Lima, these were the regions with the greatest increase in milk production with 9.5, 2.4, 5.4, 1.3 y 2 percent respectively, representing 47 percent of national production (INEI, 2014). The variables evaluated were: use of AI with national and imported semen, use of sexed semen, quantification of semen banks nationwide, use of estrus synchronization, use of ET and reproductive parameters.

The results obtained indicate that 100 percent of producers surveyed use artificial insemination, 65 percent use national semen and 35 percent imported semen, the use of sexed semen and heat synchronization have a greater impact on intensive farms such as La Libertad and Lima, 13 national semen collection centers have been identified with a total of 101 breeding animal of different breeds. On the other hand, only 5.04 percent of producers use TE. The basins with higher milk production and suffering heat stress such as Lima and La Libertad have less success in reproductive parameters, unlike the basins of Puno, Cajamarca and Arequipa that have averages within the optimum range.

Key words: Biotechnology, Embryo transfer (ET), Artificial insemination (AI)

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera es una de las principales actividades en diversos medios ecológicos del Perú, donde el productor hace uso de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE) con el objetivo de incrementar el potencial productivo y reproductivo de los animales, Según el último Censo Nacional Agropecuario 2012, solo el 3 por ciento de los productores hacen uso de la inseminación artificial, sin embargo, no especifica la especie donde se aplica esta técnica, esta información es un indicador de la falta de cobertura y diseminación del servicio de IA en el país, Por otro lado El Banco Nacional de Semen en el 2014 indica que se está inseminando el 16 por ciento de vacas con aptitud lechera, quedando una brecha muy amplia por cubrir.

En la actualidad no existen datos validados para establecer la realidad del uso de biotecnologías reproductivas que se están utilizando, además si se están aplicando correctamente, por lo tanto, realizando encuestas de campo en los principales establos de las principales cuencas lecheras del país se obtuvo información que servirá de base para brindar alternativas a los productores para un uso más eficiente de biotecnologías reproductivas como la IA y TE.

El objetivo del presente estudio fue dar a conocer la situación del uso de biotecnologías reproductivas en los establos más representativos de las principales cuencas lecheras del Perú. Los objetivos específicos fueron; i) Determinar la realidad de la inseminación artificial de ganado vacuno con semen congelado en los establos más representativos de las principales cuencas lecheras del Perú; ii) Determinar la situación del uso de protocolos de sincronización de celo, iii) Determinar la situación de la aplicación de Transferencia de embriones bovinos, iv) Evaluar algunos parámetros reproductivos de inseminación artificial en los establos más representativos de las principales cuencas lecheras del Perú.

II. REVISION DE LITERATURA

El crecimiento demográfico de manera exponencial es motivo de preocupación mundial según fuente de la ONU indicó que para el año 2011 se tuvo una población de 7.000 millones y se estima que para el año 2024 se alcance 8.000 millones, esto genera una crisis alimentaria, por lo tanto debe incrementarse la eficiencia de producción de alimentos, para poder cubrir esta demanda se tiene que hacer uso de biotecnologías reproductivas (ONU,2014).

2.1. Biotecnologías Reproductivas.

La Biotecnología es toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos (ONU, 1992).

Thibier (2005) divide la historia de las biotecnologías reproductivas en cuatro generaciones, en donde la IA ocupa el primer escaño, seguido de la transferencia de embriones, luego la producción de embriones In Vitro y sigue la transgénesis.

Las biotecnologías reproductivas han tenido un gran impacto en la producción animal, desde sus inicios con la IA. Esta tecnología, en los años cuarenta, revolucionó la ganadería y fue el primero de una serie de avances en el mejoramiento genético en la producción de ganado bovino que posteriormente se difundió a otras especies zootécnicas (Araujo, 2017).

La aceptación mundial de la tecnología de IA, proporciona el ímpetu para el desarrollo de otras tecnologías como la criopreservación, el sexaje de espermatozoides, la regulación del ciclo estral, la recolección, cultivo, congelación, y transferencia de embriones, además de la clonación (Foote, 2002).

2.2. Inseminación Artificial.

Es innegable la relevancia de la IA en el mejoramiento de los parámetros reproductivos y productivos de la ganadería mundial su uso extendido ha permitido a la industria lechera mundial, adquirir avances espectaculares en el mérito genético del ganado lechero para la producción de leche (Hansen y Block, 2004). La IA ha mostrado que su uso ha sido de un enorme beneficio económico sobre el mejoramiento en la producción de leche, como mecanismo de dispersar genes, en el control de enfermedades, y en la reducción de genes letales (Watson, 1990).

El componente mejoramiento genético es entonces uno de los factores sobre los cuales se reconoce con más vehemencia el papel beneficioso de la IA. En los países con una alta producción de leche, está bien generalizada la idea de que la IA es una metodología simple, exitosa y económica para introducir genes de interés en las poblaciones (Vishwanath, 2003).

Las principales ventajas que posee la IA para tener una gran aceptación dentro de los productores son: el bajo costo del semen, el bajo costo de la aplicación y el éxito que garantiza el proceso (Vishwanath, 2003).

Hasta el 50 por ciento del aumento en la producción ganadera en países como Canadá y el Reino Unido es atribuible al mejoramiento genético solo a través del uso de IA, y el resto es atribuido al mejoramiento de factores ambientales como la salud, el sitio de pastoreo, la nutrición y la administración (Simm, 2001).

2.2.1. Situación de la IA en el Perú.

Los datos más recientes de la IA en el Perú se encuentran en el último IV Censo Nacional Agropecuario 2012, donde indica que la práctica pecuaria más aplicada por los productores es la vacunación de animales, seguida por las dosificaciones, mientras que la IA es la menos utilizada quedando relegado al último lugar (Cuadro 1).

Cuadro 1: Cantidad de productores por tipo de práctica pecuaria (miles).

Región Natural	Vacunación (miles)	Dosificaciones (miles)	Inseminación Artificial (miles)
Costa	162	100	13
Sierra	759	708	40
Selva	127	83	2
Total	1084	891	56

FUENTE: INEI (2012).

La IA en el Perú, según el último censo Agropecuario del 2012, indica que solo un tres por ciento de productores hace uso de esta técnica (Cuadro 2 y 3), sin embargo no especifica la especie donde se aplica esta técnica, este porcentaje es un indicador de falta de cobertura del servicio de (IA).

Cuadro 2: Inseminación artificial a nivel nacional.

Categorías	Productores Miles	%
Si	55,566	3
No	1,702,123	97
Total	1,757,689	100

FUENTE: INEI (2012).

Cuadro 3: Inseminación artificial según región natural.

Efectúa inseminación artificial	Región natural %			Total
	Costa	Sierra	Selva	
Si	6	3	1	3%
No	94	97	99	97%
Total	100	100	100	100%

El Perú cuenta con aproximadamente 600 mil cabezas de ganado con aptitud lechera, importándose anualmente alrededor de 100 mil pajillas de semen, mientras que la distribución de semen nacional es mayor a 100 mil pajillas al año, considerando que para

preñar una vaca en promedio se necesitan dos pajillas, sólo se estarían inseminando 100 mil vacas nacionales es decir el 16 por ciento de vacas con aptitud lechera, quedando una amplia brecha por cubrir (BNS, 2007).

2.2.2. Uso de semen nacional.

En el país, un problema generalizado del uso de la IA, está en la elección del semen, la cual se realiza en muchos casos sin criterios sólidos fundados en estudios de mejoramiento genético, sin estudios del impacto productivo y rentable, e incluso sin la evaluación de las condiciones del ambiente productivo en que los animales deben desarrollarse. La importación de semen al país es común, por lo cual aunque el semen esté respaldado por estudios de su valor genético, es importante considerar que el ambiente productivo en el cual dicho semen fue evaluado suele ser bastante distante al ambiente productivo local, principalmente en factores nutricionales, climáticos, de manejo, alojamiento (pastoreo, estabulado), y de tipo de explotación (intensidad), por lo cual en la mayoría de los casos no es posible extrapolar al país los resultados de dichas pruebas genéticas foráneas (BNS, 2007)

La importación es uno de los medios para el mejoramiento genético por lo cual no se pretende desconocer su valor, además es innegable que gran parte del avance genético en la ganadería lechera corresponde a dicho origen a través del semen para IA. Sin embargo los estudios genéticos, propios son sin duda más adecuados para lograr un avance genético rentable de acuerdo a nuestras condiciones productivas, y es además importante reconocer algunos problemas que son asociados con la importación indiscriminada de material genético, tales como el desbalance nutricional común a la mayor intensidad de las explotaciones, la pérdida de eficiencia reproductiva asociada con los incrementos en la producción lechera, los problemas sanitarios y de adaptabilidad de algunas razas importadas, y los problemas conformacionales que afectan el desempeño de los animales, donde pueden servirnos como ejemplo los problemas de adaptación a nuestra geografía y posiblemente con origen en los sistemas de selección en países como, EEUU y Canadá.

Con lo expuesto se quiere entonces dar a entender que la IA por sí sola no es necesariamente un vehículo de mejoramiento genético, pues en el caso de ser mal utilizada puede causar incluso un retroceso en los logros alcanzados con el mejoramiento, e incluso puede llevar a la pérdida acelerada de características beneficiosas en animales adaptados a determinadas condiciones de vida. Por estas razones, los programas de IA así sean aplicados solo al nivel

de explotaciones individuales, deben ser soportados con estudios de impacto genético, que pueden ser elaborados de manera sencilla, siempre y cuando se cuente con la información en registros, la cual es más confiable mientras mayor volumen de información se genere. (Pallete, 2001).

En nuestro medio el productor de ganado lechero opta por dos caminos, usar toros probados importados o toros jóvenes nacionales, ambas tienen características diferentes; El uso de toro probado: mayor precio, mayor confianza, frena el progreso genético por mayoría de edad, la inversión se vá al extranjero, por otro lado el toro joven: Acelera el progreso genético, menor precio, menor confianza, otorga reconocimiento a nuestros ganaderos, la inversión queda en el país, genética nacional por la interacción genotipo y medio ambiente (BNS, 2007).

La proporción o relación del uso en una explotación ganadera lechera para la década del 80 era 30 por ciento semen nacional y 70 por ciento semen importado de toros probados de alto valor genético, en la actualidad con los resultados obtenidos en nuestro medio se hace la siguiente recomendación, para establos especializados de las principales cuencas del país: 60 por ciento semen nacional y 40 por ciento semen importado de toros probados de alto valor genético. Para cuencas en desarrollo debe ser 100 por ciento con semen de toros jóvenes nacionales (Pallete, 2001).

El Banco Nacional de Semen de la Molina, fue inaugurado en Mayo 1982 y asumió un compromiso con la ganadería nacional, utilizando exclusivamente toros jóvenes de ganaderos del país.

La evaluación y selección de los toros jóvenes incluye aspectos como pedigrí, conformación, sanidad, reproducción y fundamentalmente su valor genético para producción de leche, mediante la prueba de evaluación genética de habilidad de transmisión estimada para leche, en base a la habilidad de transmisión del padre, el abuelo materno y la producción de leche de la madre. Esta forma de estimar el valor genético de un toro joven fue descubierta por el genetista Van Vleck de la Universidad de Cornell Estados Unidos (BNS,2007).

A través de la historia de la inseminación artificial en vacas en el país se han usado toros nacionales que han sido crías de los mejores toros americanos, en las mejores vacas que se encuentran en los establos más prestigiosos tales como: el establo de la unidad experimental de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Sociedad Agropecuaria Camay (establo Santa Juana – Huacho), Ganadera El Sequión de Lurin, Establo Rancho Bali de Pampas – Huancavelica de Negociación Bazo Velarde, Establo de Hermanos Zea Choquechambi – Taraco – Puno, Establo El Labrador de Herbay – Cañete, Establo de Agroindustrias San Isidro de Imperial – Cañete, Establo los Patitos de Ñaña (Cabrera y Alvarado, 2015).

2.2.3. Uso de semen sexado.

El uso de semen sexado constituye una tecnología de creciente utilización en programas de IA en vacunos lecheros, ya que vacas con mayor mérito se podrían destinar a la producción de crías hembra. Una de las demandas de mayor importancia en los sistemas de producción bovina actual es poder controlar el sexo de las crías, ya que la industria lechera se ve favorecida por el mayor número de crías hembra que machos (Urbina, 2012).

La citometría de flujo es una técnica que permite la separación de espermatozoides X e Y a partir de su contenido de ADN. El semen a ser evaluado en esta prueba es teñido con el colorante Hoechst 33342 que tiñe el ADN de los espermatozoides y emite fluorescencia al ser sometido a luz láser (Pérez, 2009).

El citómetro de flujo consiste en un circuito cerrado de alta velocidad de flujo de líquidos que permite alinear y leer los espermatozoides en microgotas, la fluorescencia de los espermatozoides es procesada por un software que le permite al operador seleccionar la población espermática con mínima o máxima luminosidad, según el sexo a separar por lo tanto a mayor cantidad de ADN de los espermatozoides con cromosoma X, mayor fluorescencia (Oses y Teruel, 2009).

Para ello, los espermatozoides elegidos serán cargados eléctricamente, se desviarán del flujo original en un campo magnético y finalmente serán recolectados para su congelación posterior. Del total de muestra obtenida en el eyaculado inicial aproximadamente 20 por ciento de los espermatozoides es colectado en la fracción X, 20 por ciento en la fracción Y

mientras que el 60 por ciento restante lo constituyen espermatozoides que no pudieron ser detectados por la técnica.

A partir del ensayo de citometría de flujo se obtiene el denominado semen sexado. La diferencia en la proporción de ADN es lo que posibilita la diferenciación del sexo del espermatozoide, ya que los espermatozoides X tienen 3.8% más ADN que los espermatozoides Y (Blondin *et al.*, 2009).

Cada dosis de semen sexado contiene en promedio un 90% de espermatozoides del sexo deseado, además de que no contiene espermatozoides muertos o dañados ya que estos son separados en la citometría (Dejarnette *et al.*, 2009).

La concentración de semen sexado contiene 10 veces menos espermatozoides (2×10^6 células/pajilla) en comparación con el semen convencional (20×10^6 células/pajilla) (Yumilbe, 2014).

Actualmente la novedad es el semen sexado ULTRA SEX que tiene una concentración de 4×10^6 células/pajilla) disponible en varios países de Europa, así como en muchos otros países alrededor del mundo entre ellos Perú, Colombia, Argentina, Brasil, Canadá, Dinamarca, Holanda, el Reino Unido y Estados Unidos, siendo en este último país, más ampliamente producido y utilizado, posiblemente porque la demanda de las novillas de remplazo es mucho más alta que en Europa (Ruiz, 2016).

2.2.4. Resultados obtenidos con el uso de semen sexado.

El uso de semen sexado podría ser útil en pruebas de progenie, ya que menos apareamientos serían necesarios para poder producir un número requerido de hijas (Hohenboken, 1999).

Los resultados de estudios realizados en vaquillas Holstein en Estados Unidos indicaron que la tasa de concepción promedio con semen sexado se encontró entre 48 a 55 por ciento, comparado al 69 por ciento obtenido mediante semen convencional, sin demostrar efecto significativo de la concentración del semen ni el lugar de colocación del semen (Weigel, 2004).

Por otro lado, reportaron en un estudio mediante utilización de semen sexado 87.8 por ciento de nacimientos de hembras utilizando semen con cromosoma X y 92 por ciento de nacimientos de machos utilizando semen con cromosoma Y, comparado a un 49.2 por ciento de machos mediante el uso de semen convencional (Tubman *et al.*, 2004).

Los resultados del éxito mediante el uso de semen sexado en hatos lecheros han alcanzado las tasas de concepción al primer servicio de 47 por ciento en vaquillas Holstein y 53 por ciento para vaquillas Jersey (Dejarnette *et al.*, 2009).

Norman (2010), reportó el efecto del empleo del semen sexado en la tasa de concepción, el sexo de la cría, las distocias y los mortinatos en vaquillas como en vacas. La tasa de concepción promedio para vaquillas fue del 56 por ciento con semen convencional y del 39 por ciento con semen sexado; en vacas las tasas de concepción fue de 30 por ciento con semen convencional y 25 por ciento con semen sexado.

Existen dos limitantes a considerar en cuanto al semen sexado, primero la velocidad de producción de pajillas que repercute en el precio y segundo las bajas tasas de concepción.

Cerca de 150 a 200 pajillas son procesadas por máquina/día y esto comprende menos del 0.5 por ciento de la demanda de semen en la industria lechera. Además, como se ha mencionado anteriormente, las tasas de concepción en diferentes trabajos realizados en vaquillas oscilan entre 35 a 40 por ciento con semen sexado, comparado a un 60 por ciento obtenido con semen convencional (Weigel, 2004).

En Estados Unidos los reportes de utilización de semen sexado en novillas representan el 1,5 por ciento, 9.6 por ciento y el 14.2 por ciento de todas las inseminaciones descritas para 2006, 2007 y 2008, respectivamente, donde el 89% fue reportado como descendencia hembra (Dejarnette *et al.*, 2009).

En Argentina, hace pocos años, representaba el 0,5 por ciento de todo el semen usado anualmente en ganado lechero, sin embargo, hoy en día cerca del 6 por ciento; se manejan alrededor de 3 millones de dosis. En Estados Unidos, sobre algo más de 5 millones de inseminaciones en vaquillas, el 31 por ciento se hace con semen sexado, contra un 17 por

ciento que se registró en 2008. En Francia en más de 7 millones de inseminaciones hubo un gran crecimiento y prácticamente entre el 25 y 30 por ciento con semen sexado (Antunez, 2016).

2.3. Sincronización de celo

La sincronización de celo en vacas lecheras es una necesidad de los ganaderos desde mucho tiempo atrás, y desde entonces los avances científicos no han dejado de progresar en beneficio de la producción ya sea de carne o de leche, los primeros intentos de sincronización del estro mediante hormonas sintéticas se ha dado en base a la prostaglandina (Perry *et al.*, 2004).

La prostaglandina F_{2α} y sus análogos son las sustancias más usadas para la sincronización del celo en bovinos y sus propiedades luteolíticas están bien establecidas pero la limitante que tiene esta hormona es que solo se puede aplicar en vacas que poseen un cuerpo lúteo (CL), susceptible de lisis, detectado por palpación rectal o ultrasonografía (Day *et al.*, 2000).

La progesterona es usada para inhibir el desarrollo del CL en hembras con ovulación reciente, sin embargo el uso de estradiol después de un corto periodo de exposición a la progesterona es aplicado a vacas lecheras en anestro con el objetivo de aumentar la inducción y precisión del estro (Day *et al.*, 2000), mostrando también que el desarrollo folicular después de una inyección de benzoato de estradiol 48 horas después de finalizar el tratamiento con progesterona, resultó en un estro sincronizado en un 98 % de vacas tratadas y en una tasa de concepción del 70 % con inseminación artificial después de detectar el celo (Gonzales, 2010).

El tratamiento con la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) y prostaglandina es un método práctico para controlar las funciones ováricas incrementando la precisión de la sincronía del estro y ofrece el potencial de disminuir la incidencia de un ciclo estral corto (Perry *et al.*, 2002).

El uso de protocolos hormonales es efectivo y con el paso de los años han sido redefinidos, proporcionando respuestas satisfactorias en términos de reanudación de la actividad ovárica y mejora en los resultados reproductivos. Un estudio en las zonas altas del Cusco (4112 msnm), muestra que el uso de un progestágeno, asociado al valerato de estradiol y el uso de

500 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) tienen la tendencia a incrementar las tasas de concepción 55 y 56 por ciento respectivamente, comparado con la ausencia de tratamientos hormonales que tienen tasas de concepción de 20 por ciento en vacas de la raza Brown Swiss (Jara y Pérez, 2009), mientras que en Nueva Zelanda frente a la prohibición del uso de benzoato de estradiol (BE) en programas de sincronización, se generaron nuevos protocolos que incluyen el uso de GnRH, con buenas tasas de concepción (53,4 a 70,1 por ciento) en vacas mantenidas al pastoreo (Bryan *et al.*, 2013).

La tasa de concepción (TC) para el protocolo “ovsynch” es del 45 por ciento comparado con la TC con el dispositivo de progesterona (CIDR) de 51 por ciento (González, 2010).

2.4. Transferencia de embriones.

La técnica de transferencia de embriones (TE) permite seleccionar animales de alta producción y adecuada adaptabilidad ambiental para mejorar la calidad genética e incrementar el número de crías en el hato (Elsden y Seidel, 1986).

2.4.1. Importancia de la transferencia de embriones.

La tasa anual de ganancia genética se determina por el efecto de los siguientes factores (Lohuis, 1995):

- La intensidad de selección, depende de la proporción de la población que es seleccionada como padres de la siguiente generación. Una pequeña proporción de los mejores animales, nos dará una alta intensidad de selección.
- La exactitud de selección, depende de los métodos usados para identificar los animales superiores y mide el grado de coincidencia entre nuestra estimación del índice de valor genético de un animal y la actual habilidad genética de la característica en cuestión.
- La heredabilidad de la característica, es la proporción de la variabilidad total de la producción observada entre individuos que es debido al efecto de genes aditivos, por lo tanto puede ser transmisible de una generación a otra. Una alta variabilidad, facilita el progreso genético. La heredabilidad es prácticamente una medida de la variabilidad genética.

- El intervalo entre generaciones, la media de edad de los padres cuando la cría nace. A mayor edad de los padres el progreso genético es menor.

El uso de IA con semen de toros con prueba de progenie resulta en una ganancia genética promedio en producción de leche de 1,0 – 1,5 por ciento sobre el promedio por año. Una simulación computarizada, predice una tasa de ganancia genética de 8-9,5 por ciento, más alta que un actual programa de prueba de progenie, cuando la múltiple ovulación y transferencia de embriones (MOET) se incluye en un programa de prueba de progenie. El incremento de ganancia genética por año es más alta comparada con la prueba de progenie actual cuando se produce embriones *in vitro* de donadoras jóvenes terneras de 1 a 5 meses de edad (Lohuis, 1995).

En promedio, con MOET se puede producir 5 a 6 embriones viables por lavado y 5 a 7 lavados por año, si la donadora solo se usa para producir embriones logrando tasas de preñez de 58 y 60 por ciento. Esto genera un promedio de 20 a 24 crías por donadora/año (Lohuis, 1995)

La tasa de éxito en términos de concepción por TE se encuentra cercano al 60 por ciento, incluso con la transferencia de embriones congelados (Cutini *et al.*, 1999). Otros reportes indican promedios que varían entre un 40 a 70 por ciento dependiendo del uso de embriones frescos o congelados (Lohuis, 1995).

Arriaga (2010) indicó tasas de concepción entre 35 a 65 por ciento en Mexico, dependiendo de la calidad de embriones transferidos y de la habilidad del operador para realizar la TE. Las tasas de concepción obtenidas en la provincia de Santander, Colombia, entre 1999 y 2001, fueron de 12 a 40 por ciento (Ariza *et al.*, 2006). Rengifo *et al.* (2011) evaluaron dos protocolos de superovulación con distintas dosis de eCG, recuperando en promedio 4.9 y 5.3 embriones transferibles por vaca en cada programa, pero no se reportan resultados de la tasa de concepción ni de la natalidad.

Todos los continentes, con excepción de África mostraron una tendencia al crecimiento en la TE convencionales. En el 2010 EEUU, México y Canadá dominaron el mercado mundial de TE convencionales con una participación del 42.9 por ciento de los cuales el 58 por ciento fueron congelados, seguido por la unión europea con el 18.5 por ciento, siendo congelados

el 55.6 por ciento, además Asia (Japón, Vietnam, Tailandia, Corea del sur, Taiwán) con el 14.9 por ciento de los cuales el 61 por ciento fueron congelados. Sudamérica (Brasil, Argentina, Uruguay, Colombia, Panamá, Ecuador y Perú) ocupó el cuarto lugar con el 12.1 por ciento de participación, siendo congelado el 33.8 por ciento, mostrando un aumento de su participación en aproximadamente un 0.89 por ciento con respecto al 2009 (Ruiz, 2016). En Sudamérica, Brasil fue quien dominó el mercado con 38.975 embriones transferidos, seguido por Argentina y Uruguay con 24.263 y 3.402 respectivamente. Colombia transfirió 2.890 embriones ocupando el cuarto lugar de Sudamérica, quedando en quinto lugar Perú con 675 y en sexto lugar Ecuador con 108 embriones transferidos. En todos los continentes excepto en Sudamérica fueron transferidos más embriones frescos que congelados, es probable que esto se deba al gran número de receptoras disponibles en Brasil y Argentina. Finalmente Oceanía y África aportaron el 10,12 por ciento y 1,42 por ciento respectivamente al mercado mundial de transferencia de embriones convencionales en este mismo año (Ruiz, 2016).

La cifra mundial de embriones *in vitro* transferidos en el año 2010 fue de 339,685 con un incremento del 11 por ciento con respecto al 2009, siendo la mayoría transferidos frescos, ya que solo el 7 por ciento fue congelado. En el mismo año Brasil también fue líder en TE *in vitro* con 252.048 embriones transferidos frescos y 12.214 congelados, para una participación mundial del 77,8 por ciento (Ruiz, 2016).

En el mundo, más de 121.000 donantes son superovuladas y más de 670.000 embriones transferidos. La mayoría de los embriones transferidos en el 2006, fueron congelados (53 vs. 47 por ciento), con algunas notables diferencias dependiendo de la región. En cuanto a Europa, en el año 2007 el país con más embriones transferidos fue Francia con 28.442, mientras que España está ubicada en el número 12 con 1.257 embriones transferidos (IETS, 2006).

2.5. Parámetros reproductivos.

Los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo del hato, estos índices permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadios tempranos (Cuadro 4).

La eficiencia reproductiva es el parámetro de producción alcanzado por el animal considerado como óptimo para su especie, en el caso de bovinos es la producción de una cría al año (Ortiz *et al.*, 2005).

2.5.1. Vaca problema.

Una vaca problema es aquella con más de 100 días de parida y sin un servicio efectivo o con más de tres servicios y vacía. No debe pensarse necesariamente en un animal con problemas patológicos, sino como aquel que presente un problema a efectos de lograr una buena eficiencia reproductiva.

2.5.2. Porcentaje de concepción (PC).

Se calcula dividiendo el número de gestaciones entre el número total de servicios que se han realizado, se considera que del 55 al 60 por ciento de concepción es adecuado.

2.5.3. Porcentaje de Concepción al primer servicio (PCPS).

Se lleva a cabo dividiendo el número de vacas que quedaron gestantes entre las que recibieron dicho servicio de inseminación, tiene un promedio de 52 por ciento.

Formula:

$$PCPS = \frac{NVP \text{ al 1er servicio}}{NVS} \times 100$$

Donde:

NVP: Número de vacas preñadas

NVS: Número de vacas servidas

El porcentaje de concepción al primer servicio está muy relacionado a los servicios por concepción y está influenciado por la hembra, el macho y factores de manejo.

- Factores de la hembra pueden incluir alimentación inadecuada o infecciones.
- Factores del macho incluyen fertilidad inherente a cada animal, o indirectamente si se usa inseminación artificial, manejo del semen, inseminador y técnica de inseminación.
- Factores de manejo tiempo que transcurre desde la detección de celo y el momento de inseminación.

2.5.4. Servicios por Concepción (SPC).

Es el número de inseminaciones necesarias para que una vaca quede gestante, este parámetro se calcula al dividir el número de vacas gestantes entre el número de inseminaciones necesarias para que queden gestantes, se considera aceptable de 1.5 a 1.8 servicios por concepción, depende entre otros factores de la eficiencia en la detección de celos, calidad del semen, técnica de inseminación, manejo del semen y reabsorciones embrionarias (Bulbalerla, 2001).

$$SPC = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de servicios} \times 100}{\text{NVP}}$$

NVP: Número de vacas preñadas

2.5.5. Días abiertos

Es el tiempo que transcurre entre el parto y el momento en que la hembra vuelve a quedar preñada, también se denomina intervalo parto concepción (IPC).

Mora (1985) en ganado Holstein de la cuenca lechera de Lima reportó 141,8 días abiertos; Salazar (1992) reportó un IPC de 117,02 días en la cuenca de Lima; Almeyda (1998) en una evaluación de vacas criollas y cruzadas en explotación intensiva en Lima, reportó un IPC para el segundo y tercer parto de 171 y 132 días respectivamente.

2.5.6. Intervalo entre partos

Las diferencias encontradas entre primíparas y multíparas eran esperadas. Todas las vacas pierden condición corporal luego del parto y sufren diferentes niveles de balance energético negativo (BEN), pero las más jóvenes no solo se enfrentan al estrés del parto y el desgaste normal del inicio de la lactación, sino que además están en crecimiento y, por lo tanto, demandan mayores necesidades energéticas. Por ello, vacas primíparas bien manejadas pueden mostrar un intervalo de parto a primer celo fértil de 30 a 45 días más prolongado que en las vacas multíparas (Sepúlveda, 2001).

Los índices reproductivos bajo condiciones ideales de confort en el Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera en la Universidad de Wisconsin-Madison, Estados Unidos se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales.

Índice reproductivo	Valor optimo	Valor que indica problemas
Intervalo entre partos	12.5 – 13 meses	> 14 meses
Servicios por concepción	< 1.7	>2.5
Índice de concepción al primer servicio en vaquillas	65 – 70%	<60%
Índice de concepción al primer servicio de vacas en lactancia	50 – 60%	<40%
Promedio de días de vacía	85 -110 días	>140 días

FUENTE: Wattiaux (2009).

2.5.7. Trabajos realizados sobre parámetros reproductivos.

Masco (2010) realizó un trabajo en Acora, Puno en vacas Brown Swiss cruzadas con criollos utilizando un protocolo a base de CIDR® + Estrogenos y PGF2 logrando un 70% de preñez. Quispe *et al.*, (2014) obtuvieron tasas de concepción al primer servicio con un promedio de 66.6 y 68.7 por ciento respectivamente, usando protocolos de sincronización con progestágenos en vacas de la raza Brown Swiss en el Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla, ubicado en la provincia de Melgar - Puno a una altitud de 3 974 msnm.

Gonzáles (2015) reportó índices reproductivos en un establo del distrito de Andahuaylillas provincia de Quispicanchis, región Cusco, donde el promedio de días abiertos fue 162 días, el número de servicios por preñez fue de 1.96 servicios, el intervalo entre partos fue de 15 meses.

Aymer (2010) evaluó los aspectos productivos y reproductivos de los establos de la Sección “B” Inscritos en el comité Zonal de Productividad lechera de la Irrigación de Majes, Distrito Majes, Provincia Caylloma, Región Arequipa, en el aspecto reproductivo reportó 64 por

ciento en promedio de tasa de concepción al primer servicio, 3.32 servicios por concepción para preñar una vaca, 162 días intervalo entre parto concepción.

Ugarte (2010) reportó índices reproductivos en los establos de la Irrigación La Joya Antigua, obteniendo datos de 50 establos en los cuales se tiene una población de 1735 vacas durante los años 2008-2009, donde el porcentaje promedio de tasa concepción al primer servicio en el 2008 fue 60.8 por ciento y para el año 2009 fue 65.1 por ciento, el número de servicios por concepción en el 2008 fue 1.69 y para el año 2009 fue 1.67 servicios por vaca, el intervalo parto concepción en el 2008 fue de 165 días y para el año 2009 fue de 161 días.

González (2010) reportó índices reproductivos en los establos de la sección E inscritos en el Comité Zonal de Productividad Lechera de la Irrigación Majes, Distrito de Majes, Provincia Caylloma, Región Arequipa, donde la tasa de concepción al primer servicio fue de 67.56 por ciento, el intervalo parto primer servicio fue de 163 días.

Hansen (1997), reportó tasas de concepción de 8 por ciento durante los meses de verano en vacas lecheras de Arizona.

Ortiz *et al.*, (2009) reportaron índices reproductivos en la cuenca lechera de Lima donde se recolectó información de tarjetas individuales de 559 animales de la raza Holstein en cuatro establos de crianza intensiva, donde la tasa de concepción al primer servicio fue 46.1 por ciento, los servicios por concepción fueron 2.4 servicios por vaca, el intervalo parto concepción fue 181 días, el intervalo entre partos fue de 15.2 meses.

García *et al.*, (2001) al realizar un estudio en 14 países en desarrollo del Asia y América Latina, entre ellos el Perú donde reportaron una tasa de concepción de 40.9 por ciento como y 137,6 días abiertos.

Franco (2001) realizó un trabajo en vacas lecheras de la raza Holstein en la cuenca de Lima midiendo los efectos de la suplementación de multinutrientes durante el periodo seco donde obtuvo un promedio de días abiertos de 88 y 93 días, la tasa de concepción al primer servicio fue de 65.2 y 72.7 por ciento respectivamente.

Calderón (2017) reportó información de índices reproductivos de los establos de Santa Rita de Siguan, Arequipa en el periodo 2015 y 2016, donde el número de servicios por concepción en el 2015 fue de 1.78 y para el año 2016 fue de 1.65 servicios por vaca, el número de días abiertos en el 2015 fue de 163 y para el año 2016, 168 días.

Mellisho (1998) reportó en tres establos de la cuenca lechera de Lima, donde el número de servicios por concepción fue de 3.48 en vacas, el intervalo entre partos fue de 14 meses.

Parreño (1991) reportó índices reproductivos en Santa Rita de Siguan, Arequipa donde el número de servicios por concepción fue de 2.15 por vaca, el intervalo entre partos fue de 13,6 meses, Monzón (2002) reportó 2.01 SPC en la misma localidad.

Orrillo (1997) reportó en un hato lechero de Cañete de vacas Holstein donde las de concepción para el verano fue de 27,1 por ciento y para el invierno fue de 45,7 por ciento.

Mendoza (2013) reportó en un trabajo en Huancavelica en vacas la raza Brown Swiss un promedio de 197 días abiertos y 2.82 servicios por concepción.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización, Población y muestra.

En el presente estudio se trabajó con un muestreo discrecional, dirigido o juicio, por ser encuestas de tipo exploratoria y descriptivo, debido a la escasa información, las encuestas se realizaron en las cuencas lecheras y establos más representativos de cinco regiones: Arequipa, Puno, Cajamarca, Lima y La Libertad, en el año 2014 estos fueron las regiones con mayor incremento en la producción de leche con: 5.4, 9.5, 2.4,2 y 1.3 por ciento, respectivamente, representando el 47 por ciento de la producción nacional (INEI, 2014).

Cuadro 5: Localización y cantidad de establos por cuenca lechera.

Cuenca	Cantidad
Puno	90
Cajamarca	9
Arequipa	130
La Libertad	3
Lima	9
Total	241

3.2. Procedimiento Experimental.

Una vez identificadas las cuencas lecheras más representativas se identificaron las empresas distribuidoras de pajillas de semen en cada cuenca lechera y los proyectos de los gobiernos locales que tienen influencia como la cuenca de Puno, además de los servicios de productividad lechera en cuencas donde existe este servicio, como Arequipa y Lima, para la elaboración de hojas de encuestas, posteriormente se identificaron los establos más representativos de cada cuenca, finalmente se realizaron las encuestas de diferentes maneras:

- ✓ Visita de campo
- ✓ Envío mediante correo electrónico
- ✓ entrevista en ferias ganaderas

✓ El trabajo de campo se realizó mediante la visita a los establos como se muestran a c



Figura 1: Encuestas de campo en las diferentes cuencas lecheras evaluadas en el periodo 2016 – 2017.

La obtención de información en cada cuenca lechera se realizó de la siguiente manera:

Cuenca de Puno: Se tomó información de los establos más representativos de acuerdo al acceso de información con ayuda de los proyectos de gobiernos Locales, logrando evaluar 90 establos que tienen un número mínimo de 5 vacas y máximo de 93 vacas en ordeño.

Cuadro 6: Localización y cantidad de establos en la cuenca lechera de Puno.

Subcuenca	Cantidad
Melgar	35
Azángaro	25
Huancané	10
San Román	10
Puno	10
Total	90

Cuenca lechera de Cajamarca: Se tomo información de los establos más representativos de acuerdo al acceso de información, logrando encuestar nueve establos con un mínimo de 16 vacas y un máximo de 27 vacas.

Cuenca lechera de Arequipa: Se tomó información del Servicio de Productividad Lechera de la cuenca de Arequipa, evaluando a los 10 primeros establos de 8 subcuencas según el ranking en el periodo 2015 – 2016, además la subcuenca de Majes se divide en cinco secciones A,B,C,D,E. El número mínimo de vacas de los establos encuestados de Arequipa es de 11 vacas en producción y el máximo de 400 vacas.

Cuadro 7: Localización y cantidad de establos en la cuenca lechera de Arequipa.

Subcuenca	Cantidad
Majes sección A,B,C,D,E	50
Yuramayo	10
San isidro	10
Santa Rita	10
San Camilo	10
La joya	10
Vitor	10
Aplao	10
Campiña Arequipa	10
Total	130

Cuenca lechera de La Libertad: Se tomó información de los establos más representativos, de acuerdo a la accesibilidad de información, logrando evaluar tres establos intensivos que tienen un número mínimo de 508 vacas y un número máximo de 2354 vacas.

Cuenca lechera de Lima: Se tomó información del Servicio de Productividad lechera de la cuenca de Lima, logrando evaluar 09 establos de los 10 primeros del Ranking, con un número mínimo de 27 vacas y un máximo de 1500 vacas.

3.3. Análisis estadístico

Se realizó una investigación observacional de tipo no experimental, con muestreo discrecional, elaborando encuestas tipo exploratorio, una vez recolectados la información cuantitativa se analizó mediante estadística descriptiva como: medias, máximo, mínimo, desviación estándar, haciendo uso del paquete estadístico software SAS (Statistical Analysis Software). mientras que las variables cualitativas se describieron y compararon entre las cuencas encuestadas.

3.4. Identificación de variables.

3.4.1. Variables cuantitativas.

a. Producción de leche.

- Volumen de producción de leche en Kg: esta información se recolectó en diferentes estaciones en cada establo de las cinco cuencas lecheras evaluadas, durante el periodo 2016 y 2017.

b. Parámetros reproductivos.

- Intervalo entre partos.
- Servicios por Concepción para vacas.
- Servicios por concepción para vaquillas.
- Índice de Concepción al primer servicio para vacas
- Índice de concepción al primer servicio para vaquillas.
- Promedio de días de vacía.

3.4.2. Variables cualitativas.

a. Producción de leche

- Proporción según el número de ordeños.
- Proporción según el tipo de ordeño.

b. Sistema de crianza

Se consideraron tres sistemas de explotación:

- i) Intensivo: Caracterizado por la crianza de animales estabulados, con programas de alimentación a base de forraje de calidad y alimento balanceado.
- ii) Extensivo: Caracterizado por la crianza de animales al pastoreo, con programas de alimentación a base de forraje sin la adición de alimento balanceado.
- iii) Mixto: Caracterizado por la combinación de ambos sistemas.

c. Inseminación artificial.

- **Promedio del año de inicio con el uso de la inseminación artificial:** Se obtuvo el promedio de acuerdo a la antigüedad del uso de la inseminación artificial en cada establo.
- **Proporción del origen de pajillas de semen:** se consideraron de acuerdo al origen pajillas importadas, nacionales y la combinación de ambas.
- **Proporción de la adquisición de pajillas de semen:** se refiere a como es la adquisición del material genético en cada cuenca lechera, se consideraron tres formas
 - i) privada con tanque propio en el establo, ii) mediante proyectos locales que brindan el servicio de inseminación artificial iii) inseminadores particulares donde el productor tiene que cubrir todo el costo de la inseminación artificial.
- **Proporción del uso de toros probados y jóvenes:** se formaron tres grupos de acuerdo a la elección de pajillas de semen congelado en cada establo:
-

- ✓ 50 por ciento jóvenes vs 50 por ciento probados
- ✓ 30 por ciento probados vs 70 por ciento jóvenes
- ✓ 70 por ciento probados vs 30 por ciento juvenes.
- **Uso de monta natural.**
- **Proporción del uso de reproductores según raza.**
- **Criterio de selección de toros:** Se consideró tres criterios de selección de reproductores.
 - ✓ Producción: caracterizado por reproductores que mejoren la producción de leche.
 - ✓ Tipo: caracterizado por reproductores que mejoren el tipo del animal para presentaciones de ferias ganaderas de Show.
 - ✓ Ambos: caracterizado por escoger reproductores que combinen producción de leche con el tipo, buscando un animal con balance y longevidad.
- **Responsable de la selección toros: se consideró tres responsables**
 - ✓ Asesor: caracterizado por un profesional especializado en programas de apareamiento y lectura de catálogos.
 - ✓ Administrador & dueño: caracterizado por un profesional o persona encargada de realizar la lectura de los catálogos de los toros.
 - ✓ Inseminador: caracterizado por el técnico con conocimiento básico sobre la selección de reproductores.
- **Toros de mayor demanda, líneas genéticas y ranking de los mejores toros.**
- **Principales casas genéticas de distribución de semen.**
- **Uso de semen nacional.**
- **Cantidad de centros de colección de semen nacional.**
- **Toros nacionales de mayor demanda.**
- **Uso de semen sexado.**

- **Casas genéticas que comercializan semen sexado.**

d. Sincronización de celo.

- Protocolos de sincronización de celo.
- Metodologías de diagnóstico de preñez.

e. Transferencia de embriones.

- Porcentaje de uso de transferencia de embriones.
- Comparación de dos metodologías de TE.
- Tasas de fertilidad alcanzados mediante la aplicación de TE.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de leche.

La información obtenida que corresponde al promedio de la producción de leche, número y tipo de ordeños en las cuencas encuestadas se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 8: Producción de leche en Kg en establos de cinco cuencas lecheras del Perú, durante los años 2016-2017.

Cuenca Lechera	Media	Min	Max	D.E.	N° establos
Puno	12	8	20	3.1	90
Cajamarca	20	15	27	5	9
Arequipa	25	11	44	7	130
La Libertad	27	26	28	0.5	3
Lima	29	34	25	3	9

El Cuadro 8 muestra los valores de producción de leche en kg, de los establos encuestados en las cinco cuencas lecheras mencionadas, donde el promedio más alto corresponde a la cuenca de Lima con 29 kg, en segundo lugar la cuenca de La Libertad con 27 kg, en tercer lugar la cuenca de Arequipa con 25 kg, en cuarto lugar la cuenca de Cajamarca con 20 kg, finalmente la cuenca de Puno con 12 kg, además se encontró una gran variación de la producción de leche entre cuencas, con un mínimo de 8 kg en la cuenca de Puno y un máximo de 44 kg en la cuenca de Arequipa, estas diferencias se deben al tipo de explotación que tiene cada cuenca en particular.

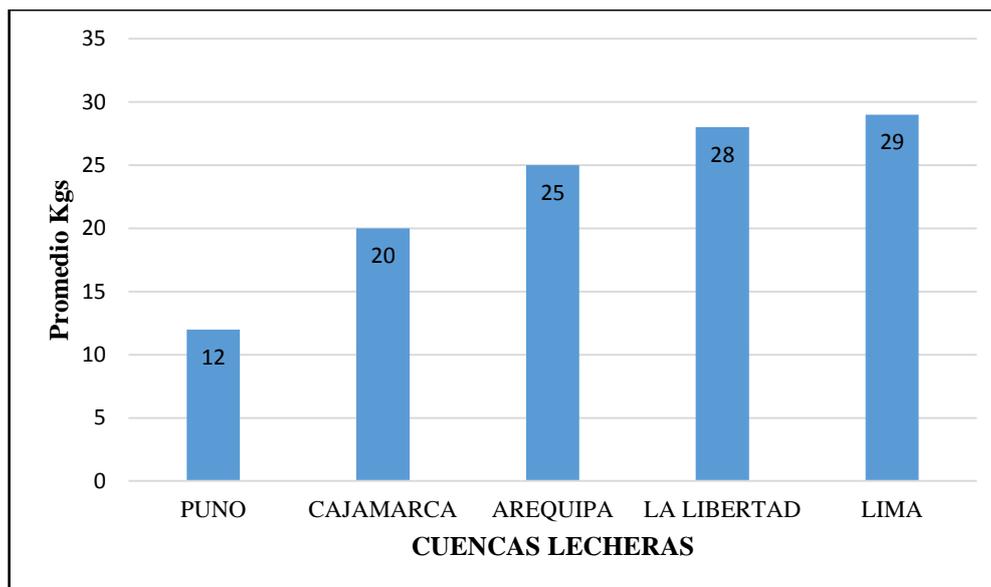


Figura 2: Producción de leche en Kg por cuenca lechera durante los años 2016-2017.

En el año 2012 los promedios de producción de leche fueron: Lima 15.8, La Libertad 9.2, Arequipa 18.2, Cajamarca 7.8 y Puno 3.6, kg respectivamente (INEI, 2012), sin embargo, en el presente trabajo se encontraron promedios más elevados en las cinco cuencas, la diferencia de estos valores se deberían a un avance en el mejoramiento genético, en las como Puno y Cajamarca donde el apoyo de los gobiernos locales se ha incrementado hacia el sector rural, a diferencia de las cuencas de Lima, La Libertad y Arequipa, donde además del mejoramiento genético, se realiza un manejo más eficiente, puesto que en estas cuencas el sistema de crianza se caracteriza por ser de tipo intensiva y semintensivo con mayor tiempo trabajando con inseminación artificial, donde el costo de producción es más alto por ende se busca tener una rentabilidad para continuar con el negocio de la ganadería, finalmente en el presente trabajo se encuestaron a los establos más representativos y élite de cada cuenca a comparación de la información del INEI, donde toman un promedio general de cada región.

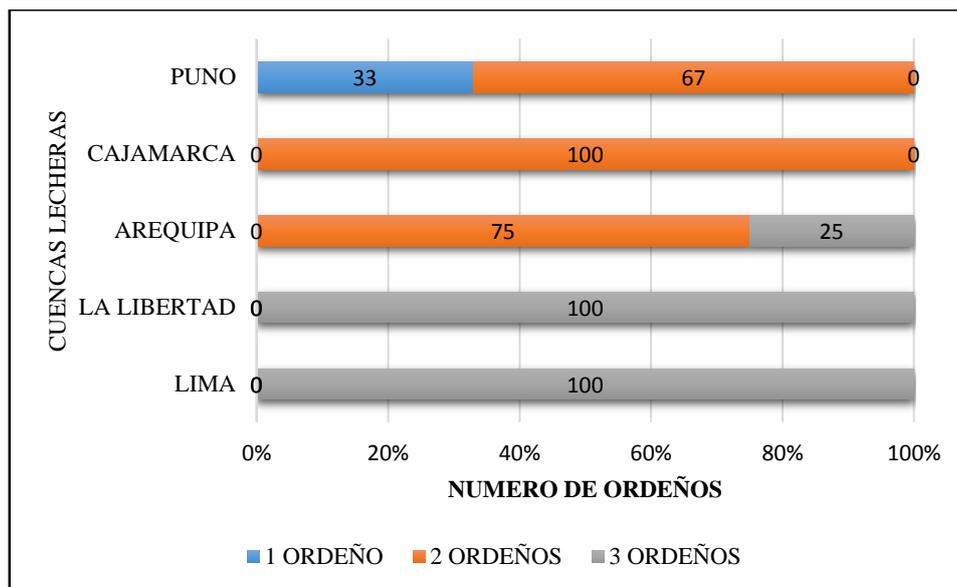


Figura 3: Proporción según el número de ordeños en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016-2017.

La figura 3 muestra el número de ordeños que se realiza en cada cuenca, donde en la cuenca de Puno todavía existe establos que practican un ordeño al día representando el 33 por ciento y dos ordeños el 67 por ciento, los establos evaluados en la cuenca de Cajamarca el 100 por ciento realiza dos ordeños, Arequipa el 75 por ciento realiza dos ordeños y el 25 por ciento tres ordeños, las cuencas de La Libertad y Lima el 100 por ciento realiza 03 ordeños, esta información está relacionado por el tipo de sistema de crianza y el volumen promedio producido al día.

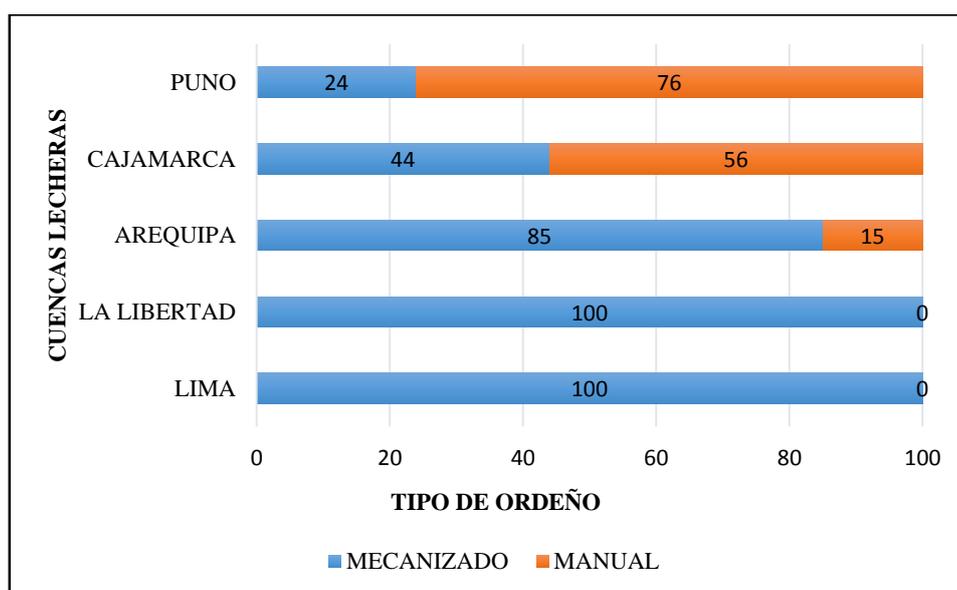


Figura 4: Proporción según el tipo de ordeño en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 4 muestra el aumento del ordeño mecanizado en función al volumen de leche producido, en Puno el 24 por ciento de productores encuestados realiza el ordeño mecanizado y el 76 por ciento ordeño manual, esto principalmente por la cantidad de cabezas de ganado por hato, en promedio 10 y el volumen de producción de leche promedio 12 kgs, además de la falta de cobertura de energía en algunas zonas y el costo que involucra la adquisición de generador de energía, en la cuenca de Cajamarca también predomina el ordeño manual en un 56 por ciento frente al 44 por ciento mecanizado, mientras que en la cuenca de Arequipa predomina el ordeño mecanizado sobre el manual en 85 por ciento, a diferencia de Lima y La Libertad que tienen un sistema intensivo con promedios de producción de leche que alcanzan 29 y 28 kgs respectivamente donde el 100 por ciento de productores practican tres ordeños al día.

4.2 Sistema de Crianza

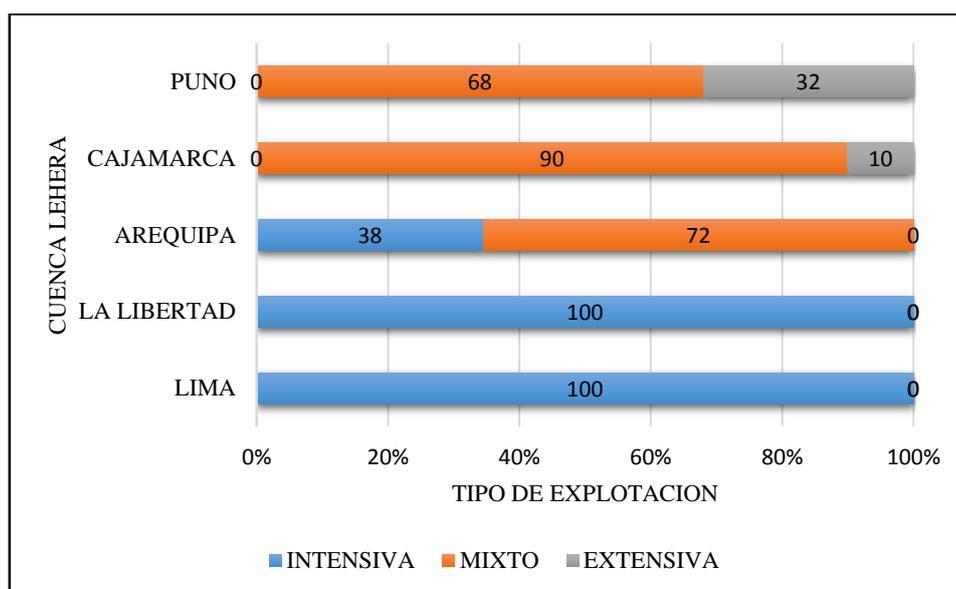


Figura 5: Proporción según el sistema de crianza en cinco cuencas lecheras del Perú.

La figura 5 muestra las diferencias en cada cuenca de acuerdo a su sistema de crianza donde la cuenca de Puno y Cajamarca predomina el sistema mixto seguido del sistema extensivo, a comparación de la cuenca de Arequipa donde además del sistema mixto también practican el sistema intensivo, finalmente las cuencas de Lima y La Libertad, practican el sistema intensivo, esto se refleja en los promedios de producción de leche obtenidos en el presente trabajo.

4.3. Inseminación Artificial

Los datos obtenidos relacionados a la inseminación artificial como: el año de inicio del uso de esta biotecnología en cada cuenca, el origen y la adquisición de pajillas de semen, uso de toros probados y jóvenes, uso de monta natural, razas de reproductores, criterio de selección de reproductores, responsable de selección de reproductores, porcentaje de toros con mayor uso en cada cuenca y la distribución de las principales casas genéticas de semen congelado se muestran en los siguientes cuadros:

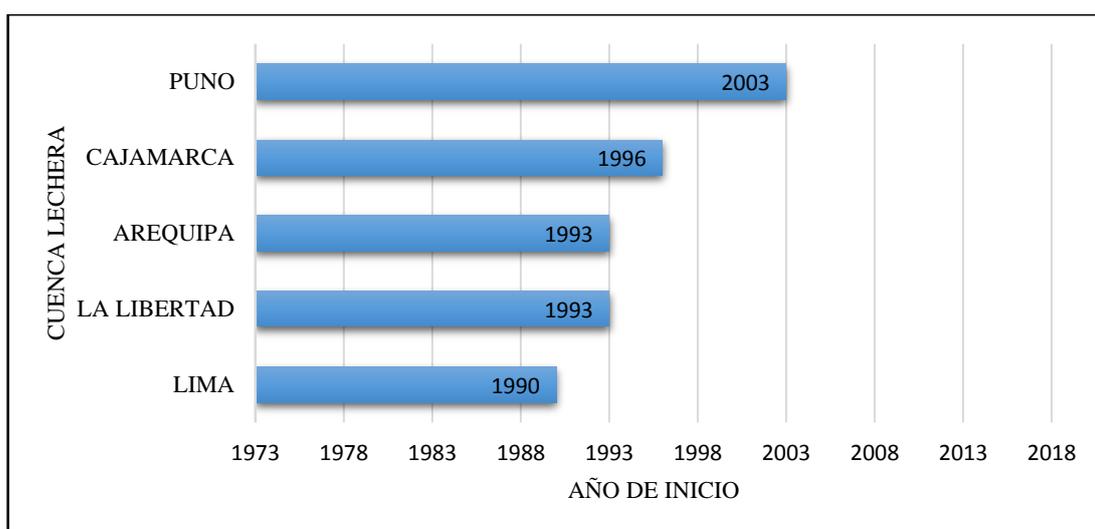


Figura 6: Promedio del año de inicio con el uso de la inseminación artificial en ganado vacuno lechero en cinco cuencas lecheras del Perú.

La figura 6 muestra el año de inicio en promedio sobre el uso de la inseminación artificial en las diferentes cuencas, siendo Lima la cuenca más antigua en el uso de esta biotecnología donde los establos encuestados datan de los años 90, seguido de La Libertad y Arequipa ambos en el año 93, mientras que la cuenca de Cajamarca data del año 96 y la más reciente viene a ser la cuenca de Puno que data del año 2003, el 100 por ciento de productores encuestados utiliza la inseminación artificial a diferencia del último censo Agropecuario del 2012, donde indica que del 100 por ciento de productores, solo un tres por ciento hace uso de esta técnica (Cuadro 2 y 3), la diferencia de la antigüedad del uso de la inseminación artificial entre los establos, se relaciona con el volumen de producción de leche puesto que establos de Lima y La Libertad que tienen más tiempo trabajando con esta biotecnología tienen mayor volumen de producción de leche, esto se explica por el mejoramiento genético a través de los años.

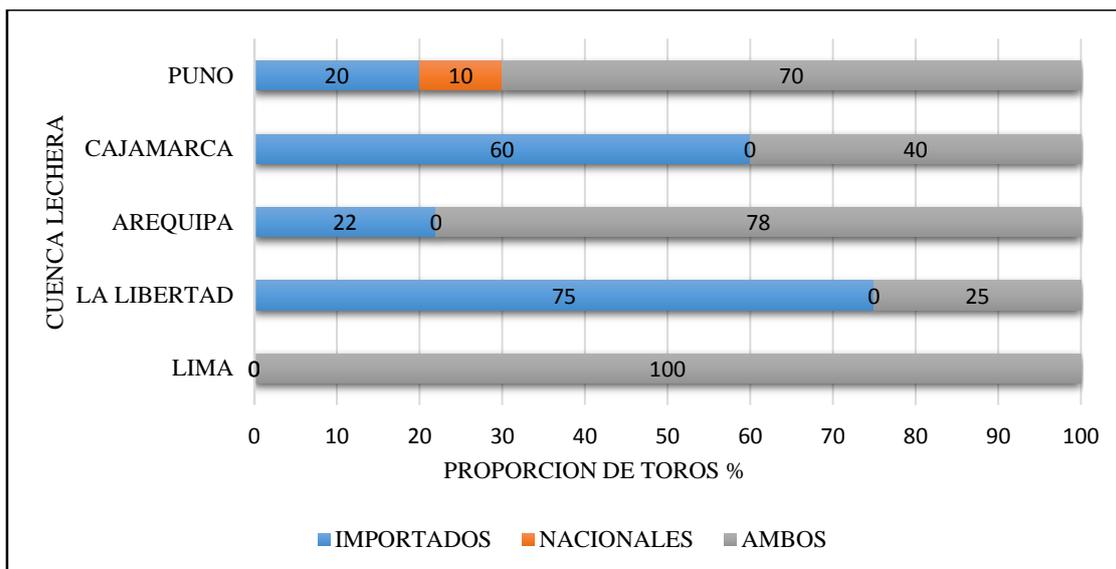


Figura 7: Proporción del origen de pajillas de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 7 muestra la proporción del uso de pajillas de semen congelado de acuerdo al origen donde puede ser importados, nacionales o la combinación de ambas, la cuenca Puno el 20 por ciento de establos utiliza exclusivamente semen importado, 10 por ciento establos solo nacionales y una combinación de ambos entre nacionales e importados que representa el 70 por ciento, mientras que en Cajamarca, Arequipa y La Libertad no utilizan de forma exclusiva pajillas nacionales sino en combinación con las importadas en un 40, 78, 25 por ciento respectivamente, en la cuenca de Lima el 100 por ciento de productores encuestados utilizan la combinación de pajillas importadas y nacionales. Cabe señalar que el servicio de productividad lechera se encuentra en las cuencas de Lima y Arequipa, mientras tanto en las cuencas de Puno, Cajamarca y La Libertad no se cuenta con este servicio, por lo tanto no se tiene información de las producciones de las hijas de toros nacionales e importados.

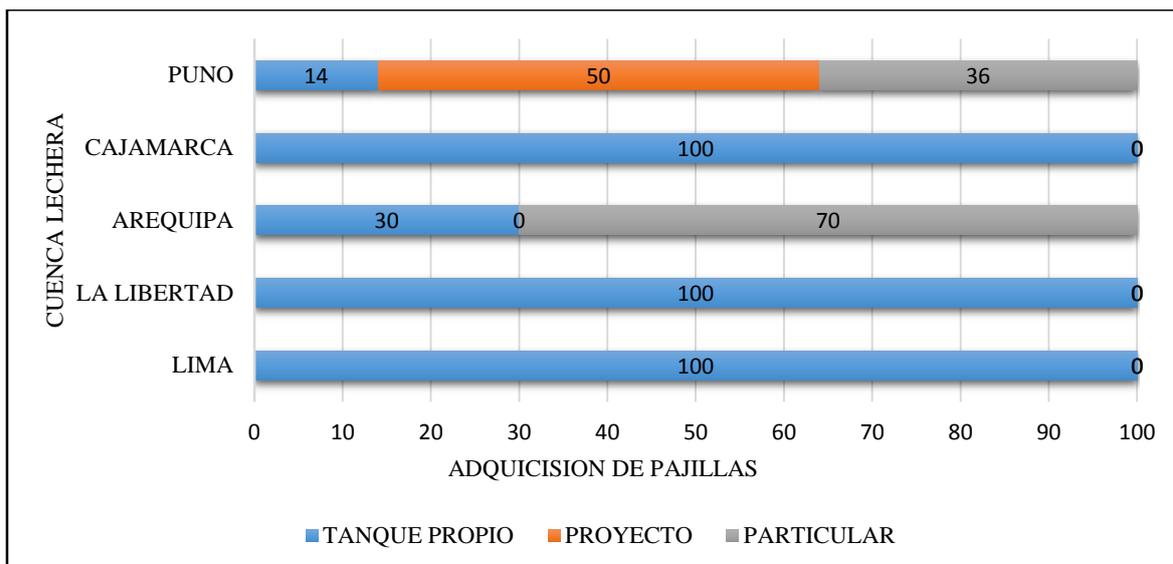


Figura 8: Proporción de la adquisición de pajillas de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 8 muestra como es la adquisición del material genético en cada cuenca lechera, pudiendo ser de forma privada con tanque propio del estable, mediante proyectos locales o de inseminadores particulares, donde la cuenca de Puno la adquisición de pajillas de semen se basa en los proyectos locales que representa un 50 por ciento, seguido de un 36 por ciento de inseminadores particulares y solo el 14 por ciento de encuestados cuenta con tanque propio, en la cuenca de Arequipa el 30 por ciento cuenta con tanque propio y el 70 por ciento de forma particular a diferencia de las cuencas de Cajamarca, La Libertad y Lima donde el 100 por ciento de encuestados cuenta con tanque propio en su explotación ganadera. Esto se debe principalmente al tipo de explotación que realizan predominando la forma intensiva con grandes volúmenes de producción de leche.

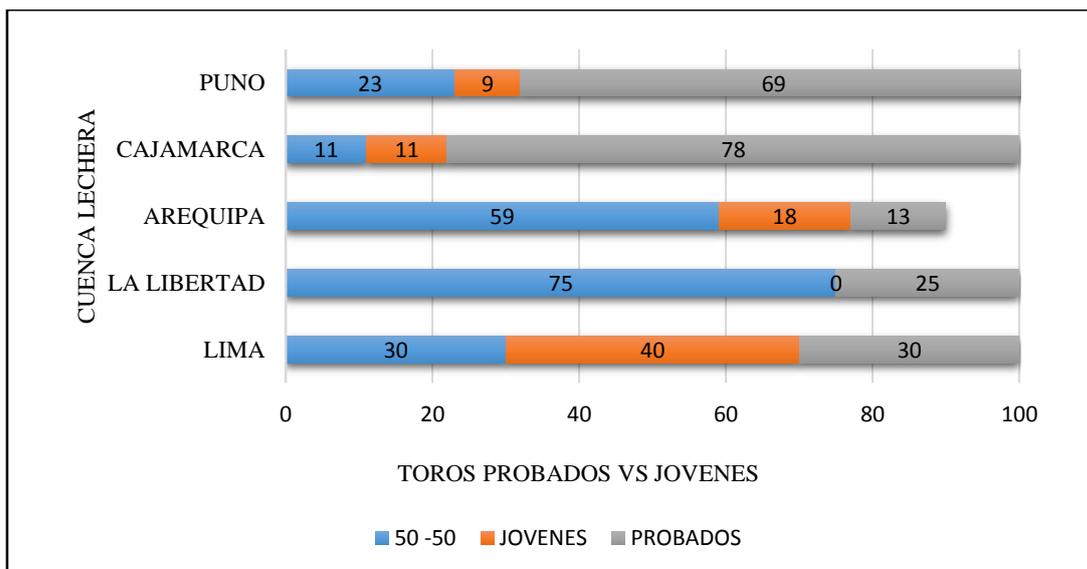


Figura 9: Proporción del uso de toros probados vs toros jóvenes en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 9 muestra la proporción de toros probados y jóvenes mediante, donde las cuencas de Puno y Cajamarca hacen uso mayoritario de toros probados con 69 y 78 por ciento respectivamente con una relación de 70-30, a diferencia de Arequipa y La Libertad donde combinan toros probados y jóvenes en una proporción de 50 – 50, finalmente la cuenca de Lima el 40 por ciento usan toros jóvenes en una proporción 70 -30 frente a los toros probados. Estas diferencias se deberían al avance en el mejoramiento genético, es decir cuencas que tienen menos tiempo trabajando con la inseminación artificial como Puno y Cajamarca utilizan toros probados por la confiabilidad por encima del 90 por ciento que transmite a su descendencia comparado con los toros jóvenes que tienen una confiabilidad de 75 por ciento mediante tecnología de la genómica, por otro lado establos de explotación intensiva que tienen mayor tiempo aplicando la técnica de inseminación artificial usan toros jóvenes para reducir los costos de producción puesto que las pajillas de toros jóvenes son más económicas comparadas con los toros probados, además por un tema de manejo de vacas repetidoras se suele utilizar a partir del tercer servicio pajillas de toros jóvenes nacionales.

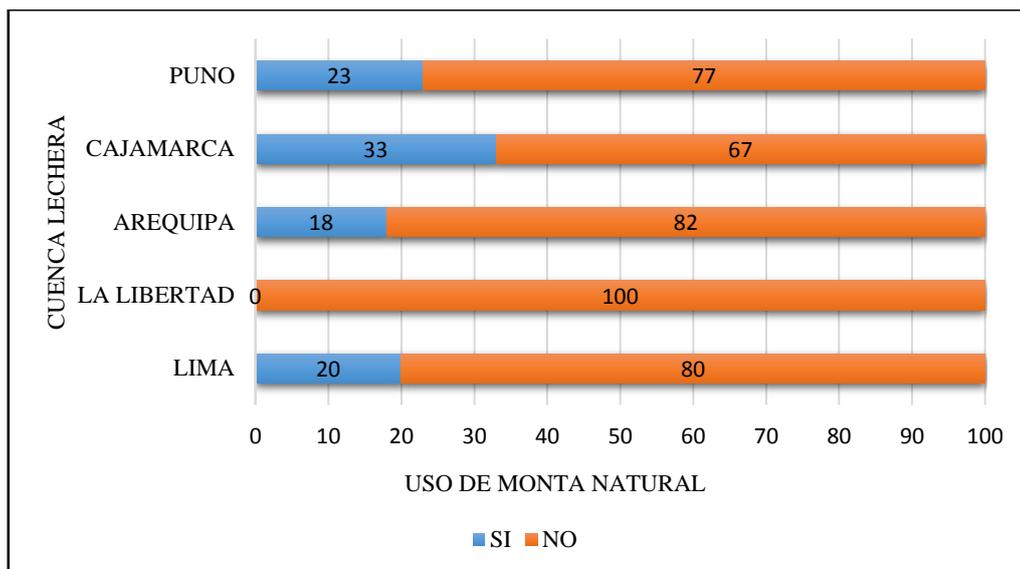


Figura 10: Proporción del uso de monta natural en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 10 muestra que los establos de la cuenca de Cajamarca hacen mayor uso de monta natural que representa el 33 por ciento seguido de Puno, Lima, Arequipa con 23,20 y 18 por ciento respectivamente, a diferencia de La Libertad donde el 100 por ciento de los productores encuestados no utiliza monta natural, sin embargo el último censo Agropecuario del 2012, donde indica que del 100 por ciento de productores, solo un cuatro por ciento hace uso de monta natural, esta información es del total de productores en el año 2012 a diferencia del presente trabajo donde se tomó a los establos más representativos de cada cuenca.

El uso de monta natural se debería principalmente para resolver problemas reproductivos en vacas repetidoras, puesto que el valor óptimo en un establo con vacas repetidoras debe ser menor al 10 por ciento (Olivera, 2001).

La selección de reproductores en algunos establos intensivos es mediante el nacimiento de crías machos como resultado del uso de semen sexado.

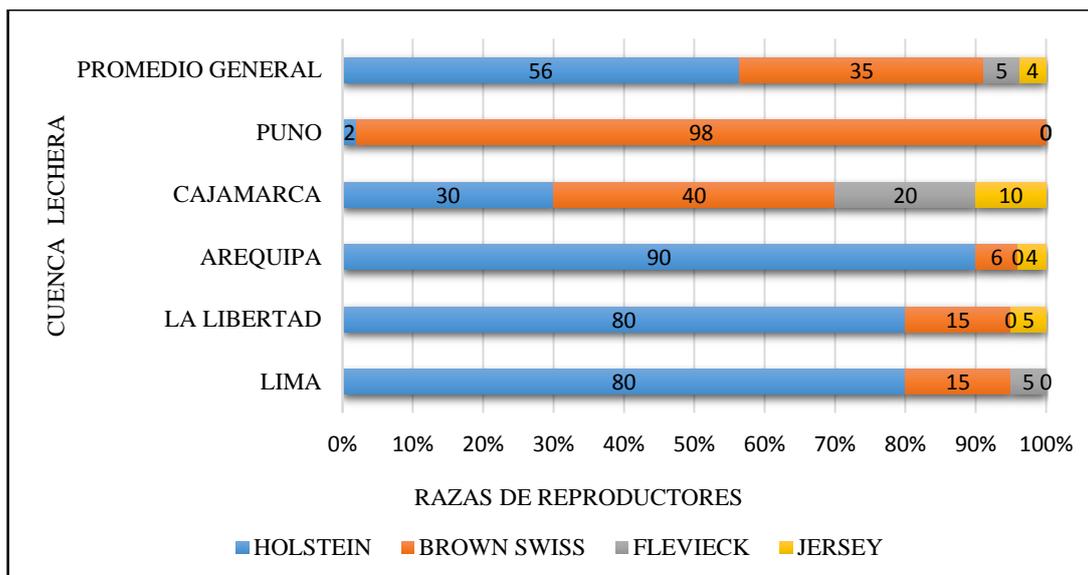


Figura 11: Proporción del uso de reproductores según la raza en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 11 muestra la elección de las pajillas de semen de acuerdo a la raza predominante en cada cuenca, donde Puno tiene un predominio de la raza Brown Swiss que representa el 98 por ciento seguido del Holstein con 2 por ciento, la cuenca de Cajamarca hace un uso multirracial de reproductores donde la raza Brown Swiss representa el 40 por ciento, seguido del Holstein, Flevieck y Jersey con 30,20,10 por ciento respectivamente, las cuencas de Arequipa, La Libertad y Lima tienen un predominio de la raza Holstein que representa el 90,80,80 por ciento respectivamente.

En el año 2012 la raza Brown Swiss representaba el 17 por ciento de la población nacional mientras que la raza Holstein el 10 por ciento y otras razas el cinco por ciento (INEI,2012), sin embargo, en el presente trabajo tenemos un predominio de la raza Holstein con 56 por ciento sobre la raza Brown Swiss que representa el 35 por ciento, esto se debería a la cantidad de animales confinados en explotaciones intensivas en las cuencas de Trujillo, Lima y Arequipa.

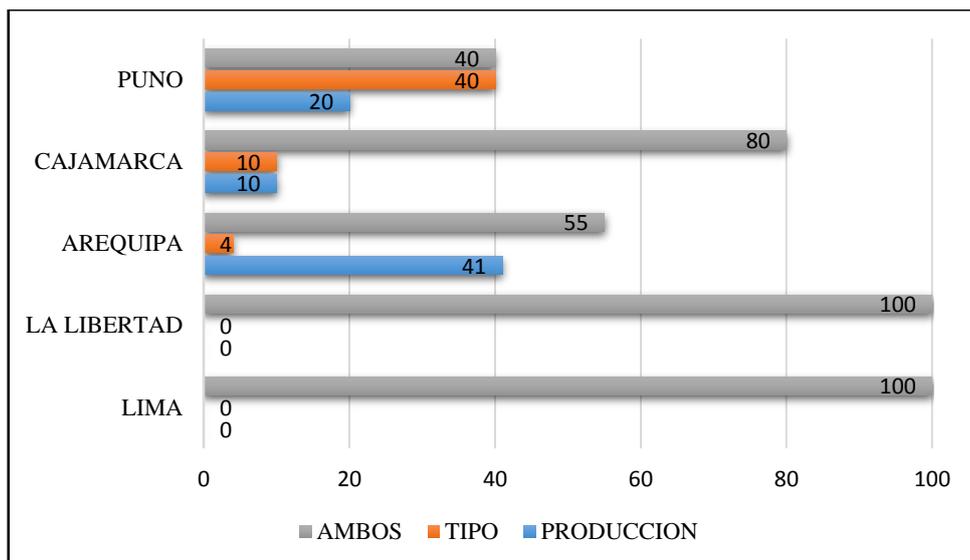


Figura 12: Proporción del criterio de selección de reproductores en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 -2017.

La figura 12 muestra el criterio de selección de toros sea por tipo, Producción o la combinación de ambas, donde las cuencas de Puno, Cajamarca y Arequipa le otorgan importancia al tipo que representa el 40, 10 y 4 por ciento sin dejar de lado el criterio de selección por producción de leche representado con 20,10 y 41 por ciento respectivamente, mientras que la combinación de tipo y producción tiene prioridad en las cuencas de Lima y La Libertad representando el 100 por ciento de productores encuestados, seguidos de Cajamarca, Arequipa y Puno con 55,80 y 40 por ciento respectivamente, esto explica la tendencia mundial de la actualidad en buscar el balance entre el tipo y producción de leche.

En el año 2018 el calendario nacional de ferias y eventos agropecuarios estipula 102 eventos a nivel nacional donde la región Puno cuenta con 7 eventos feriales, Cajamarca cuatro, Arequipa tres, La Libertad tres y Lima dos eventos feriales (MINAGRI,2018). Esto explica la mayor tendencia de selección de toros por el tipo en la cuenca de Puno que representa el 40 por ciento por la gran afición que tienen los ganaderos de esta región del país.

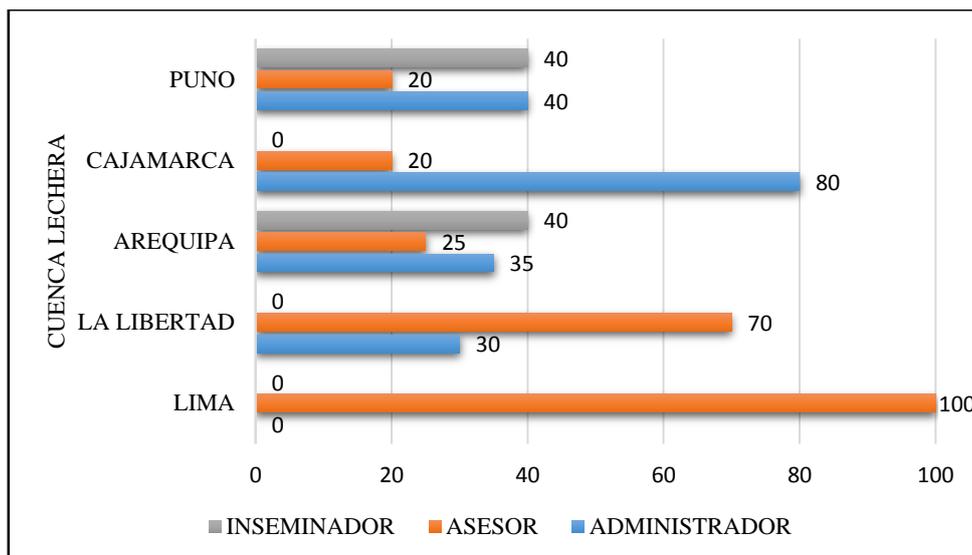


Figura 13: Responsable de la selección toros en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 13 muestra el responsable de la selección de los reproductores en un hato lechero, donde puede ser el inseminador, asesor o administrador del estable, donde los establos de la cuenca de Lima hacen uso en un 100 por ciento de programas de apareamiento mediante la recomendación de un asesor especializado, para disminuir los problemas de consanguinidad y seleccionar características deseables de cada individuo, la cuenca de La Libertad el 30 por ciento utiliza la lectura de catálogos bajo la responsabilidad del administrador del estable y el 70 por ciento por un asesor especialista en programas de apareamientos, la cuenca de Cajamarca el 20 por ciento elige de acuerdo a la recomendación de asesores y el 80 por ciento lo realiza mediante la lectura de catálogos de cada responsable del estable, a diferencia de las cuencas de Arequipa y Puno donde el inseminador tiene la responsabilidad de elegir el toro antes de realizar la inseminación artificial representando el 40 por ciento en ambas cuencas, mientras que el 40 por ciento de productores encuestados lo realiza mediante la lectura de catálogos y solo el 20 por ciento cuenta con recomendación de un asesor especializado en la selección de reproductores. La importancia de elegir los reproductores tiene como finalidad disminuir el grado de consanguinidad y realizar apareamientos correctivos para lograr animales con mejor balance y longevidad.

El valor máximo aconsejable de consanguinidad para ganado Brown Swiss es del 6 por ciento, en Holstein 5 por ciento y Jersey 7 por ciento (Sánchez, 2013)

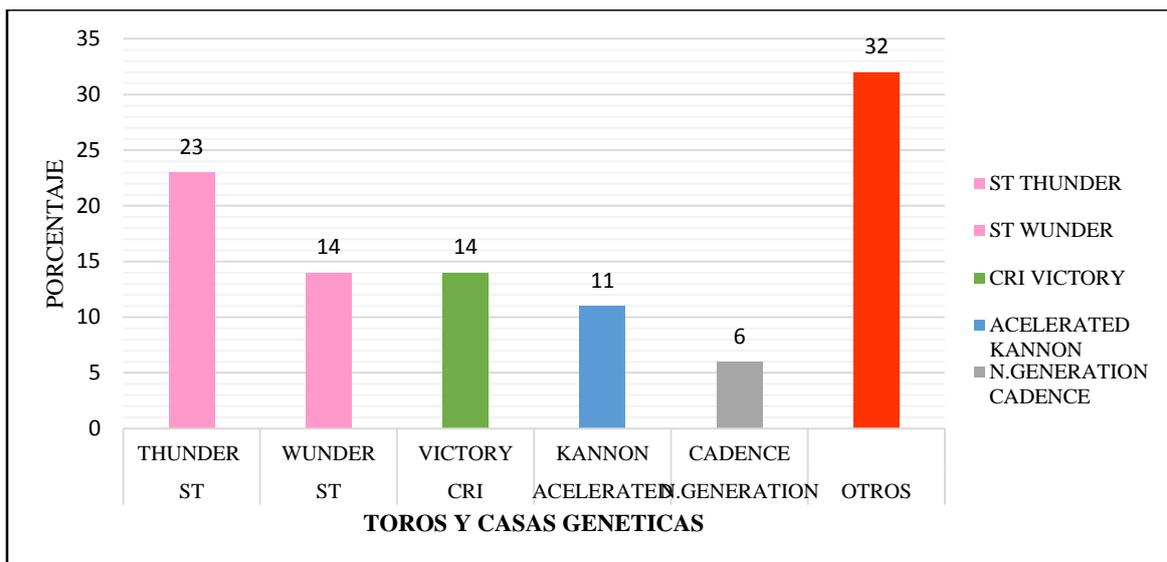


Figura 14: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Puno durante los años 2016 - 2017.

La figura 14 muestra el predominio del toro Thunder que representa el 23 por ciento, seguido Wunder con 14 por ciento ambos de la empresa Sexing Technology (ST) el tercer toro más usado es Victory que representa el 14 por ciento de la empresa CRI, la cuarta posición ocupa el toro kannon con 11 por ciento de la empresa Acelerated genetics y Cadence el 6 por ciento de la empresa New Generation, mientras que el 32 por ciento de los productores utilizan otros toros de diferentes casas comerciales.

De acuerdo al ranking de Top 100 US PPR Bulls - abril 2017 el toro Cadence se posiciona en el primer lugar, kannon se posiciona en el tercer lugar, thunder ocupa el puesto 7, Victory el puesto 33 y Wunder el puesto 41 (Brown Swiss Association, 2017). La información de cada toro se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Puno, durante los años 2016-2017.

Toro	Raza	N° Código	Puesto ranking	Pedigree	PTA Leche	%Conf
Thunder	BS	203BS01137	7	vigor x Prestige x Gordon	+702	92
Wunder	BS	151BS00224	41	Wonderment x Prestige x Gordon	+706	93
Victory	BS	001BS00586	33	Vigor x Denver x President	+557	94
Kannon	BS	014BS00358	3	Driver x Kilovar x Wonderment	+967	94
Cadence	BS	054BS00509	1	Brookings x Wonderment x Pronto	+1319	95

Como se puede apreciar los establos de la cuenca de Puno están utilizando los mejores reproductores ubicados dentro del ranking de los 100 mejores toros en el 2017, estos toros tienen valores positivos en leche, resaltando la confiabilidad por encima del 90 por ciento es decir son toros con prueba de progenie todos estos puntos son muy favorables, sin embargo, el bajo volumen de producción de leche con un promedio de 12 kgs se puede atribuir a factores como el medio ambiente, manejo y la alimentación de cada establo.

En cuanto a las líneas genéticas de los toros, Victory y Thunder tienen como ancestro común al toro Vigor, mientras que Wunder, Cadence y Kannon tienen como ancestro común al toro Wonderment. Esto demuestra que los establos de la cuenca de Puno tienen una gran población de animales de las líneas genéticas de los toros Vigor y Wonderment, por lo tanto, recae en la responsabilidad de los productores, inseminadores, gobiernos locales, fomentar el uso de registros y programas de apareamientos para evitar problemas de consanguinidad a posterior.

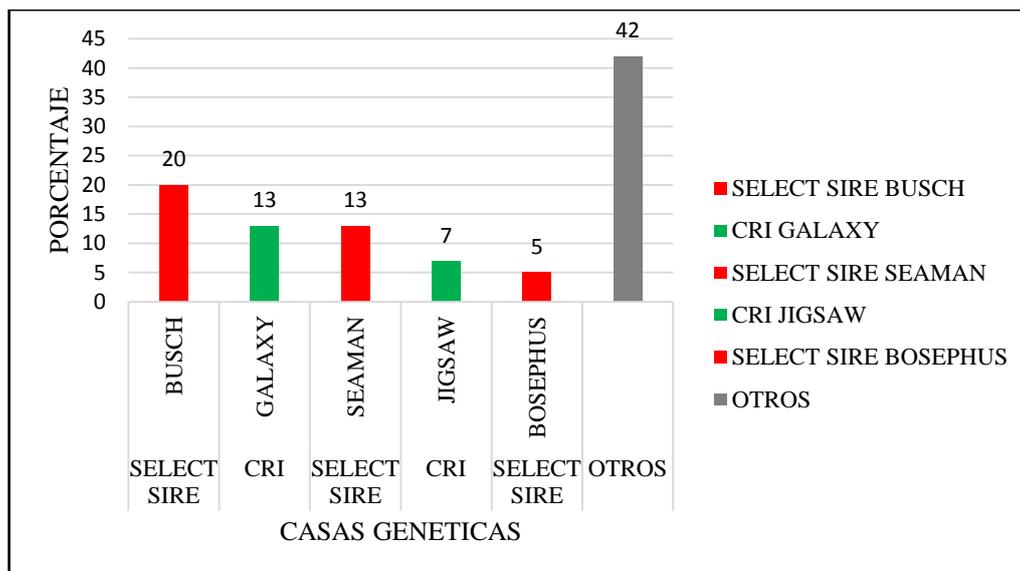


Figura 15: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Cajamarca durante los años 2016 - 2017.

La figura 16 muestra la mayor demanda de toros de las razas Brown Swiss y Holstein en la cuenca de Cajamarca, donde el toro Busch representa el 20 por ciento, seguido de Seaman con 13 por ciento y Bosephus con cinco por ciento, los tres toros pertenecen a la empresa Select sires en la raza Brown Swiss, mientras que en Holstein el toro Galaxy representa el 13 por ciento, seguido de Jigsaw que representa el siete por ciento ambos de la empresa CRI, mientras que el 42 por ciento de los productores utilizan otros toros de diferentes casas comerciales, la información de los toros se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 10: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Cajamarca, durante los años 2016-2017.

Toro	Raza	N° Código	puesto ranking	Pedigree	PTA Leche	% conf
Bosephus	BS	7BS00852	28	Wonderment x Pronto x Denmark	+466	98
Seaman	BS	7BS863	29	Supreme x Wonderment x Jason	+223	94
Bush	BS	7BS854	40	Vigor x Pronto x Denmark	+450	97
Galaxy	Ho	1HO10490	No	Freddie x Planet x Shottle	+182 2	77
Jigsaw	Ho	1HO09846	No	Hill x Dison x Boss Iron	+241 4	90

De acuerdo al ranking de Top 100 US PPR Bulls - abril 2017, el toro Bosephus se ubica en el puesto 28, Seaman en el puesto 29 y Bush en el puesto 40 (Brown Swiss Association, 2017), la selección de reproductores es buena puesto que todos tienen valores positivos en leche, con una confiabilidad por encima del 94 por ciento es decir son toros probados, sin embargo los toros Bosephus y Seaman tienen como ancestro común al toro Wonderment, mientras que el toro Bush tiene como ancestro común al toro Vigor, esto significa que existe una población numerosa con líneas genéticas de estos ancestros en común, similar a lo que ocurre en los establos de la cuenca de Puno, donde realizar los apareamientos dirigidos resulta de suma importancia para disminuir el grado de consanguinidad, Por otro lado la raza Holstein de acuerdo al ranking Top 100 TPI Bulls Abril 2017 de la asociación Holstein de EEUU, no figura ninguno de los toros antes mencionados, sin embargo los dos toros Galaxy y Jigsaw tienen valores positivos en leche con una confiabilidad de 77 y 90 por ciento respectivamente, en cuanto a la consanguinidad debido a la mayor población de animales de la raza Holstein existe mayor variedad para poder seleccionar reproductores por ende el grado de consanguinidad es menor comparado con la raza Brown Swiss.

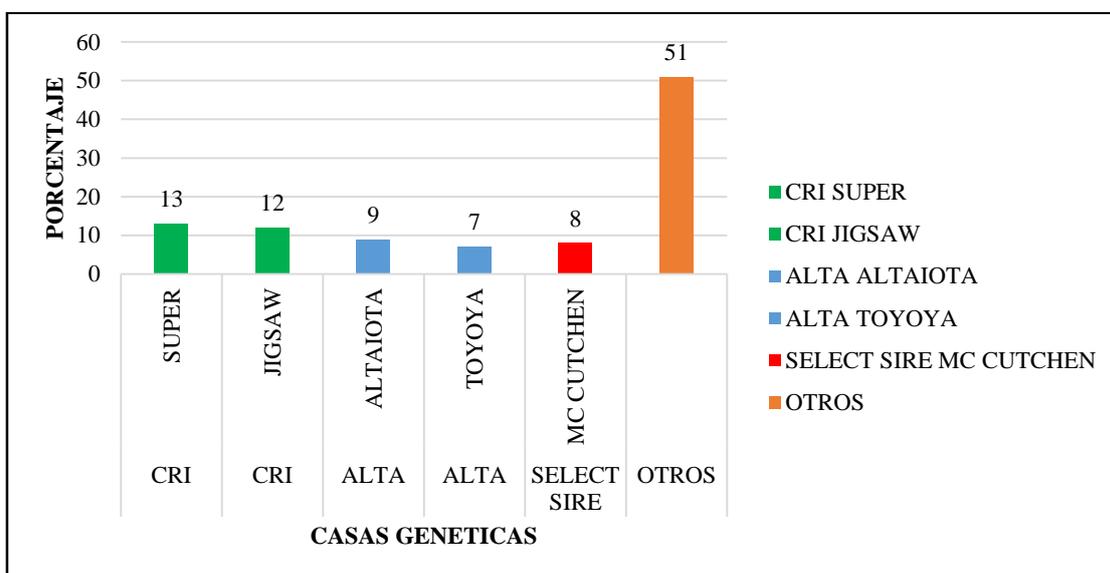


Figura 16: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Arequipa durante los años 2016 - 2017.

La figura 15 muestra la mayor demanda de toros de la raza Holstein en los establos de la cuenca de Arequipa donde el toro super que representa el 13 por ciento, seguido Jigsaw con 12 por ciento ambos de la empresa CRI, el tercer toro más usado es Altaiota con 9 por ciento de Alta genética, el cuarto toro es Mccutchen con ocho por ciento de la empresa Select sires, el quinto toro Toyota también de la empresa Alta genética, mientras que el 51 por ciento de

los productores utilizan otros toros de diferentes casas comerciales, la información de los toros se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 11: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Arequipa, durante los años 2016-2017.

Toro	Raza	N° Código	puesto ranking	Pedigree	PTA Leche	% conf
Super	Ho	1HO08778	No	Boliver x Oman x Juror	+1134	99
Jigsaw	Ho	1HO09846	No	Hill x Dison x Boss Iron	+2414	90
Alataiota	Ho	011HO09647	No	Oman x Ito x Emory	+461	99
Alta Toyota	Ho	011HO10079	No	Toystory x Alta Finley x Durham	+1005	99
Mccutchen	Ho	7HO11477	No	Bookem x Shottle x Oman	+827	99

De acuerdo al ranking Top 100 TPI Bulls Abril 2017 de la asociación Holstein de EEUU, no figura ninguno de los toros antes mencionados, esto se debería a la gran población de toros Holstein en el mercado y a la competencia de las casas genéticas comparado con la raza Brown Swiss que tiene menor población de reproductores, Sin embargo los toros con mayor uso al margen que no se encuentren dentro del ranking tienen características favorables en cuanto a la producción de leche, donde todos son positivos con una confiabilidad por encima del 90 por ciento, por otro lado la gran variabilidad de la población Holstein disminuye el grado de consanguinidad que tienen un valor máximo aconsejable de 5 por ciento, esto lo demuestra las líneas genéticas de los toros evaluados donde solo dos toros tienen un ancestro común, como son el toro Super y Mccutchen que tienen como ancestro común al toro Oman.

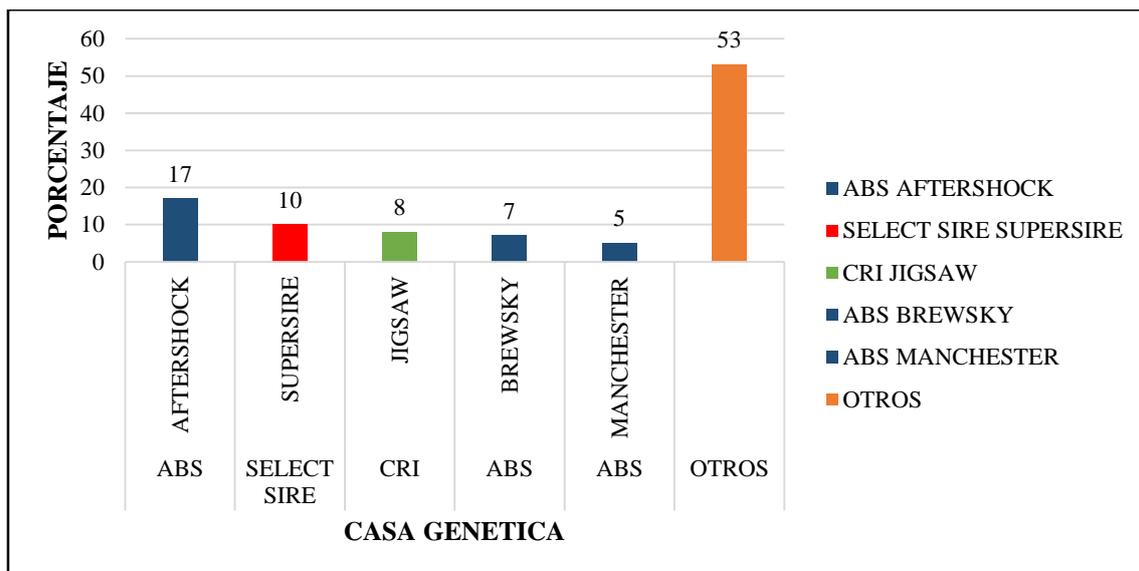


Figura 17: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de La Libertad durante los años 2016 - 2017.

La figura 17 muestra la mayor demanda de toros de las razas Brown Swiss y Holstein en los establos de la cuenca de La Libertad, donde el toro Aftershock representa el 17 por ciento de la empresa ABS, seguido de supersire con 10 por ciento de la empresa select sire y Jigsaw con ocho por ciento de la empresa CRI, respecto a la raza Holstein, mientras en la raza Brown Swiss el toro Brewsky representa el siete por ciento y Manchester el cinco por ciento ambos de la empresa ABS, la información de los toros se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de La Libertad, durante los años 2016-2017.

Toro	Raza	código	puesto ranking	Pedigree	PTA Leche	%conf
Aftershock	Ho	94HO14105	No	Shottle x Durham x Storm	-20	99
Supersire	Ho	7HO11351	33	Robust x Planet x Shottle	+2034	99
Jigsaw	Ho	1HO09846	No	Hill x Dison x Boss Iron	+2414	90
Brewsky	BS	29BS3814	No	Temtation x Vigor x Legacy	-77	88
Manchester	BS	29BS03812	65	Wonderment x Vigor x Denver	+525	90

De acuerdo al ranking de Top 100 US PPR Bulls - abril 2017 el toro Manchester ocupa el puesto 65, sin embargo Brewsky no figura en el top 100 (Brown Swiss Association, 2017) por tener un valor negativo en leche de -77 lbs y en tipo un valor aceptable de 0.5, en cuanto a las líneas genéticas ambos tienen como ancestro común al toro Vigor, esto se explica por el gran impacto que tuvo Vigor principalmente en conformación de Ubre a nivel mundial, por lo tanto es responsabilidad de cada estable realizar apareamientos dirigidos para evitar problemas de consanguinidad, Por otro lado los toros de la raza Holstein en los establos de la cuenca de La Libertad de acuerdo al ranking Top 100 TPI Bulls Abril 2018 de la asociación Holstein de EEUU, solo Supersire ocupa el puesto 33. (Holstein Association, 2018), mientras que Aftershock y Jigsaw no figuran en este ranking, sin embargo no dejan de ser toros con características favorables para objetivos diferentes por ejemplo para mejorar leche el toro Jigsaw es positivo con una confiabilidad de 90 por ciento, mientras que Aftershock a pesar de ser negativo en leche con -20 lbs tiene un valor alto en tipo con 2.23, por lo tanto cada estable tienen la libertad de elegir los reproductores de acuerdo a sus necesidades y objetivos.

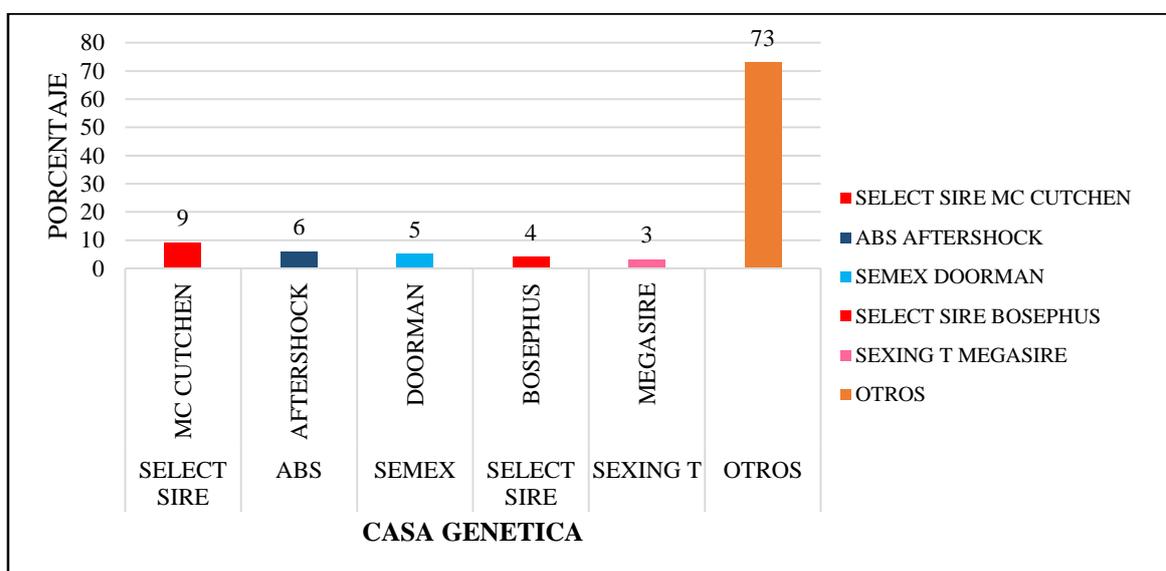


Figura 18: Porcentaje de toros con mayor uso en la cuenca lechera de Lima durante los años 2016 - 2017.

La figura 18 muestra la mayor demanda de toros de las razas Brown Swiss y Holstein en los establos de la cuenca de Lima, donde el toro Mccutchen de la empresa Select sires representa el nueve por ciento, seguido de Aftershock de ABS con seis por ciento, Doorman de la empresa Semex con cinco por ciento y Megasire de la empresa Sexin technology el tres por

ciento, respecto a la raza Holstein, por otro lado que en la raza Brown Swiss el toro Bosephus de la empresa Select sires representa el cuatro por ciento, mientras que el 73 por ciento de productores hacen uso de otros reproductores.

Cuadro 13: Información de los toros más utilizados en los establos de la cuenca de Lima, durante los años 2016-2017.

Toro	Raza	N° Codigo	puesto ranking	pedigree	PTA	%conf
Mccutchen	Ho	7HO11477	No	Bookem x Shottle x Oman	827	99
Aftershock	Ho	94HO14105	No	Shottle x Durham x Storm	-20	99
Doorman	Ho	0200HO06480	No	Bookem x Shottle x Goldwyn	56	99
Megasire	Ho	151HO00680	No	Supersire x Man O Man x Dolman	-242	99
Bosephus	BS	7BS00852	28	Wonderment x Pronto x Denmark	466	98

De acuerdo al ranking de Top 100 US PPR Bulls - abril 2017 el toro Bosephus se ubica en el puesto 28 (Brown Swiss Association, 2017), mientras que la raza predominante en esta cuenca es la Holstein, donde de acuerdo al ranking Top 100 TPI Bulls Abril 2017 de la asociación Holstein de EEUU, no figura ninguno de los toros antes mencionados, sin embargo la selección de los toros se realiza de acuerdo a dos propósitos marcados como son el tipo y la producción de leche, algunos establos prefieren escoger los toros por el tipo como Aftershock y Megasire que son negativos en leche, a diferencia de Mccutchen y Doorman ambos positivos en leche con 627 y 56 lbs respectivamente, en cuanto a las líneas genéticas de los toros Holstein se observa que Mccutchen, Aftershock y Doorman tienen como ancestro común a Shottle, sin embargo el grado de consanguinidad no debería generar problemas debido a que los establos de la cuenca de Lima cuentan con profesionales especialistas en el apareamiento de los animales.

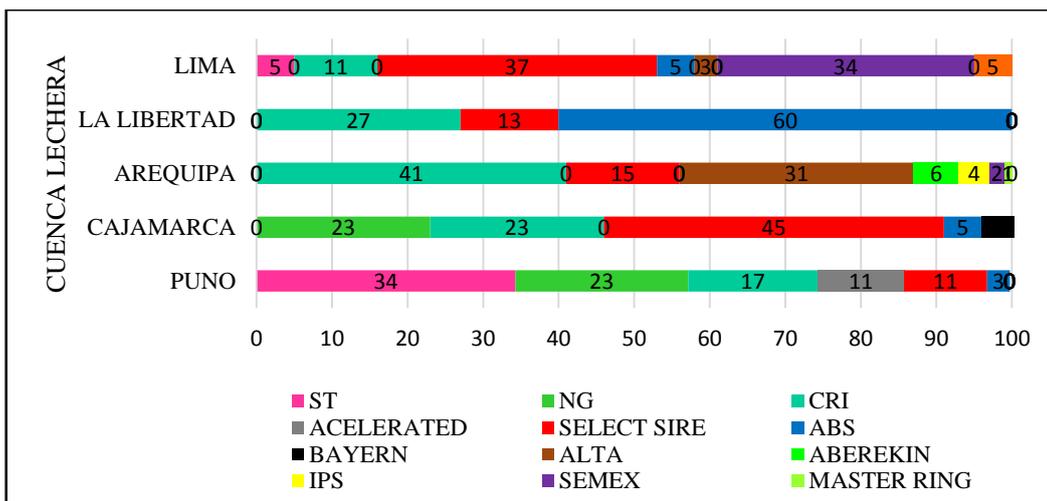


Figura 19: Distribución de principales casas genéticas en los establos de cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 19 muestra la presencia de las diferentes casas genéticas que comercializan semen congelado en las cuencas lecheras evaluadas, donde las empresas CRI y Select sires tienen presencia en todas las cuencas evaluadas, tanto en Brown Swiss y Holstein, mientras que la empresa ABS tiene presencia en los establos de las cuencas de Puno, Cajamarca, Lima y La Libertad, por otro lado la empresa New Generation que tiene presencia en Cajamarca y Puno exclusivamente con la distribución de pajillas de toros Brown Swiss, la empresa Sexing technology tiene presencia solo en las cuencas de Puno y Lima, la empresa Alta genética y Semex tienen presencia en Arequipa y Lima, sin embargo otras empresas solo tienen presencia en cuencas determinadas por ejemplo IPS, Master ring y Aberekin solo en Arequipa, Bayern Genetic solo en Cajamarca, Shore genético solo en establos de Lima, finalmente la empresa Accelerated solo en los establos de la cuenca de Puno.

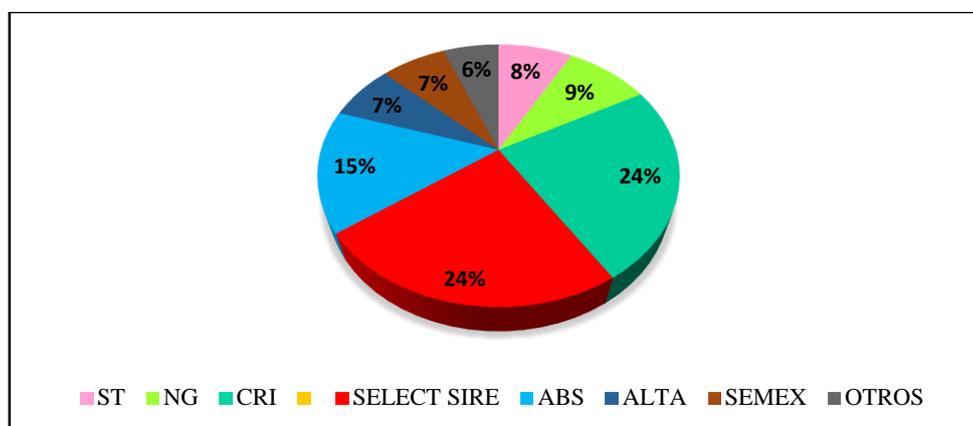


Figura 20: Distribución global de las principales casas genéticas en los establos de cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 20 muestra el porcentaje de distribución de las casas genéticas más importantes en cinco cuencas estudiadas, donde la empresa Select Sire y Cooperative Resources Internacional (CRI) tienen un predominio con un 24 por ciento, seguido de la empresa ABS con un 15 por ciento, las tres empresas con un predominio de la raza Holstein, la cuarta empresa con mayor representación es New Generation (NG) con 9 por ciento exclusivamente con la raza Brown Swiss, por otro lado la empresa Sexing Technology (ST) ocupa un quinto lugar con 8 por ciento, seguido de las empresas alta genética y semex ambas con 7 por ciento, finalmente otras empresas representan el 6 por ciento.

4.3.1. Uso de Semen Nacional

La información correspondiente al uso de semen nacional, la cantidad de centros de colección y congelación de semen y los toros que tiene cada centro de colección se muestran en los siguientes cuadros:

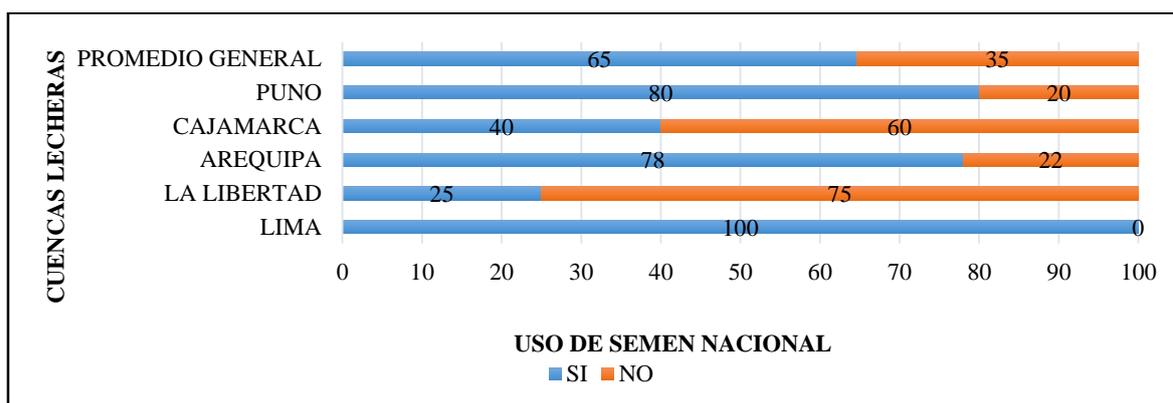


Figura 21: Proporción del uso de toros nacionales en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 21 muestra la proporción del uso de toros nacionales, donde la cuenca de La Libertad es la que menos usa semen nacional representado con un 25 por ciento, seguido de Cajamarca, Arequipa y Puno con 40,78 y 80 por ciento respectivamente, a diferencia de la cuenca de Lima donde el 100 por ciento de productores usa semen nacional, sin embargo, el promedio general de todas las cuencas indica que el 65 por ciento de productores usa semen nacional y el 35 por ciento importados, similar al que recomienda Pallete (2011), para establos 60 por ciento semen nacional y 40 por ciento semen importado de toros probados de alto valor genético y para cuencas en desarrollo 100 por ciento de semen de toros jóvenes nacionales

Las cuencas de mayor producción de leche como son Lima y La Libertad hacen uso de pajillas nacionales principalmente para reducir los costos de producción en vacas repetidoras debido a las bajas tasas de concepción en los meses de verano.

Los productores que no usan pajillas nacionales en las cuencas de Arequipa, La Libertad, Puno y Cajamarca, indican la falta de información y la confiabilidad de los toros jóvenes de 35 por ciento mediante la habilidad transmisora de los padres a diferencia de las pruebas genómicas que tienen un 75 por ciento de confiabilidad. Sin embargo, la prueba de progenie sigue siendo la herramienta más confiable para analizar el valor genético de un toro, ya que medimos realmente lo que transmite a través de la performance productiva de sus hijas.

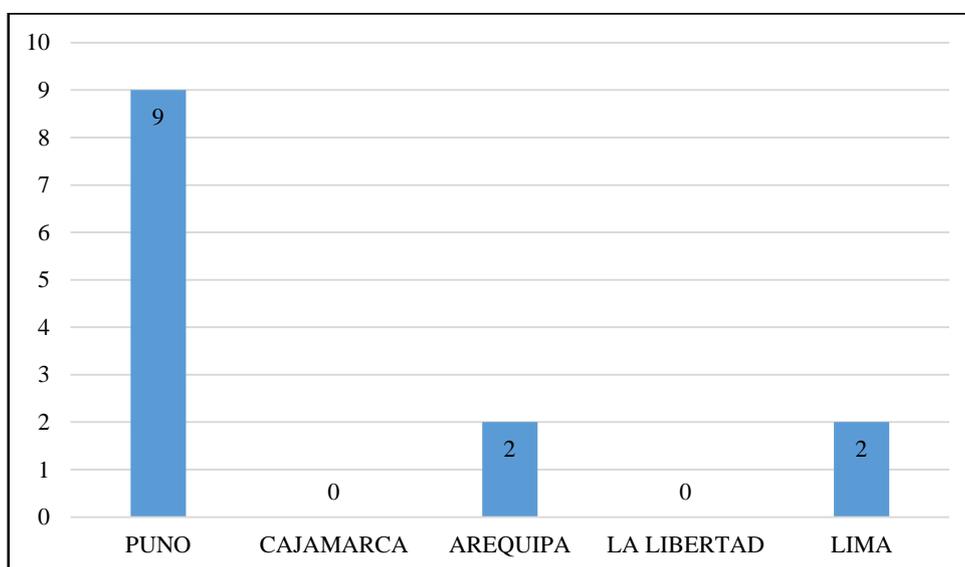


Figura 22: Cantidad de centros de colección y procesamiento de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 22 muestra la cantidad de centros de colecta de semen en las cinco cuencas encuestadas, con un total de 13 centros de colección de semen, donde la cuenca de Puno cuenta con nueve centros de colección de semen, seguido de las cuencas de Lima y Arequipa cada una con dos centros de colección de semen.

Cuadro 14: Información de los centros de colección de semen en las cuencas evaluadas, durante los años 2016-2017.

	Lima		Arequipa		Puno								
	62 toros		17 toros		22 toros								
Raza	BNS	San simon	Geness	La cabaña	Orurillo	Nuñoa	Taraco	Asillo	Progenetics	Inka	Ganaderia Zegarra	Nueva	La isla
	cantidad de toros												
Holstein	13	9	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. Swiss	5	11	5	1	2	1	3	2	2	4	5	1	2
Simmental	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brahaman	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyr lechero	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyr	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blonde d Aquitaine	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jersey	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hereford	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aberdeen Angus	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belgan Blue	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
total toros por empresa	27	35	15	2	2	1	3	2	2	4	5	1	2

El cuadro 14 muestra la información de cada centro de colección de semen en las cuencas de Lima, Arequipa y Puno, con un total de 101 toros de las diferentes razas.

Lima: Esta cuenca cuenta con dos bancos de semen como son: El banco nacional de semen con 27 toros procedentes de diferentes establos de Lima, Huancavelica, Puno y la empresa San Simón con 35 toros procedentes del mismo estable.

Arequipa: Cuenta con dos centros de colección de semen regional, la empresa Geness con 15 toros procedentes de diferentes establos de Lima y Arequipa, por otro lado la empresa La Cabaña con toros procedentes de establos de Lima y Arequipa.

Puno: Cuenta con cuatro centros de colección de semen regional de toros de la raza Brown swiss bajo responsabilidad de la Municipalidad de cada distrito como: **i) Orurillo:** Ubicado en el distrito de Orurillo, provincia de Melgar, cuenta con dos toros de procedencia de la ganadería San Antonio, Arequipa. **ii) Nuñoa:** Ubicado en el distrito de Nuñoa, provincia de Melgar, cuenta con un toro de procedencia de la ganadería San Antonio, Arequipa. **iii) Asillo:**

Ubicado en el distrito de Asillo, provincia de Azángaro, cuenta con dos toros de procedencia de las ganderías San Antonio, Arequipa y Zegarra, Juliaca **iv) Taraco:** Ubicado en el distrito de Taraco, provincia de Huancané, cuenta con tres toros procedentes de la ganadería San Antonio.

Por otro lado esta cuenca lechera también cuenta con cinco centros de colección de semen carácter privado como: **i) Progenetics:** ubicada en el distrito de Mañazo, provincia Puno, cuenta con dos toros de procedencia del estable San Antonio de Arequipa **ii) Inka genetics:** ubicada en el distrito de Taraco, provincia Huancané, cuenta con cuatro toros de procedencia de la ganadería Hnos Zea del mismo distrito. **iii) Ganadería Zegarra:** ubicada en el distrito de Juliaca, provincia San Roman, cuenta con cinco toros procedentes de la misma ganadería, **iv) Nueva Vision:** ubicada en el distrito de Tirapata, provincia Azángaro, cuenta con un toro del mismo estable, **v) La isla:** ubicada en el distrito de Orurillo, provincia Melgar, cuenta con dos toros, uno del mismo estable y el otro procedente del estable San Antonio de Arequipa.

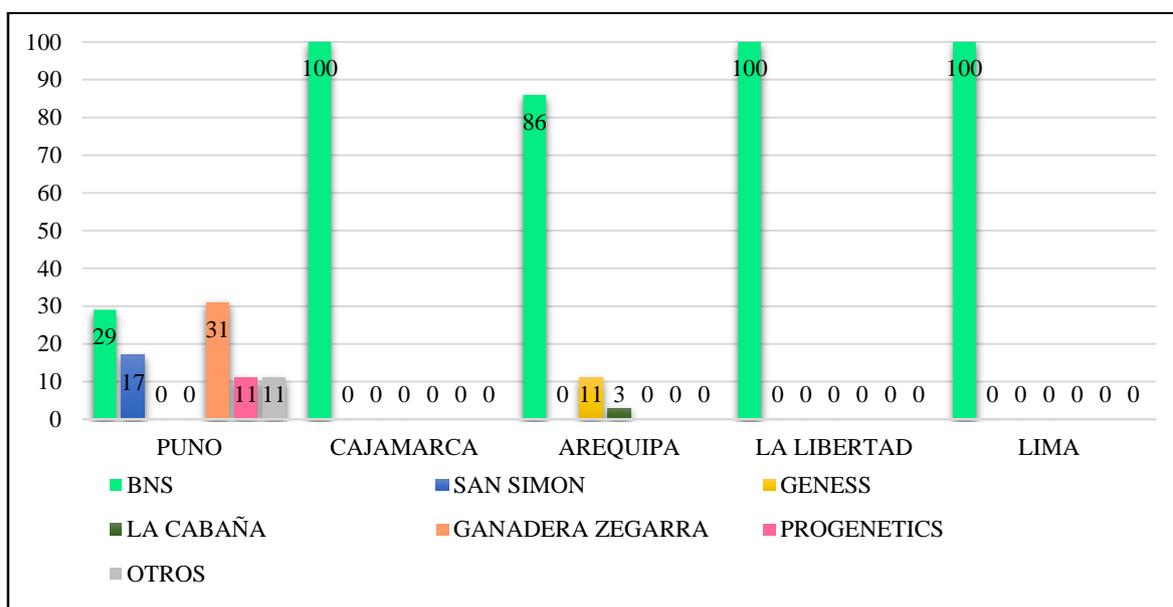


Figura 23: Ámbito de acción de los centros de colecta de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 23 muestra la distribución de los centros de colección de semen en las cinco cuencas lecheras encuestadas, donde el Banco nacional de semen (BNS) tiene presencia en todas las cuencas con un 100 por ciento en la cuenca de Lima, La Libertad y Cajamarca, sin embargo en la cuenca de Arequipa y Puno 86 y 29 por ciento respectivamente, la cuenca de

Arequipa además de usar toros del BNS también cuentan con la empresa Geness y la empresa La Cabaña con 11 y 3 por ciento, finalmente la cuenca de Puno cuenta con mayor cantidad de empresas dedicadas a la colecta y procesamiento de semen con un predominio de la empresa de la ganadera Zegarra con 31 por ciento, inclusive por encima del Banco Nacional de Semen que tiene un 29 por ciento, en el tercer lugar aparece la empresa San Simón, en el cuarto lugar la empresa Progenetics con 11 por ciento, al igual que otras empresas con un 11 por ciento.

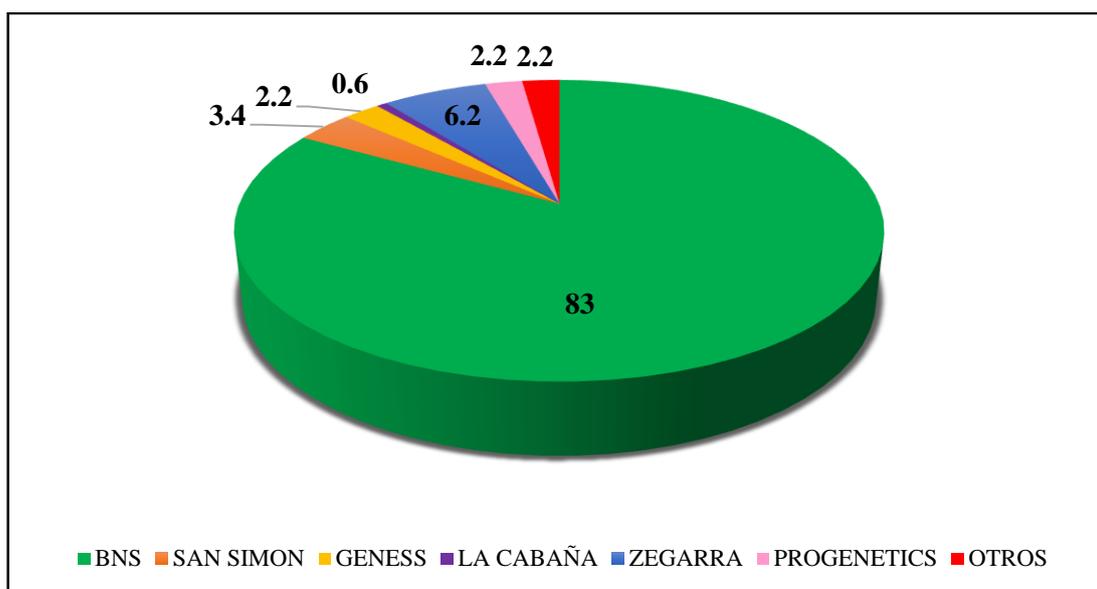


Figura 24: Distribución de Centros de colección de semen en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 24 muestra el predominio del banco nacional de semen (BNS) en todas la cuencas lecheras estudiadas representando el 83 por ciento, principalmente por su distribución y cobertura a nivel nacional, la empresa de la ganadería Zegarra alcanza un 6.2 % el segundo lugar, dedicada solo y exclusivamente a la colecta de la raza Brown Swiss en el sur del Perú, en tercer lugar la empresa San Simón con 3.4 por ciento, empresas como Geness, Progenetics con 2.2 por ciento respectivamente dedicados al comercio de pajillas de semen en su entorno regional Arequipa y Puno, finalmente otras empresas que representan el 2.2 por ciento principalmente localizados en la cuenca de Puno.

En el año 1996 el BNS mediante la Universidad Agraria la Molina, firma un convenio con el instituto nacional de Innovación agraria (INIA), por lo tanto es la entidad que ofrece mayor garantía en el proceso de colección de semen, sin embargo en los ultimo años se han

implementado centros de colecta privados y estatales gracias al apoyo de los gobiernos locales principalmente en Puno.

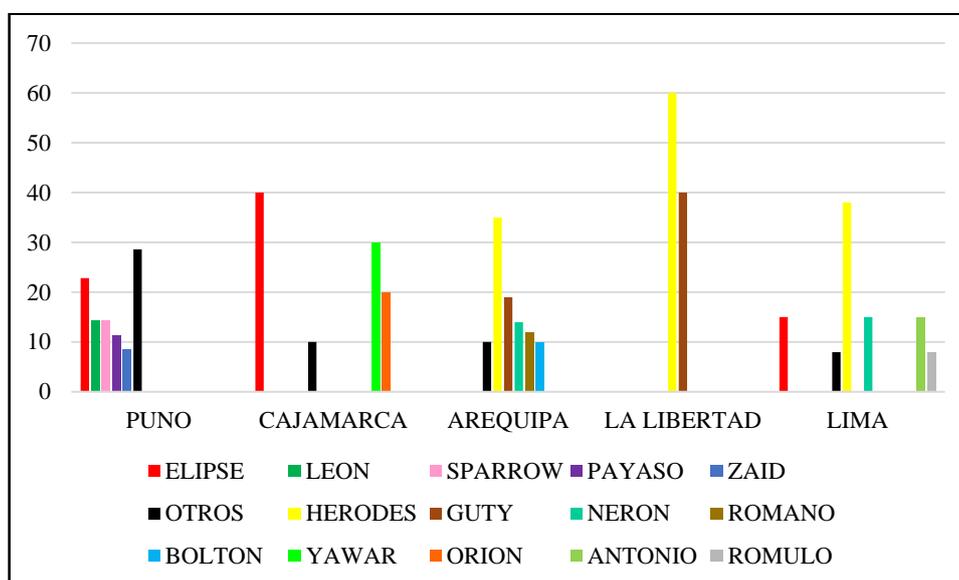


Figura 25: Toros nacionales de mayor demanda en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 25 muestra los toros nacionales de mayor demanda en las cuencas encuestadas para su explicación se han dividido por razas:

Brown Swiss: el toro Elipse del Banco Nacional de semen se encuentra distribuido en los establos de tres cuencas lecheras como son Puno, Cajamarca y Lima, mientras que el resto de toros solo se encuentran distribuidos en la cuenca de Puno.

Cuadro 15: Información de los toros nacionales de la raza Brown Swiss con mayor demanda en los establos encuestados, durante los años 2016-2017.

Toro	raza	Información leche Lbs	Procedencia	Centro colección
WONDERMENT COLLECTION ELIPSE	BS	HTE +455	Establo Rancho Bali	BNS
POWER SURGE PRICELES LEON	BS	No	Ganadera Zegarra	Ganadera Zegarra
SECRET VASCO SPARROW	BS	No	Establo San Antonio	Progenetics
GORDON PROPHET PAYASO	BS	Igenity +2708	San Simón	San Simón
TRACE KEYSON ZAID	BS	No	Ganadera Zegarra	Ganadera Zegarra

El cuadro 15 muestra la información de producción de leche de los toros nacionales, donde el toro Elipse del Banco nacional de semen, procedente del establo Rancho Bali, tiene una Habilidad de transmisión estimada (HTE) de +455 Lbs en leche, mientras que el toro Payaso de la ganadería y centro Genético San Simon, tienen 2708 Lbs en leche mediante la Prueba Igenity, sin embargo los toros León, Zaid y Sparrow no cuentan con información estimada solo se avalan en el pedigree y el prestigio de los criadores.

Holstein: los toros nacionales de la raza Holstein con mayor demanda en los establos encuestados pertenecen al Banco Nacional de semen (BNS) y en menor proporción a la empresa Geness de Arequipa.

Cuadro 16: Información de los toros nacionales de la raza Holstein con mayor demanda en los establos encuestados, durante los años 2016-2017.

Toro	Información leche Lbs	Procedencia	Centro colección
PLANET BLITZ HERODES	HTE +845	Establo San Isidro	BNS
GABOR SPIRIT NERON	HTE +1105	Establo Camay	BNS
GABOR LAZARITH GUTY	HTE +1452	Establo San Isidro	BNS
DAVIS GABOR ROMANO	HTE +645	Establo Camay	BNS
SIGNIF P KNOCK ROMULO	HTE +1231	Establo Camay	BNS
PLANET SHOTLE BOLTON	Igenity+2000	Establo Geness	GENESS
COLT P RED SABRE RED ANTONIO	HTE +874	Establo Los patitos	GENESS

El cuadro 16 muestra información de los toros Holstein, donde todos tienen valores positivos en leche de la HTE en libras con la diferencia de que la empresa Geness utiliza en uno de sus toros la prueba Igenity que muestra el valor más alto comparado con los toros del BNS. El toro más alto en leche del BNS es Guty con 1452 Lbs y el más bajo es Romano con 645 lbs en leche.

Simmental: Los toros de la raza Simmental tienen mayor aceptación en la cuenca de Cajamarca, el material genético procede del BNS y la empresa San Simón.

Cuadro 17: Información de los toros nacionales de la raza Simmental con mayor demanda en los establos encuestados, durante los años 2016-2017.

Toro	Información leche Lbs	Procedencia	Centro colección
WATERGATE CENTENARIO YAWAR	No	Univ Nacional Agraria La Molina	BNS
WATERGATE BALBACH ORION	Igenity +1570	Establo Camay	San Simón

El cuadro 17 muestra información de los toros de la raza Simmental, donde el toro Yawar, solo tiene información de la producción de leche de sus padres debido a que aún no se cuenta con información de sus ancestros en el Perú por ser una raza recientemente introducida, sin embargo el toro Orion de la empresa San Simón presenta información mediante la prueba Igenity con un valor de 1570 lbs en leche.

4.4. Uso de semen sexado.

La información relacionada al uso de semen sexado, casas genéticas de mayor influencia que ofrecen semen sexado en el país y el destino de uso ya sea en vaquillas y vacas se muestran en los siguientes cuadros:

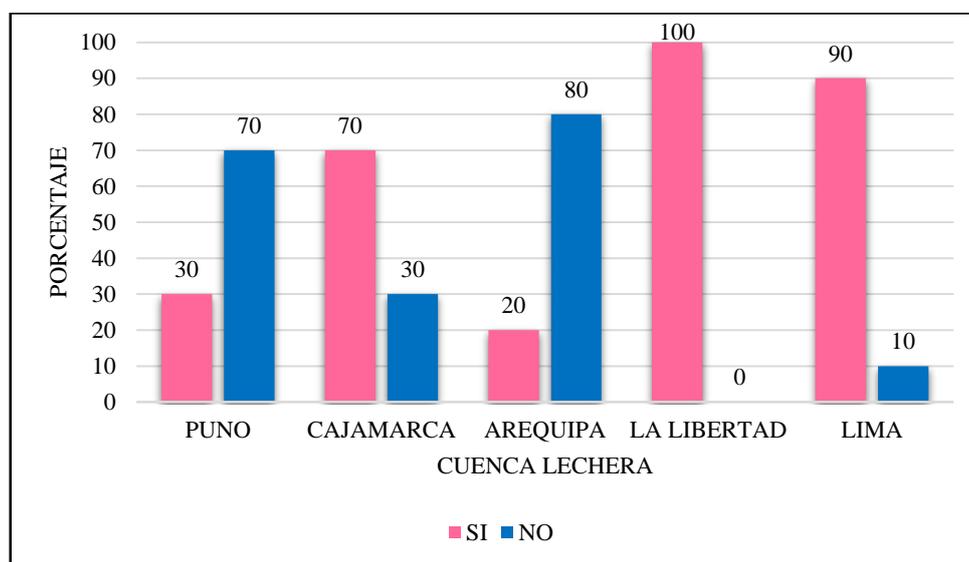


Figura 26: Uso de semen sexado en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 26 muestra la proporción del uso de semen sexado donde los establos encuestados en las cuencas de La libertad y Lima utilizan en un 100 y 90 por ciento respectivamente con el objetivo de incrementar la recría hembra, siendo estas explotaciones intensivas, mientras que la cuenca de Cajamarca con el objetivo de mejorar la calidad genética de los animales hace uso en un 70 por ciento , a diferencia de la cuenca de Arequipa y Puno donde los establos hacen uso en un 20 y 30 por ciento de esta biotecnología reproductiva.

Las principales limitantes para su uso, son el precio comercial y las bajas tasas de concepción que tienen en promedio 39 por ciento en vaquillas y 25 por ciento en vacas (Norman, 2010).

El precio comercial promedio de pajillas sexadas tiene un rango de 160 – 250 soles en el Perú, similar al que reporta Elizondo (2007), entre \$30 y \$50 más que una pajilla de semen que equivalen a 98 y 163 nuevos soles, por lo tanto el precio es tres veces más que una pajilla convencional por este motivo cuencas donde se ha introducido recientemente la inseminación artificial o que realizan una explotación semiextensiva como Puno y Arequipa, no hacen uso masivo de esta biotecnología debido a que no está al alcance de pequeños productores.

A nivel mundial existe un incremento en el uso de semen sexado en países del primer mundo, como Estados unidos donde representa el 14.2 por ciento de inseminaciones (Dejarnette *et al.*, 2009), Antúnez (2016) en el mismo país reportó el uso del 31 por ciento en vaquillas, mientras que en Francia el 30 por ciento y en Argentina alcanzó el 6 por ciento. a diferencia de otros países donde contabilizan las inseminaciones con semen sexado en el presente trabajo solo se recopiló información mediante encuestas aquellos establos que usan semen sexado o hayan usado al menos una vez y tenemos resultados favorables en esta tecnología más aun con la introducción del ultra Sex con concentración de 4 millones de espermatozoides que pronosticamos será un gran aporte en la ganadería nacional por sus tasas de concepción similares a las pajillas convencionales.

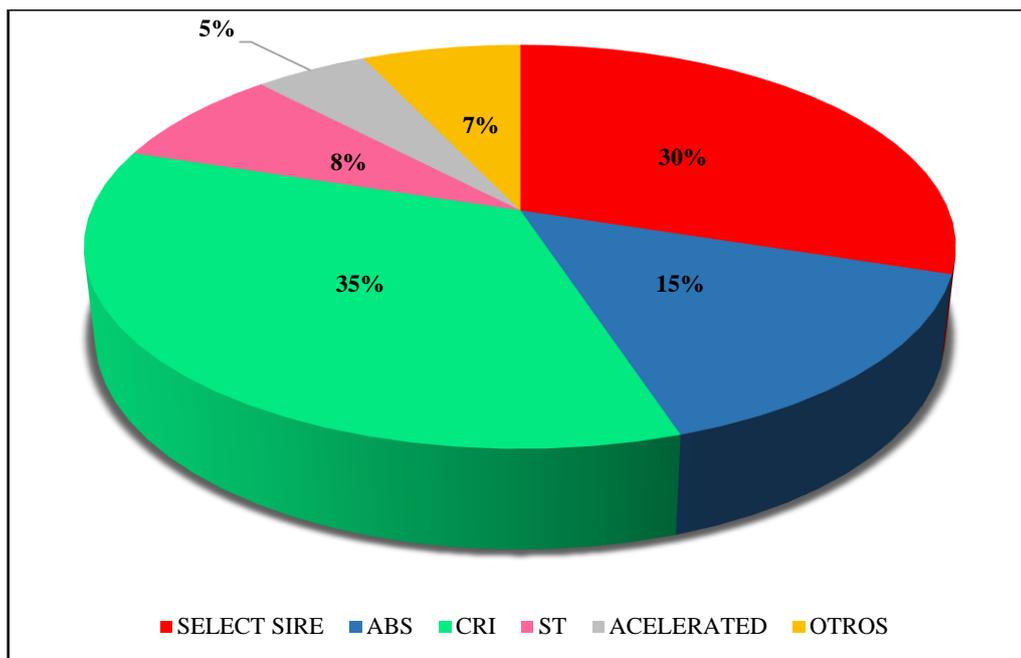


Figura 27: Casas genéticas que ofrece semen sexado en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 27 muestra la distribución de las diferentes casas genéticas en las cinco cuencas estudiadas, donde la empresa Cooperative resources internacional (CRI) tiene predominio con 35 por ciento en la venta de semen sexado con los toros (Galaxy, Puzzle de la raza Holstein y Victory en Brown Swiss), la segunda empresa es Select sires que representa el 30 por ciento con toros de la raza Holstein como: Montross y MCcutchen, en tercer lugar la empresa ABS con 15 por ciento con los toros Aftershock en holstein y Brewsky en Brown Swiss. En el cuarto lugar la empresa Sexing Technology con ocho por ciento con el toro Thunder de la raza Brown swiss, finalmente Acelerated genetics que representa el siete por ciento con el toro Kannon de la raza Brown Swiss, finalmente el cinco por ciento se distribuyen entre otras casas genéticas.

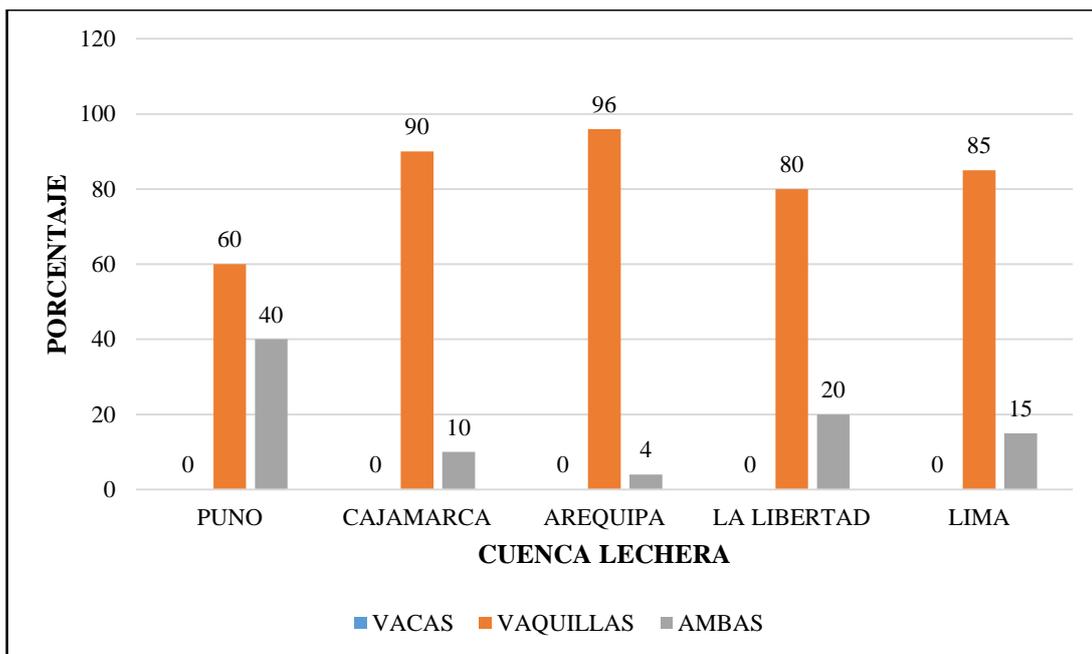


Figura 28: Destino de uso de pajillas con semen sexado en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 28 muestra el destino donde se usa pajillas sexadas ya sea en vacas, vaquillas o en ambas, donde en todas las cuencas prefieren usarla exclusivamente en vaquillas representando en porcentajes de la cuenca Lima con 85 por ciento, La Libertad 80 por ciento, Arequipa 96 por ciento, Cajamarca 90 por ciento y Puno 60 por ciento, el uso exclusivo en vaquillas se debe a las mejores tasas de concepción logradas de 47 y 53 por ciento en vaquillas Holstein y jersey respectivamente (Dejarnette *et al.*, 2009). frente a vacas donde se reportan tasas de concepción de 25 por ciento (Norman, 2010).

Otro factor de la baja tasas de concepción es la concentración de semen sexado que regularmente contienen 10 veces menos espermatozoides (2×10^6 células/pajilla) en comparación con el semen convencional (20×10^6 células/pajilla) (Yumilbe, 2014).

Sin embargo, en la cuenca de Puno el 40 por ciento de encuestados que usan semen sexado, lo utilizan en vacas y vaquillas, esta diferencia se puede explicar por la introducción del ultra sex 4M, que es una tecnología con el doble de concentración de espermatozoides es decir cuatro millones, donde se obtienen tasas de concepción del 46 por ciento comparado con 41 por ciento con el sexado convencional. (Castro, 2017).

4.5. Sincronización de Celo

La información relacionada a la aplicación de protocolos de sincronización de celo en los establos de las cinco cuencas encuestadas se muestra en los siguientes cuadros:

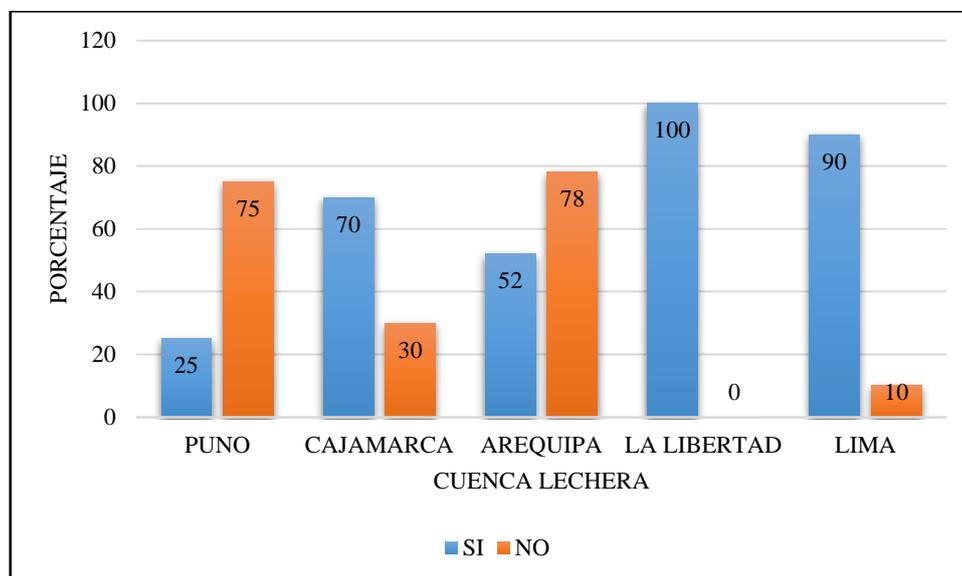


Figura 29: Uso de sincronización de celo en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 29 muestra los porcentajes de uso de sincronización de celo en los establos de cada cuenca lechera, donde las cuencas de La libertad y Lima usan en un 100 y 90 por ciento respectivamente, por pertenecer a explotaciones intensivas donde se requiere mayor eficiencia para reducir los costos de producción, la cuenca de Cajamarca y Arequipa hace uso en un 70 y 52 por ciento, finalmente la cuenca de Puno es la que menos utiliza la sincronización de celos alcanzando solo el 25 por ciento, esto se debería al nivel productivo donde se tiene un promedio de 12 kg de leche, inferior a las cuencas de Lima y Arequipa con 29 y 25 kg respectivamente, disminuyendo el stress por alta producción, además en la cuenca de Puno se concentra en su mayoría productores de 12 vacas en ordeño en promedio donde los recursos económicos son limitados para aplicar esta biotecnología.

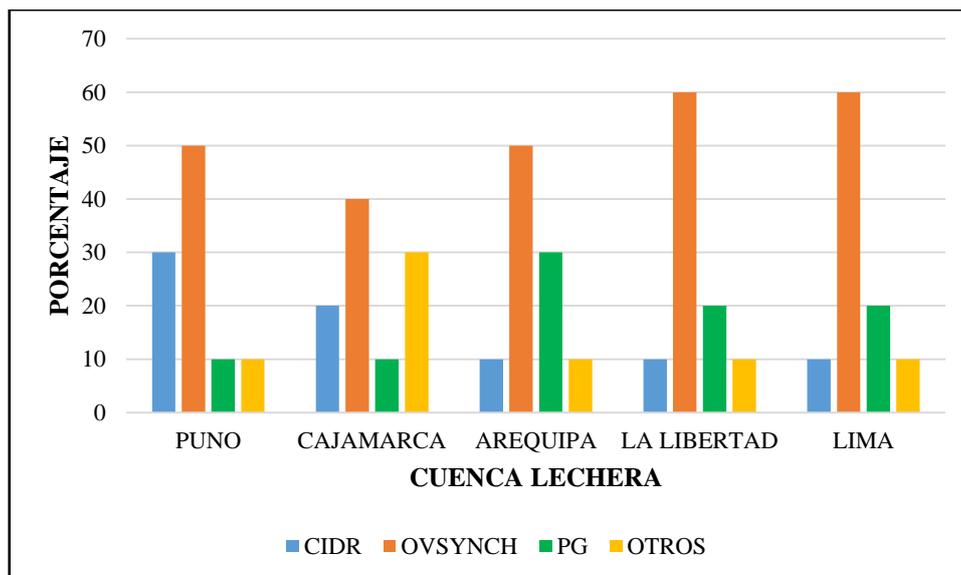


Figura 30: Protocolos de sincronización de celo en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 30 muestra los protocolos de mayor uso en las cuencas estudiadas, donde el protocolo Ovsynch tiene mayor preferencia en las cinco cuencas, seguido del uso de prostaglandinas en los establos de las cuencas de Lima, La libertad y Arequipa, por ser la más accesible en cuanto al precio para los productores, un caso diferente son las cuencas de Puno y Cajamarca que usan el protocolo CIDR en un 30 y 20 por ciento respectivamente, por el apoyo que reciben los productores de proyectos encaminados por los gobiernos locales.

Las tasas de concepción (TC) para el protocolo ovsynch es del 45 por ciento comparado con dispositivos de progesterona (CIDR) de 51 por ciento (Gonzales, 2010). Sin embargo hay bastante diferencia en cuanto al costo de ambos protocolos y en explotaciones intensivas resulta conveniente hacer uso de Prostaglandinas en combinación con GnRh para reducir los costos de producción.

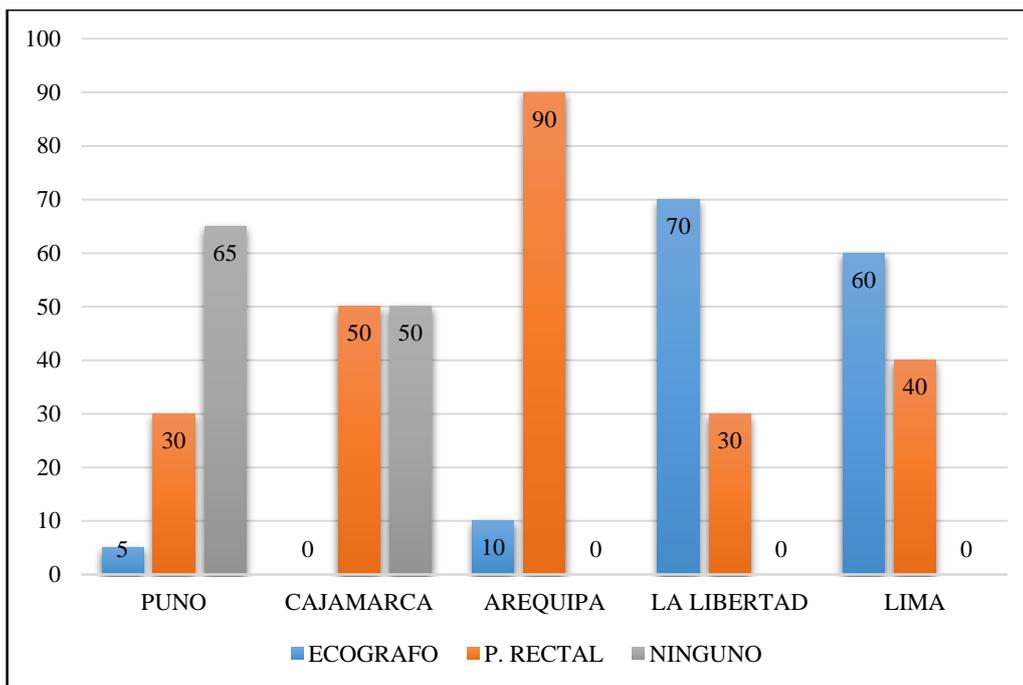


Figura 31: Metodologías de diagnóstico de Preñez en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 31 muestra las tres metodologías para el diagnóstico de preñez como el uso de la ecografía, la palpación rectal y el no retorno al celo, donde los establos de las cuencas de La libertad y Lima usan en un 70 y 60 por ciento mediante ecografía mientras que 30 y 40 por ciento por palpación rectal como rutina de campo, la cuenca de Arequipa hace uso de la ecografía en un 10 por ciento y la palpación rectal en 90 por ciento, mientras que en Cajamarca el 50 por ciento usa palpación rectal y el otro 50 por ciento todavía usa el método del no retorno al celo, finalmente en la cuenca de Puno el 65 por ciento de productores hace uso del no retorno al celo, el 30 por ciento realiza palpación rectal y solo el 5 por ciento hace uso de ecografía, la diferencia se debería por la falta de confianza que tienen los productores de Puno y Cajamarca en ausencia de profesionales capacitados en el diagnóstico de preñez temprana.

4.6. Transferencia de embriones

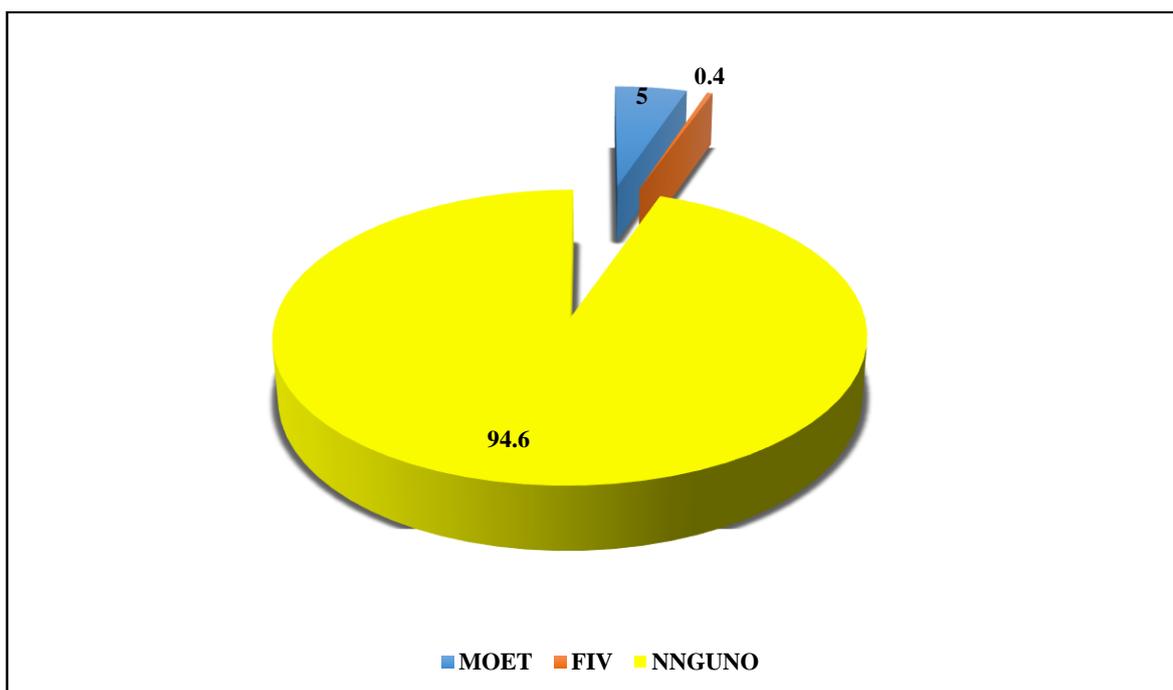


Figura 32: Porcentaje del uso de transferencia de embriones en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 32 muestra el porcentaje de uso de la transferencia de embriones donde solo el 5.4 por ciento de establos encuestados hace uso de esta biotecnología, el 5 por ciento mediante transferencia de embriones por ovulación múltiple (MOET) y solo el 0.4 por ciento mediante fertilización in vitro (FIV), mientras que el 94.6 por ciento de productores no utiliza esta biotecnología.

A nivel mundial todos los continentes, con excepción de África mostraron una tendencia al crecimiento en la transferencia de embriones convencionales, en el 2010, EEUU, México y Canadá con una participación del 42.9 por ciento, seguido por la unión europea con el 18.5 por ciento, siendo además Asia con el 14.9 y Sudamérica el 12.1 por ciento de participación, (Ruiz, 2016). Sin embargo, en el presente estudio solo el 5.4 por ciento de productores utilizó esta biotecnología que equivalen a 12 establos de los 241 encuestados, los productores sustentan las razones por las cuales no optan esta técnica como: bajas tasas de concepción que no superan el 30 por ciento, falta de profesionales capacitados, el costo beneficio que en promedio en el mercado nacional actual es de 300 dólares por receptora. Siendo relegada esta biotecnología a explotaciones muy eficientes y muy distante de los pequeños productores.

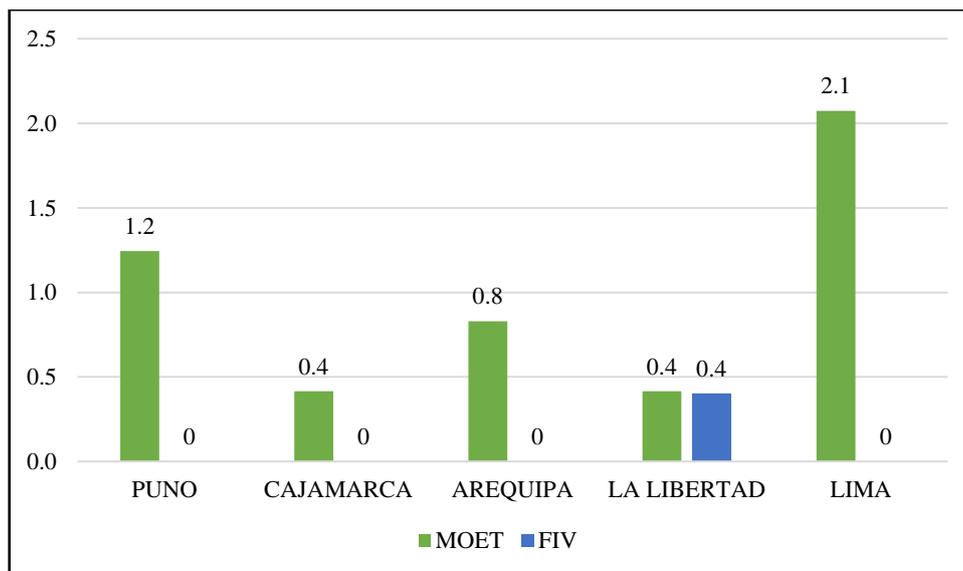


Figura 33: Comparación de dos metodologías para realizar transferencia de embriones en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 33 muestra la comparación de dos metodologías para realizar transferencia de embriones, la ovulación múltiple (MOET) y la fertilización in vitro (FIV) donde la cuenca de Lima es la que mayor usa la técnica MOET con el 2.1 por ciento, seguido de Puno, Arequipa, Cajamarca, La Libertad con 1.2, 0.8 y 0.4 respectivamente. Mientras que la técnica de FIV solo se aplica en la cuenca de Trujillo en un solo estable como es Láctea que representa un 0.4 por ciento del total de establos encuestados.

En el presente trabajo se tiene un promedio de 5 por ciento para MOET y 0.4 por ciento para FIV comparado con países como Canadá, donde el 70 por ciento de las transferencias es mediante MOET (IETS, 2006), mientras que Brasil registra el 77.8 por ciento de transferencias por FIV (Ruiz, 2016). Estas diferencias se deben a la falta de acceso de los productores para contar con tecnología de punta, asimismo a la escasa participación del estado y la empresa privada en establecer centros especializados en biotecnología reproductiva.

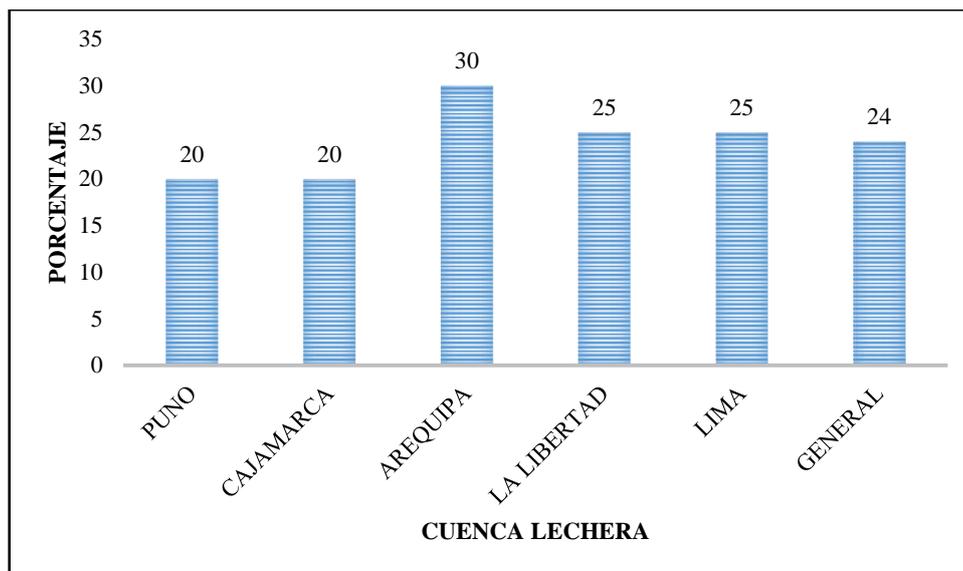


Figura 34: Tasas de fertilidad alcanzados en establos donde usaron transferencia de embriones en cinco cuencas lecheras del Perú durante los años 2016 - 2017.

La figura 34 muestra los promedios de fertilidad mediante la técnica de transferencia de embriones, donde los establos de la cuenca de Arequipa es la que mejor resultado ha obtenido con 30 por ciento, seguido de la cuenca de La Libertad y Lima con 25 por ciento, y los establos de las cuencas donde menor éxito se alcanzaron es Cajamarca y Puno con 20 por ciento de fertilidad.

El promedio general del presente trabajo es de 24 por ciento, inferior a los trabajos realizados en Mexico por Arriaga (2010), donde obtiene 35 a 65 por ciento, Chebel et al., (2008) reportaron 52 por ciento, Lohuis (1995), reportó 52 a 60 por ciento, Medrano et al., (2014), reportaron en un establo comercial de Lima una tasa de concepción de 40 por ciento, este último a pesar de ser un promedio aceptable intervienen muchos factores para alcanzar el éxito en la aplicación de esta biotecnología, los resultados poco alentadores que alcanzaron cuencas como Puno, Cajamarca con 20 por ciento se deben a muchos factores, como el medio ambiente, la capacitación de los profesionales, el manejo de las donadoras y receptoras, etc, las bajas tasas de preñez que se obtuvieron desaniman a los productores arriesgar e invertir en esta biotecnología por lo tanto queda mucho trabajo en este ámbito de la ganadería nacional.

4.7. Parámetros Reproductivos.

Los parámetros reproductivos evaluados fueron; Tasa de concepción al primer servicio (TCPS), número de servicios por concepción (NSC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP).

4.7.1. Parámetros Reproductivos en establos lecheros de la cuenca de Puno.

Los promedios, la desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos de los índices reproductivos de establos de la cuenca de Puno se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18. Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Puno, durante el periodo 2016 -2017 (N° establos = 90)

Índice reproductivo	Media	Mín.	Máx.	D.E
TCPS en vacas (%)	58.3	55	60	2.4
TCPS en vaquillas (%)	66	60	70	3.8
NSC en vacas (N°)	2.5	2	3	0.3
NSC en vaquillas (N°)	1.6	1.5	1.8	0.1
DA (días)	135	120	150	0.4
IEP (meses)	14.5	14	15	0.4

a. Tasa de concepción al primero servicio (TCPS) en vacas.

El promedio de TCPS en vacas de los establos encuestados de la cuenca de Puno fue de 58.3 \pm 2.4 con un máximo de 60 por ciento y un mínimo de 55 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo de 50 a 60 por ciento recomendado por Wattiaux (2009) ver cuadro 4.

Quispe *et al.*, (2014) obtuvieron un promedio de 66.6 por ciento en la tasa de concepción al primer servicio en vacas de la raza Brown Swiss en Puno, usando protocolos de sincronización con progestágenos. la diferencia con el presente trabajo se explicaría por la variedad de establos encuestados, sin embargo, ambos promedios son favorables ya que se encuentran en el rango óptimo, esto se debería a los niveles de producción de leche donde los establos de la cuenca de Puno tienen un promedio de 12 kg, disminuyendo el estrés que sufren las vacas de alta producción de cuencas con un sistema de crianza intensivo.

b. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vaquillas.

El promedio de TCPS en vaquillas en los establos evaluados fue de 66 ± 3.8 con un máximo de 70 por ciento y un mínimo de 60 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), que oscila del 60 al 70 por ciento. Masco (2010) reportó un promedio de 70 por ciento de preñez en vaquillas, en general los trabajos realizados en Puno tienen una TCPS dentro del rango óptimo, debido a que las vaquillas no sufren el estrés por producción de leche, además tienen menos presentación de patologías uterinas y trastornos hormonales.

c. Número de servicios por concepción (NSC) en vacas.

El promedio de número de NSC en vacas en los establos evaluados de la cuenca de Puno fue, de 2.5 ± 0.3 con un máximo de 3 servicios y un mínimo de 2 respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del rango óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 2.5 servicios indican problemas en un hato lechero.

Mendoza (2013), reportó un promedio de 2,82 NSC, representando un promedio muy elevado, comparando con el valor óptimo, superando al encontrado en el presente trabajo en 0.32 NSC, el incremento del NSC se debería a varios factores por ejemplo; una inadecuada técnica de inseminación, calidad y fertilidad de semen y la alta prevalencia de endometritis subclínica que aumenta el número de vacas repetidoras.

d. Número de servicios por concepción (NSC) en vaquillas.

El promedio de NSC en vaquillas en los establos evaluados de la cuenca de Puno, fue de 1.6 ± 0.1 con un máximo de 1.8 servicios y un mínimo de 1.5 respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores inferiores a 1.7 servicios están en el rango de valores óptimos bajo condiciones ideales.

Gonzales (2015) reportó 1.96 NSC en el Cusco en vacas de la raza Brown Swiss, la diferencia puede estar relacionada a diversos factores como la fertilidad del semen, salud uterina de la vaca y técnica de inseminación.

e. Días abiertos (DA).

El promedio de DA post parto en los establos evaluados de la cuenca de Puno, fue de 135 ± 0.4 con un máximo de 150 días y un mínimo de 120 días respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra en el límite del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 140 días indican problemas en un hato lechero.

Mendoza (2013) reportó un promedio de 197 DA en Huancavelica en vacas de la raza Brown Swiss y Gonzales (2015) reportó 162 DA en el Cusco también en vacas de la raza Brown Swiss, ambos promedios son superiores al del presente trabajo, la diferencia se debe a que en los establos de Puno se realiza un mejor manejo reproductivo, puesto que se encuestaron a los establos más representativos de esta cuenca por lo tanto tienen mayor tiempo trabajando con la inseminación Artificial a diferencia de los trabajos anteriores en las regiones de Huancavelica y Cusco.

f. Intervalo entre partos (IEP).

El promedio de IEP en los establos evaluados de la cuenca de Puno, fue de 14.5 ± 0.4 con un máximo de 15 meses y un mínimo de 14 meses respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra fuera del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 14 meses indican problemas en un hato lechero.

Mendoza (2013) reportó un promedio de 16 meses de IEP en Huancavelica, mientras Gonzales (2015) reportó 15 meses, ambos trabajos superiores al presente, el incremento de días abiertos se debe a factores como; el periodo de estiaje y al déficit alimenticio en esta época más aun en vacas que se encuentran en el post parto temprano, donde se acentúa el balance energético negativo, esto predispone la presentación de patologías uterinas, alargando los días abiertos incrementando el IEP.

4.7.2. Parámetros Reproductivos en establos de la cuenca lechera de Cajamarca.

Los promedios, la desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos de los índices reproductivos de establos en la cuenca de Cajamarca se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Cajamarca, durante el periodo 2016 -2017 (N° establos =9)

Índice reproductivo	Media	Mín.	Máx.	D.E
TCPS en vacas (%)	59.4	50	70	7.3
TCPS en vaquillas (%)	74	60	80	8.5
NSC en vacas (N°)	2.7	2	3	0.4
NSC en vaquillas (N°)	1.6	1.5	2	0.2
DA (días)	135	90	180	1.1
IEP (meses)	14	12	16	1.1

a. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vacas.

El promedio de TCPS en vacas de los establos evaluados de Cajamarca es 59.4 ± 7.3 con un máximo de 70 por ciento y un mínimo de 50 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo de 50 a 60 por ciento recomendado por Wattiaux (2009).

b. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vaquillas.

El promedio de TCPS en vaquillas de los establos evaluados en la cuenca de Cajamarca es de 74 ± 8.5 con un máximo de 80 por ciento y un mínimo de 60 por ciento, por lo tanto, este promedio supera el valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), que oscila del 65 al 70 por ciento.

La TCPS en vaquillas es superior a las vacas debido a que son animales con menos estrés por producción de leche (Mellisho, 1998) además la alta tasa de concepción en establos de la cuenca de Cajamarca se puede explicar por que la población de vacunos de la raza Jersey que alcanza un 10 por ciento comparado con las otras cuencas lecheras, la raza Jersey se caracteriza por ser un animal más eficiente por lo tanto tienen mayor tasa de concepción.

c. Numero de servicios por concepción (NSC) en vacas.

El promedio de NSC en vacas, en los establos evaluados de Cajamarca fue de 2.7 ± 0.4 con un máximo de 3 servicios y un mínimo de 2 respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra fuera del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 2.5 servicios indican problemas en un hato lechero.

d. Numero de Servicios por concepción (NSC) en vaquillas.

El promedio de NSC en vaquillas en los establos evaluados fue de 1.6 ± 0.2 con un máximo de 2 servicios y un mínimo de 1.5 servicios respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux en el 2009 donde indica que valores inferiores a 1.7 servicios están en el rango de valores óptimos bajo condiciones ideales.

e. Días abiertos (DA).

El promedio de DA en los establos evaluados fue de 135 ± 1.1 con un máximo de 180 días y un mínimo de 90 días respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra en el límite del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 140 días indican problemas en un hato lechero.

f. Intervalo entre partos (IEP)

El promedio de IEP en los establos evaluados fue de 14 ± 1.1 con un máximo de 16 meses y un mínimo de 12 meses respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 14 meses indican problemas en un hato lechero.

En general los parámetros reproductivos evaluados en la cuenca de Cajamarca se encuentran dentro del rango óptimo, a excepción del índice de concepción al primer servicio en vacas donde excedió por 0.2 por ciento el rango ideal, Tanto en vacas y vaquillas los parámetros favorables se deben a que los volúmenes de leche que producen en promedio 20 kgs, tienen una baja repercusión en la presentación de estrés por alta producción, como si ocurre en establos de crianza intensiva.

4.7.3. Parámetros Reproductivos en establos de la cuenca lechera de Arequipa.

Los promedios, la desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos de los índices reproductivos de la cuenca de Arequipa se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20. Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Arequipa, durante el periodo 2016 -2017 (N° establos =130)

Índice reproductivo	Media	Min.	Max.	D.E
TCPS en vacas (%)	55.5	35	65	5.43
TCPS en vaquillas (%)	67	60	80	3.92
NSC en vacas (N°)	2.50	2.00	3.00	0.19
NSC en vaquillas (N°)	1.6	1	2	0.16
DA (días)	115	90	150	0.5
IEP (meses)	13.5	12	15	0.66

a. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vacas.

El promedio de la TCPS en los establos evaluados de la cuenca de Arequipa fue de 55.5 ± 5.43 con un máximo de 65 por ciento y un mínimo de 35 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo de 50 a 60 por ciento recomendado por Wattiaux (2009).

Aymer (2010) reportó un promedio de 64 por ciento de TCPS, mientras que Ugarte (2010), reportó un promedio de TCPS de 60.8 por ciento, ambos trabajos realizados en establos de la cuenca de Arequipa con vacas de la raza Holstein, sien embargo el promedio del presente trabajo está por debajo de los trabajos anteriores, esto se puede explicar por varios factores como la deficiencia en la detección de celos, deficiencia de la técnica de inseminación artificial, presencia de patologías uterinas, por otro lado estos trabajos no diferencian las tasas de concepción entre vacas y vaquillas, asimismo en el presente trabajo se encuestaron a los 10 primeras establos de cada subcuenca de la región Arequipa por lo tanto constituyen establos de mayor producción de leche, disminuyendo la eficiencia reproductiva a pesar de que el promedio del presente trabajo se encuentra en el rango óptimo.

b. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vaquillas.

El promedio de la TCPS en vaquillas, en los establos de la cuenca de Arequipa fue de 67 ± 3.92 con un máximo de 80 por ciento y un mínimo de 60 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), que oscila del 65 al 70 por ciento.

González (2010) reportó un promedio de 67.5 por ciento de TCPS en establos de la sección E, Pedregal Arequipa, estos promedios similares son muy favorables y la diferencia de la TCPS comparada con vacas, se sustenta debido a que las vaquillas son animales con menos estrés por producción de leche en comparación con las vacas (Mellisho, 1998).

c. Número de Servicios por concepción (NSC) en vacas.

El promedio de NSC en vacas, en los establos evaluados de la cuenca de Arequipa fue de 2.5 ± 0.19 con un máximo de 3 servicios y un mínimo de 2 respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del rango óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 2.5 servicios indican problemas en un hato lechero.

Aymer (2010) reportó un promedio de 3.32 NSC por vaca, éste promedio es mucho más alto al obtenido en el presente trabajo la diferencia se explicaría por diversos factores como la falta de manejo en la detección de celos, la técnica de inseminación artificial, fertilidad del semen, salud uterina etc. sin embargo hay trabajos con resultados eficientes por ejemplo Ugarte (2010) reportó 1.67 servicios por vaca en establos de La Joya y Calderón (2017) 1.78 NSC por vaca en establos de Santa Rita de Siguan, Arequipa. Por lo tanto, cada establo depende del manejo reproductivo que realiza.

d. Servicios por concepción (NSC) en vaquillas.

El promedio de NSC en vaquillas en los establos evaluados de la cuenca de Arequipa fue de 1.6 ± 0.16 con un máximo de 2 servicios y un mínimo de 1 servicio respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux en el 2009 donde indica que valores inferiores a 1.7 servicios están en el rango de valores óptimos bajo condiciones ideales.

e. Días abiertos (DA).

El promedio de DA en los establos evaluados de la cuenca de Arequipa es 115 ± 0.5 con un máximo de 150 días y un mínimo de 90 días respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 140 días indican problemas en un hato lechero.

González (2010), obtuvo 163 DA, Aymer (2010) reportó 162 DA, ambos trabajos en establos de Pedregal, Arequipa en vacas de a raza Holstein, por otro lado Ugarte (2010) reportó 165 DA en establos de La Joya, Arequipa, además Calderón (2017) reportó 163 DA en establos de Santa Rita de Sigwas, Arequipa, Se puede observar que los promedios obtenidos en las investigaciones anteriores están por encima de los rangos establecidos, lo cual sugiere que hay deficiencias en el aspecto reproductivo, que pueden ser de origen hormonal, infeccioso o periodo de espera muy extenso, el balance energético negativo (BEN) etc. Para mejorar dichos promedios se debe realizar un diagnóstico de las vacas en el post parto para precisar un adecuado tratamiento.

Además, conforme al progreso genético y el incremento en la producción de leche se extienden los días abiertos y la eficiencia reproductiva disminuye considerablemente, por ejemplo, Casapia (2001), reportó un promedio de 101 días abiertos en el periodo 1999 al 2001 en los establos de las secciones A, B, C, D, E, bajo el Servicio de Productividad Lechera en la Irrigación Majes, Arequipa, se observa una clara diferencia en el promedio comparado con el presente trabajo la diferencia se explicaría por el tiempo transcurrido que data de hace 18 años.

f. Intervalo entre partos (IEP).

El promedio de IEP en meses de los establos evaluados de la cuenca de Arequipa es 13.5 ± 0.6 con un máximo de 15 meses y un mínimo de 12 meses respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 14 meses indican problemas en un hato lechero.

González (2010) reportó 14.1 meses de IEP, Aymer (2010) reportó 14.4 meses de IEP, ambos trabajos desarrollados en el Pedregal, Majes, Arequipa, por otro lado Ugarte (2010) reportó 14.9 de IEP en establos de La Joya, Arequipa. Se puede observar que los promedios obtenidos en las investigaciones mencionadas están por encima de los rangos establecidos, lo que nos indica que hay fallas en algún aspecto del manejo reproductivo, ya que cuando la campaña productiva es muy extensa, las vacas disminuyen considerablemente su producción de leche, a diferencia del presente trabajo donde el valor promedio está dentro del rango óptimo, posiblemente por el mejor manejo de los productores puesto que pertenecen a los mejores establos de la cuenca de Arequipa.

4.7.4. Parámetros Reproductivos en establos de la cuenca lechera de La Libertad.

Los promedios, la desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos de los índices reproductivos de establos de la cuenca de La Libertad se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21. Parámetros Reproductivos en establos de la cuenca lechera de La Libertad, durante el periodo 2016 -2017 (N° establos = 3)

Índice reproductivo	Media	Mín.	Máx.	D.E
TCPS en vacas (%)	22.5	5	40	16
TCPS en vaquillas (%)	53	40	65	12
NSC en vacas (N°)	3.2	3	3.5	0.3
NSC en vaquillas (N°)	1.7	1.5	2	0.3
DA (días)	132	120	145	0.3
IEP (meses)	14.3	14	15	0.5

a. Tasa de concepción al primero servicio (TCPS) en vacas.

El promedio de TCPS en vacas de los establos evaluados de la La Libertad fue de 22.5 ± 16 con un máximo de 40 por ciento y un mínimo de 5 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra muy por debajo del valor óptimo de 50 a 60 por ciento recomendado por Wattiaux (2009).

El estrés calórico, es decir cuando la temperatura supera los 28 °C, afecta la eficiencia reproductiva del ganado bovino por ello, el porcentaje de concepción puede llegar a caer de 40 a 15 por ciento (Aréchiga y Hansen, 2003), sin embargo, esto puede empeorar, Hansen (1997) reportó tasas de concepción de 8 por ciento durante los meses de verano en vacas lecheras de Arizona. Estas bajas tasas de concepción como el del presente trabajo de 22.5 por ciento, se explica por el volumen de leche que produce esta cuenca en promedio 28 kg que genera estrés por alta producción de leche sumado al efecto del estrés calórico y la época de recolección de datos que fue posterior al fenómeno del niño costero en la costa del Perú que dejó pérdidas económicas de 25 millones de soles según el informe de AGALEP (2017).

b. Tasa de concepción al primero servicio (TCPS) en vaquillas.

El promedio de TCPS en vaquillas en los establos evaluados de la cuenca de La Libertad fue de 53 ± 12 con un máximo de 65 por ciento y un mínimo de 40 por ciento, por lo tanto, este

promedio esta distante del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), que oscila del 65 al 70 por ciento.

A pesar que las vaquillas no sufren el estrés por producción de leche, sin embargo, ante un ambiente adverso como el fenómeno del niño costero su eficiencia reproductiva también vé afectada.

c. Número de servicios por concepción (NSC) en vacas.

El promedio de NSC en vacas en los establos evaluados fue de 3.2 ± 0.3 con un máximo de 3.5 servicios y un mínimo de 3 respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra fuera del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 2.5 servicios indican problemas en un hato lechero.

d. Número de Servicios por concepción (NSC) en vaquillas.

El promedio de NSC en vaquillas en los establos evaluados fue de 1.7 ± 0.3 con un máximo de 2 servicios y un mínimo de 1.5 servicio respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux en el 2009 donde indica que valores inferiores a 1.7 servicios están en el rango de valores óptimos bajo condiciones ideales.

e. Días abiertos (DA).

El promedio de DA en los establos evaluados fue de 132 ± 0.3 con un máximo de 145 días y un mínimo de 120 días respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra en el límite del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 140 días indican problemas en un hato lechero.

f. Intervalo entre partos (IEP).

El promedio de IEP en los establos evaluados fue de 14.3 ± 0.5 con un máximo de 15 meses y un mínimo de 14 meses respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra fuera del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 14 meses indican problemas en un hato lechero.

4.7.5. Parámetros Reproductivos en establos de la cuenca lechera de Lima.

Los promedios, la desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos de los índices reproductivos de la cuenca de Lima se muestran en el cuadro 22.

Cuadro 22. Parámetros reproductivos en establos de la cuenca lechera de Lima, durante el periodo 2016 -2017 (N° establos=9)

Índice reproductivo	Media	Mín.	Máx.	D.E
TCPS en vacas (%)	36	27	50	8.6
TCPS en vaquillas (%)	62	56	70	4.5
NSC en vacas (N°)	3	2.8	3.5	0.2
NSC en vaquillas (N°)	2	1.5	2.1	0.2
DA (días)	113	90	135	0.6
IEP (meses)	15	14	15	0.5

a. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vacas.

El promedio de TCPS en los establos evaluados en la cuenca de Lima fue de 36 ± 8.6 con un máximo de 50 por ciento y un mínimo de 27 por ciento, por lo tanto, este promedio se encuentra distante del valor óptimo de 50 a 60 por ciento recomendado por Wattiaux (2009). (Ortiz *et al.*, 2009) reportaron la tasa de concepción al primer servicio de 46.1 por ciento en vacas Holstein de cuatro establos de crianza intensiva de la cuenca de Lima, Franco (2001) en vacas sin suplemento y con suplemento mineral en la cuenca de Lima reportó 62,5 y 72,7 por ciento respectivamente, Orrillo (1997), reportó 27.1 por ciento TCPS para el verano y 45,7 por ciento para el invierno en un establo lechero en Cañete, Lima.

El promedio del presente trabajo es similar al reportado por Orrillo (1997) esto se explica por el efecto del estrés por calor que afecta seriamente la fertilidad, la expresión del celo y la viabilidad del embrión (Arana *et al.*, 2006). La mejor eficiencia reproductiva se encontró en animales con partos en los meses más fríos del año, la raza Holstein ha sido desarrollada en los climas relativamente fríos de Europa, por lo tanto, su mejor comportamiento lo alcanzan cuando están dentro de su temperatura termoneutral que es de 13 a 18 °C, esto coincide con el invierno de la cuenca de Lima, por otra parte, durante los meses calurosos del año no muestran fácilmente signos de celo (Arana *et al.*, 2006) y cuando lo hacen, la duración del celo es más corta (Stevenson *et al.*, 1983). Se sabe también que a partir de 25

°C, como sucede en el verano de la costa peruana, los animales sufren estrés por calor y comienzan a activar mecanismos de compensación (Arana et al., 2006).

Por otro lado, el promedio de producción de leche de 29 kg, ubica a la cuenca de Lima como la más alta en producción de leche, esto origina estrés por alta producción donde la TCPS disminuye de 65 por ciento a 40 por ciento a medida que la producción de leche se incrementa de 4.500 a 9.000 litros/vaca/lactación (Butler, 1998).

b. Tasa de concepción al primer servicio (TCPS) en vaquillas.

El promedio de TCPS en vaquillas en los establos evaluados fue de 62 ± 4.5 con un máximo de 70 por ciento y un mínimo de 56 por ciento, por lo tanto, este promedio está dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), que oscila del 65 al 70 por ciento.

c. Número de servicios por concepción (SPC) en vacas.

El promedio de SPC en vacas lecheras de los establos evaluados fue de 3 ± 0.2 con un máximo de 3.5 servicios y un mínimo de 2.8 respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra distante del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 2.5 servicios indican problemas en un hato lechero.

Ortiz *et al.*, (2009) reportaron 2.4 de SPC en cuatro establos de la cuenca de Lima, Kindlimann (1977) calculó 2.5 SPC en el establo de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, por otro lado Monzón (2002) reportó 2.01 SPC, Parreño (1991) reportó 2.15 SPC ambos trabajos en establos de Santa Rita de Siguaná Arequipa, estos resultados se encuentran dentro del rango óptimo, sin embargo en el presente trabajo el promedio de 3.0 SPC, supera al rango óptimo, un resultado similar reportó Mellisho (1998) de 3.48 SPC en tres establos de la cuenca lechera de Lima superando en 0.48 servicios al presente trabajo, el incremento del número de servicios por concepción se debe al incremento en la producción de leche y el estrés por calor que año tras año se torna más agresivo.

d. Número de servicios por concepción (SPC) en vaquillas.

El promedio de SPC en vaquillas en los establos evaluados fue de 2 ± 0.2 con un máximo de 2.1 servicios y un mínimo de 1.5 servicio respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra distante del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que

valores inferiores a 1.7 servicios están en el rango de valores óptimos bajo condiciones ideales.

Mellisho (1998) reporta 1,67 SPC en tres establos de la cuenca lechera de Lima; Parreño (1991), reporta 1.4 SPC en un establo de Santa Rita de Siguaná Arequipa, ambos resultados están dentro del rango óptimo, sin embargo el promedio de 2 SPC superior al óptimo, se explica por el efecto del estrés por calor en la cuenca de Lima.

e. Días abiertos (DA).

El promedio de DA en los establos evaluados fue de 113 ± 0.6 con un máximo de 135 días y un mínimo de 90 días respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra dentro del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 140 días indican problemas en un hato lechero.

Ortiz *et al.*, (2009) reportaron 181 DA en cuatro establos de la cuenca de Lima, Mora (1985) reportó 141,8 DA, Salazar (1992) reportó 117,02 DA, Almeyda (1998) reportó 171 DA, todos los trabajos se realizaron en la cuenca de Lima en vacas lecheras de la raza Holstein a excepción del último que se realizó en vacas criollas en condiciones de explotación intensiva, el incremento de DA se origina por varios factores, pero se estima que el 45 a 80 por ciento de casos de infertilidad tienen como causa principal el factor nutricional (Loeffler *et al.*, 1999). La evaluación de la condición corporal (CC) es una forma simple de medir el estado nutricional del animal; vacas con pobre CC al parto y que además pierden peso luego del parto o que son altas productoras toman más tiempo en reiniciar su actividad cíclica; sin embargo, no es solo la CC al parto, sino la magnitud de su pérdida es lo que afecta la función reproductiva (Butler, 1998).

El promedio del presente trabajo al igual que el reportado por Franco (2001) 93 DA en vacas con suplemento de sales minerales en establos de la cuenca de Lima, son resultados óptimos por el buen manejo considerando que son los primeros establos de la cuenca lechera de Lima.

f. Intervalo entre partos (IEP).

El promedio de IEP en los establos evaluados fue de 15 ± 0.5 con un máximo de 15 meses y un mínimo de 14 meses respectivamente, por lo tanto, este promedio se encuentra distante

del valor óptimo recomendado por Wattiaux (2009), donde indica que valores superiores a 14 meses indican problemas en un hato lechero.

Ortiz *et al.*, (2009) reportaron 15.2 meses IEP , Mellisho (1998) 14 meses IEP ambos trabajos en la cuenca de Lima y Parreño (1991) reportó 13,6 meses IEP en Santa Rita de Sigwas Arequipa.

El promedio del presente trabajo se encuentra fuera del rango óptimo se explicaría por la baja eficiencia en la detección de los celos es el factor más simple que afecta cualquier intervalo reproductivo postparto. Hay reportes que indican que cerca del 50 por ciento de los celos pasan desapercibidos por el productor (Butler, 1998). Stevenson et al. (1983) afirman que con un nivel de 70 por ciento de detección de celo se puede lograr una adecuada eficiencia reproductiva. Se requiere entrenar al personal, asignar más tiempo a la detección de celo y emplear métodos y ayudas adicionales para mejorar la eficiencia de la detección del celo (Sepúlveda, 2001). Muchas de estas tecnologías deberían validarse bajo las condiciones del medio local para comprobar su real contribución al desarrollo y mejoramiento de la ganadería bovina.

Por otro lado la interacción de factores genéticos, ambientales o de manejo en el periodo de transición que se realizan en establos de explotación intensiva donde las exigencias son mayores para lograr una cría al año, puesto que los costos de producción son más altos, a diferencia de explotaciones extensivas o mixtas donde todavía no se toma en cuenta el correcto manejo del periodo de transición, por el tipo de crianza que realizan con pastoreo y alimento balanceado en menor escala, otro factor es el limitado acceso a tecnología de diagnóstico de enfermedades en el post parto, las deficiencias energéticas en la alimentación se traducen en un marcado BEN que afectará la fertilidad del animal. El BEN ocasiona la depresión de insulina y de la liberación de GnRH, que afecta en consecuencia la liberación de FSH y la frecuencia pulsátil de LH, provocando una disminución de la función ovárica que origina retraso en la ovulación y por consiguiente el incremento del periodo de anestro (Sepúlveda, 2001).

V. CONCLUSIONES

- Todos los productores encuestados hacen uso de la inseminación artificial, con mayor uso de semen nacional frente al importado 65 a 35 por ciento respectivamente, se ha localizado 13 centros de colección de semen en las cinco cuencas encuestadas, mientras que el semen sexado tiene mayor aplicación en establos de explotación intensiva como Lima y La Libertad.
- La sincronización de celo tiene mayor aplicación en establos de explotación intensiva como Lima y La Libertad y el protocolo de mayor aplicación es el Ovsynch.
- Solo el 5.4 por ciento de productores encuestados hacen uso de la TE debido a las bajas tasas de preñez, falta de manejo y profesionales capacitados, además la relación costo beneficio de esta biotecnología.
- Los establos de la cuenca de Puno tienen parámetros reproductivos dentro del rango óptimo debido al volumen de producción de leche con un promedio de 12 kg esto disminuye el estrés por alta producción a excepción del IEP que se extiende por los periodos de estiaje.
- Los establos de la cuenca de Cajamarca tienen parámetros reproductivos dentro del rango óptimo debido al volumen de producción de leche con un promedio de 20 kg esto disminuye el estrés por alta producción, además de contar con una población de vacas de la raza Jersey que tienen mejor desempeño reproductivo.
- Los establos de la cuenca de Arequipa tienen parámetros reproductivos dentro del rango óptimo debido a que el 38 por ciento de establos pertenece explotaciones intensivas donde el manejo reproductivo es más eficiente.
- Los establos de las cuencas de La Libertad y Lima tienen menor éxito en el desempeño reproductivo, principalmente por el estrés calórico y el volumen de producción de leche con promedios que alcanzan 28 y 29 Kg respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar extensión rural y cursos de capacitación sobre temas como: manejo reproductivo, selección de reproductores y la importancia del periodo de transición.
- Fomentar el manejo de registros de reproducción y genealogía para disminuir las tasas de consanguinidad.
- Formar núcleos genéticos privados y estatales con la tecnología de TE para ofrecer mejor genética de acuerdo a las necesidades de cada región del país.
- Gestionar los periodos de estrés térmico para disminuir el calor o bien favorecer una recuperación lo más rápida posible en establos de explotación intensivo de alta producción de leche.
- Establecer una normativa que regule la formalización de centros de colección y procesamiento de semen, donde incluya los requerimientos mínimos como: Certificado de registro genealógico de los reproductores, certificados sanitarios y el equipo básico de laboratorio para el procesamiento del semen.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGALEP, (Asociación de ganaderos lecheros del Perú). 2017. Sector ganadero del norte del país tuvo una pérdida de 25 millones por el niño costero.

ALMEYDA, J. 1998. Evaluación preliminar de aspectos productivos de vacas criollas en condiciones de explotación intensiva. Tesis Magister Scientiae. Fac. Zootecnia Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima. 141p.

ANTUNEZ, P. 2016. Hay mayor uso de semen sexado en el mundo, disponible en <https://rurales.elpais.com.uy/lecheria/hay-mayor-uso-de-semen-sexado>

ARANA C, ECHEVARRÍA L, SEGURA J. 2006. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio concepción en vacas lecheras del valle del Mantaro durante la época lluviosa. Rev Inv Vet, Perú 17: 108-113.

ARAUJO, A. 2017. Aplicación de biotecnología reproductiva en bovinos en la región caribe colombiana, Programa de Zootecnia. Grupo de investigación ZooBios. Valledupar. Colombia.

ARECHIGA, C; HANSEN, P. 2003. Efectos climáticos adversos en la función reproductiva de los bovinos. Veterinaria Zacatecas. 2: 89-107.

ARIZA, L; CAMACHO, W; SERRANO; NOVOA, C. 2006. Evaluación retrospectiva de la tasa de preñez obtenida por transferencia de embriones en diferentes cruces bovinos en el municipio de Puerto Araujo, Santander, Colombia. REDVET 7(4): 1-7.

ARRIAGA J. 2010. Transferencia de embriones en ovinos. Revisión. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Michoacán: Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 55 p.

AYMER, D. 2010. Evaluación de los aspectos productivos y reproductivos de los establos de la sección B, inscritos en el Comité Zonal de Productividad Lechera de la Irrigación Majes, Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Región Arequipa, 2010. Tesis para optar por el Título de Médico Veterinario y Zootecnista UCSM Arequipa.

BNS (Banco Nacional de Semen) 2007. Revista Agraria edu, disponible en <https://issuu.com/rectorado/docs/agraria3>.

BLONDIN, P; BEAULIEAU, M; FOURNIER, V; MORIN, N; CRAWFORD, L; MADAM, P; KING, WA. 2009. Analysis of bovine sexed sperm for IVF from sorting to the embryo. Theriogenology 71(1): 30-38p.

BROWN SWISS ASSOCIATION 2017. Evaluación genética diciembre del 2017. Disponible en https://www.brownswissusa.com/Portals/0/Documents/Evaluations/12-17%20Eval/top100USpprbulls_2017_12.pdf

BRYAN, M; BÓ, G; MAPLETOFT, R; EMSLIE, F. 2013. The use of equine chorionic gonadotropin in the treatment of anestrus dairy cows in gonadotropin-releasing hormone/progesterone protocols of 6 or 7 days. J. Dairy Sci. 2013; 96:122–131.

BULBARELA, G. 2001. Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en clima semicaldo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

BUTLER, W.R. 1998. Review effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:2533-2539.

CABRERA, P; ALVARADO, E. 2015. Inseminación Artificial en vacas Lecheras.

CALDERON, C. 2017. Evaluación de los índices productivos y reproductivos de los hatos inscritos en el servicio oficial de productividad lechera – comité regional de Arequipa en los años 2015 - 2016, distrito de Santa Rita de Siguan, Arequipa 2017.

CASAPIA, R. 2001. Evaluación reproductiva y de producción Láctea de los establos bajo el Servicio de Productividad Lechera en la Irrigación Majes 1999-2001. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista Universidad Católica de Santa María – Arequipa-Perú.

CASTRO, A. 2017. Sitio Argentino de Producción animal, semen sexado el futuro hecho realidad,http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/Jornadas_Vill_a_Maria/05-AlfredoCastro.pdf.

CHEBEL, R; DEMÉTRIO,D; METZGER, J. 2008Factors affecting success of embryo collection and transfer in large dairy herds. *Theriogenology* 2008; 69: 98-106

CUNLIFFE,D.2017.La genómica está cumpliendo con lo ofrecido, *Perulactea*,2017, disponible en <http://www.perulactea.com/2016/08/15/la-genomica-esta-cumpliendo-con-lo-ofrecido/>

CUTINI A, TERUEL M, CABODEVILA J. 1999. Criopreservación de embriones de especies de interés pecuario. *Rev Arg Prod Anim* 19: 447-469.

DAY, M.; C. R. BURKE, C;TAUFA,V; DAY,A; MCMILLAN, K. 2000. The strategic use of estradiol to enhance fertility and submission rates of progestin-based estrus synchronization programs in dairy herds. *Journal of Animal Science*. 78: 523-524.

DEJARNETTE, M; NEBEL, L; MARSHALL, E. 2009. Evaluating the success of sex-sorted semen in U.S. dairy herds from on- farm records. *Theriogenology* 71:49-58.

ELIZONDO, J. 2007. El uso del semen sexado en ganado de leche. ¿Se puede incrementar el nacimiento de terneras?. *ECAG-Infoma*. 39:21-22.

ELSDEN R, SEIDEL J. 1986. Procedimientos para recolección, división, congelación y transferencia de embriones bovinos. EEUU: Colorado State University. 45 p.

FOOTE, R. 2002.The history of artificial insemination: Selected notes and notables. American Society of Animal Science 2002.

FRANCO, N. 2001. Efectos de la suplementación de multinutrientes durante el periodo seco sobre la actividad reproductiva en vacas lecheras. Tesis Bachillerato. Fac. Zootecnia Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima. 83p.

GARCÍA, M.; GOODGER, T; PERERA. 2001. Uso de un protocolo estandarizado en 14 países para identificar factores que afectan la eficiencia de los servicios de inseminación artificial en ganado bovino a través de análisis de progesterona. Rev. Inv. Vet. Perú, 12(2):164-178

GONZÁLES, N. 2010. Evaluación de los aspectos productivos y reproductivos de los establos de la Sección E inscritos en el Comité Zonal de Productividad Lechera de la Irrigación Majes. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista Universidad Católica de Santa María – Arequipa-Perú.

GONZALES, A. 2010. Comparación entre el Crestar® y CIDR® como sincronizadores de celos sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras con anestro postparto.

GONZALES, C. 2015. Programa de mejoramiento genético del ganado vacuno lechero para el establo San Tarcisio del distrito de Andahuaylillas provincia de Quispicanchis – Cusco.

HANSEN, 1997. Tasas de concepción en vacas lecheras en sudoeste desértico de Arizona, disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v4n4/v4n4a8.pdf>

HANSEN, P; BLOCK, J. 2004. Towards an embryocentric world; the current and potential uses of embryo technologies in dairy production. *Reproduction Fertility and Development* 2004;16:1-14.

HOHENBOKEN, W.1999. Applications of sexed semen in cattle production. *Theriogenology* 52(8): 1421- 1433p.

HOLSTEIN ASSOCIATION, 2018. Top 100 TPI Bulls April 2018, Disponible en <http://www.holsteinusa.com/pdf/highrank.pdf>

IETS (International Embryo technology society). 2006. Data retrieval committee report 2006. Embryo Transfer Newsletter, 2007; 15-20

INEI (Instituto Nacional de estadística e Informática, PE). 2012. IV Censo Nacional Agropecuario.

INEI (Instituto Nacional de estadística e Informática, PE). 2014. Informe Técnico – producción Nacional Mayo 2014.

JARA C, PEREZ G.2009. Uso de progestágeno, protaglandina y GnRH, en el manejo del ciclo estral en vacas lecheras de altura. Revista del Instituto de Investigación de Bovinos y Ovinos (IIBO). Puno, 2009; 7(1): 25 – 29

LOEFFER, S; DE VRIES, M; SCHUKKEN, Y. 1999. The effect of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. J Dairy Sci 82: 2589-2594.

LOHUIS M, 1995. Potential benefits of bovine embryo manipulation technologies to genetic improvement programmes. Theriogenology 43: 51-60

MASCO, W. 2010. Utilización de dos protocolos de sincronización e inseminación artificial a tiempo fija en vacas cruce Brown Swiss en Acora Puno. Tesis FMVZ-UNA-Puno.

MEDRANO, J; EVANGELISTA,S; SANDOVAL,R; RUIZ,L; DELGADO,A;SANTIANI A. 2014. Aplicación de la técnica no quirúrgica de transferencia de embriones bovinos en un establo de la cuenca lechera de Lima

MELLISHO, E. 1998. Evaluación de parámetros reproductivos en vacas Holstein de tres establos de la cuenca lechera de Lima. Tesis Bachillerato. Fac. Zootecnia Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima. 84p.

MENDOZA, A. 2013. Eficiencia reproductiva de vacas del establo obraje de la universidad nacional de Huancavelica.

MINAGRI, 2018. Calendario Nacional de ferias y eventos agropecuarios 2018. Disponible <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/normaslegales/resolucionesministeriales/2018/enero/rm11-2018-minagri.pdf>

MORA, C. 1985. Factores que influyen en la producción de leche, producción de grasa y días vacíos en ganado Holstein de la cuenca lechera de Lima. Tesis Bachillerato. Fac. Zootecnia Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima. 112p

NORMAN, D. 2010. Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. *J DairySci* (93)8: 3880-3890.

OLIVERA, S. 2001. Índices de producción y su repercusión económica para un establo lechero. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 12(2):49-54.

ONU. (1992). Consejo de Diversidad Biológica, disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/aplicacion-biotecnologia-reproductiva-bovinos-t40485.htm>

ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2014. Situación demográfica en el Mundo, Departamento de Asuntos económicos y sociales.

ORRILLO, G. 1997. Frecuencia de detección de celo y su influencia en la fertilidad de un hato lechero durante verano e invierno en la costa central. Tesis Bachillerato. Fac. Zootecnia Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima. 65p.

ORTIZ, D; CAMACHO, J; ECHEVARRIA, L. 2009. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima.

ORTIZ, S; GARCIA, T; MORALES, T. 2005. Manual para el manejo de bovinos productores de leche, Secretaria de Reforma Agraria. Mexico. Pp 4-5.

OSSES, M.V; TERUEL, M.T. 2009. Utilización del semen bovino sexado en inseminación artificial y fertilización in vitro. Disponible en: http://200.45.54.156/revista/20-2/RevVet_vol%2020_nro%202_2009_Oses.pdf.

PALLETE, A. 2001. Evaluación y selección de toros lecheros. RevInvVet Perú 2001; 12(2): 150-160

PARREÑO, J. 1991. Evaluación del manejo reproductivo del establo lechero “La Esperanza”, Santa Rita de Sihuas – Arequipa durante el período 1979-julio 1982. Tesis Bachillerato. Fac. Zootecnia Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima. 66p.

PÉREZ, M. 2009. Impacto de la utilización de semen sexado. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_2009_217_34_37.pdf.

PERRY, G. A.; SMITH, M; GEARY, W. 2004. Ability of intravaginal progesterone inserts and melengestrol acetate to induce estrus cycles in postpartum beef cows. Journal of Animal Science. 82: 695-704.

QUISPE, N; ROJAS R; DEZA, H. 2014. Determinación ultrasonográfica de estructuras ováricas y gestación en vacas brown swiss sometidas a dos protocolos de sincronización

RENGIFO, O; MURGA, L; VÁSQUEZ, M; ALVAREZ, Y; CHIPANA, O. 2011. Efecto de dos dosis diferentes de eCG sobre la producción de embriones en vaquillas Holstein en condiciones tropicales. Spermova 1(1): 111-112.

RUIZ, A.2016. La utilización de semen sexado a nivel mundial, disponible en <https://www.genbiogan.com/single-post/2016/06/27/La-utilizaci%C3%B3n-de-semen-sexado-a-nivel-mundial>

RUIZ, A.2016. La producción de embriones In vitro a nivel mundial. Disponible en <https://www.genbiogan.com/single-post/2016/05/31/La-producci%C3%B3n-de-embriones-in-vitro-bovinos-a-nivel-mundial>

SALAZAR, I. 1992. Parámetros reproductivos y observación de celos en la cuenca lechera de Lima en los años 1990-1991. Tesis de Bachiller. Lima: Facultad de Medicina Veterinaria, Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 47 p.

SANCHEZ, J. 2013. Consanguinidad costo oculto para la ganadería de leche disponible en <http://geneticaselecta.net/Consanguinidad,%20costo%20oculto%20para%20la%20ganaderia%20de%20leche.pdf>

SEPÚLVEDA N. 2001. Limitantes en los programas de inseminación artificial en ganaderías lecheras del sur de Chile. Rev Inv Vet, Perú 12 (Supl 1): 105-110.

SIMM, G. 2001. Fertility in the high producing dairy cow British Society occasional publication, Galway, Ireland 2001;1(26):1-18.

STEVENSON J,S; SCHMIDT, M; CALL E . 1983. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. J Dairy Sci 66: 1148-1154

THIBIER, M. (2005) The zootechnical applications of biotechnology in animal reproduction: current methods and perspectives. Reprod Nutr Dev; 45: 235-242

TUBMAN, L; BRINK, T; SUH, Y; SEIDEL, G. 2004. Characteristics of calves produced with sperm sexed by flow cytometry/cell sorting. J. Anim. Sci. 82:1029-1036

UGARTE, N. 2010. Evaluación de los índices productivos y reproductivos de los establos inscritos en el Comité de Productividad Lechera de la Irrigación La Joya antigua 2008-2009 Arequipa. Tesis para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista Universidad Católica de Santa María – Arequipa-Perú.

URBINA, C. 2012. Utilización de Semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro. Tesis de Médico Veterinario. Universidad de Cuenca, Ecuador.

VISHWANATH, R. 2003. Artificial insemination: The state of the art. *Theriogenology* 2003.

WATSON, P. 1990. Artificial insemination and preservation of semen, Laming Ge Editor, Marshall's physiology of reproduction, Edinburgh Churchill Livingstone, 1990. p. 747-869.

WATTIAUX, A. 2009. Manejo de la eficiencia reproductiva, instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad Wisconsin Madison.

WEIGEL, K.A. 2004. Exploring the role of sexed semen in Dairy production systems. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl.):E120-E130.

YUMILBE, B. 2014. Resultados recientes sugieren esperar un poco para inseminar con semen sexado (en línea) Visitado el 6 de Mayo de 2015. Disponible en: http://web.altagenetics.com/espanol/DairyBasics/Details/10653_Resultados-recientessugieren-esperar-un-poco-para-inseminar-con-semen-sexado.htm

VIII. ANEXOS

ANEXO I

MODELO DE ENCUESTA

BIOTECNOLOGIAS REPRODUCTIVAS - GANADO VACUNO

I. DATOS GENERALES

- A. EMPRESA/ESTABLO :
- B. REPRESENTANTE :
- C. LUGAR : PROV:.....DEP:.....
- D. PROD. DE LECHE :N° VACAS:.....N° ORDEÑOS:.....
- E. TIPO DE ORDEÑO :
- F. SISTEMA PRODUCTIVO:

- Intensivo
- semiintensivo
- extensivo

II. DATOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

- 1) ¿Desde qué año viene trabajando con la inseminación artificial?
.....
(Marcar las respuestas con un aspa)
- 2) Las pajillas de semen que usa en su establo son de origen:
- Importados
 - Nacionales
 - Regionales
- 3) De quien adquieren las pajillas de semen :
- Inseminadores particulares
 - Municipalidades/proyectos
 - Tanque Propio
 - Otros:.....
- 4) Usted adquiere las pajillas de acuerdo a:
- Calidad genética
 -

- Precio
- Otros:

.....

III. TOROS

1. ¿Usted prefiere usar toros probados o genómicos?
 - Probados
 - genómicos

2. ¿Cuál es la proporción de uso de toros probados y genómicos?
 - 50 -50
 - 30 – 70
 - 70 -30

3. El orden de uso de pajillas en primer, segundo y tercer servicio es: (colocar el número correspondiente del 1 a 3)
 - Nacionales
 - Importados
 - Regionales

4. ¿Cuáles son los 05 Toros BROWN SWISS - HOLSTEIN que usted utiliza con mayor frecuencia en su establo en el periodo 2015 -2016?

TORO	RAZA:	CASA GENETICA
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

5. La selección de toros por parte del comprador es por:
 - Producción de leche
 - Tipo

6. Usted considera que una manera de evaluar el mejoramiento genético es ocupar los primeros lugares en las Ferias Ganaderas:
 - Si
 - No

7. ¿Usted hace uso de microscopio de campo para evaluar la motilidad espermática?
 - Si
 - No

IV. PAJILLAS SEXADAS

1. ¿Su establo hace uso de pajillas sexadas?
 - Si
 - No
 -

2. ¿Qué pajillas sexadas y que toros de la raza Brown Swiss o Holstein utiliza?

.....

3. Usted considera que los resultados del uso de pajillas sexadas son:
- Bueno
 - Regular
 - malo
4. el uso de pajillas sexadas es en:
- vacas
 - vaquillas
5. Su establo hace uso de sincronización de celos:
- SI
 - NO
- Especifique los protocolos:.....
6. ¿Su establo hace uso de ecógrafo?
- SI
 - NO

V. EMBRIONES

1. ¿En su establo realizan o han realizado transferencia de embriones?
- Si
 - No
2. ¿Cuál es la procedencia de los embriones?
- Nacionales.
 - Importados.
 - Propias danadoras.
3. Los resultados alcanzados con la Transferencia de embriones son:
- Bueno
 - Regular
 - malo
4. Usted considera que la falla de la TE radica en:
- Donadora (embrión).
 - Receptora (Diametro del CL).
 - Transferencista.
 - Medio Ambiente
 - Manejo.
 - nutricional.
 - Otros.....

VI. PARAMETROS REPRODUCTIVOS

1. Servicios por concepción: ¿Cuantas inseminaciones como máximo realiza por vaca antes de descartarla?

Vacas

- 2
- 2.5
- 3
- 4
-

Vaquillas

- 1.5
- 2.5
- 3
- 4
-

2. Días de vacía:

- 2 meses
- 3 meses
- 4 meses
- 5 meses

3. Intervalo entre partos:

- 365 – 400 días
- > 14 meses

Anexo 2. Establos encuestados en la cuenca de Puno

PROVINCIA	DISTRITO	CANT PRODUCTORES
MELGAR	AYAVIRI	5
	ORURILLO	5
	NUÑO A	5
	SANTA ROSA	5
	CUPI	5
	UMACHIRI	5
	MACARI	5
		35
AZANGARO	AZANGARO	5
	ASILLO	5
	MUÑANI	5
	SAMAN	5
	TIRAPATA	5
		25
HUANCANE	HUANCANE	5
	TARACO	5
		10
SAN ROMAN	JULIACA	5
	CARACOTO	5
		10
PUNO	MAÑAZO	5
	PAUCARCOLLA	5
		10

Anexo 3. Establos encuestados en la cuenca de Cajamarca

N°	Productor	Cant vacas	X leche
1	JUAN VILLANUEVA	13	27
2	JAIME MENDOZA	10	20
3	GRANJA PORCON	170	16
4	MOISES VILELA	12	18
5	SIMEON TENORIO	10	18
6	JAIME DURAND	8	15
7	FRANCISCO RODRIGUEZ	9	27
8	RAFAEL GOMEZ	15	26
9	MAX AVALOS	22	17

Anexo 4. Establos encuestados de la cuenca de Arequipa.

PEDREGAL	CANTIDAD	ESTABLO	X Leche
ZONA A	1	EL BUEN PASTOR A2-297	28
	2	VIRGEN DEL CARMEN A2-532B	24
	3	SAN FELIPE A2-464	25
	4	VIRGEN DE CHAPI A4-570	23
	5	EL CARMEN A2-395	21
	6	COPACABANA A2-344	22
	7	ELIZABETH	21
	8	DON MANUEL A4-327	21
	9	SAN ANTONIO CM A2-313	20
	10	NUESTRA SRA DE GUADALUPE A1-078	21
ZONA B	11	LAS MERCEDES	38
	12	ESTABLO DAKALEHEC B4-104	26
	13	SANTA ROSA B4-086	24
	14	BELEN B3-042	22
	15	LOS BOSQUES B1-019	23
	16	LOS SAUCES B2-019	21
	17	LA PEQUEÑITA B1-096	21
	18	VIRGEN DE LA CANDELARIA B2-045	21
	19	CORAZON DE JESUS B3-060	21
	20	ORION B4-096	19
ZONA C	21	LOS PACAES C1-065	37
	22	LELIA EIRL C3-041	34
	23	VIRGEN DE CHAPI C2-044	31
	24	SANTA URSULA C1-025	28
	25	COAGUILA FERNANDEZ, LUZ ELENA C2-0	29
	26	SANTA FE C1-015	27
	27	SANTA ASUNTA C2-010	24
	28	OSVIC EIRL C3-053	25
	29	LOS SAUCES C2-017	25
	30	SEÑOR DE HUANCA C1-042	21
ZONA D	31	NIÑO JESUS DE PRAGA D2-30	35
	32	MIS TRES TESOROS EIRL D3-058	35
	33	SAN MARTIN D4-100	33
	34	R. & V. D4-010	32
	35	FABIOLITA D2-015	23
	36	TAURINOS D3-002	24
	37	CORAZON DE JESUS D2-007	22
	38	BELLIDO MORA, ALONSO D1-055	22
	39	LAS PALOMAS D5-066	20
	40	FAVIO D5-023	20
ZONA E	41	AGROINDUSTRIAL J&J PAREDES EIRL E2	34
	42	E3-098	27
	43	MARANI E7-071 (CAYO HILASACA NELLY	26
	44	FUNDO HUACAN E4 - 060	23
	45	SEÑOR DE LA TRINIDAD E2-009	23
	46	AGROINDMED EIRL	24
	47	VIRGEN DE CHAPI E5-068	22
	48	SANTA TERESA E8-033	24
	49	DON DIONI E2-005	22
	50	AGRONEGOCIOS TAMILA S.R.L. E2-043	

Anexo 4. Establos encuestados de la cuenca de Arequipa.

SUBCUENCA	CANTIDAD	ESTABLO	X Leche
YURAMAYO	1	LA ESPERANZA	35
	2	DON QUIJOTE	34
	3	NEGOCIOS AGROPECUARIOS	38
	4	VILLANUEVA	26
	5	GANADERIA SAM	22
	6	SEÑOR SAN MATEO	22
	7	SANTA MARTHA	19
	8	SEÑOR DE HUANCA	19
	9	DON SILVESTRE	19
	10	DON VICTOR	17
SAN ISIDRO	1	LA TETA DE ORO	35
	2	VAQUIVAL EIRL	29
	3	LA PALISADA	23
	4	1C-37 - VELASCO IBARCENA ANDRES AV	21
	5	SANTA ELENA - RIVERA DELGADO ALBE	20
	6	ALONDRA	23
	7	MI ESPERANZA	21
	8	DIVINO NIÑO JESUS - LARICO DE CHAVEZ	20
	9	CLORINDA CP - PINTO MORON CALIXTO	19
	10	CELESTE	18
SANTA RITA	1	FUNDO AMERICA S.A.C.	40
	2	SANTA GABRIELA	30
	3	AGRICOLA INKILL WAYLLA SAC	28
	4	AGRICOLA SANTA MARIA S.A.C.	27
	5	ESMERALDA	27
	6	OLIMPO AQP S.A.C. - LOS PINOS	25
	7	SANTA CLARA	23
	8	SAN JUAN II	24
	9	MILAGRITOS I	23
	10	CAROLINA	22
SAN CAMILO	1	LAS FLORES	27
	2	GMC	24
	3	BELEN	27
	4	SARITA	23
	5	EL CHALAN	26
	6	DON HERMOHENES	20
	7	SOL DEL SUR	22
	8	EL MANZANITO	24
	9	DOÑA IRIS	22
	10	ERICKA	21
LA JOYA	1	LOS MEDANOS	39
	2	MONTECRUZ	38
	3	CHACHANI	30
	4	58-1A3	28
	5	LA LUZ	25
	6	EL MILAGRO	22
	7	EL ARENAL	24
	8	NINO	20
	9	ESTABLO VASQUEZ	18
	10	SAN FERNANDO	18
VITOR	1	SAN ANTONIO	31
	2	EL CARMEN I	33
	3	LA PAMPILLA	17
	4	FUNDO ABRIL LA LADERA	19
	5	FUNDO HURTADO (VITOR)	15
	6	BARRIO NUEVO 1	14
	7	VIRGEN DEL ROSARIO	13
	8	LA NIETA	14
	9	FUNDO SAN LUIS	11
	10	HUACHIPA 1	13
APLAO	1	PIEDRA RAYADA	24
	2	SAN FERNANDO	23
	3	EL PARRAL	21
	4	AGRO Y LACTEOS SRL	22
	5	LOC-1	21
	6	LOS OLIVOS	21
	7	EL TRIANGULO - VILLAR DELGADO NATIV	20
	8	EL DORADO II	19
	9	LOS ANGELES	19
	10	ESPERANZA III	15
CAMPIÑA	1	AGROINDUSTRIA GANADERA DON ROMU	44
	2	SAN MIGUEL	43
	3	LA PERLA H.G.	41
	4	VICTOR MANUEL	38
	5	R Y R	34
	6	GANADERA JR	34
	7	F Y F CORPORACION LACTEA	32
	8	HACIENDA UYUPAMPA S.A.C.	29
	9	INDUSTRIA AGROPECUARIA ALTO CURAL	31
	10	FUNDO LA INMACULADA	29

Anexo 5. Establos encuestados en la cuenca de La Libertad.

CANT	ESTABLO	CANT VACAS	X leche
1	SAN CAYETANO (DANLAC)	900	27
2	LACTEA	2354	28
3	DOÑA FRANCISCA	508	28

Anexo 6. Establos encuestados de la cuenca de Lima.

	ESTABLO	cantidad vacas	X Leche
1	ANGUS	212	32
2	LA QUERENCIA	310	29
3	LABRADOR	200	27
4	CAMAY	1500	31
5	LOS SAUCES	27	34
6	LOS PATITOS	62	30
7	LA MOLINA	72	27
8	BALI	190	25
9	SANTA FE	27	26