

# El impacto de la biotecnología reproductiva en el municipio de Viacha para el mejoramiento de bovinos en la Estación Experimental de Choquenaira

Bernardo Soliz; Eulogio Kantuta

Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Ingeniería Agronómica,  
Estaciones Experimentales de Patacamaya y Choquenaira

*E-mail de contacto:* [bernardosoliz04@gmail.com](mailto:bernardosoliz04@gmail.com)

**Resumen.** La cría de bovinos de aptitud lechera en el Altiplano de La Paz, hasta mediados de los años ochenta, recibían atenciones del Estado para la mejora genética y ante el colapso económico del país, los ganaderos quedaron a la deriva. Ante esta situación, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) a través de la *Estación Experimental Choquenaira* (EECh) de la Facultad de Agronomía, inició en el año 1997, el *Programa de Biotecnología Reproductiva en Vacunos*, con el objetivo de mejorar las vacas mestizas y a partir de ello, incidir en el bienestar de las familias productoras. Para ello consideró cuatro elementos básicos: **monta directa**, **inseminación con pajillas registradas del Perú**, **proceso de pajuelas en la EECh** y atención de **servicio de inseminación artificial (IA)** a nivel local - regional y la capacitación de productores del distrito III del municipio de Viacha (provincia Ingavi). La técnica de capacitación participativa de los productores en la mejora genética en vacunos y sus componentes, jugó un rol importante con el servicio de IA, sobrepasando los límites de la provincia. La puesta de un centro de monta en la EECh, y la compra de 100 pajuelas de raza Holstein del Perú, marcó el inicio de la biotecnología reproductiva mediante la IA y el logro de las metas propuestas en la EECh. Gracias a la seriedad demostrada por los técnicos del área de crío conservación, en doce años de labor continua, se logró procesar 25.665 pajuelas de las razas Holstein y Pardo Suizo con buena viabilidad (60% a 75.5%). Los servicios de IA, a través de entregas de pajuelas a técnicos con costo unitario de Bs. 24.0, a lo largo de 15 años, totalizaron 24.200 pajillas, un 72.75% de la raza Holstein y 22.3% de la raza Pardo Suizo, distribuidas en las provincias Aroma, Ingavi, Los Andes, Omasuyos y el municipio de El Alto.

**Palabras clave:** Mejoramiento; Pajuelas; Inseminación; Biotecnología; Bovinos

## Introducción

En la década de los años setenta, el *Proyecto de Desarrollo Ingavi*, dependiente del ente estatal, comenzó a operar con familias rurales del municipio de Viacha a través de la introducción de ganado lechero del Valle Alto de Cochabamba, con el fin de promover el mejoramiento de vacunos de aptitud lechera; para ello, la *Granja Modelo Choquenaira* (Viacha, La Paz), se constituyó en un centro de aclimatación de los animales adquiridos.

Luego de 15 años de ejecución del Proyecto, se dieron los ajustes económicos y los servicios técnicos quedaron a la deriva; con el correr de los años, los ganaderos cedieron sus animales a la “Granja” que se transfirió a la Facultad de Agronomía de la UMSA (1990), y hoy está convertida en una estación experimental (EECh); ante la extinción de vacas lecheras en la zona, se inició la mejora genética con monta directa con toros Holstein (Gutiérrez 2014) este método requiere la

presencia de un semental, con alta tasa de preñez y puede llegar hasta 90%.

El año 2005, la EECh encaró el *Programa de Servicio de IA en Vacunos*, con la compra de 100 pajillas de raza Holstein del sur de Perú, y con la instalación de un *Laboratorio de Críoconservación*, financiado por AYUDA EN ACCION.

La IA es otra técnica en la mejora genética del animal, debido que pocos machos producen espermatozoides para inseminar miles de hembras por año. Básicamente la IA, consiste en depositar el espermatozoide en el tracto reproductivo de la hembra, con el objetivo de obtener una preñez (Marizancén y Artunduaga 2017).

Al respecto Ríos *et al.* (1989) indican que ya se aplicaba la “biotecnología” cuando se refería a cualquier afán tecnológico que utiliza organismos vivos para hacer productos de uso formal, por ello la biotecnología reproductiva incide en los procesos fisiológicos reproductivos del animal, con el propósito de lograr mejoras productivas.

La progresiva demanda de pajuelas en las provincias de La Paz, consolidó el proceso de pajuelas de las razas Holstein (H) y Pardo Suizo (PS), con sementales registrados de la *Granja de Collana* (en la provincia Aroma). Luego de estudios continuos de Kantuta *et al.* (2012), se obtuvieron los mejores diluyentes (TRIS, Andromet y Steridyl) para conservar los espermatozoides con una viabilidad de 60.0% a 75.5%, que son valores muy aceptables, según las normas de la reproducción animal.

Por ende, el enfoque evolutivo de la biotecnología reproductiva en vacunos con la IA, a nivel local y provincial (Aroma, Ingavi, Los Andes y Omasuyos), tuvo el

propósito de aumentar los índices zootécnicos de vacunos criollos y mestizos de aptitud lechera, para dar seguridad alimentaria y bienestar familiar. Según Giraldo (2008) “*el productor busca mejorar la productividad de carne y leche, mediante cruzas que conlleven mejorar la raza, en calidad y cantidad del producto, e influyendo en la rentabilidad*”.

## Materiales y métodos

### Ubicación

La EECh dependiente de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la UMSA, está situada en el distrito III del municipio de Viacha, provincia Ingavi, a 38 km al Sur Oeste de la ciudad de La Paz, a 3850 msnm, en las coordenadas 16°41'37" de latitud Sur y 68°17'40" de longitud Oeste.

El emprendimiento del *Programa de Mejora Genética en Bovinos* en la EECh, se basó en cuatro fases:

1) **Monta directa**, iniciada en 1997, con toros de raza Holstein, para la atención del hato de la EECh y vacas de comunarios de la zona, de servicio continuo a lo largo de 10 años.

2) **Inseminación**, iniciada en 2006, con la compra de 100 pajillas de Holstein del Sur de Perú, destinado al servicio del hato de la EECh y el inicio de la IA a nivel comunidad, a través de la capacitación técnica en biotecnología.

3) **Proceso de pajillas** en la EECh, por la mayor demanda de pajuelas de Holstein y Pardo Suizo, se estudió en torno al medio (3850 m) de obtener diluyentes que permitan conservar los espermatozoides con alta viabilidad, por ende, disponer pajuelas de calidad con toros de altura.

4) **Participación de productores**, por la estrecha relación suelo – planta - animal, se proyectó dos años continuos de cursos participativos a productores del distrito III de Viacha, en la EECh, en temas de mejora genética, sanidad, producción y manejo de forrajes, raciones para bovinos, procesos de derivados lácteos y economía de la unidad familiar.

## Resultados y discusión

La mejora genética de vacunos de aptitud lechera, con el empleo de biotecnología reproductiva, marcó un hito distintivo para la EECh y la UMSA, por su aporte al progreso del sector rural en las provincias Aroma, Ingavi, Los Andes, Omasuyos y en el municipio de El Alto.

La elocuencia de los resultados logrados, al inicio con la monta directa, luego la IA de las razas Holstein y Pardo Suizo, con pajuelas procesadas en la EECh, expresa la confianza técnica; la labor continua por más de dos décadas (1997–2020) a nivel rural, marcan la existencia de vacas mejoradas de aptitud lechera.

También por la relación del sistema productivo (suelo-planta-animal), se hizo hincapié de aplicar tecnologías innovadoras en producción y manejo de forrajes de alta calidad nutritiva, además se diversificó la labor agropecuaria para el bienestar de las familias, a través de la capacitación técnica participativa con equidad de género, durante 24 meses, siendo el núcleo de acción, la EECh para la mejora genética; para el análisis se toman cuatro modelos, pilares del éxito y logro de las metas planteadas en el Programa.

## 1) CENTRO DE MONTA

A partir de 1996 y por cerca de una década, se emplearon seis toros de raza Holstein para montas de vacas de la EECh y de comunarios del distrito III.

Según Araujo y Quintero (2017), el método reproductivo por monta natural es utilizado por pequeños productores de carne, sin embargo, los lecheros casi no usan los encastes, ya que los beneficios de la IA son superiores; pese a ello, los expertos aseguran que la monta natural aparece como alternativa para la reproducción animal, cuando los métodos de detección de celo en vacas han fracasado.

En el Cuadro 1 se tiene los datos de las montas directas efectuadas entre los años de 1996 a 2004. Se deduce la participación de 18 comunidades que se hallan distantes de la EECh entre 3.0 a 9.0 km, en los nueve años de servicio de monta directa, se totalizan 403 montas, entre hembras de la EECh y comunidades participantes; en cuanto a las repeticiones, en vacas no preñadas por la monta, se recurrió a la segunda monta en una tasa de 4.46%, valor que se considera satisfactorio, desde un punto de vista técnico.

En cuanto al mayor número de cubriciones, corresponde al ható de la EECh, con 54 hembras servidas entre vacas y vaquillas/año; en relación a montas por comunidad, los mayores servicios se dieron en Choquenaira y Copalacaya, ello debido a su cercanía al Centro (3.0 km). Según Giraldo (2019), este método conlleva ciertas desventajas respecto a la IA, como ser el aumento de riesgo de transmisión de enfermedades, reducción de eficiencia del toro (pocas cubriciones del toro) y posee certeza sobre las características de la progenie (cría).

**Cuadro 1.** Monta directa a vacas de la EECh y comunidades con toros Holstein por años

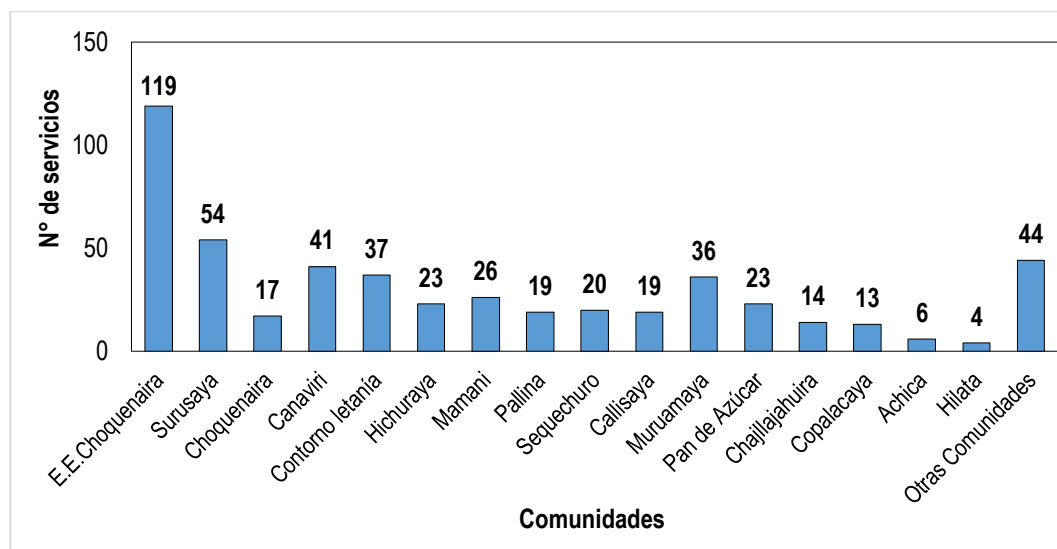
Nro.	Año	E.E. Choquenaira / Comunidad	Nro. de monta	Nro. de repeticiones
1	1996	E.E. Choquenaira	11	2
		Comunidad	--	--
2	1997	E.E. Choquenaira, contorno	18	
		Copalacaya, Choquenaira	11	2
3	1988	E.E. Choquenaira, Canaviri	22	
		Copalacaya, Choquenaira y Muruamaya	17	1
4	1999	E.E. Choquenaira	25	
		Copalacaya, Choquenaira y Achica Baja	21	1
5	2000	E.E. Choquenaira	29	
		Copalacaya, Choquenaira y Callisaya	24	2
6	2001	E.E. Choquenaira, Jalsuri	25	1
		Copalacaya, Choquenaira y Callisaya	27	
7	2002	E.E. Choquenaira	28	
		Copalacaya, Choquenaira y Callisaya	23	3
8	2003	E.E. Choquenaira	26	2
		Copalacaya, Choquenaira y Callisaya	25	
9	2004	E.E. Choquenaira	26	1
		Copalacaya, Muruamaya y Callisaya	27	3
<b>Total</b>			<b>385</b>	<b>18</b>

## 2) INICIOS DE LA INSEMINACIÓN

De las formas reproductivas deseadas, la IA en el Altiplano, expresa acortar las distancias, reducir costos productivos y ahorro de tiempo del productor; antes, arreaban sus vacas para su monta hasta 15 km, en ese lapso podían sufrir cambios en los signos sexuales. Ramírez *et al.* (2014) identifica al celo como un indicador del estatus fisiológico para reproducirse; razón a ello se inicia la IA con pajillas de raza Holstein (Perú), con atención primicial del hato de la EECh y su irradiación. Las bondades que proveen para el mejoramiento son altas, al respecto Silva *et al.* (2017) señalan que los adelantos biotecnológicos proponen mejorar los niveles productivos, a partir de la IA, introduciendo la mejora genética,

prácticas que aumentan el valor productivo de bovinos, haciendo rentable el negocio y mejorando la competitividad.

De las 100 pajuelas adquiridas, un 68.0% se destinaron a la IA del hato de la Estación y el 32.0% al servicio de vacas del área circundante, en un tiempo de 8 meses (Figura 1). El tiempo que demandó este trabajo, pareció largo, lo cual se atribuye a la desconfianza de los productores por la alta tasa de mortalidad de terneros recién nacidos por IA, que fueron asistidos por proyectos de desarrollo rural; sin embargo, con el correr del tiempo, las solicitudes de inseminación y pajuelas se incrementaron, por esta situación se planeó la instalación de un *Laboratorio de Crío Conservación*.



**Figura 1.** Número de servicios por inseminación en la mejora genética de vacunos de aptitud lechera en la EECh y por comunidad en el municipio de Viacha (2005 a 2010)

De acuerdo a la Figura 1, el año 2006 la EECh inició el *Programa de Biotecnología Reproductiva en Vacunos* con la IA de raza Holstein. Se registraron 119 servicios a vacas de la EECh, una menor cantidad corresponde a comunidades adyacentes, como una actividad primicial se considera de aceptable, al siguiente año (2007), se produce un descenso con solo 20 servicios; ello se podría asumir por la desconfianza de los productores y por el empleo de pajuelas provenientes de Perú.

#### a) *Procesamiento de pajuelas*

En el Cuadro 2 se tienen datos de dos tipos de diluyentes estudiados, el mejor dilutor en la críoconservación de espermas corresponde al TRIS con 53,5% de viabilidad; lo cual implica, al diluyente

de mayor efectividad de conservación y con mayor viabilidad.

Del Cuadro 2 se destaca las diferencias entre dos tipos de diluyentes (T1 y T2) utilizados, en T1 (TRIS) resulta ser un crío protector impermeable (glicerina, fructosa y yema de huevo) que coadyuvó a sobrevivir a espermatozoides en relación al T2, siendo el T1 superior en conservar la viabilidad de espermatozoides congelados/descongelados, con 53,5%.

Según Kantuta *et al.* (2012), el valor se halla en rangos permisibles y el TRIS constituyó la materia prima en el proceso de pajuelas de la EECh. Actualmente se tienen otros dilutores alemanes (Andromed y Steridyl) con una *excelente* viabilidad (60.0% y 75.5%).

**Cuadro 2.** Espermograma de semen congelado/descongelado, para T1 yT2 a horas 0

N° de colecta	Motilidad espermática		Morfología espermática		Espermatozoides viables	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
1	50	40	81	80	25	20
2	52	42	80	78	26	21
3	55	45	86	82	27	23
4	54	38	83	77	27	19
5	56	40	85	79	28	20
<b>Media</b>	<b>53,5</b>	<b>41</b>	<b>83</b>	<b>79</b>	<b>27</b>	<b>21</b>

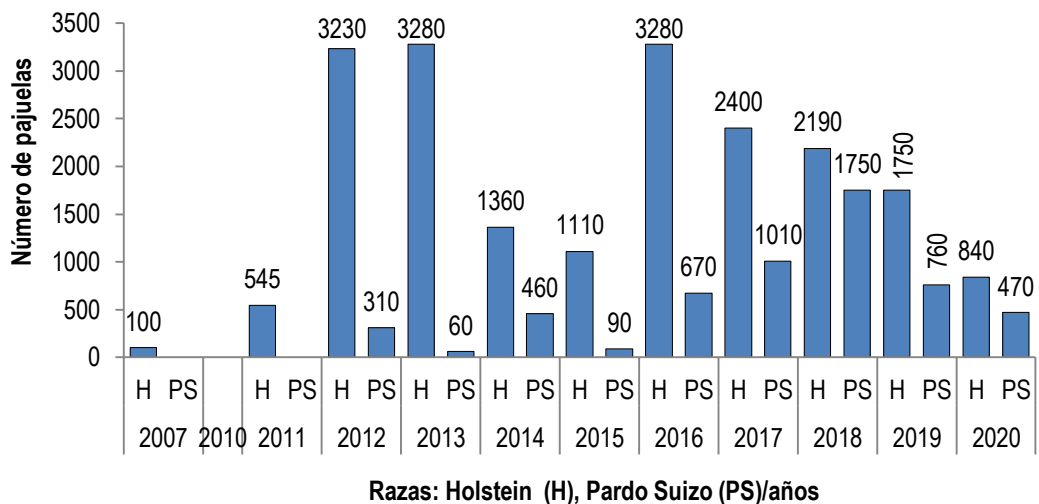
Fuente: Kantuta *et al.* (2012)

### b) Proceso intensivo de pajuelas

La conclusión de la sala de Crío Conservación y con los resultados de viabilidad (60.0% - 75.5%) dio lugar al procesamiento continuo de pajuelas por la creciente demanda de áreas ganaderas del departamento de La Paz; en la Figura 2 se presenta la cuantificación de pajuelas/año.

Experimentalmente el proceso de pajuelas comenzó en la EECh el año 2007, de acuerdo a la Figura 2, se ha llegado a

intensificar desde el año 2008, con las razas Holstein (H) y Pardo Suizo (PS), y a partir del año 2011 se regulariza el procesamiento de **pajuelas o pajillas (P)** llegándose a producir 800 P de la raza H. En los siguientes años, los incrementos fueron bastante significativos hasta llegar a 25.665 P; el mayor número de procesamiento de P por año, corresponde a las razas H con 3.280 P en 2016 y 1750 P de PS en 2018; de acuerdo a los resultados, la media de producción de P es 2.333 P/año.



**Figura 2.** Número de pajuelas procesadas de las razas Holstein y Pardo Suizo en la EECh para el mejoramiento de vacunos de aptitud lechera del año 2007 al 2020

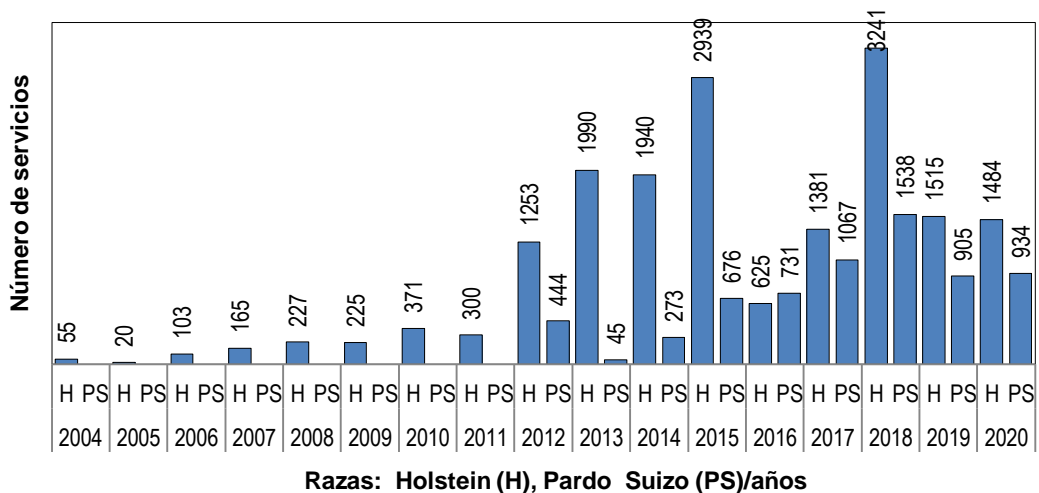
### 3) SERVICIO COMUNITARIO DE INSEMINACIÓN

Con pajuelas procesadas en altura en la EECh de Holstein y Pardo Suizo, se extendió el servicio de IA local y regional. Se contó con técnicos de experiencia en IA; los datos se registran en la Figura 3, que corresponde a 14 años de asistencia continua. Según estándares de calidad, exigidas por normas en reproducción animal, va de 50% a 70%. En los inicios se obtuvo una viabilidad de 53,5% y desde cinco años atrás, se incrementó hasta 75.0%; al respecto Araujo y Quintero (2017) indican que la IA, pese a poseer menor tasa de preñez que el encaste natural (cerca al 70%), se ha transformado en la última década en la técnica preferida por ganaderos.

De la Figura 3 se extrae el concurso de un centenar de comunidades a lo largo de más de una década con atención continua en los municipios de las provincias Aroma, Los Andes, Ingavi, Omasuyos y El

Alto del departamento de La Paz, La producción acumulada de P hasta el año 2020, llegó a 25.665 P de las razas Holstein y Pardo Suizo y las atenciones a los municipios indicados en el servicio de IA, alcanzaron a 24.447 P; en términos porcentuales, el empleo de P procesadas fue de 95.25%, lo cual se considera muy eficiente desde el punto de vista social, técnico y económico.

Los datos de las P proveídas (servicios) en la Figura 3, corresponden a 15 años de labor y atención continua, donde se evidencia la preferencia de P de la raza Holstein entre los ganaderos de la región, con 17.687 P (72.67%), en tanto las P de Pardo Suizo utilizadas en IA, fue de 6613 P (27.33%); esta menor preferencia se debe probablemente a la población reducida de Pardo Suizo en áreas más semi-áridas de la región, como es el caso del municipio de Patacamaya. Es pertinente aclarar que el costo de las pajuelas osciló -en la EECh- de Bs. 20 a 25 por pajilla.



**Figura 3.** Número de servicios de IA en la mejora genética de vacunos de las razas Holstein y Pardo Suizo a nivel departamental (Aroma, Los Andes, Ingavi, Omasuyos y El Alto, desde el año 2004 a 2020)



Con el suministro de más de 24.200 P a las zonas ganaderas del altiplano, por más de 15 años, se establece la participación directa y positiva de la UMSA, en el mejoramiento de vacunos de aptitud lechera, bajo las condiciones inhóspitas del Altiplano Boliviano, mediante el procesamiento de pajuelas de calidad registrada, para la mejora del bienestar de las familias rurales, mismas que se hallaban descapitalizadas por el abandono del Estado.

#### 4) CAPACITACIÓN DE PRODUCTORES

El método aplicado en la capacitación de comunarios próximos a la EECh, se basó en la técnica de la FAO (2015), que se puede describir como participativa y sugiere el desarrollo de sesiones grupales, reflexivas, dinámicas, prácticas y evaluativas, con el fin es dinamizar y fortalecer el proceso de aprendizaje con nuevas actitudes y valores como la creatividad y la disciplina. Los cursos se llevaron en la EECh, por los recursos de pernocte, ganado, equipos de audio, etc. Los temas impartidos en los cursos fueron la mejora genética de aptitud lechera, producción y manejo de forrajes, alimentación y procesos de derivados lácteos. En los eventos participaron docentes de zootecnia, veterinaria, forrajes, economía y un tecnólogo en lácteos.

La aplicación de esta técnica, jugó un rol elemental en la educación de 360 productores a lo largo de dos años en el distrito III del municipio de Viacha; lo cual validó la difusión y el empleo de la IA a nivel regional; sin ello, pudo ser difícil la aplicación de la IA, por la renuencia demostrada por los ganaderos de emplear pajuelas, por las malas experiencias en el pasado (alta tasa de mortalidad en terneras recién nacidas).

### Conclusiones

- La técnica de capacitación participativa a nivel productor, en la mejora genética y sus componentes, jugó un rol significativo en la aplicación del empleo y servicio de IA en vacunos, traspasando los límites establecidos de la provincia Ingavi.
- La compra de pajuelas de raza Holstein (Perú), marcó la primicia de la biotecnología reproductiva mediante la IA, para el logro de las metas propuestas en la EECh.
- La seriedad demostrada por los técnicos del área, en 14 años de labor continua, permitió procesar 25.665 pajuelas de las razas Holstein y Pardo Suizo, con una viabilidad bastante satisfactoria en los últimos cinco años, de 60.0% a 75.5%.
- Los servicios de IA, a través de la entregas de pajuelas a lo largo de 15 años, totalizan 24.447 pajillas, de las cuales un 80.35% corresponde a la raza Holstein y un 19.65% a la raza Pardo Suizo, empleadas en las provincias Aroma, Ingavi, Los Andes, Omasuyos y en el municipio de El Alto.

### Referencias citadas

- Araujo A., Quintero A. 2017. Aplicación de biotecnología reproductiva en bovinos en la región Caribe colombiana. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Programa de Zootecnia. Valledupar. Colombia.
- FAO. 2015. Guía de capacitación en temas agrícolas para agricultores familiares. Managua, Nicaragua.



- Giraldo J. 2008. Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. Revista Lasallista de Investigación.
- Gutiérrez N. 2014. Hablando de reproducción monta natural vs. inseminación artificial (ventajas y desventajas). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) 2019. La Paz, Bolivia. *En línea*. Disponible en: [www.ine.gob.bo](http://www.ine.gob.bo) Consultado el 23 de mayo de 2019.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) 2022. La Paz, Bolivia. *En línea*. Disponible en: [www.ine.gob.bo](http://www.ine.gob.bo) Consultado el 26 de agosto de 2022.
- Kantuta E., Soliz B., Nogales M. 2012. Análisis de dos diluyentes en la crío conservación de semen bovino en la Estación Experimental Choquenaira. En: Memoria XIX Reunión Nacional de ABOPA. La Paz, 6 al 8 de septiembre de 2012. CIF-UMSS (ed.). p. 289-296.
- Montes de Oca I. 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. 3ra. ed. Ed. EDOBOL. La Paz, Bolivia.
- Ramírez L., Díaz A., Román R. 2014. Intensidad del celo espontáneo y fertilidad de las vacas en dos fincas con ganadería mestiza de doble propósito. Rev. Fac. Cienc. Vet. Vol. 55 Nro. 2. Maracay, Venezuela.
- Ríos A., Martínez G., Calderón R., Montero M. 2021. Logros, retos y perspectivas de la investigación en mejoramiento genético de bovinos productores de carne en el INIFAP. Revista Mexicana de Ciencias pecuarias 12(1): 1-22.
- Rojas R. 2012. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Diciembre de 2012. *En línea*. Disponible en: [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)
- Marizancén M., Artunduaga L. 2017. Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. Vol. 8, Nro. 2. p. 247-259. *En línea*. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285365>