

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CARACTERIZACIÓN DE LA GENÉTICA IMPORTADA DE REPRODUCTORES DE
RAZAS CARNICERAS**

por

Juan Andrés CONSTANTÍN TORRES

Gabriel PÍAS ESQUIVEL

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

PAYSANDÚ

URUGUAY

2025

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra.) Ana Carolina Espasandin

Tribunal:

Ing. Agr (Dra.) Paula Alicia Batista Taborda

Ing. Agr (Mag.) Andrea Larracharte Cardoso

Ing. Agr. (Dra.) Ana Carolina Espasandin

Fecha:

12 de diciembre de 2025

Estudiante:

Juan Andrés Constantín Torres

Gabriel Pías Esquivel

AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora Ing. Agr. PhD Ana C. Espasandin por guiarnos y apoyarnos durante este trabajo final de grado.

Al Dr. Daniel Queirolo por su rol de nexo para la obtención de los datos con los que se realizó este trabajo.

Al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay por proporcionarnos los datos que utilizamos en la confección del presente trabajo.

A familiares y amigos que han estado apoyándonos desde el comienzo de nuestra carrera.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Objetivo General	10
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. La ganadería en el Uruguay	11
2.2. Desarrollo de la inseminación artificial	13
2.2.1. La primera importación.....	14
2.2.2. Inseminación artificial en Uruguay	14
2.3. Pasos para la importación de semen	15
2.4. Protocolo Técnico de Inseminación Artificial en Vacas	16
2.5. El tiempo en un sistema ganadero	19
2.6. Hipótesis	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4. RESULTADOS	22
4.1. Análisis general de las importaciones de semen bovino (2020–2024)	22
4.1.1. Volumen total de importaciones y principales países de origen.....	22
4.1.2. Evolución anual del volumen importado.....	23
4.2. Distribución de las importaciones según raza	24
4.2.1. Razas cárnicas predominantes: Aberdeen Angus y Hereford	24
4.2.2. Razas cárnicas secundarias	25
4.3. Relación entre país de origen y raza	26
4.3.1. Distribución porcentual de las importaciones por país y raza.....	26
4.4. Análisis dentro de raza	27
4.4.1. Raza Aberdeen Angus.....	27
4.4.2. Raza Hereford.....	28
5. DISCUSIÓN.....	30
6. CONCLUSIÓN.....	32
7. BIBLIOGRAFÍA.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Servicio de Entore tradicional.....	20
Figura 2 Servicio de IATF sincronizada	20
Figura 3 Dosis de semen bovino importadas según país de origen en periodo (2020-2024)	22
Figura 4 Dosis de semen bovino importadas por año y país de origen	23
Figura 5 Dosis de semen importadas de las dos principales razas carniceras.....	24
Figura 6 Dosis de semen importadas de razas carniceras secundarias	25
Figura 7 Distribución porcentual de importaciones de semen bovino por país de origen y raza (2020–2024)	27
Figura 8 Dosis de semen importadas por año y país raza Aberdeen angus periodo (2020-2024)	28
Figura 9 Dosis de semen importadas por año y país raza Hereford periodo (2020-2024).....	29

RESUMEN

Uruguay es uno de los principales exportadores de carne bovina a nivel mundial, sustentado en sistemas de producción mayormente pastoriles y en un rodeo compuesto principalmente por razas británicas como Aberdeen Angus y Hereford. En este contexto, la genética cumple un rol determinante para sostener y mejorar la productividad, por lo que la importación de semen bovino se ha vuelto una herramienta estratégica cada vez más importante para el progreso genético. Sin embargo, existe poca información sistematizada sobre el origen geográfico de estas importaciones y sobre la distribución de las razas involucradas, datos necesarios para evaluar la coherencia entre el material ingresado y las condiciones productivas del país. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el origen de la genética importada por Uruguay entre 2020 y 2024, describiendo los países proveedores, el volumen involucrado y la composición racial del semen adquirido por las principales empresas comercializadoras. Para ello se utilizaron registros oficiales del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), los cuales fueron organizados, depurados y analizados mediante técnicas descriptivas utilizando Microsoft Excel. Los resultados evidencian una fuerte concentración geográfica de las importaciones: Estados Unidos y Argentina aportaron conjuntamente más del 85 % de las 1.416.069 dosis ingresadas en el período. Estados Unidos se posicionó como el principal origen, mientras que Argentina se mantuvo como un proveedor estable y relevante. En contraste, países como Australia, Canadá, España, Alemania e Inglaterra mostraron participaciones mucho menores y, en la mayoría de los casos, discontinuas. Respecto a las razas, el análisis confirma la predominancia absoluta de Aberdeen Angus y Hereford, que constituyen la base genética del rodeo nacional. Angus mantuvo una tendencia estable cercana a 200.000 dosis anuales, con fuerte predominio de genética estadounidense. En el caso de Hereford, aunque Estados Unidos también fue el principal proveedor, Australia tuvo un aporte destacado en 2022, año en que esta raza alcanzó su máximo volumen de importaciones. Además, se observa una incipiente diversificación genética mediante la incorporación de razas sintéticas como Brangus y Braford, provenientes casi exclusivamente de Argentina, y de razas especializadas como Wagyu, cuyo ingreso aumentó recientemente. Estos patrones reflejan una marcada dependencia de fuentes genéticas desarrolladas en sistemas intensivos, muy distintos al modelo pastoril extensivo uruguayo, lo que plantea desafíos vinculados a la interacción genotipo por ambiente. Materiales evaluados bajo condiciones intensivas pueden no expresar completamente su potencial en ambientes pastoriles, lo que resalta la necesidad de contar con mecanismos de validación local. En conclusión, el estudio ofrece una caracterización detallada de la dinámica reciente de las importaciones de semen bovino, evidenciando la concentración de orígenes, la preponderancia de razas británicas y la creciente diversificación genética. Se destaca la importancia de complementar la importación con evaluaciones nacionales que aseguren la adaptación y el desempeño bajo las condiciones productivas del país.

Palabras clave: genética bovina, importaciones de semen, razas carniceras, Uruguay, interacción genotipo-ambiente

ABSTRACT

Uruguay is an important exporter of beef, supported by predominantly pasture-based production systems and a national herd composed mainly of British breeds, particularly Aberdeen Angus and Hereford. In this context, genetics plays a key role in sustaining and improving productivity levels, making the importation of bovine semen an increasingly important strategy for genetic progress. However, there is limited systematized information regarding the geographic origin of imported semen and the breed composition, information that is essential for evaluating whether the genetic material introduced aligns with the country's production conditions. The objective of this study was to characterize the origin of genetic material imported by Uruguay between 2020 and 2024, identifying the main supplying countries as well as the volume and breed distribution of the semen commercialized. Official records from the Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) were used as the primary data source. These records were organized, cleaned, and analyzed using descriptive statistical methods supported by Microsoft Excel. Results show a strong geographic concentration of imports: the United States and Argentina jointly provided more than 85% of the 1,416,069 semen doses imported during the period. The United States remained the dominant supplier, while Argentina consistently contributed a significant share. Other countries—such as Australia, Canada, Spain, Germany, and England—displayed much lower and often irregular participation. Regarding breed composition, the findings confirm the predominance of Aberdeen Angus and Hereford, which form the genetic foundation of the Uruguayan beef herd. Angus imports remained stable at around 200,000 doses per year, with the United States as the main source. In the case of Hereford, although the United States also led, Australia played a notable role in 2022, when this breed reached its peak volume of imports. A gradual diversification of genetic sources was also observed, with the incorporation of synthetic breeds such as Brangus and Braford—almost exclusively sourced from Argentina—and specialized breeds such as Wagyu, which increased its presence in recent years. These patterns reveal a marked dependence on genetic sources developed under production systems that differ from Uruguay's extensive pastoral model. This raises challenges related to genotype $\times$ environment interactions, since materials evaluated under intensive conditions—particularly in the United States—may not fully express their genetic potential under pasture-based systems. This highlights the need for local validation mechanisms to ensure the adaptive performance of imported genetics. In conclusion, this study provides a detailed characterization of Uruguay's recent bovine semen import trends, principally from intensive systems, the predominance of British breeds, and the emergence of genetic diversification. The results reinforce the importance of complementing imported genetics with national evaluation and selection programs that ensure adaptation to Uruguay's production environment, promoting sustainable genetic progress aligned with the country's pastoral systems.

Keywords: bovine genetics, semen importation, beef breeds, Uruguay, genotype-environment interaction

1. INTRODUCCIÓN

Uruguay se caracteriza por ser uno de los principales productores de carne bovina del mundo. En el año 2024 se exportaron 490,000 toneladas de carne, representando 2,000 millones de dólares (*Ingreso de divisas por exportaciones cárnicas*, 2024). Para lograr estos niveles productivos, el rubro se basa en un sistema ganadero principalmente a cielo abierto, debido a las condiciones climáticas y edafológicas que presenta la región. Por otro lado, para la terminación se puede optar por dos opciones: realizarla en corrales de engorde, con la utilización de concentrados energéticos y proteicos, o bien, a campo con la utilización de pasturas. Una de las ventajas comparativas que caracterizan el sistema productivo en Uruguay es el control del rodeo bovino, el cual cuenta con un sistema de trazabilidad electrónico que permite identificar cada animal, logrando una trazabilidad a lo largo de la vida del animal y, sobre todo, de la cadena cárnica. La ganadería fue evolucionando desde la introducción del bovino criollo por Hernandarias hasta la actualidad, con ejemplares de alta genética a nivel mundial en razas como Hereford y Angus, que hoy son las dominantes en el rodeo nacional. La genética tiene un rol muy importante en la producción, y debido a esto, las importaciones de materiales genéticos son una herramienta muy utilizada en la búsqueda de lograr un mayor progreso genético. Hoy en día no se tiene claro cuál es el origen geográfico, ni tampoco el porcentaje que ocupa cada raza dentro de dichas importaciones.

Al importar materiales genéticos de otros países, nos enfrentamos a la incertidumbre de cómo se comportará ese material en nuestro ambiente, debido a la interacción que existe entre el genotipo y el ambiente, la cual afecta todos los procesos biológicos, provocando una respuesta diferencial de los genotipos a los cambios ambientales. Este fenómeno es uno de los componentes principales de la adaptación de las especies a los ambientes en los que se desarrollan (Abadie & Ceretta, 2001). Esto puede hacer variar el comportamiento de un material genético que tiene un buen desempeño en su país de origen, provocando que un material con buen desempeño en su lugar de origen no logre ese mismo desempeño en Uruguay. Por eso, es necesario saber de dónde provienen estos animales, las condiciones ambientales en las que fueron sometidos y cómo se evaluaron.

Este trabajo busca caracterizar el origen del material genético importado por las principales empresas de Uruguay, con respecto a las principales razas carniceras.

1.1 Objetivo General

- Evaluar el origen de la genética importada en nuestro país para las principales razas productoras de carne

1.2 Objetivos específicos

- Describir los países de procedencia de la genética importada en ganado de carne en Uruguay
- Describir el número de dosis importadas para cada raza y analizar la evolución durante el quinquenio evaluado.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. La ganadería en el Uruguay

Desde la introducción de la ganadería por Hernando Arias de Saavedra (Hernandarias), quien en 1611 fue autorizado por el rey de España introduciendo las primeras cabezas de ganado cimarrón que precedía de sus estancias en Santa Fe catalogando al territorio como de gran provecho para la cría de ganado por la calidad de sus tierras (Instituto Nacional de Carnes [INAC], 2011). posteriormente siguieron ingresando de la mano de Hernandarias en 1617 con la llegada de más ganado que fue introducido en la zona de lo que actualmente es el departamento de Colonia, más precisamente por el arroyo de las vacas (INAC, 2011).

En el siglo XVIII se otorgan tierras para ser explotadas y se empieza a dar la denominación de estancias; se instala un reglamento de libre comercio donde aparte del cuero se comercializa la carne, la grasa y las astas, y también se instalan en 1781 el primer saladero en la actual zona de Colonia y en 1798 el primer matadero (INAC, 2011). Se produce un gran avance en el siglo XIX, se da el reglamento de Tierras que realiza José Gervasio Artigas, repartiendo territorio entre patriotas, se da un aumento de la existencia bovina llevando que aumente el número de saladeros (INAC, 2011). En 1852 se realiza el primer censo agropecuario y en 1863 se instala la compañía Liebig 's la cual produce extracto de carne y corned beef (INAC, 2011).

En 1865 se produce un gran salto genético debido a que los hermanos Carlos y Roberto Young importan reproductores de raza Hereford desde Inglaterra hacia su estancia Averías” y “La Torre Alta”, en 1886, Eduardo Zorrilla inscribe los primeros registros de pedigree y en 1888 en la estancia “Los Merinos” nace el primer animal de pedigree uruguayo (Mestre, 2021). En cuanto a la raza Aberdeen Angus en 1888 se inscribe en los registros de la Asociación Rural del Uruguay el primer producto importado por Luis Mongrell proveniente de una importación desde Inglaterra, posteriormente se realizan importaciones desde Argentina y en 1919 desde Estados Unidos (Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus del Uruguay, s.f.).

Desde los animales que introdujo Hernandarias o las primeras importaciones de bovinos Hereford y Angus a los reproductores actuales a habido un gran progreso genético como se evidencia en la Exposición Rural del Prado 2024 a la cual se presentaron 320 animales Angus y 215 Hereford (Mestre, 2024).

Una de las herramientas más importantes que contribuyen con el progreso genético son las evaluaciones genéticas.

En Uruguay las evaluaciones genéticas poblacionales comienzan a partir de la década del 90 donde se comienzan a utilizar los datos en Angus y Hereford (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA] & Asociación Rural del Uruguay [ARU], 2013). Los datos estandarizados son llevados adelante por el sistema de registros genéticos (SRgen), desarrollado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la sociedad de criadores de la raza. Esta herramienta permite almacenar los datos de forma estandarizada y confiable, así como generar valores genéticos presentados como Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP).

La evaluación genética es un factor clave en el avance de la productividad animal; para poder detectar a los animales genéticamente superiores se deben realizar evaluaciones poblacionales. La evaluación genética es el proceso mediante el cual son obtenidos los valores genético-aditivos de cada animal para caracteres de importancia económica en los diferentes sistemas de producción la cual consiste en predecir el valor genético de los animales. Esto se logra a través del uso de la información productiva y genealógica de los animales, neutralizando aquellos efectos ambientales (nutrición, manejo, época del año) que afectan la producción y que no son transmisibles. Con el valor genético del animal es posible calcular la Diferencia Esperada en la Progenie, para una o varias características de interés en forma de un índice (INIA & ARU, 2013). Los datos DEP permiten ver la mejor predicción genética de un animal y a su vez compararlo dentro y entre rodeos, siendo la comparación válida solamente entre animales que pertenezcan a la misma evaluación y raza (Lema et al., 2012).

Cada valor de DEP tiene asociado un valor de exactitud o precisión que nos indica la confianza que tiene el valor genético predicho, calculando en base a la información que se utiliza para estimar el valor (progenie, otros parientes o el propio animal), de la heredabilidad de la característica, como también el número de registros utilizados (Espasandín et al., 2022). El valor de la exactitud varía entre 0 y 1, donde el valor más cercano a 0 indica menor información y el más cercano a 1 mayor. Cuando la exactitud es baja el riesgo asociado a tomar decisiones es mayor por lo tanto mayor exactitud menor riesgo.

Otra herramienta importante a la hora de ver la precisión son las evaluaciones genómicas o genotipado, con el apoyo de marcadores moleculares, estos son regiones específicas del genoma que sirven para diferenciar entre individuos.

El uso de estos tiene varios beneficios como ser una genealogía más precisa, favorece la evaluación de caracteres que se expresan tardíamente, además de obtener un valor de DEP más cercano al real, conjunto con una mayor precisión (Ravagnolo et al., 2022).

Por otra parte, la heredabilidad de los caracteres es considerada en las evaluaciones genéticas, ya que define en gran medida la velocidad con que se observa el progreso genético frente a la selección ejercida (De Villemereuil, 2018)

Todos los parámetros genéticos desarrollados hasta el momento se estiman a partir de individuos que forman parte de poblaciones específicas, sobre las cuales se calculan dichos valores. En este contexto, resulta indispensable considerar los efectos del ambiente en que los animales se desarrollan y la manera en que este interactúa con su composición genética, fenómeno conocido como interacción genotipo por ambiente (GxE).

Esta interacción se manifiesta cuando las diferencias de desempeño entre dos o más genotipos varían según el entorno en el que se evalúan, es decir, cuando un mismo genotipo no mantiene su comportamiento relativo al ser expuesto a condiciones ambientales distintas.

Por tanto, la introducción de genética extranjera en los sistemas de producción nacionales requiere contemplar cuidadosamente la GxE, dado que esta determina en gran medida cómo los animales expresan su potencial genético bajo diferentes condiciones de clima, manejo y alimentación. En sistemas pastoriles como los uruguayos, esta interacción cobra especial relevancia, cuando el material ingresado proviene de condiciones productivas diferentes (Espasandin & Urioste, 2005).

2.2. Desarrollo de la inseminación artificial

La inseminación artificial según Cavestany y Méndez (1993) constituye una herramienta fundamental en la ganadería moderna, ya que permite aprovechar material genético de alta calidad en un número significativamente mayor de hembras que las que un toro podría cubrir mediante servicio natural, así como su uso en diferentes localidades. Esta técnica se basa en la recolección, conservación y deposición del semen en el tracto reproductivo de la vaca, asegurando la fecundación sin necesidad de contacto físico entre los animales.

Su utilización posibilita una mayor difusión del material genético de toros superiores, lo que se traduce en un incremento de la descendencia de alto mérito genético y, en consecuencia, en una aceleración del progreso genético del rodeo. Además, permite el uso de semen proveniente de toros ubicados en cualquier parte del mundo, facilitando la incorporación de líneas genéticas con características productivas o adaptativas específicas sin necesidad de trasladar físicamente al animal (Cavestany & Méndez, 1993).

2.2.1. La primera importación

Según García Pintos (2020) en el año 1964 nacieron en Uruguay los primeros terneros de semen importado, pertenecientes a la raza Jersey proveniente de una donación que realizó la corona británica a los criadores de esta raza en Uruguay. Posteriormente se realizó la primera importación en el año 1969 por parte de una empresa llamada Carnation del Uruguay Ltda, liderada por su director Hugo Larrosa. Se importaron aproximadamente 300 dosis con un valor total aproximado de US\$ 3.000 incluyendo a las razas Holando, Jersey, Hereford y Angus. Esta primera gran importación marcó un hito en nuestro país, debido a que los hijos de estas primeras dosis, fueron expuestos en la rural del prado mostrando diferenciales importantes que los llevaron a ganar todos los premios (García Pintos, 2020).

Los trámites para la primera importación demoraron aproximadamente dos años, dado que era necesaria la creación de controles sanitarios, fiscales y gubernamentales que hasta el momento no habían sido necesarios (García Pintos, 2020). Posteriormente estos controles fueron trabajados considerando otros aspectos y en 1971 el MGAP decide restringir la importación de semen solo para uso exclusivo de animales de pedigree (García Pintos, 2020). Quien emitía estos permisos era la Asociación Rural del Uruguay (ARU), teniendo en cuenta la proporción de animales pedigree que poseía cada productor, con un máximo de tres dosis por animal inscripto, finalmente, en el año 1992 el MGAP firma un nuevo decreto en donde permite la libre importación permitiendo a los productores adquirir dosis de semen aun no teniendo animales de pedigree (García Pintos, 2020). Esta nueva resolución lleva potencialmente al logro de significativos cambios genéticos mediante inseminaciones en cualquier rodeo con toros importados (García Pintos, 2020).

2.2.2. Inseminación artificial en Uruguay

En Uruguay, según Durán del Campo (2023) los primeros antecedentes de inseminación artificial datan de la década de 1940 y se desarrollaron inicialmente en lanares. Esta etapa pionera fue impulsada por A. Fernández Goycochea, productor rural comprometido con la innovación tecnológica, y por el Dr. Juan C. Gutiérrez Fabre,

médico veterinario dedicado a la investigación científica, quienes promovieron los primeros trabajos experimentales y comerciales sobre la técnica en el país. Otros impulsores fueron los veterinarios: Jaunsolo, Riet y Echenique que se dedicaron a la investigación y publicación de los primeros resultados obtenidos. En 1943-1944 el Dr. D Jaunsolo comienza con esta práctica en vacunos, a pesar de generar en la época demasiada incertidumbre por parte de los productores. No solamente era difícil convencerlos acerca del salto genético que podía llegar a producir en un rodeo y de las ventajas generadas, sino también había que contestar interrogantes sobre si los terneros nacidos de Inseminación Artificial serían más débiles respecto de los hijos de monta natural, tanto en su vida temprana como en su funcionamiento como futuros reproductores (Durán del Campo, 2023). Hasta el año 1960 la IA en la ganadería bovina avanza de forma muy lenta, siendo practicada solamente en la raza Hereford y en menor grado en razas lecheras (Durán del Campo, 2023).

Uno de los mayores desafíos era la extracción de semen la cual se realizaba en animales planteleros que competían en la exposición del Prado. Esta técnica consistía en que el toro montara un caballete cubierto con un cuero y una vagina artificial que simula ser una vaca. El sistema complicaba la recolección del semen debido a que en la mayoría de los casos los toros no sabían montar debido a que nunca habían tenido contacto con vacas. Con el tiempo esto fue cambiando, a través del avance y la investigación se logró la extracción mediante masajes en las vesículas seminales vía rectal o recurrir al electroeyaculador (Durán del Campo, 2023). Luego de la extracción no se realizaba ningún tipo de prueba, no pasaba por el examen microscópico, tampoco test de concentración, morfología y motilidad espermática, y el semen era conservado en una heladera a una temperatura de 5°C por un tiempo máximo de 72 horas (Durán del Campo, 2023). No obstante, con el paso del tiempo se empezaron a implementar soluciones a estos inconvenientes.

2.3. Pasos para la importación de semen

En nuestro país, para realizar la importación de genética, en este caso semen bovino, se debe realizar la presentación de una nota o escrito, solicitando la importación de bióstatos dirigida al director de sanidad animal y a su vez, presentar un formulario de solicitud de importación de semen, óvulos o embriones. El trámite se puede realizar vía web a través de la página del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) que se dirige al portal del Sitio oficial de la República Oriental del Uruguay o también presencial en oficinas del MGAP (Porley Casavieja, 2023).

Según Porley Casavieja (2023), los pasos necesarios para realizar la importación de semen bovino son los siguientes

1. El primer requerimiento necesario para poder realizar el trámite en línea, es contar con un usuario de cuenta ID Uruguay válido

2. Acto seguido, es generar una nota solicitando la importación de bióstatos dirigida al Director de sanidad animal a su vez con esto mismo se presenta el formulario sanitario correspondiente que viene firmado desde destino. Las empresas que están constantemente importando, a lo largo del año, tienen un despachante de aduana, que se encarga de todos los trámites en el proceso.

3. Seguidamente de la presentación de la documentación mencionada, un funcionario de la mesa de entrada (del MGAP) revisa la solicitud y le asigna un número de expediente.

4. Posteriormente se evalúa la entrega o no de la autorización solicitada por la empresa o el ciudadano.

5. Una vez que la importación llega al país, y antes de que la empresa importadora abra los termos, un inspector del MGAP debe revisar e inspeccionar los termos, ya que estos vienen con un precinto el cual es cortado por el mismo, estando presente en la apertura del mismo verifica que lo que haya adentro es lo que se pidió en el extranjero.

6. El inspector del MGAP genera un documento donde deja constancia que inspeccionó la mercadería proveniente del extranjero.

7. Queda habilitada la mercadería para la venta al público.

2.4. Protocolo Técnico de Inseminación Artificial en Vacas

Según DeJarnette y Nebel (2004) estos son los pasos para la inseminación

1. Preparación del animal y del entorno

Antes de iniciar el procedimiento, el animal debe ser inmovilizado en un lugar seguro, cómodo y protegido. El objetivo es minimizar el estrés y prevenir movimientos bruscos que puedan generar lesiones o dificultar la técnica.

2. Posición del operador

Debido a la ubicación anatómica del rumen en el lado izquierdo, se recomienda que el operador:

- Introduzca la mano izquierda en el recto para guiar el cuello uterino (cérvix).
- Utilice la mano derecha para manipular la pistola de inseminación.

3. Preparación del área vulvar

1. Calmar al animal y levantar suavemente la cola con la mano derecha.
2. Con la mano izquierda, provista de guante obstétrico lubricado, realizar un masaje en el ano para relajar la musculatura rectal.
3. Limpiar cuidadosamente la vulva con papel o toalla limpia, eliminando toda suciedad o estiércol, evitando introducir material contaminante en el canal vaginal.

4. Introducción de la pistola

- Con la mano derecha, presionar verticalmente la vulva para abrirla e introducir la pistola unos centímetros en ángulo ascendente ($\approx 30^\circ$), evitando el ingreso por la uretra.
- Avanzar hasta encontrar resistencia firme correspondiente a la cervix, estructura de tejido conectivo denso con tres o cuatro anillos concéntricos y forma cónica.
- El cervix constituye el punto de referencia anatómico y suele ubicarse en la base de la cavidad pélvica.

5. Maniobras rectales de guía

Con la mano izquierda dentro del recto:

- Palpar el cérvix y guiar su movimiento sobre la pistola, nunca al revés.
- Si existen contracciones rectales, relajar mediante masajes circulares.
- En caso de que el tracto reproductor se retraiga, empujar la cérvix hacia adelante para eliminar pliegues vaginales y facilitar el avance del aplicador.
- La pistola debe avanzar suavemente, guiada por los dedos que palpan los anillos cervicales hasta atravesarlos completamente.

6. Depósito del semen

- Una vez atravesada el cérvix, la pistola se moverá libremente, indicando su posición en el cuerpo uterino.
- Verificar con el dedo índice la ubicación de la punta y depositar el semen justo al pasar el cérvix, presionando el émbolo sin mover la pistola.
- Si el semen se deposita a más de 2–3 cm (una pulgada) después del cérvix, puede dirigirse a un solo cuerno uterino, reduciendo la tasa de concepción.
- En caso de dificultad para posicionar correctamente la punta, es preferible depositar en un cuerno antes que dentro del cérvix.
- Si se detecta mucosa cervical espesa o pegajosa, esto puede indicar gestación, por lo que se recomienda colocar el semen en el segundo anillo cervical.

7. Retiro y control final

- Retirar cuidadosamente la pistola y luego la mano del recto.
- Verificar que no haya presencia de sangre, pus o fugas de semen.
- Limpiar el área vulvar y descartar adecuadamente los materiales utilizados (guantes, fundas, aplicadores).

El uso correcto de la técnica de inseminación artificial permite maximizar la eficiencia reproductiva, optimizar el uso de semen de alto valor genético, además de reducir los intervalos entre partos y mejorar el retorno económico del sistema productivo (DeJarnette & Nebel, 2004)

2.5. El tiempo en un sistema ganadero

En los sistemas de cría bovina, el objetivo principal es obtener un ternero por vaca por año, buscando maximizar la eficiencia reproductiva y, en consecuencia, la rentabilidad del sistema productivo. En Uruguay, la tasa de preñez promedio es del 73% y la tasa de destete alcanza el 62%, valores que representan una de las principales limitantes para lograr dicho objetivo (Mederos et al., 2022).

Estos resultados se explican por diversos factores que afectan la eficiencia reproductiva, tales como el estado nutricional, la condición corporal, el anestro posparto y el momento del entore, entre otros. Dichos factores influyen directamente sobre el intervalo entre partos (IIP), de modo que, a mayor duración de este intervalo, menor será la cantidad de terneros logrados por vaca entorada en un año.

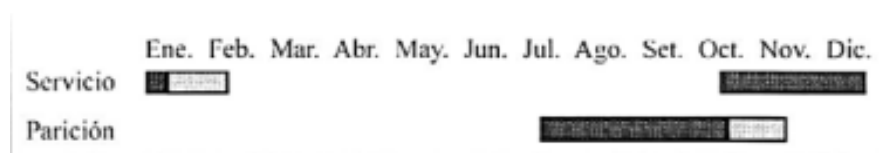
Una tecnología que permite reducir el IIP es la inseminación artificial, que posibilita acortar el período entre servicios y programar con precisión el momento del entore mediante la inseminación a tiempo fijo (IATF). Al sincronizar los celos, el período de partos se concentra en una ventana más corta que la de un entore tradicional, generando terneros más homogéneos en tamaño y edad.

En la (figura 1) se observa cómo, en un entore tradicional de tres a cuatro meses, la ventana de partos se extiende significativamente, lo que puede dificultar el manejo del

rodeo. En cambio, con la aplicación de IATF, ver (figura 2) los partos ocurren en un período más concentrado, lo que constituye una ventaja para el productor, al obtener un lote de terneros más uniforme y de mayor valor comercial.

Figura 1

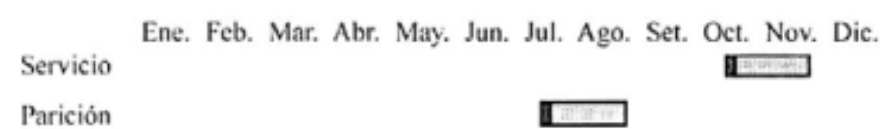
Servicio de Entore tradicional



Nota. Tomada de Peralta et al. (2000).

Figura 2

Servicio de IATF sincronizada



Nota. Tomada de Peralta et al. (2000).

2.6. Hipótesis

Se espera que la mayoría de los materiales genéticos importados provengan de países con sistemas de producción similares al Uruguay

Las razas carniceras con mayor volumen de importación continúan siendo Angus y Hereford.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se basó en el análisis de información proveniente de registros oficiales del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay (MGAP), vinculados a las importaciones de semen bovino realizadas en el período 2020-2024.

Se recopilaron datos correspondientes a información detallada sobre el volumen de importaciones, en términos de número de dosis, razas involucradas y países de origen del material genético. Los datos fueron suministrados por las dependencias competentes del MGAP y utilizados exclusivamente con fines académicos.

La información fue sistematizada y procesada mediante el software Microsoft Excel. En dicha plataforma se efectuaron procedimientos de organización, limpieza y validación de los registros, eliminando duplicaciones o inconsistencias detectadas. Posteriormente, se realizó la clasificación por año, raza y país de procedencia, a fin de generar una base de datos estructurada que permitiera el análisis comparativo.

Con base en esta información, se elaboraron tablas de frecuencia, cuadros resumen y representaciones gráficas que permitieron visualizar las principales tendencias observadas en el período de estudio. El análisis incluyó la determinación de la participación relativa de cada raza y país de origen, así como la evolución temporal del volumen de importaciones, buscando identificar patrones y posibles cambios en la dinámica del mercado genético bovino nacional.

El enfoque metodológico adoptado fue de tipo descriptivo y exploratorio, orientado a la caracterización de las importaciones de semen bovino hacia Uruguay durante el quinquenio considerado.

4. RESULTADOS

En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP, obteniendo datos de las importaciones de semen bovino correspondientes al período 2020–2024. El análisis se organiza en función del origen de las importaciones, las razas involucradas y la evolución temporal del volumen importado

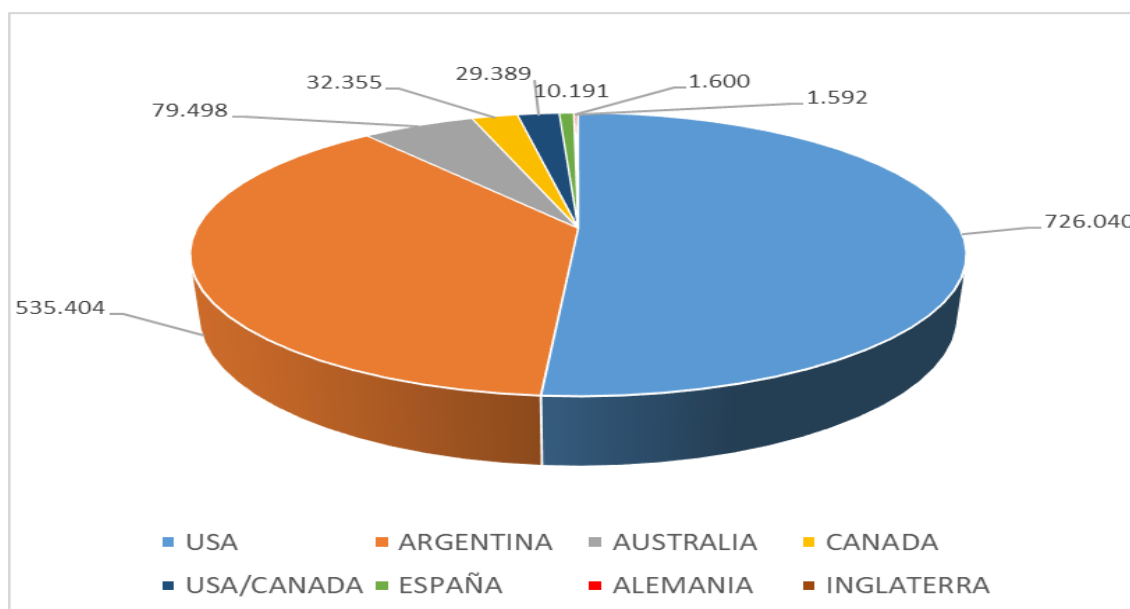
4.1. Análisis general de las importaciones de semen bovino (2020–2024)

4.1.1. Volumen total de importaciones y principales países de origen

Durante el período comprendido entre 2020 y 2024, Uruguay importó una cantidad importante en cuanto a dosis de semen bovino provenientes de distintos países, siendo un total acumulado de 1.416.069 dosis las cuales se obtuvieron en los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Figura 3

Dosis de semen bovino importadas según país de origen en periodo (2020-2024)



Nota. La categoría “USA/CANADA” corresponde a registros en los que no se dispone de información precisa sobre la procedencia del semen, indicando que el origen puede ser indistintamente de Estados Unidos o Canadá. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Tal como se observa en la Figura 3, Estados Unidos fue el principal proveedor, con 726.040 dosis, representando la mayor proporción del total importado. En segundo lugar, se ubicó Argentina, con 535.404 dosis, lo que evidencia una fuerte dependencia de estos dos países para la provisión de material genético según los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

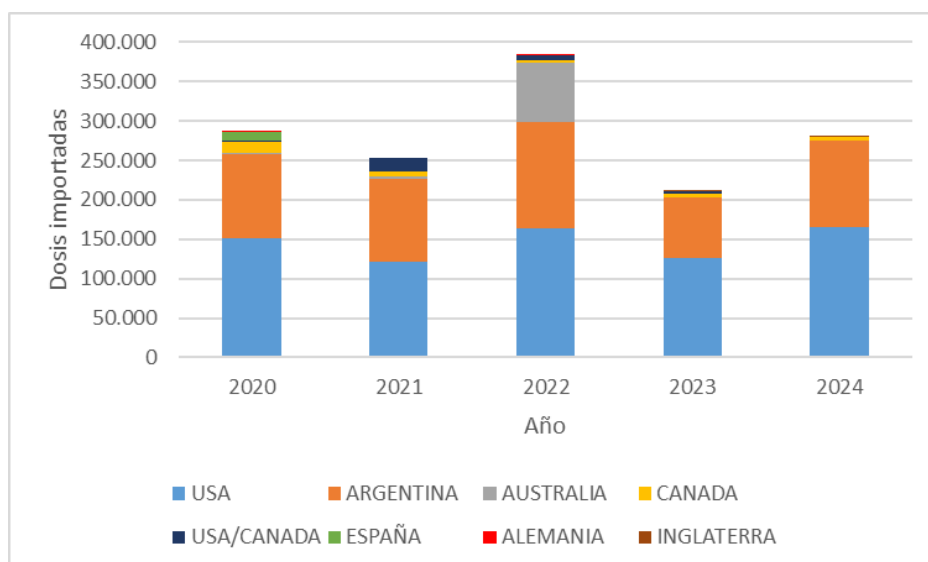
En un segundo grupo de menor participación aparecen Australia (79.498 dosis), Canadá (32.355 dosis), USA/Canadá (29.389 dosis) y España (10.191 dosis). Finalmente, los envíos provenientes de Alemania (1.592 dosis) y por último el de Inglaterra con (1.600 dosis) fueron marginales en comparación con los volúmenes principales observado en los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

4.1.2. Evolución anual del volumen importado

Durante el quinquenio evaluado (2020–2024) se observa, en la Figura 4, que el número de dosis de semen bovino importadas alcanzó su valor máximo en el año 2022, con 383.593 dosis, mientras que el mínimo se registró en 2023, con 212.372 dosis. En los años restantes, el volumen de importación se mantuvo relativamente estable, en torno a las 280.000 dosis anuales, visto en los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Figura 4

Dosis de semen bovino importadas por año y país de origen



Nota. La categoría “USA/CANADA” corresponde a registros en los que no se dispone de información precisa sobre la procedencia del semen, indicando que el origen puede ser indistintamente de Estados Unidos o Canadá. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

En relación con el origen del material genético, Estados Unidos se mantuvo como el principal país proveedor durante todo el período, seguido por Argentina, que también tuvo una participación destacada. Cabe resaltar el aumento puntual en las importaciones procedentes de Australia en 2022, año en el que se registraron 75.800 dosis, lo que representa una excepción dentro de la tendencia general, observando los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2022 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

4.2. Distribución de las importaciones según raza

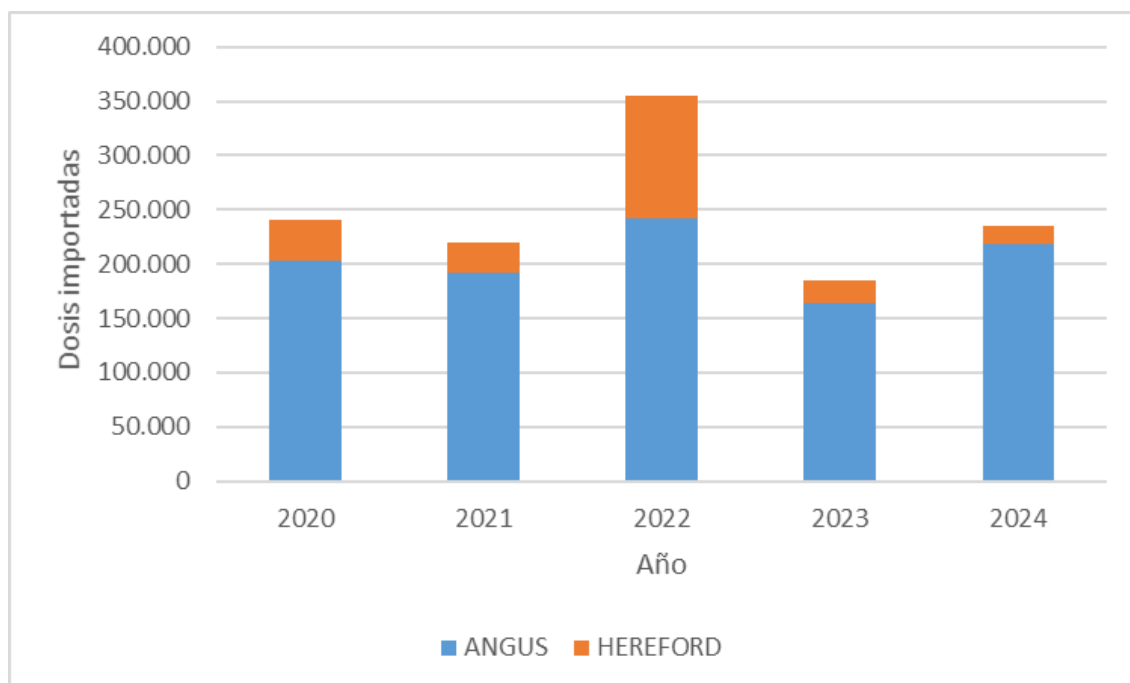
4.2.1. Razas cárnicas predominantes: Aberdeen Angus y Hereford

Dentro de las principales razas cárnicas, se destaca la importación de semen de Aberdeen Angus y Hereford, que constituyen las dos razas predominantes en el rodeo bovino nacional, visto en las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

En la Figura 5 se presenta el total de dosis de semen importadas durante el período considerado, para Angus y Hereford.

Figura 5

Dosis de semen importadas de las dos principales razas carniceras



Nota. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

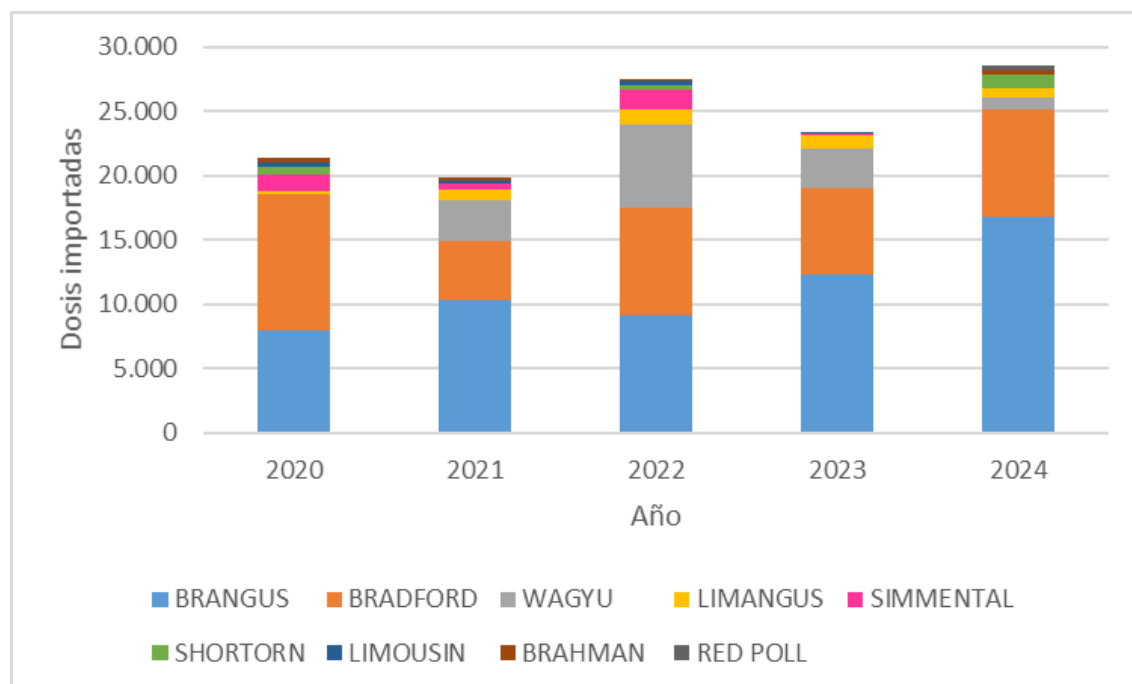
Analizando la Figura 5 se observa que la raza Angus mantiene una tendencia estable a lo largo del período analizado, con valores cercanos a las 200.000 dosis importadas anualmente. En cambio, la raza Hereford presenta una mayor variabilidad, registrando un mínimo de 16.288 dosis en 2023 y un máximo de 113.415 dosis en 2022, lo que refleja fluctuaciones más marcadas en la demanda de material genético de esta raza, analizado en los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2022 y 2023 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

4.2.2. Razas cárnicas secundarias

Excluyendo las dos razas cárnicas de mayor volumen de importación, Aberdeen Angus y Hereford, se destacan otras razas de menor participación en el total importado (Figura 6).

Figura 6

Dosis de semen importadas de razas carniceras secundarias



Nota. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Entre ellas, la Brangus muestra una tendencia creciente a lo largo del período, con un mínimo de 7.975 dosis en 2020 y un máximo de 16.847 dosis en 2024 sin embargo, Bradford se mantiene relativamente estable en torno a las 8.000 dosis anuales, a pesar de una disminución puntual en 2021, teniendo en cuenta los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2022 y 2023 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Desde ese mismo año, se observa la importación ininterrumpida de la raza Wagyu, con un pico en 2022 de 6.500 dosis, lo que indica una creciente incorporación de genética de esta raza. Asimismo, en 2024 aparece por primera vez la raza Red Poll, cuya importación no se había registrado en los años previos, tomado de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2022 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

El resto de las razas consideradas presenta volúmenes menores y fluctuaciones leves, manteniéndose con escasa participación en el total de dosis importadas durante el período analizado en las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

4.3. Relación entre país de origen y raza

4.3.1. Distribución porcentual de las importaciones por país y raza

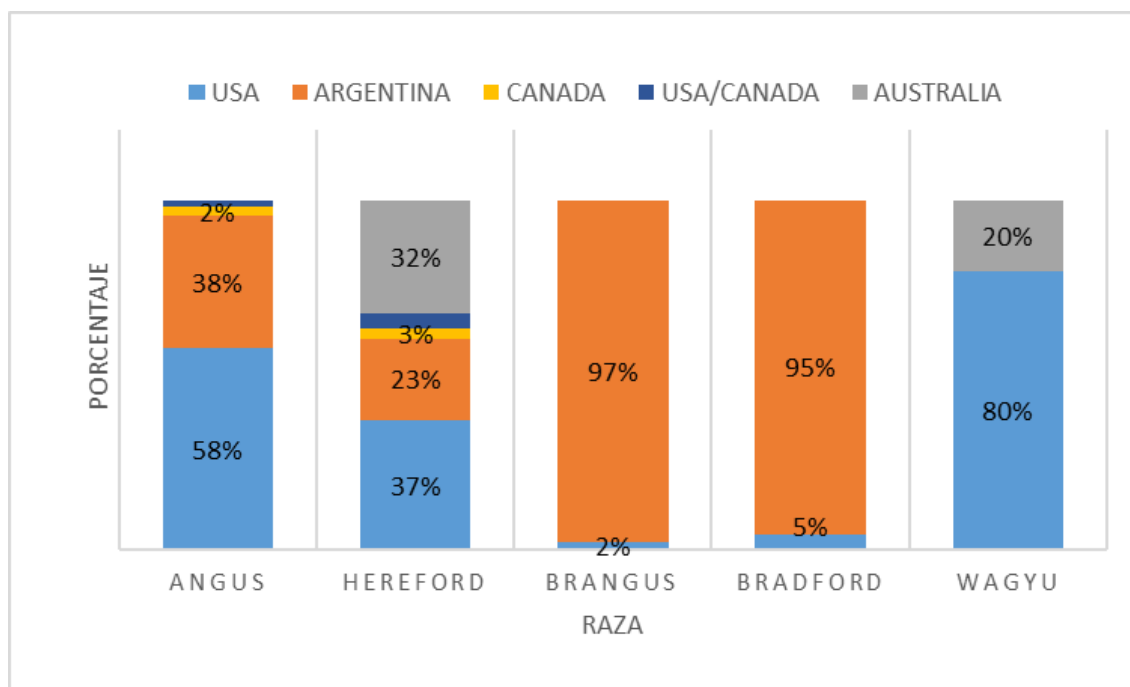
En el quinquenio considerado ver (Figura 7) se presenta la distribución porcentual de las importaciones de semen bovino por país de origen y raza. Se observa una marcada concentración de la genética de las principales razas cárnicas, Angus y Hereford, proveniente principalmente de Estados Unidos y Argentina. En el caso de la raza Angus, Estados Unidos aporta el 58 % de las dosis importadas, mientras que Argentina contribuye con el 38 %, reflejando una fuerte presencia de material genético norteamericano y regional. La raza Hereford presenta un patrón más diversificado: el 37 % de las dosis proviene de Estados Unidos, el 32 % de Australia y un 23% desde Argentina, evidenciando la influencia de estas tres líneas genéticas, analizando las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Respecto a las razas sintéticas, la Brangus muestra una clara dominancia de la genética argentina, con el 97 % de las importaciones, lo que se asocia a la importante base de selección y desarrollo de esta raza en dicho país. De manera similar, la Braford mantiene casi la totalidad de sus dosis importadas desde Argentina (95 %), mientras que Estados Unidos representa el 5 % restante, obtenido de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Por último, la raza Wagyu se caracteriza por su origen mayoritariamente estadounidense (80 %), complementado con un 20 % procedente de Australia, lo que refleja la especialización genética de estos países en programas de mejoramiento orientados a la calidad de carne que brinda esta raza, obtenido de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Figura 7

Distribución porcentual de importaciones de semen bovino por país de origen y raza (2020–2024)



Nota. La categoría “USA/CANADA” corresponde a registros en los que no se dispone de información precisa sobre la procedencia del semen, indicando que el origen puede ser indistintamente de Estados Unidos o Canadá. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

4.4. Análisis dentro de raza

4.4.1. Raza Aberdeen Angus

En la Figura 8 se presenta la evolución del número de dosis de semen bovino por año y país de la raza Aberdeen Angus importadas por Uruguay según el país de origen durante el período 2020–2024. Se observa que Estados Unidos se mantuvo como el principal proveedor en todos los años analizados, con volúmenes que varían entre 94.343 y 139.649 dosis, alcanzando su valor máximo en 2024. Esto confirma la posición dominante de la genética estadounidense en el mercado nacional, tomado de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

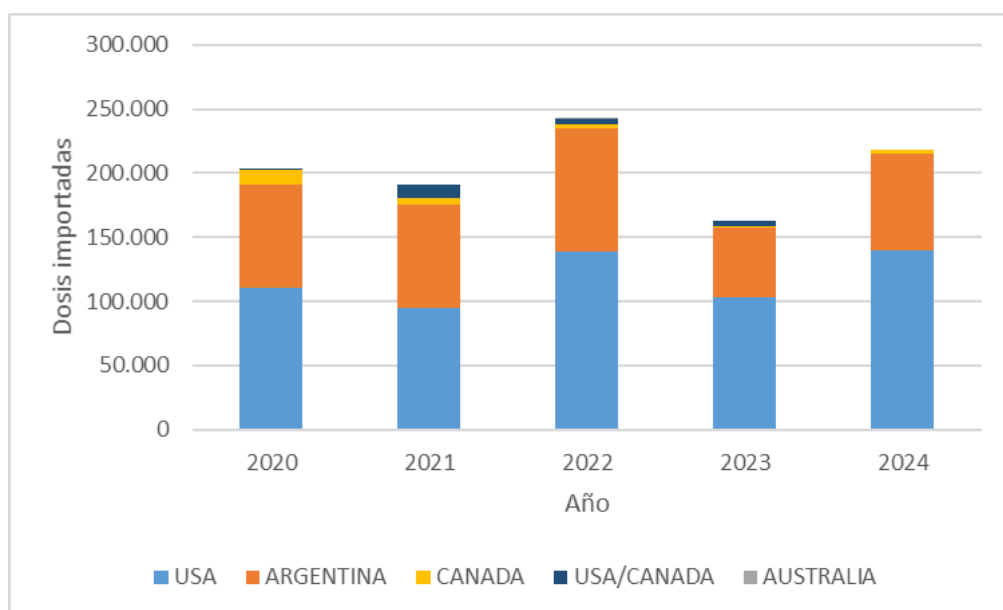
Argentina ocupa el segundo lugar en importancia, con una tendencia más fluctuante a lo largo del quinquenio. Registra un máximo en 2022 con 96.847 dosis, y un mínimo en 2023 con 54.109 dosis. A pesar de estas oscilaciones, mantiene una participación significativa y constante en el abastecimiento de genética regional, visto en las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2022 y 2023 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

En cuanto a los demás países, Canadá presenta volúmenes bajos y decrecientes, con una leve recuperación en 2024 (3.600 dosis). Por su parte, Australia e Inglaterra registran aportes marginales, limitados a 300 dosis en 2022 y 1.200 dosis en 2023 respectivamente, analizado en las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2022 y 2023 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

En términos generales, los resultados reflejan una alta concentración del origen genético para la raza Aberdeen Angus en dos países Estados Unidos y Argentina, que en conjunto explican la gran mayoría de las importaciones durante el período.

Figura 8

Dosis de semen importadas por año y país raza Aberdeen angus periodo (2020-2024)



Nota. La categoría “USA/CANADA” corresponde a registros en los que no se dispone de información precisa sobre la procedencia del semen, indicando que el origen puede ser indistintamente de Estados Unidos o Canadá. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

4.4.2. Raza Hereford

Según se observa en la Figura 9 se presenta la evolución de las importaciones de semen bovino de la raza Hereford por país de origen durante el período 2020–2024. Se observa que la genética procedente de Estados Unidos mantuvo un papel predominante, con volúmenes que varían entre 7.142 y 24.653 dosis, alcanzando su valor máximo en 2020. A partir de ese año, las importaciones provenientes de este país muestran una tendencia descendente, posiblemente asociada a una menor demanda o a la disponibilidad de genética local con características similares, tomado de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Argentina se consolida como el segundo origen más relevante, con un comportamiento más irregular. Registra un máximo en 2022, con 19.559 dosis, y un mínimo en 2023, con apenas 2.639 dosis. Esta variación podría relacionarse con fluctuaciones comerciales y logísticas o con cambios en las preferencias de los criadores uruguayos hacia líneas genéticas específicas, analizado en las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

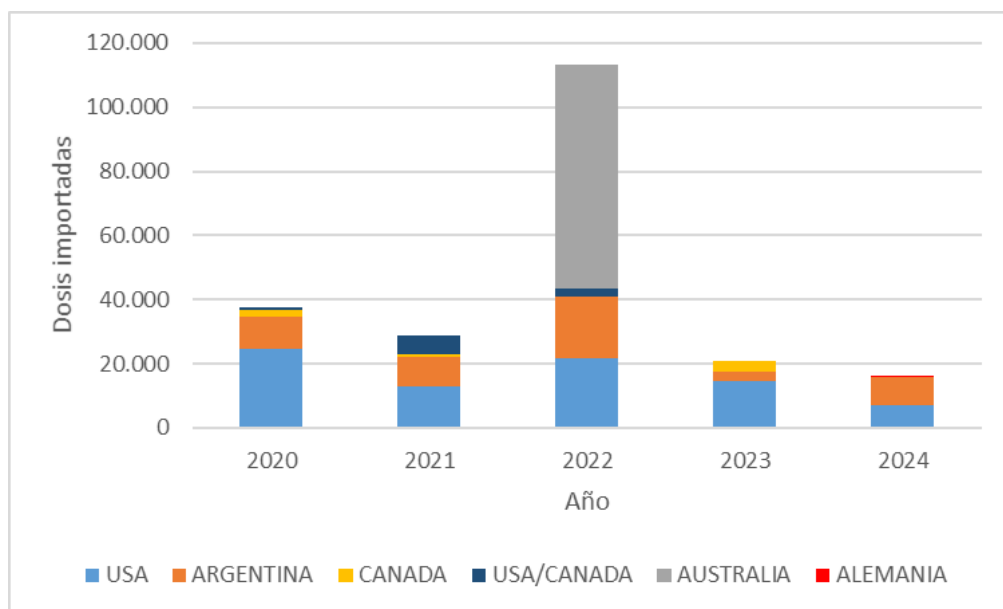
Por su parte, Australia destaca en 2022 como el principal origen alternativo, con una importación excepcional de 70.000 dosis, lo que representa un pico muy marcado dentro del quinquenio, tomado de la memoria anual de la División de sanidad animal del MGAP del año 2022 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

Los demás países presentan volúmenes marginales: Canadá mantiene cifras bajas y discontinuas, con un leve aumento en 2023 (3.600 dosis), mientras que Alemania participa únicamente en 2024, con 400 dosis, representando un aporte menor dentro del conjunto total, tomado de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP del año 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

En conjunto, los resultados indican que la oferta genética de Hereford en Uruguay continúa concentrándose principalmente en Estados Unidos y Argentina, con aportes ocasionales de otros países como Australia.

Figura 9

Dosis de semen importadas por año y país raza Hereford periodo (2020-2024)



Nota. La categoría “USA/CANADA” corresponde a registros en los que no se dispone de información precisa sobre la procedencia del semen, indicando que el origen puede ser indistintamente de Estados Unidos o Canadá. Elaborado a partir de los informes de las memorias anuales de la División de sanidad animal del MGAP de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 (W. Pereira, comunicación personal, 29 de agosto, 2025).

5. DISCUSIÓN

El análisis de las importaciones de semen bovino realizadas entre 2020 y 2024 permite identificar una clara estructura en el mercado genético uruguayo, caracterizada por una alta concentración de los orígenes desde el exterior, y con una marcada dependencia de países del continente americano. Los resultados evidencian que la mayor parte del material genético incorporado al país proviene de Estados Unidos y Argentina, debido a la consolidación de sus programas de mejoramiento genético a escala internacional. Esta concentración, si bien ha contribuido a mantener el progreso genético en caracteres productivos de relevancia, también genera cierta vulnerabilidad en cuanto a la diversidad de fuentes y la adaptación de los materiales a las condiciones locales.

Desde el punto de vista técnico-productivo, la fuerte presencia de genética estadounidense resulta contradictorio, considerando que dicho país desarrolla su ganadería bajo sistemas predominantemente intensivos y con alto nivel de suplementación. Este contexto contrasta con el sistema pastoril extensivo característico de Uruguay, donde la eficiencia de los animales depende en gran medida de su capacidad de adaptación al pasto y a las variaciones estacionales del forraje. Por tanto, la transferencia de genética desde sistemas productivos tan distintos plantea el desafío de evaluar de forma crítica la respuesta de estos materiales bajo las condiciones ambientales locales, en las que la interacción genotipo $\times$ ambiente (G $\times$ E) adquiere un papel determinante en el buen desempeño de los animales. En este sentido, Espasandín y Urioste (2005), evidenció diferencias significativas en el peso al destete entre poblaciones Angus de Uruguay y del sur de Brasil, Demostrando que la evaluación genética internacional puede verse afectada por la variabilidad ambiental entre países; sin embargo, De Mattos et al. (2000), al analizar la raza Hereford, no observaron evidencias de interacción G $\times$ E entre Uruguay y Estados Unidos, a pesar de detectar en esta misma raza diferencias entre el norte y el sur del país (De Mattos et al., 1997).

También en razas británicas, se han reportado evidencias de interacción G $\times$ E al comparar el desempeño en ambientes tropicales y templados, reflejando la importancia de evaluar el comportamiento de las líneas genéticas bajo condiciones de pastoreo extensivo (Cardoso et al., 2001)

Por otra parte, se destaca la baja participación de países con sistemas productivos más similares al uruguayo, como Australia y Nueva Zelanda, a pesar de que estos poseen programas de selección que se adaptan mejor al pastoreo. Esto podría deberse a factores comerciales, logísticos o sanitarios, pero también puede interpretarse como una oportunidad desaprovechada para diversificar el origen de la genética y fortalecer la adaptación del rodeo nacional con genética similar a nuestros sistemas de producción. De forma semejante, las importaciones procedentes de Europa, se mantienen en niveles muy bajos, posiblemente asociadas a mayores costos de importación, barreras arancelarias sanitarias o a una menor promoción de material genético europeo en el mercado local.

En relación con las razas, se reafirma el predominio de Aberdeen Angus y Hereford como base genética del rodeo nacional. Ambas razas mantienen una alta participación y estabilidad en el tiempo, reflejando la preferencia de los productores. Sin embargo, se observa una tendencia progresiva hacia la diversificación genética, evidenciada por el incremento de razas sintéticas como Brangus y Braford, y la incorporación reciente de Wagyu, asociada a la búsqueda de diferenciación y acceso a nichos de mercado con mayor valor agregado. Estas tendencias indican que el sector ganadero uruguayo comienza a explorar alternativas genéticas que combinen rusticidad, eficiencia productiva y calidad de carne.

Las variaciones interanuales detectadas en el volumen de importaciones, particularmente el aumento observado en 2022 y la disminución posterior, podrían atribuirse a factores coyunturales como las condiciones macroeconómicas, la disponibilidad comercial de material genético o los cambios en la política de importación de las empresas.

En síntesis, el panorama observado refleja una dependencia estructural del mercado genético uruguayo respecto a fuentes externas, especialmente del continente americano, lo que representa un escenario con ventajas y riesgos. Si bien el acceso a líneas genéticas de alto mérito contribuye al progreso productivo, su desempeño en condiciones pastoriles no siempre se traduce en mejoras reales de eficiencia. Por este motivo, es fundamental avanzar hacia estrategias de evaluación y validación local que permitan identificar qué materiales genéticos expresan su potencial en los sistemas de producción uruguayos. Complementar la importación con programas nacionales de selección y la generación de datos propios sobre desempeño y adaptabilidad permitirá fortalecer la sustentabilidad y la competitividad del rodeo nacional en el largo plazo.

6. CONCLUSIÓN

El presente trabajo permitió caracterizar las importaciones de semen bovino en Uruguay durante el período 2020–2024, identificando las principales tendencias en cuanto al origen geográfico del material genético y las razas más demandadas por el sector ganadero.

Por su parte aportó a comprender la dinámica actual del mercado genético y su influencia en el mejoramiento de los rodeos nacionales. Los resultados evidencian una alta concentración de las importaciones en dos países: Estados Unidos y Argentina, que en conjunto aportan más del 85 % del total de dosis adquiridas durante el período. Esta tendencia refleja tanto la consolidación de la genética norteamericana en los programas de selección como la cercanía comercial y la afinidad productiva con Argentina.

En cuanto a las razas, la Aberdeen Angus y la Hereford se consolidan como las de mayor participación, reflejando su rol histórico y su adecuada adaptación a los sistemas pastoriles uruguayos. No obstante, se observa un creciente interés por razas sintéticas y especializadas, como Brangus, Braford y Wagyu, que aportan diversidad genética y responden a nuevas demandas de mercado.

El estudio permitió además identificar limitada participación de países con sistemas productivos similares al uruguayo, como Australia y Nueva Zelanda, lo que representa una oportunidad de diversificación futura para incorporar genética más adaptada a condiciones extensivas.

Finalmente, se destaca la importancia de fortalecer las evaluaciones locales de desempeño genético, con el fin de garantizar que los materiales importados expresen su potencial bajo las condiciones de producción nacionales. Integrar la importación con programas de selección y validación propios permitirá consolidar un progreso genético sostenible y adaptado al ambiente pastoril uruguayo, favoreciendo la competitividad del rodeo nacional a largo plazo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abadie, T., & Ceretta, S. (2001). Entendiendo la interacción genotipo $\times$ ambiente: Avances y desafíos. En S. Ceretta, N. Altier, & T. Abadie (Coords.), *Interacción genotipo $\times$ ambiente: Avances y aplicaciones para el desarrollo de la genética vegetal: Coloquio* (pp. 1-2). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4900/1/Coloquio.-Genotipo-x-Ambiente.-2001..pdf>
- Cardoso, F. F., Cardellino, R. A., & Campos, L. T. (2001). Fatores ambientais sobre escores de avaliação visual à desmama em bezerros Angus criados no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(2), 318-325.
- Cavestany, D., & Méndez, J. (1993). *Manual de inseminación artificial en bovinos*. INIA. <https://www.inia.uy/manual-de-inseminacion-artificial-en-bovinos>
- DeJarnette, M., & Nebel, R. (2004). *Inseminación artificial en bovinos*. Select Reproductive Solutions. https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/34099127/inseminacion_artificial-libre.pdf?1404327352=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInseminacion_artificial.pdf&Expires=1763342158&Signature=Aytoa6x7wCgdPKNzYIUy6ffEwQP5VRl4EEhxykwTF5fO4holwfvv8pOLA~c6yd63LI0L4DIS3hRzHujx60QZ-hhxIE7BYJurxJ8HZ~~Cdjp1aXEGYixO9liyWdnbf1EsX5wwAsOZen7cVisMGOzXq5VZC0-7VcEzPEkqbukRdDxzAPIEyHXp2nUGES21~kS2Qi-cUR9PvbDk2t99UaC2I52e8rhhPBIT9MWxqcQG7PB66k7Je2rO92134j8QKCSDNAXU38detvwn4oUF0CWy2fQwmssbppsV9i1GtTBPycl8gPXRZpKgJEmdTjL24eCMb1lgGdSJLZ-Y-hvB0qPEsg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- De Mattos, D., Bertrand, J. K., Herring, W. O., & Benyshek, L. L. (1997). Interacción genotipo–ambiente para peso al destete en una población de ganado Hereford en Uruguay. *Revista Argentina de Producción Animal*, 17(1), 218-219.
- De Mattos, D., Misztal, I., & Bertrand, J. K. (2000). Variance and covariance components for weaning weight for Herefords in three countries. *Journal of Animal Science*, 78(1), 33-37.
- De Villemereuil, P. (2018). Quantitative genetic methods depending on the nature of the phenotypic trait. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1422(1), 29-47. <https://doi.org/10.1111/nyas.13571>
- Durán del Campo, A. (2023). Historia de la inseminación artificial en vacunos en Uruguay. *Revista Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay*, 36(Sup.), 5-23. <https://revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/1286>
- Espasandin, A. C., Larracharte Cardoso, A., & López-Correa, R. (2022). Uso e interpretación de catálogos de reproductores. En Centro Médico Veterinario de Paysandú & Asociación Uruguaya de Buiatría. (Org.), *XLIX Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 123-134). https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/3081/JB2022_123-134.pdf

- Espasandín, A. C., & Urioste, J. I. (2005). Sostenibilidad de los recursos genéticos para producción de carne vacuna en pastoreo: Considerando la interacción entre genotipos y ambientes. *Agrociencia (Uruguay)*, 9(1-2), 569-578.
<https://www.acuedi.org/ddata/5719.pdf>
- García Pintos, M. (2020). A 50 años de su llegada, cómo fueron las primeras importaciones de semen de Uruguay. *El Observador*.
<https://www.elobservador.com.uy/nota/a-50-anos-de-su-llegada-como-fueron-las-primeras-importaciones-de-semen-de-uruguay--20201135051>
- Ingreso de divisas por exportaciones cárnicas será similar al de 2023 y aumentó el consumo de proteína animal.* (2024, 12 de diciembre). INAC
<https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/ingreso-divisas-exportaciones-carnicas-sera-similar-2023-aumento-consumo>
- Instituto Nacional de Carnes. (2011). *Historia de la ganadería uruguaya*.
<https://www.inac.uy/innovaportal/file/6103/1/suplemento-escolar-numero-3.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria & Asociación Rural del Uruguay. (2013). *Evaluaciones genéticas bovinas*. <https://www.geneticabovina.com.uy/>
- Lema, M., Ravagnolo, O., & Montossi, F. (2012). Tecnologías de la información al servicio de la mejora genética animal: INIA desarrolló software SRGen para la cabaña nacional. *Revista INIA*, (31), 14-19.
https://www.geneticabovina.com.uy/archivos/Revista_INIA_31.pdf
- Mederos, A., Faliveni, C., & Dutra, F. (2022). Estudio sobre las pérdidas reproductivas en los rodeos de cría del norte y este del Uruguay. *Revista INIA*, (69), 20-24.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16532/1/Revista-INIA-69-Junio-2022-6.pdf>
- Mestre, P. D. (2021). Hereford: 75 años de “ser parte de la historia”. *Rurales El País*.
<https://rurales.elpais.com.uy/ganaderia/herford-75-anos-de-ser-parte-de-la-historia>
- Mestre, P. D. (2024, 7 de julio). Expo Rural Prado: hay 1.451 reproductores preinscriptos para participar. *Rurales El País*. <https://rurales.elpais.com.uy/expo-prado/expo-rural-prado-hay-1-451-reproductores-pre-inscriptos-para-participar59>
- Peralta, R., Péndola, C., Paramidani, E., & Scena, C. (2000). *La inseminación artificial en los rodeos de cría*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/07-la_inseminacion_artificial_en_rodeos_de_cria.pdf

- Porley Casavieja, J. (2023). La raza Guernsey: Su potencial en sistemas lecheros en Uruguay y el camino a recorrer para su importación [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/42001>
- Ravagnolo, O., Lema, M., Aguilar, I., & Kern, E. L. (2022). *Uso de la genómica en las evaluaciones genéticas*. INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16509/1/Cartilla-INIA-99-2022.pdf>
- Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus del Uruguay. (s.f.). *La raza*.
<https://angusuruguay.com/la-raza/>