

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**REVISIÓN DE ESTUDIOS REPRODUCTIVOS EN RAZAS DE BOVINOS
CRIOLLOS DE AMÉRICA.**

Por

Cecilia Uriarte Berton

TESIS DE GRADO presentada
como uno de los requisitos para
obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias

MODALIDAD REVISIÓN

MONTEVIDEO
URUGUAY
2025

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Prof. Agr. M. Isabel Vázquez_

Presidente de mesa:

Nombre completo y firma

Eileen Armstrong (tutora)

Danilo Fila (cotutor)

Segundo miembro (Tutor):

Nombre completo y firma

Yael Filipiak

Tercer miembro:

Nombre completo y firma

Fecha:

2 de Diciembre de 2025

Autor:

CECILIA URIARTE BERTON

PÁGINA DE AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a mis padres, quienes fueron mis pilares a lo largo de todo este camino. Su amor, paciencia y apoyo incondicional me sostuvieron en cada parcial, cada examen y obstáculo, hasta llegar a esta última instancia.

A mi familia y amigos, por su constante aliento, apoyo y por creer en mí sin reservas.

Agradezco a mis tutores, por brindarme su guía y conocimientos con generosidad.

Tabla de contenido

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
PÁGINA DE AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
Justificación y planteamiento de situación.....	9
Objetivos	10
Materiales y métodos	11
Introducción.....	12
Historia y origen del bovino Criollo de América	12
Aspectos fenotípicos generales de las razas Criollas.....	17
Papel en la ganadería e importancia de su desarrollo:.....	24
1. Reproducción en el ganado criollo.	27
1.1. Edad y madurez sexual:.....	27
2. Fisiología y reproducción en la hembra de razas bovinas criollas.	31
2.1. Características del ciclo estral.....	31
2.2. Dinámica folicular y ovulación:	33
2.3. Fase lútea y producción de progesterona	35
3. Indicadores reproductivos de la hembra de mayor interés productivo.	39
3.1. Edad al primer parto	39
3.2. Servicios por concepción	40
3.3. Intervalo interparto	40
3.4. Eficiencia reproductiva.....	42
3.5. Comportamiento maternal y lactancia.....	43
4. Fisiología y reproducción en el macho de razas bovinas criollas.	47
4.1. Circunferencia escrotal	47
4.2. Composición y calidad del semen.....	49
4.3. Comportamiento sexual	51
5. Perspectivas y retos en la reproducción del ganado criollo.....	53
5.1. Innovaciones tecnológicas aplicadas a la reproducción	53
5.2. Aplicación de inseminación artificial y sincronización de celo.....	53
5.3. Transferencia de embriones y OPU-FIV	55
Estrategias para la conservación y valorización de razas criollas	57
Consideraciones finales	62

Bibliografía citada	63
----------------------------------	-----------

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las razas de bovinos criollos en el continente americano.	13
Tabla 2. Resumen de la edad y peso vivo de desenlace de la pubertad en las razas criollas según distintos autores.....	30
Tabla 3. Resumen de la duración del ciclo estral (días) de razas criollas y comparaciones según distintos autores.	33
Tabla 4. Resumen de las tasas de crecimiento folicular (TCF, mm/día) y diámetro (mm) del folículo dominante (FD) según distintos autores	35
Tabla 5. Resumen de las concentraciones de progesterona sérica (ng/ml) y diámetro del cuerpo lúteo (CL) en milímetros según distintos estudios.....	38
Tabla 6. Resumen de la duración del intervalo interparto (IIP) en días según distintos autores.....	42
Tabla 7. Resumen de las medidas de circunferencia escrotal (CE), expresadas en centímetros según distintos autores.	49
Tabla 8. Resumen comparativo general de diferentes parámetros reproductivos en base a los datos analizados.	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de un ejemplar reproductor macho Criollo Uruguayo	17
Figura 2. Fotografía de un ejemplar macho Criollo Uruguayo.	18
Figura 3. Fotografía de ejemplares hembras Criollo Uruguayo.	18
Figura 4. Fotografía de ejemplar hembra Criollo Uruguayo.....	19
Figura 5. Fotografía de ejemplar hembra Criollo Argentino	20
Figura 6. Ejemplar macho Texas Longhorn	21
Figura 7. Fotografía de ejemplares hembra Blanco Orejinegro	22
Figura 8. Fotografía de ejemplares hembras Caracú	23

RESUMEN

El objetivo de esta revisión bibliográfica es recopilar y analizar información sobre la fisiología reproductiva y el desempeño reproductivo de los bovinos Criollos de América a partir de una selección de artículos científicos. En la revisión se priorizaron fuentes actualizadas y de carácter arbitrado, centradas en estudios de campo y especializadas sobre razas bovinas criollas en distintos países del continente. Al integrar esta información, se busca generar una base de conocimiento que contribuya al fortalecimiento de estrategias de manejo reproductivo adaptadas a estos animales. Se abordan aspectos clave como la edad a la pubertad, el ciclo estral, la dinámica folicular, el período interparto, la calidad del semen y el uso de biotecnologías reproductivas, entre otros. Los datos revisados evidencian que, a pesar de la frecuente subvaloración del ganado criollo frente a razas convencionales, en muchos casos presenta un rendimiento reproductivo superior. Estos bovinos destacan por su fertilidad, facilidad de parto, habilidad materna, precocidad sexual y capacidad de servicio, cualidades que se suman a su variabilidad genética y notable adaptación a ambientes diversos. Se hallaron diferencias clave en la dinámica folicular, lo que sugirió ajustes en la cronología de la inseminación artificial. Estas características convierten al ganado criollo en un recurso genético estratégico e invaluable para el desarrollo de sistemas ganaderos resilientes frente a los desafíos productivos y climáticos del futuro. En este contexto, resulta indispensable promover su conservación y visibilizar su potencial en los sistemas productivos actuales. Se espera que los resultados de esta revisión sirvan como insumo para futuras investigaciones y para el diseño de programas de mejoramiento y conservación genética del ganado criollo.

Palabras clave: ganado criollo, reproducción, fisiología reproductiva, recursos genéticos.

SUMMARY

The objective of this review is to compile and analyze information on Cariello cattle across the Americas, based on a selection of scientific articles, on their reproductive physiology and performance. The review prioritized updated sources, focused on field studies and specialized research on creole breeds from different countries in the region. By integrating this information, the study aims to generate a knowledge base that contributes to strengthening reproductive management strategies focused on the conservation of these breeds. Key reproductive aspects were addressed, including age at puberty, estrous cycle, follicular dynamics, calving interval, semen quality and the application of reproductive biotechnologies, among others. The data reviewed show that, despite the frequent underestimation of creole cattle compared to conventional breeds, they often exhibit superior reproductive performance. These animals stand out for their fertility, ease of calving, maternal ability, early sexual maturity, and service capacity—traits that are reinforced by their genetic variability and remarkable adaptability to diverse environments. Key differences in follicular dynamics were found, suggesting necessary adjustments in the timing of artificial insemination protocols. These characteristics make creole cattle a strategic and invaluable genetic resource for the development of resilient livestock systems in the face of future productive and climatic challenges. In this context, it is essential to promote their conservation and highlight their potential within current production systems. The findings of this review are expected to serve as a basis for future research and for the design of breeding and genetic conservation programs for creole cattle.

Keywords: Creole cattle, reproduction, reproductive physiology, genetic resources.

Justificación y planteamiento de situación

A pesar de que los bovinos Criollos han demostrado históricamente una gran rusticidad, fertilidad, longevidad y adaptación a diversos sistemas productivos, la información científica disponible sobre su desempeño reproductivo es limitada. La mayoría de los estudios se han realizado con razas comerciales, mientras que las razas criollas, a pesar de su importancia genética y productiva, han recibido menor atención en la investigación académica.

Se sabe que muchas de estas razas presentan ventajas reproductivas claras, como las que se van a tratar en este trabajo. Sin embargo, quedó comprobado que existen vacíos importantes de conocimiento, especialmente en aspectos fisiológicos finos como la edad de pubertad, la dinámica folicular, aspectos endócrinos de la reproducción y el impacto de usar distintos manejos reproductivos en estas poblaciones.

La escasa bibliografía disponible presenta metodologías heterogéneas, desarrolladas bajo distintos contextos de manejo y ambientales y a lo largo de un amplio período temporal, lo que dificulta comparar resultados y construir una visión clara y actualizada del desempeño reproductivo de estas razas.

Por estas razones se justifica la realización del presente trabajo, con el fin de integrar los datos disponibles y aportar una visión consolidada sobre la reproducción en bovinos Criollos de América. Contar con esta síntesis y análisis resulta de interés tanto para programas de conservación y mejoramiento genético, como para valorar el potencial productivo de estas razas y promover su uso en sistemas de producción actuales.

Objetivos

El objetivo de la presente revisión bibliográfica es recopilar y analizar información sobre la fisiología y el desempeño reproductivo de los bovinos Criollos de América, a partir de una selección de artículos científicos especializados. Mediante la integración de estos estudios, se busca generar una base de conocimiento que contribuya al fortalecimiento de estrategias de manejo reproductivo adaptadas a las particularidades de estas razas.

Resaltar las características que posicionan al ganado criollo como un recurso genético estratégico valioso para el desarrollo de sistemas ganaderos, especialmente frente a los desafíos productivos y climáticos que corren en la actualidad.

Materiales y métodos

La recuperación de información para la elaboración de esta revisión se llevó a cabo principalmente en las bases de datos como Google Scholar, SciELO, PubMed o en repositorios institucionales de universidades y organismos de investigación.

Dado que la literatura científica sobre estas razas es limitada, la búsqueda se llevó a cabo de forma amplia e integradora, priorizando la recuperación de la mayor cantidad posible de estudios relevantes. Por esta razón, no se estableció un rango estricto de años para la inclusión de estudios, sin embargo, la mayoría de los trabajos utilizados corresponde a publicaciones de hasta 30 años de antigüedad (entre 1995 y 2024), incorporándose trabajos anteriores cuando aportaban datos de relevancia o complementarios. Bajo este criterio, también fueron incluidos datos preliminares de algunos estudios, a fin de complementar e incluir información nacional.

La búsqueda se realizó por temas, utilizando términos generales relacionados con reproducción bovina y con cada una de las variables analizadas (pubertad, desarrollo folicular, ciclo estral, período interparto, semen, circunferencia escrotal, etc.). No se aplicaron filtros de búsqueda complejos dado que el volumen total de literatura específica sobre bovinos Criollos es reducido.

El proceso de selección permitió identificar aproximadamente 90 trabajos relevantes para los objetivos de la revisión. De cada estudio se extrajo información sobre la raza o población evaluada, el tipo de dato reproductivo reportado y los resultados principales relacionados con las variables de interés.

Introducción

Historia y origen del bovino Criollo de América

En el período prehispánico no existían bovinos en América. El bovino Criollo descende del ganado introducido por los conquistadores españoles y portugueses durante los siglos XV y XVI (Armstrong & Postiglioni, 2010; Primo, 1992). Algunos de estos animales permanecieron en los alrededores de los poblados, bajo el manejo de sus habitantes, mientras que otros se tornaron cimarrones, es decir, se alejaron de los centros urbanos y comenzaron a reproducirse en forma libre (Rabasa, 1993). Según Primo (1992), su dispersión fue tan exitosa que, para el año 1524 (a tan solo treinta años de su introducción en el Caribe), ya se reportaba la presencia de bovinos en todos los países de América del Sur.

En este contexto, se reconoce como ganado criollo a todos aquellos animales descendientes del ganado introducido por los españoles y portugueses, que actualmente se encuentran distribuidos en países del continente americano, desde los Estados Unidos hasta la Patagonia Argentina (Holgado et al., 2021).

Existen decenas de variedades de ganado criollo, todas descendientes de los animales introducidos inicialmente, adaptadas a una gran diversidad de ambientes y ecosistemas a lo largo del continente. Se estima que en América existen aproximadamente 45 razas criollas bovinas, aunque sobre ellas no se dispone aún de un conocimiento consensuado (De Alba, 2011, citado en Parra-Cortés et al., 2021; Primo, 1992). Cada una de estas variantes presenta cierto grado de adaptación a su entorno, lo cual sugiere la existencia de un conjunto de variantes genéticas específicas para cada ambiente (Tewolde, 1997). Luego de más de quinientos años de selección natural, estas razas han desarrollado una elevada variabilidad genética, que se evidencia, entre otros aspectos, en la diversidad de sus pelajes (Rabasa, 1993).

La consulta del inventario de las razas y su estado de conservación es posible a través del Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos conocido como DAD-IS, gestionado por la FAO (<https://www.fao.org/dad-is/es/>).

Tabla 1. Resumen de las razas de bovinos criollos en el continente americano.
Adaptado de datos de DAD-IS (2020) y comunicación personal de FAMCRIOLLO (2020), como se cita en Parra-Cortés, Martínez Correal y Valderrama-Rodas (2021). Esta lista no es exhaustiva

País	Raza	Geolocalización
Argentina	Criollo Argentino	Zonas ganaderas de Argentina
	Criollo Patagónico Argentino	Zona patagónica
Bolivia	Criollo Chaqueño	Depto. de Tajira y Chuquisaca
	Criollo Saavedreño	Depto. de Santa Cruz
	Criollo Yacumeño	Depto. de Beni y alrededores
	Criollo del Altiplano	Serranías y zonas montañosas
Brasil	Caracú	Estado de Minas Gerais
	Junqueiro	Sureste de Brasil
	Lageano	Estado de Santa Catarina
	Mocho Nacional	Norte de Brasil
	Patuá	Estado de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo y Bahía
	Franqueira	Sur de Brasil
	Curraleiro pé duro	Estados de Piauí, Goiás y Tocantins
Chile	Criollo Chileno	Todo el país
	Criollo Patagónico Chileno	Región de Aysén y Patagonia Chilena
Colombia	Blanco Orejinegro	Región Andina y Llanos orientales
	Caqueteño	Depto de Caquetá
	Casanare	Llanos Orientales
	Chino Santandereano	Depto. de Santander
	Costeño con Cuernos	Costa Atlántica
	Hartón del Valle	Región Andina, Llanos orientales y costa.

	Guajiro o Campuzano Kogui o Arahua Sanmartinero Velásquez	Depto. de La Guajira Sierra Nevada de Santa Marta Llanos Orientales Magdalena Medio y Costa Atlántica.
Costa Rica	Criollo Lechero Tropical Romosinuano	Cartago y Guanacaste Turrialba - CATIE
Cuba	Criollo Taíno	Todo el país
Ecuador	Criollo Negro Lojano* Criollo Pintado o Cajamarca* Criollo Encerado*	Sur del Ecuador (sierra media de la Cordillera de los Andes)
EE.UU	Rarámuri Florida Cracker Texas Longhorn	Nuevo México Alabama y Georgia Texas
Guatemala	Barroso Salmeco	Depto. de Santa Rosa
Nicaragua	Reyna	Depto. de Rivas y Boaco
México	Criollo Mexicano	Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Tamaulipas.
	Criollo Lechero Tropical	Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Tamaulipas, San Luis, Potosí y Michoacán
	Romosinuano	Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán, San Luis, Michoacán, Potosí
	Rarámuri	Sierra Tarahumara (Chihuahua)

	Nunkiní	Estado de Campeche
Panamá**	Guaymí	Comarca Ngabe-Buglé, provincia de Chiriquí
Paraguay	Criollo Arroyense	Depto. de Cordillera
	Criollo Ñeembucú	Depto. de Ñeembucú
	Pampa Chaqueño	Región del Chaco
	Pilcomayo	Depto. del Presidente Hayes
Puerto Rico	Criollo Taíno	Todo el país
R. Dominicana	Criollo Dominicano	Todo el país
Uruguay	Bovino Criollo Uruguayo	Parque Nacional San Miguel (Rocha) y otros rodeos dispersos en el país.
Venezuela	Limonero	Estado de Zulia
	Carora	Estado de Lara
	Criollo Amarillo de Quebrada arriba	Estado de Lara
	Romosinuano	Estados de Táchira, Apure y Barinas

Nota.. * Gordillo Lema (2015) ** Arosemena *et al.*, (2024)

Los bovinos criollos que se han utilizado en sistemas de producción de carne bajo pastoreo, muchos de ellos en medios tropicales y subtropicales, han mostrado sus cualidades en fertilidad, características de canal y longevidad. Se pueden mencionar el Romosinuano, Sanmartinero y Blanco Orejinegro colombianos, Romana Rojo de

República Dominicana, Mocho Nacional Brasileiro, Yacumeno boliviano, Criollo Argentino, Criollo Uruguayo, así como el Criollo Mexicano (estos últimos también utilizados como animales de rodeo (Idelfonso, 1996, como se cita en Tewolde 1997) Aquellos desarrollados en el sector lechero o en sistemas de doble propósito incluyen el Ganado Reyna y Limonero de Venezuela, Costeño con Cuerno Colombiano, Caracú Brasileiro, entre otros. En dicho rubro, los criollos destacan por su elevada fertilidad más que por su producción láctea (Tewolde, 1997).

De acuerdo con registros históricos, el ganado introducido en el actual territorio uruguayo fue traído por el gobernador Hernandarias (Fernando Arias de Saavedra) entre los años 1611 y 1617 (Primo, 1992). En este sentido, el bovino Criollo Uruguayo (BCU) constituye la única raza bovina desarrollada íntegramente en el país (Armstrong *et al.*, 2022). Si bien no se descarta la posibilidad de cruzamientos con razas comerciales introducidas hacia finales del siglo XIX, se considera que la principal población de BCU ha permanecido mayormente en aislamiento reproductivo. Esta hipótesis se basa en estudios genómicos y en la existencia de características fenotípicas y genéticas distintivas que la diferencian de las razas comerciales actualmente presentes en el país, y que la vinculan estrechamente con otras razas criollas latinoamericanas (Armstrong & Postiglioni, 2010; Ginja *et al.*, 2019).

Tanto en Uruguay como en Argentina, el ganado criollo fue el único recurso genético bovino disponible durante más de tres siglos, hasta que, a fines del siglo XIX, se introdujeron las razas Shorthorn, Hereford y Aberdeen Angus, las cuales pasaron a ocupar un lugar preponderante en la ganadería nacional, desplazando progresivamente la atención sobre el ganado criollo (Holgado & Ortega, 2019; Instituto Nacional de la Carne, 2011). Esta incorporación marcó el inicio de un proceso de mestización en un contexto de fuerte desvalorización de las razas criollas. Se desestimaron tanto las ventajas de los criollos como las limitaciones de las razas británicas, y se atribuyó de forma errónea todo el mérito del mejoramiento productivo exclusivamente a las razas importadas (Martínez, 1998).

Estudios actuales ponen en valor la calidad de la carne del BCU, demostrando que la raza iguala el desempeño de las razas carniceras como la Hereford en lo que refiere al aumento del peso corporal, rendimiento de la canal y calidad de la carne. Se destaca su mayor porcentaje de músculo, menor proporción de hueso y grasa, incluso en condiciones de alimentación a campo natural (Armstrong *et al.*, 2021). De manera similar, el Criollo Argentino presenta un rendimiento carnicero competitivo con razas europeas en cuanto a peso de faena y peso de la canal. Exhibe cortes con menos proporción de grasa y suma a su favor un menor desbaste durante el transporte. Este aspecto se atribuye a su temperamento dócil, lo cual reduce el estrés asociado al manejo y transporte, favoreciendo así el rendimiento final de la canal (Garriz, 2012).

Aspectos fenotípicos generales de las razas Criollas

Con una gran diversidad de pelajes, la presencia y forma de sus cuernos y sus proporciones corporales, los bovinos Criollos de América destacan a simple vista por su apariencia particular y rompen con el estereotipo y la uniformidad de las razas comerciales. Esta tipicidad y variabilidad refleja su historia de adaptación a distintos entornos y su evolución fuera de los estándares productivos tradicionales.

En el bovino Criollo Uruguayo destaca el pelaje color castaño colorado (54%), existiendo también capas blancas (38%) y negras en su minoría (8%). La mayoría de las capas combina diferentes coloraciones y patrones. Predomina el fenotipo astado con cuernos en forma “de lira”, así como las mucosas y pezuñas pigmentadas. El peso promedio de las hembras es de 290,6 kg y de 473,2 kg para los machos, con una longitud corporal promedio de $137,9 \pm 11,2$ cm en hembras y $153,4 \pm 14,8$ cm en machos (Rodríguez *et al.*, 2004). Armstrong *et al.* (2021), los describen como animales longilíneos, angulosos, considerados de tamaño mediano, de marcado dimorfismo sexual, con una altura a la cruz de 120 cm y longitud corporal de 140 cm en promedio. Corporalmente son menos rectangulares que otras razas, de sección torácica más elíptica y presentan un esqueleto de mayor fineza, por lo que no responden a un biotipo carnívoros o lechero claro (Armstrong & Postiglioni, 2010).



Figura 1. Fotografía de un ejemplar reproductor macho Criollo Uruguayo, Parque Nacional San Miguel, Rocha, Uruguay (Eileen Armstrong, comunicación personal, 2025).



Figura 2. Fotografía de un ejemplar macho Criollo Uruguayo presentado en Expo Prado 2024, Uruguay (Eileen Armstrong, comunicación personal, 2025).



Figura 3. Fotografía de ejemplares hembras Criollo Uruguayo. Parque Nacional San Miguel, Rocha, Uruguay (Eileen Armstrong, comunicación personal, 2025).



Figura 4. Fotografía de ejemplar hembra Criollo Uruguayo. Parque Nacional San Miguel, Rocha, Uruguay (Eileen Armstrong, comunicación personal, 2025).

De manera similar al BCU, el bovino Criollo Argentino se caracteriza por poseer los tres colores de capa básicos: castaño, negro y blanco; existiendo animales de capa entera, o combinaciones de colores en presentación de pelajes overos, salpicados, manchados o barcinos. También actúan genes que modifican la intensidad del color castaño, originando capas bayas, doradillas y retintas. La pigmentación de las mucosas externas es variable, observándose hocicos pigmentados, con manchas o despigmentados. Se observan ejemplares de fenotipo astado y mocho, siendo este último de carácter dominante. En condiciones corporales medias (3,5 puntos en una escala de 1 a 5), el peso vivo promedio de los toros adultos es de 685 ± 28 kg, una alzada a la cruz de 138.2 ± 2.5 cm. Las hembras adultas promedian un peso vivo de 430 kg y tiene una alzada promedio de 121,18 cm (Holgado et al., 2021).



Figura 5. Fotografía de ejemplar hembra Criollo Argentino (Asociación de Criadores de Bovino Criollo Argentino, s. f.).

En el caso de los Criollos Mexicanos, poseen un pelaje corto, escaso y brillante, piel gruesa y pigmentada, arrugas en la piel de la frente, alrededor de los ojos y en la tabla del cuello (Martínez y Castillo, 2019). Esta apariencia demuestra su adaptación al clima cálido, y los hace más resistentes a la invasión de parásitos externos y a la queratoconjuntivitis que los vacunos británicos y europeos continentales (Carrazzoni, 1998).

Los Texas Longhorn comparten las características con otros criollos de presentar aspecto robusto y son de los más variados en cuanto a pelajes y combinaciones. Presentan cabeza grande, ojos separados, cuello corto, patas largas y grandes cuartos traseros. Tanto machos como hembras portan una característica cornamenta, nacida de la necesidad de defenderse de los depredadores y de abrir caminos entre matorrales. En los machos puede llegar a medir de punta a punta hasta 2,75 metros. Estos bovinos fundaron la industria ganadera estadounidense, hasta que en el siglo XIX fueron desplazados por la introducción de razas británicas, muy similar a lo que ocurrió en el Río de la Plata (Scott, 1994, citado en Garriz, 2005).



Figura 6. Ejemplar macho Texas Longhorn (Un Mondo Ecosostenibile, 2023).
Recuperado de <https://antropocene.it/es/2023/01/29/texas-longhorn-3/>

Los Blanco Orejinegro colombianos (BON) se distribuyen en zonas de bosque húmedo, terrenos erosionables, abruptos y de baja fertilidad, donde actualmente predomina la actividad cafetera (López et al., 2001). El Criollo BON se caracteriza por su pelaje de color blanco, orejas negras interna y externamente, mucosas y piel fuertemente pigmentada, producto de su adaptación a la exposición solar, lo que les brinda resistencia a la fotosensibilización, dermatitis y ectoparásitos. Su conformación corporal es variable, lo que lo clasifica como animal de doble propósito. Su temperamento tranquilo y dócil sumado a su gran fortaleza y habilidad para caminar por terrenos escarpados, los habilita a ser utilizados como animales de carga o tiro (Martínez Correal, 1992).



Figura 7. Fotografía de ejemplares hembra Blanco Orejinegro (Plataforma de información genómica para animales de la raza Blanco Orejinegro (BON) *Agrosavia* s. f.).

En territorio brasileño una de las razas criollas mencionadas es el Caracú, criada principalmente en el valle del río Pardo en São Paulo y en el valle del río Sapucaí en Minas Gerais. Se caracteriza por su pelo corto en tonos amarillos pardos, que se aclara alrededor de los ojos, hocico, vientre y perineo. Las pezuñas son claras o rayadas fuertes, tienen ombligo reducido, con cuernos (existe la variedad mocha), orejas pequeñas, estructura longilínea, línea dorsal plana, prepucio corto, mucosas despigmentadas en rostro y vientre (Meldau, s. f.; ABCCARACU, s.f). Es considerada raza de doble aptitud (carne y leche), rústica, de mediana precocidad (Primo, 1992). Esta raza pasó por programas de mejoramiento genético, en la cual se realizó el relevamiento y la localización de los planteles en todo el país, así como trabajos de selección, tornándose una raza de gran importancia económica (Lima et al., 1992, como se cita en Pires et al., 2004).



Figura 8. Fotografía de ejemplares hembras Caracú (Associação Brasileira dos Criadores de Caracu, s.f.), recuperado de <https://www.abccaracu.com.br/raca-caracu>

Adaptaciones genéticas y ecológicas:

El proceso de selección natural y adaptación al medio ha resultado, a lo largo de los siglos, en una reducción de las tasas de crecimiento y producción, en aras de mayores tasas de reproducción y supervivencia; es decir que existe un antagonismo entre producción y adaptación (Martínez Correal, s.f.).

Gracias a lo mencionado, hoy en día estos animales destacan por su rusticidad, longevidad, resistencia y adaptabilidad a diferentes entornos. Entre las cualidades reproductivas más destacables de las razas criollas y en las cuales hace foco este informe, encontramos la facilidad de parto, el bajo peso al nacimiento, períodos interparto cortos, altos porcentaje de preñez, elevados índices de procreo, lactancias que permiten compatibilizar la eficiencia de producción y la reproductiva, toros sexualmente más activos que las razas comerciales, entre otros tantos atributos de interés (Aracena & Mujica, 2011; Holgado et al., 2021).

En cuanto a las adaptaciones ecológicas, Spiegel et al., (2023) destacan las cualidades que le permiten a los bovinos criollos prosperar en ambientes áridos y heterogéneos. Estas adaptaciones incluyen una mayor eficiencia en la búsqueda y consumo de forraje, resistencia al calor y la capacidad de mantener la productividad bajo condiciones de estrés ambiental. Cuentan con una microbiota ruminal particular que refleja su historial evolutivo en ambientes áridos, otorgando una eficiencia digestiva ante dietas sumamente variadas (McIntosh et al., 2021). Esta resiliencia ante condiciones que pueden considerarse adversas para la producción de otros

bovinos, los posiciona como una alternativa sostenible y económica en contextos de cambio climático.

Papel en la ganadería e importancia de su desarrollo:

El estudio de estos animales juega un papel crucial en la preservación y mejora de las características adaptativas que han permitido a las razas criollas enfrentar los desafíos climáticos y geográficos de la región, así como aprovechar las excelentes cualidades para mejorar la ganadería vacuna a través de cruzamientos con razas comerciales (Holgado et al., 2021). Las estrategias de reproducción y la gestión genética permiten mantener la diversidad tanto en las razas, como en cruzamientos con fines de mejoramiento.

Sin embargo, una de las limitantes más importantes suele ser el reducido tamaño de sus poblaciones, en algunos casos llevándolos casi hasta su desaparición, como ha ocurrido a lo largo del continente (Tewolde, 1997). La razón de subestimar la real capacidad reproductora de las razas criollas radica en la índole de su explotación. El ganado criollo perdura en la mayoría de los países de América Latina, pero por lo general se encuentra diseminado en núcleos relativamente pequeños, en regiones de difícil acceso o no aptas para la ganadería comercial, y en manos de pequeños ganaderos donde su valor productivo no llega a desarrollarse de manera óptima (De la Torre, 2007). Poco a poco se fue desvalorizando a la raza criolla con relación a las razas introducidas en forma más reciente, y sólo se conservó en estado de pureza racial en ambientes donde las razas comerciales no eran productivas.

El estado actual del inventario de bovinos Criollos en América se desconoce, pero informes señalan que este tipo de ganado se encuentra en constante detrimento. La causa más señalada es la reducción de sus núcleos genéticos por cruzamientos indiscriminados con otras razas de origen europeo e índico (FAO 2015).

En el caso de Uruguay, la mayor población de criollos se agrupa en la Reserva del Parque Nacional San Miguel, en el departamento de Rocha. Cuentan con una población de 425 animales de distintas categorías (DICOSE, 2025). Pertenecen al Servicio de Parques del Ejército (SEPAE). Recientemente el SEPAE abrió las puertas a la comercialización de los animales excedentes, despertando el interés de muchos productores. Actualmente se estima que hay aproximadamente otros 600 animales más, en diferentes establecimientos en Treinta y Tres, Rocha, Canelones, Florida y Maldonado. Además, existe otra población en Cerro Largo de aproximadamente 60 animales puros que data de los años 1960, con animales de San Miguel y de otros orígenes. Todos estos animales constituyen el acervo genético de esta raza, única de nuestro país.

En 2021 se creó la Asociación de Criadores de bovino Criollo Uruguayo fruto del interés de un grupo cada vez más grande de productores de varios departamentos. A partir de los mismos productores, en 2024 se generó la Fundación bovino Criollo Uruguayo, con la finalidad de desarrollar y caracterizar este recurso genético propio de nuestro país. El BCU posee un gran potencial para la producción de carne de calidad diferencial (Armstrong et al., 2021), a la vez que es una herramienta muy interesante para la conservación y el manejo del campo natural.

Presumiblemente, las razas de valor comercial continuarán especializándose, y, por lo tanto, erosionando su base genética. El valor futuro de los bovinos criollos será como reservorios de diversidad genética bovina, pudiendo aportar gran valor en caso de cambios en el ambiente o requerimientos del mercado (Segura-Correa & Montes-Pérez, 2001). La capacidad de una población ganadera de adaptarse a su entorno está directamente relacionada con su diversidad genética. Por tanto, si la diversidad se ve amenazada, es importante implementar medidas adecuadas para promover la conservación y el uso sostenible (FAO, 2013).

Los aspectos reproductivos desempeñan un eje central en la conservación de las razas criollas. A través de una reproducción controlada y planificada se logra la preservación de la diversidad genética que caracteriza a estas poblaciones. Esto implica seleccionar cuidadosamente los reproductores, establecer planes de apareamiento que promuevan la variabilidad genética y aplicar tecnologías reproductivas como la inseminación artificial o la transferencia de embriones. Para ello es crucial enfocarse en evitar la consanguinidad, asegurar la representación genética de todos los linajes disponibles y mantener las características adaptativas propias de la raza (FAO, 2013). Es por ello que conocer y optimizar los indicadores reproductivos, como edad a la pubertad, intervalo interparto, tasa de concepción y calidad seminal, determinan la viabilidad de los programas de conservación y el diseño de estrategias de manejo.

Los estudios incluidos en esta revisión presentan una alta heterogeneidad en cuanto a diseño experimental y condiciones de manejo. Se han recopilado tanto ensayos experimentales realizados en condiciones controladas como registros productivos obtenidos a campo en sistemas extensivos. Esta diversidad dificulta una comparación directa entre estudios, y especialmente con razas comerciales, cuyos datos suelen provenir de sistemas más estandarizados. Los resultados analizados en esta revisión deben interpretarse como tendencias generales más que como valores absolutos.

Esta heterogeneidad subraya la importancia de sintetizar información dispersa y proveniente de múltiples contextos productivos para lograr un panorama unificado. Conocer con precisión los parámetros reproductivos es esencial para orientar programas de conservación, seleccionar animales superiores sin comprometer la

variabilidad genética y diseñar biotecnologías reproductivas ajustadas a las particularidades fisiológicas de los criollos

1. Reproducción en el ganado criollo.

A continuación, se presenta la información recabada en relación a diferentes aspectos de la reproducción en las razas criollas. Se diferencian por sexo, dado que la fisiología y los índices de productividad son muy diferentes en hembras y machos. La única sección combinando ambos sexos es la referida a la madurez sexual. Los procesos y eventos fisiológicos se presentan en forma cronológica en relación al ciclo reproductivo.

1.1. Edad y madurez sexual:

El inicio de la pubertad se da en gran medida en función de la edad y madurez del animal, y se define como el proceso de adquisición de competencia reproductiva y la edad en la que se producen por primera vez los gametos maduros (Foster & Nagatani, 1999)

Este momento está determinado por el genotipo del individuo, siendo las razas más pequeñas las que presentan mayor precocidad, pero a su vez factores externos como nutrición, ambiente y condiciones climáticas, estado de salud y presencia de enfermedades, juegan un rol importante en el desarrollo sexual (Noakes et al. 2001). La nutrición durante la gestación y las etapas tempranas de la vida puede influir significativamente en el desarrollo reproductivo. Estos efectos de la nutrición temprana no solo determinan la edad y el peso a la pubertad, sino que también pueden tener consecuencias duraderas sobre la eficiencia reproductiva en la adultez (Cardoso et al., 2020). En ese sentido, las razas que alcanzan la pubertad más tarde generalmente necesitan condiciones de alimentación más ricas para lograr su máximo potencial de crecimiento antes de reproducirse (Laster et al. 1972).

Adam & Robinson (1994) consideran que existe un “peso crítico” a partir del cual se desencadenan una serie de eventos endócrinos que inducen el inicio de la pubertad y el desarrollo de la actividad sexual. En hembras, el peso crítico está estrechamente vinculado con las reservas de energía en forma de grasa corporal, lo que asegura que el cuerpo pueda sostener la gestación y la lactancia. En machos, el peso crítico refleja más el desarrollo muscular y esquelético, necesarios para competir por las hembras y mantener una función reproductiva sostenida (Foster & Nagatani, 1999).

Brody (1964) considera que este peso crítico corresponde al 65 % del peso adulto en todas las especies, mientras que Roy (1974) sostiene que la pubertad se alcanza aproximadamente cuando el animal alcanza un 50% del peso total del adulto. Los bovinos de razas británicas tienden a ser más precoces que las razas indicas, con el 65% del peso adulto (270 kg aproximadamente) lo que corresponde a 14-15 meses de edad (Gasque Gómez, 2016).

Grajales & Hernández (2006b) reportan en hembras una edad y peso promedio a la pubertad de 372.1 ± 52.3 días y 283 ± 35.7 kg para el grupo Holstein x cebú, 424 ± 55.4 días y 320 ± 39 kg para el grupo Simmental x cebú, 601 ± 38.3 días y 315 ± 19.5 kg para Romosinuano y de 713 ± 60.5 días y 400 ± 52.4 kg para el grupo cebú.

Según Holgado et al., (2017) el peso crítico de las hembras Criollo Argentino se ubicaría alrededor de los 240 - 250 kg (50% del PV adulto), y considera a la raza de pubertad intermedia, resultando menos precoz que las razas lecheras, pero de alta precocidad si se compara con las razas carniceras. Este autor obtuvo resultados que demostraron que las vaquillonas Criollo Argentino servidas a los 15 meses manifiestan una total facilidad de parto, incluso cuando su desarrollo corporal no ha finalizado. Rojas Espinoza (2005) obtuvo valores de edad 336 ± 27 días, con un peso promedio de $185,5 \pm 28$ kg en Criollo Argentino.

Valverde & Saenz (2008) obtuvieron resultados con una tendencia similar en ganado Criollo de Estados Unidos, aunque las diferencias no fueron significativas. Para la edad de pubertad se registraron 363,5 días en hembras criollas vs. 376,7 días en hembras de razas británicas ($p = 0,15$). Los pesos críticos determinados son de 213,9 kg en criollas vs 323,8 kg en británicas ($p < 0,01$).

En este mismo estudio se midieron las concentraciones de insulina de las vaquillonas cada dos semanas durante cinco meses, obteniendo una concentración sérica de 0,68 en criollos y 0,58 en razas británicas $\pm 0,02$ ng/mL ($P < 0,01$). Estos valores sugieren que, por más que los criollos sean más livianos, el estado nutricional reflejado en los niveles de insulina determina las funciones reproductivas. Esto afirma la idea de que son una gran opción para mantener la reproducción en lugares con limitado forraje disponible, manteniendo animales con bajo peso corporal, pero capaces de llegar antes a la pubertad bajo dichas condiciones (Hess et al., 2005, citado en S. I. Valverde y Saenz, 2008).

En Criollo Lageano (Brasil) se determinó una edad de pubertad de $14,1 \pm 2,0$ meses (429 ± 61 días), con un peso promedio de 259 ± 28 kg. En comparación con Angus y Brahman (15,7 y 15,9 meses, respectivamente) y Nelore (18,5 meses), el Criollo Lageano es más precoz (Fields et al., 1982, Troconiz et al., 1991, como se cita en Souto et al., 2017).

La edad de la primera recolección exitosa de semen en toros Blanco Orejinegro fue a los 16,1 meses (290 kg). Se obtuvo un eyaculado promedio de $1,63 \times 10^8$ esperm/cc, con una motilidad en masa en torno al 60% (Urrea et al., 2001). López et al., (2001) coinciden que la edad de inicio de la pubertad es entre los 14 y los 16 meses, con pesos entre 206 a 234 Kg para la misma raza.

Espitia, Prieto & Cardozo (2006) presentaron diferencias estadísticas para la edad a la pubertad entre cebú, Holstein x cebú y Romosinuano; resultando el Romosinuano el de menor edad y peso a la pubertad. Los valores promedios fueron 496.5 ± 63.5 días y $215,5 \pm 28$ kg para Romosinuano, Cebú $589,1 \pm 62,2$ días y $412 \pm 51,3$ kg, Holstein x cebú $454,6 \pm 43,1$ días y 317 ± 32 kg. Dicho estudio demuestra que los toros *Bos indicus* alcanzan la pubertad más tarde y con mayor peso que los toros europeos.

Actualmente en Uruguay, se está desarrollando una tesis de grado evaluando la actividad ovárica ecográfica y dinámica hormonal sobre la pubertad en terneras BCU. En dicha experimentación se comparan los datos obtenidos a finales de 2024 de un grupo comparado de 6 terneras BCU y 8 terneras Hereford criadas bajo las mismas condiciones ambientales y de alimentación desde el nacimiento. Se encuentran en proceso las determinaciones hormonales, para posteriormente realizar los estudios estadísticos de los resultados obtenidos. La información recabada hasta el momento muestra que las terneras BCU nacidas en promedio un mes después que las Hereford, llegan a la pubertad a una edad más temprana (Fila, D., datos no publicados, 2025). Estos datos preliminares han sido incluidos por su actualidad y relevancia para el desarrollo actual de investigaciones nacionales, ya que las experiencias experimentales con BCU en el ámbito reproductivo son limitadas,

En síntesis, la pubertad en razas criollas es variable, en algunos casos no menor a razas comerciales. Esta variabilidad subraya la necesidad de criterios de manejo adaptados, por ejemplo: determinar peso objetivo antes del servicio, y registrar sistemáticamente edad/peso a la pubertad en programas de conservación para evitar decisiones basadas en estándares de razas europeas que podrían no ser adecuados para las razas criollas.

Tabla 2. Resumen de la edad y peso vivo de desenlace de la pubertad en las razas criollas según distintos autores.

Autor	Raza	Edad (días)	Peso vivo (kg)
Holgado et al., (2017)	Criollo Argentino		240 kg
Valverde Saenz (2008)	Criollo EEUU*	363,5 ± 6,3 días	213,9 ± 6,6 kg
	Británicas	376,7 ± 6,3 días	323,8 ± 6,6 kg
Rojas Espinoza (2005)	Criollo Argentino	336 ± 27 días	278±25.5 kg
Souto et al., (2017)	Lageano	429 ± 61 días	259 ± 28 kg
Urrea et al., 2001)	BON	490,04 días	290 kg
Grajales, Hernández (2006b)	Romosinuano	601 ± 38.3 días	315 ± 19.5 kg
	Holstein x cebú	372.1 ± 52.3 días	283 ± 35.7
	Simmental x cebú	424 ± 55.4 días	320 ± 39 kg
	Cebú	713 ± 60.5 días	400 ± 52.4 kg

Nota: * raza de Criollo no especificada.

2. Fisiología y reproducción en la hembra de razas bovinas criollas.

2.1. Características del ciclo estral

El sistema reproductor femenino presenta modificaciones cíclicas que reciben el nombre de ciclo estral, donde la etapa descollante es la del estro, la cual determina la duración e inicio de cada ciclo (Salisbury et al. 1982). La regulación de la actividad cíclica se encuentra principalmente bajo el control del eje hipotálamo hipofisario-ovárico (Noakes et al. 2001).

Los bovinos Criollos Mexicanos presentan patrones de desarrollo folicular de dos a tres ondas por ciclo estral. El 77,3 % de las hembras presenta ciclos de dos ondas foliculares y 22,7 % tiene ciclos de tres ondas foliculares, sin embargo, el número de ondas foliculares no afecta la duración del ciclo estral ni y la duración de sus fases, así como tampoco el desarrollo y funcionalidad del cuerpo lúteo (Quezada Casasola, 2014).

En contraparte, existen hallazgos en ganado Caqueteño de Colombia (López Rojas, 2019), razas Criollas de Ecuador (Ayala et al., 2019) y de la zona altoandina de Perú (Alfaro et al., 2020), que demuestran una tendencia a encontrar más hembras con ciclos de tres ondas foliculares. López-Rojas (2019) reportó que el 66,6 % de las vacas estudiadas presentaron tres ondas foliculares, con una duración promedio del ciclo estral de $22 \pm 0,5$ días. El 33,3% fueron ciclos de dos ondas, con una duración de $20 \pm 0,6$ días.

Por otro lado, Ayala et al., (2019) documentó que el promedio de duración del ciclo estral en vacas criollas ecuatorianas, con patrón folicular de dos ondas (44,4 %), fue de $20,3 \pm 0,03$ días y de tres ondas (55,6 %) de $23,6 \pm 0,02$ días.

Finalmente, Alfaro et al., (2020) determinó que el 78% de los ciclos eran de tres ondas foliculares, 16% ciclos de dos ondas y 6% ciclos de cuatro ondas. En este trabajo se discrimina la duración de los ciclos según época lluviosa o seca, siendo su duración de 21.39 ± 1.17 días y 22.07 ± 1.04 días respectivamente, diferencia no significativa ($p > 0.05$). Henao et al., (2004) encontraron mayormente ciclos de tres ondas (71%) y de cuatro ondas (29%) en ganado BON. La duración fue de 21,75 días y 25,5 días respectivamente.

Carou (2001), describe una duración mínima del ciclo de 20 días y un máximo de 24 días en Criollo Argentino. El promedio estimado del ciclo en este estudio fue de 21,5 ($\pm 1,17d$), lo cual coincide con la duración normal del ciclo de la especie *Bos taurus*. Más recientemente, Perez Ruiz et al., (2022) obtuvo una duración del ciclo promedio

de 21.1 ± 1.2 días (rango de 19-23 días), con una fase folicular de 6-9 días y fase lútea de 12-16 días en razas criollas mexicanas.

En comparación con razas británicas, la duración del ciclo estral en hembras criollas estadounidenses no presenta diferencias significativas ($p > 0,53$). En promedio tienen una duración de 18 días para las criollas y 19 para las británicas (± 1 d) (Valverde Saenz, 2008).

Grajales, Hernández & Prieto (2006a) clasificaron la duración de los ciclos estrales en tres categorías: ciclos cortos (<17 días), normales (18 a 22 días) y largos (>23 días). En su estudio, encontraron que el 14.94% de las hembras Romosinuano presentaron ciclos cortos, el 73.56% ciclos de duración normal y el 11.49% ciclos largos. En comparación con las razas Simmental, Holstein y cebuinas, las hembras Romosinuano mostraron una mayor proporción de ciclos con duración normal, lo que indica una mejor regularidad en el ciclo estral. Esta regularidad podría estar asociada a una mayor adaptación a las condiciones ambientales, como la capacidad para tolerar altas temperaturas.

Tabla 3. Resumen de la duración del ciclo estral (días) de razas criollas y comparaciones según distintos autores.

Autor	País	Raza	Duración de ciclo (días)
Perez Ruiz (2022)	México	C. Mexicanos	21,1 ± 1.2
Valverde Saenz (2008)	EEUU	Criollo *	18 d ± 1
		Británicas	19 d ± 1
Ayala (2019)	Ecuador	C. ecuatorianos**	Dos ondas 20,3 ± 0,03
		Británicas	Tres ondas 23,6 ± 0,02
Carou (2001)	Argentina	C. Argentino	21,5 ± 1,17
Alfaro (2020)	Perú	Perú	Estación lluviosa 21,39 ± 1,17 d
			Estación seca 22,07 ± 1,04
Henao et al., (2004)	Colombia	BON	Tres ondas 21,75
			Cuatro ondas 25,50

Nota: *Negro Lojano, Encerado y Pintado Caja-marca

2.2. Dinámica folicular y ovulación:

Durante la fase folicular del ciclo estral ocurre un cambio de la dominancia hormonal, donde se da una caída de progesterona, mientras aumenta progresivamente el estradiol. Este cambio de perfil hormonal ocurre por la regresión del cuerpo lúteo, y posibilita la maduración final del folículo dominante y su transición hacia folículo preovulatorio. Los folículos ováricos crecen en forma de ondas durante la fase lútea del ciclo, un proceso que consiste en la aparición sincrónica de un grupo de folículos antrales de aproximadamente 4 a 5 mm de diámetro, seguido a los 2 o 3 días por la selección de un folículo dominante, mientras que los subordinados se vuelven atrésicos. La mayoría de los ciclos estrales en bovinos presentan dos o tres ondas foliculares, y durante los primeros días de cada onda, la tasa de crecimiento entre los folículos es similar, hasta que uno adquiere dominancia y continúa su desarrollo (Adams *et al.*, 2008; Ginther *et al.*, 1989).

En Criollos mexicanos, los folículos de ciclos con tres ondas parecen tener un intervalo de tiempo de desarrollo más corto pero una mayor tasa de crecimiento en comparación con los folículos producidos durante ciclos con dos ondas, dando como resultado diámetros foliculares máximos similares entre ambos patrones de ondas, pero diferentes intervalos de tiempo desde el estro a la ovulación (Quezada Casasola et al., 2014).

Diversos autores coinciden en que el diámetro y el desarrollo de los folículos de las razas criollas es menor que en las razas comerciales tanto de leche como de carne. Quezada Casasola (2013) determinó que el diámetro promedio de los folículos ovulatorios de vacas criollas mexicanas varió de 8 a 12 mm tanto en ciclos estrales de dos como de tres ondas foliculares. Estos valores son considerablemente menores en comparación a otras razas *Bos taurus* (para Holstein: 17.2 mm en ciclos estrales de dos ondas y 16.0 mm en ciclos estrales de tres; Townson et al., 2002) y 16,0-14,6 mm; Bleach et al., 2004) y *Bos indicus* (para Nellore: 10-12 mm, Sartori & Barros, 2011).

Las tasas de crecimiento folicular publicadas por Quezada Casasola et al., (2014) fueron de $0,6 \pm 0,2$ mm/día en ciclos estrales de dos ondas foliculares, y $0,9 \pm 0,1$ mm/día en los de tres, siendo valores menores que las reportadas en ganado cebuino ($0,92$ mm/día) y otras razas europeas, que pueden ser de hasta $2,2$ mm/día en vacas Limousin x Holando y hasta $5,5$ mm/día en vaquillonas Holando y cruza.

Durante experimentaciones realizadas por Zárate et al. (2010), en razas criollas mexicanas, el diámetro del folículo dominante fue de 13 mm, medido mediante ultrasonografía durante el reinicio de la actividad ovárica posparto.

Alfaro et al., (2020), obtuvo una tasa de crecimiento folicular en razas criollas peruanas de $1,19 \pm 0,45$ mm/día en la estación lluviosa, y $1,08 \pm 0,73$ en la estación seca. Estos valores no difieren significativamente ante las variaciones de oferta forrajera, lo que sugiere que estas razas criollas tienen la capacidad de mantener sus procesos reproductivos incluso en condiciones adversas. En el mismo estudio se reporta un diámetro del folículo dominante de $17,46 \pm 0,96$ mm promedio. Valores similares se reportan por Henao et al., (2004) en ganado BON, con una tasa de crecimiento de $2,14$ mm/día para el folículo ovulatorio, y un diámetro de $17,5 \pm 2,4$ mm (ciclo de tres ondas).

En criollas mexicanas bajo protocolo de sincronización de celo, las concentraciones séricas totales de la LH se encontraron entre 0,4 y 47,8 ng/ml. Durante el pico preovulatorio los valores fueron 19,6 y 47,8 ng/ml, promediando $33,5 \pm 7,6$ ng/ml (Quezada Casasola, 2013).

Los valores descritos sugieren que los folículos ovulatorios en vacas criollas poseen la capacidad de alcanzar dominancia funcional y completar el proceso ovulatorio con diámetros menores a los registrados en razas bovinas comerciales. Esta diferencia fisiológica tiene una implicancia práctica directa: los protocolos de inseminación (IA/IATF) pueden requerir ajustes temporales y un monitoreo ecográfico más fino para optimizar tasas de preñez.

Tabla 4. Resumen de las tasas de crecimiento folicular (TCF, mm/día) y diámetro (mm) del folículo dominante (FD) según distintos autores

Autor	Raza	TCF (mm/día)	Diámetro FD (mm)
Quezada Casasola (2014)	Criollo Mexicano	0,6 ± 0,2	8 a 12
Zárate et al (2010)	Criollo Mexicano*		13
Alfaro et al (2020)	Criollo Peruano	1,19 ± 0,45	17,46 ± 0,96
Henao et al., (2004)	BON	2,14	17,5 ± 2,4

*Vacas Criollas de rodeo

2.3. Fase lútea y producción de progesterona

El cuerpo lúteo es la principal fuente de progesterona. La intensa angiogénesis, la proliferación de células de la granulosa y de la teca a partir de la pared del folículo ovulado y su diferenciación (luteinización) durante los primeros 5 a 6 días después de la ovulación dan como resultado un aumento progresivo de la concentración plasmática de progesterona.

A partir del tercer día posterior a la ovulación, la concentración plasmática de progesterona es superior a 1 ng/mL, aumentando progresivamente hasta alcanzar aproximadamente 3 ng/mL hacia el día 6. El valor máximo se registra entre los días 10 y 14 del ciclo, con concentraciones superiores a 4 ng/mL (Adams et al., 2008).

En las razas criollas se han demostrado ciertas variables fisiológicas particulares en su ciclo estral, como los niveles basales de progesterona y la dinámica de su secreción durante la fase luteal, lo cual ha contribuido a conocer las particularidades fisiológicas de este grupo genético y mejorar su eficiencia reproductiva. Se ha determinado que existe una fuerte correlación entre tamaño de cuerpo lúteo y concentraciones de progesterona circulantes hasta el día 8 (Mann 2009).

En sus estudios, Quezada Casasola et al., (2013, 2014), observó que las vacas Criollo Argentino producen concentraciones de progesterona similares a las de otras razas, con valores de hasta 6,5 ng/mL durante la fase lútea, alcanzando el pico máximo de secreción hacia el día 15,9 del ciclo. Sin embargo, se destacó que tanto el diámetro del cuerpo lúteo (13,7 mm) como su volumen (7,5 cm³), son menores en comparación con razas comerciales de carne o leche. A pesar de estas diferencias morfológicas, no se encontraron variaciones significativas en los niveles de progesterona entre hembras con ciclos de dos o tres ondas foliculares, lo que sugiere que estos tamaños reducidos no comprometen necesariamente la funcionalidad endocrina del cuerpo lúteo.

Grajales & Hernández (2008), estudiaron en vacas Criollo Romosinuano los niveles de progesterona en distintos días del ciclo. Los valores fueron de $0,221 \pm 0,20$ ng/mL el día 0, aumentando a $1,916 \pm 0,96$ ng/mL en el día 5 y a $5,908 \pm 2,01$ en el día 10. Alcanzaron su valor máximo en el día 15, con un valor de $6,624 \pm 2,67$ ng/mL. Posteriormente, disminuyeron a $0,381 \pm 0,53$ ng/mL al llegar al día 20.

Al compararlos con cruza de Simmental y Holstein x cebú, se determinó que las hembras Romosinuano presentan niveles de progesterona más bajos durante la fase lútea temprana (día 5), pero muestra una mayor variabilidad en la actividad del cuerpo lúteo durante los días siguientes. Las hembras Romosinuano presentaron elevaciones temporales de concentraciones de progesterona, demostrando una dinámica hormonal más variable y flexible a lo largo de la fase lútea, específicamente en la fase lútea media. Este comportamiento puede favorecer un medioambiente uterino favorable para el mantenimiento de la concepción y para que se dé el reconocimiento materno de la preñez en el momento propicio. Esta particularidad es asociada por el autor, con una implantación embrionaria más exitosa, un sistema endocrino mas adaptable que responde de manera más eficiente a las señales de reconocimiento o luteotróficas.

Para Huamán (2024), durante sus experimentos en vacas criollas mexicanas bajo protocolo de sincronización de celo, el tamaño de cuerpo lúteo varió desde 12,1 mm hasta 20,1 mm, teniendo un promedio de tamaño de cuerpo lúteo de 17,00 mm. En dicho estudio se comparan con vacas Pardo Suizo, resultando éstas con mayor tamaño de cuerpo lúteo (14,6 mm hasta 27,2 mm).

Zárate et al., 2010, también en vacas criollas México, determinó que el diámetro y área de los cuerpos lúteos fue $26,0 \pm 0,43$ mm y $4,72 \pm 1,40$ cm² respectivamente. La concentración media de progesterona durante la detección del primer cuerpo lúteo posparto y los siguientes tres días fue de $8,3 \pm 1,66$ ng/ml.

Carrou (2001) describe niveles máximos de 17,7ng/ml de progesterona ($\approx 5,57$ ng/ml) registrados al día 14,7 del ciclo en Criollas Argentinas.

Ayala et al., (2019) considera que los niveles de progesterona de las razas criollas en general, son particularmente altos en comparación con razas convencionales, obteniendo valores de hasta $12,0 \pm 4,98$ ng/ml en vaquillonas de dos ondas hasta el día 16, y valores de $20,6 \pm 3,12$ en vacas con ciclos estrales de tres ondas hasta el día 20. Este aspecto podría ser una característica propia del genotipo, ya que comparando con trabajos realizados en vaquillonas Holstein por Sartori et al. (2004) donde los valores más altos de progesterona no superan los 10 ng/ml, podemos decir que las criollas mantienen niveles de progesterona relativamente altos.

Niveles altos de progesterona mejoran el ambiente uterino y favorecen la implantación y el desarrollo embrionario (Gonella et al. 2010). Por lo tanto, estos niveles superiores durante el ciclo estral en las hembras de genotipo criollo podrían ser parte de la explicación de la alta fertilidad que presentan estos animales.

En cuanto a la regresión del cuerpo lúteo, en Criollo Caqueteño ocurre a partir del día 17 ± 1 del ciclo en vacas con dos ondas y $19 \pm 0,96$ días en aquellas con tres ondas foliculares (López Rojas, 2019).

Tabla 5. Resumen de las concentraciones de progesterona sérica (ng/ml) y diámetro del cuerpo lúteo (CL) en milímetros según distintos estudios.

Autor	Raza	P4 (ng/ml)	Diámetro CL (mm)
Quezada (2013)	C. Argentino	6,5	13,7
Carrou (2001)	C. Argentino	5,57	
Ayala (2019)	C. Ecuador	Tres ondas 20,6 ± 3,12 Dos ondas 12,0 ± 4,98	
Zárate et al., (2010)	C. Mexicano*	8,3 ± 1,66	26,0 ± 0,43
Huaman (2024)	Criollo Peruano		12,1 - 20,1
	Pardo Suiza		14,6 - 27,2
Grajales & Hernández (2008)	Romosinuano	6.624 ± 2.67	
	Cebuino	4.959 ± 1.43	
	Holstein x Cebú	5.750 ± 1.94	

Nota: La conversión de nmol/L a ng/mL se realizó utilizando el peso molecular de la progesterona (314,46 g/mol), aplicando la fórmula: $\text{ng/mL} = \text{nmol/L} \times 0,31446$.

* Criollo de rodeo mexicano.

3. Indicadores reproductivos de la hembra de mayor interés productivo.

3.1. Edad al primer parto

La edad al primer parto (EPP) está directamente relacionada con la edad de pubertad y la edad al primer servicio. Refleja el tiempo que tardó la vaquillona en alcanzar su madurez, aparearse y desarrollar su primera gestación. Este indicador varía ampliamente entre razas y sistemas productivos. Reducir la EPP se traduce directamente en rentabilidad para la ganadería, por el aumento del desempeño productivo del animal durante su vida (Bustillo Parrado & Melo Colina, 2020).

En vacas lecheras Holstein se ha registrado una edad mínima al primer parto de 23,4 meses (Marini & Di Masso, 2019), 24 y 25 meses (Mourits et al., 2000) y 33,48 meses (Arce & Monge, 1990). Para la raza Jersey se describe una EPP promedio de 29,35 meses (Castillo-Badilla et al., 2013), 30,12 meses (Arce & Monge, 1990). En la raza Brahman la media asciende a 52,56 meses (Osorio-Arce & Segura-Correa, 2010). En Hereford se ha descrito una EPP promedio de 31 meses (Blanc et al., 2002).

Quispe Coaquira (2015) registró en vaquillonas criollas de Perú, una EPP promedio de $35,70 \pm 8,40$ meses (con un peso al primer servicio de $243,22 \pm 6,7$ kg, teniendo una edad al primer servicio de $27,54 \pm 7,74$ meses).

En hembras Criollo Sanmartinero la EPP fue de 40 meses, y se reporta una media de fertilidad de 70 % (Martinez Correal et al., 2020).

En un relevamiento de información realizado por Parra-Cortés & Magaña-Magaña (2019) en México, se reportó una EPP de 32 ± 2 meses para Romosinuano y 31 ± 4 meses para Lechero Tropical. En contraste, Ossa et al., (2007) obtiene una media estimada de 38,21 meses para la raza Romosinuano en Colombia. En la misma raza y país, López Martínez et al., (2020) documentan una EPP promedio de $34,56 \pm 3,48$ meses, en un rango de 24,07 a 41,80 meses.

En un ensayo realizado con hembras Guaymí en Panamá, se obtuvo una EPP de $24,5 \pm 2,2$ meses y peso a la concepción de 235 ± 28 kg. Dichos resultados se obtuvieron bajo un manejo que incluye pastoreo con carga moderada, suplementación proteica y un entore en el entorno a los 15 meses (Arosemena et al., 2024). No se encontró una correlación significativa entre la EPP y el peso adulto a los 6-8 años ($p > 0,05$), ni tampoco con los períodos interparto ($p > 0,05$). Por lo tanto, los autores consideran que la posibilidad de reducir la edad al primer parto sin comprometer el desempeño productivo representa una fortaleza reproductiva de esta raza.

3.2. Servicios por concepción

Este indicador corresponde al número de servicios necesarios para que se logre una gestación exitosa. Refleja tanto la fertilidad del macho y su calidad seminal, ya sea por inseminación artificial o monta natural; así como la fertilidad de la hembra. Asimismo, está influenciado por diversos factores que afectan la fase inicial de gestación, como la temperatura ambiental, el manejo y el estado nutricional. Además, este parámetro permite evaluar la técnica de la inseminación artificial (Bustillo Parrado & Melo Colina, 2020, De la Torre, 2007).

Las razas criollas presentan ventajas en relación a las razas europeas no sólo en el trópico, sino también en regiones de clima templado (Verde 1973, citado en De la Torre 2007). El promedio general de los valores compilados por el autor en su revisión muestra que los animales europeos requerían 3.35 servicios por concepción, mientras que los criollos requieren un número de servicios significativamente menor, de 1.63 servicios en promedio. Es importante destacar que este material no cuenta con arbitraje científico formal; no obstante, se incorpora por su contribución contextual al análisis.

En el caso del Criollo Limonero Venezolano y el Criollo Lechero Tropical, Bodisco y Abreu (2007) reportan valores que oscilan entre 1,4 y 1,6 servicios por concepción, los cuales son catalogados como muy satisfactorios.

Buitrago Sanín & Lotero Tangarife (2007) reportaron en Criollos Blanco Orejinegro un promedio de 1,1 servicios por concepción, con valores mínimos y máximos de 1 y 1,8 respectivamente. De manera similar, Rosendo Poce & Becerril Perez (2002) reportan un promedio de $1,6 \pm 0,03$ servicios para la misma raza.

3.3. Intervalo interparto

El intervalo interparto (IIP) se compone de dos períodos del ciclo reproductivo: el de “vaca vacía” y el período de gestación. Mientras la duración del primero está determinada en gran parte por factores exógenos, el segundo depende mayormente de caracteres genéticos (Bodisco & Abreu, 2007). El IIP ideal es de 365 días, pretendiendo tener una nueva gestación dentro de los 80 a 85 días posteriores al parto (Bustillo Parrado & Melo Colina, 2020)

En un ensayo experimental realizado en Argentina, Martínez (2007) comparó el IIP en vacas de las razas Aberdeen Angus y Criolla Argentina. El promedio general del IIP fue de 364,83 días para la población Angus, mientras que en la raza Criolla Argentina fue ligeramente menor, con una media de 353,47 días. Al analizar los intervalos específicos, el IIP 1 (IIP entre el primer y segundo parto) fue de 360,60 días en la raza criolla y 363,37 días en Angus. El IIP2 (intervalo entre el segundo y tercer

parto) fue de 346,35 días en criollas, mostrando una diferencia significativa con respecto a la raza Angus, cuyo IIP2 fue 366,30 días ($p < 0,001$).

Casi todos los valores de IIP reunidos por Bodisco & Abreu (2007) son satisfactorios; para Criollo Limonero Venezolano se reporta entre 372 y 394 días, para BON 352 y 382 días, para Criollos Lecheros de América central entre 378 y 390 días. Estos valores indican que las vacas criollas lecheras generalmente producen un ternero e inician una nueva lactación cada 13 meses. La excepción reportada en dicho análisis es la raza Costeño con cuernos, cuyo IIP oscila entre 422 y 433 días.

En vacas Criollo Argentino, se obtuvo un valor promedio de IIP de $370,13 \pm 23,45$ días. Se estima que una condición corporal de 3 puntos (escala 1 a 5) permite reducir el intervalo entre partos a 363,19 días (Holgado & Ortega, 2019). Se acerca a los valores reunidos en Criollo Argentino Patagónico, cuyo IIP ronda los 375 días (Aracena & Mujica, 2011).

Datos recopilados de la raza Blanco Orejinegro en Colombia por Buitrago Sanín & Lotero Tangarife (2007) arrojaron un IIP con media de 360,66 días, con un máximo de 391 días y un mínimo de 360,5 días. Parra-Cortés & Magaña-Magaña (2019) trabajaron con bovinos criollos del grupo genético Romosinuano y Lechero tropical en México y obtuvieron intervalos de 426 ± 94 días y 389 ± 28 días respectivamente.

Valores similares fueron reportados por Ossa et al., (2007) en Romosinuano, la media fue de $433,60 \pm 3,18$ días. Para la misma raza, Martínez Correal et al., (2020) determinan un IIP algo mayor, de 490 días. Dichos valores resultan menores a los reportados por Torres Aburto et al., (2022) en criollos mexicanos, siendo el IIP promedio 577 ± 3.64 días.

Los intervalos entre el primero y el segundo parto obtenidos por Arosemena et al., (2024) en Criollo Guaymí (Panamá) fueron en promedio 13,40 meses (407,9 días), lo que lo sitúa entre el abanico de datos reunidos anteriormente.

Cabe destacar que en todos los casos se trata de promedios obtenidos de datos de rodeos generales, no siempre experimentales, en donde el manejo de los animales y el ambiente tienen una gran incidencia, por lo que las comparaciones deben tomarse con cautela. Los valores recopilados son heterogéneos, pero dejan entrever que los criollos alcanzan índices reproductivos compatibles con una producción rentable en sistemas extensivos.

Tabla 6. Resumen de la duración del intervalo interparto (IIP) en días según distintos autores.

Autor	Raza	País	IIP (días)
Martínez (2007).	Criollo Argentino	Argentina	IIP1 360,60 IIP2 346,35
Holgado & Ortega (2019).	Criollo Argentino	Argentina	370.13 ± 23,45
Buitrago Sanín & Lotero Tangarife (2007)	BON	Colombia	360,66
Parra-Cortés & Magaña-Magaña (2019)	Romosinuano Lechero Tropical	México	426 ± 94 389 ± 28
Ossa et al., (2007)	Romosinuano	Colombia	433,60 ± 3,18
Torres Aburto et al. (2022)	Criollo Mexicano	México	577 ± 3,64
Arosemena et al., (2024)	Guaymí	Panamá	407,9
Martinez Correal et al (2020)	Romosinuano	Colombia	490

3.4. Eficiencia reproductiva

El porcentaje de gestación obtenido por Torres Aburto *et al.*, (2022) mediante relevamiento de información fue de 41% ± 1,95% para Criollos de México, presenta un valor similar a los hallados en cruza de razas cebuinas del mismo país, rondando el 42% (Arce-Recinos et al., 2017). En contraparte, en el mismo país se obtienen valores (tasa de natalidad) de 85% ± 12% para Romosinuano y 85% ± 5% para Lechero Tropical (Parra-Cortés & Magaña-Magaña 2019).

En Aberdeen Angus comparado con Criollo Argentino los porcentajes de preñez no tuvieron diferencias significativas, y rondaron en 85,7% y 84,9% respectivamente (Ferrando, 2006).

Arosemena et al., (2024), logró resultados que demuestran la alta precocidad en hembras Criollo Argentino, al registrarse un 40% de concepción en terneras de 11 meses de edad con peso ≥ 200 kg. La edad temprana al primer parto no tuvo repercusiones en el IIP, ni el peso a la edad adulta. Namur et al., (2008) obtienen un índice de preñez de 86,4 % en vacas Criollo Argentino servidas por monta natural, y al compararlas con Aberdeen Angus determinaron que la diferencia no es significativa (89,1%). Sin embargo, madres con media sangre Aberdeen Angus x Criollo Argentino mejoran el porcentaje a 94%.

3.5. Comportamiento maternal y lactancia

El comportamiento maternal se constituye por las acciones y comportamientos que la hembra adquiere alrededor del momento del parto y posterior al mismo, asociadas con el parto en sí y la sobrevivencia de la cría. Dichas acciones incluyen el aislamiento, búsqueda de sombra, parto, limpieza y estimulación del neonato para que mame, protección de la cría y el desarrollo de la relación madre-hijo. Estos comportamientos instintivos aseguran la conservación de la especie, y además representan valiosas herramientas productivas (Chenoweth, 1997).

Los bovinos lecheros han sido seleccionados a favor de un comportamiento maternal menos intenso en comparación con las razas carniceras, en las cuales es todavía apreciado un fuerte comportamiento materno. Las hembras *Bos indicus* se consideran madres muy protectoras por su temperamento, pero menos eficientes en cuanto a supervivencia en condiciones ambientales adversas (Litfors et al. 1994, Williams et al. 1991, como se cita en Chenoweth, 1997).

En observaciones de hembras Sanmartinero realizadas por Velázquez et al. (s.f.), la posición para parir predominante fue de pie en 86% de los casos, y 14% en decúbito lateral. El tiempo de expulsión del feto promedió 4' 32", el parto más largo tardó solo 7' 3". Un 36,6% tuvo comportamiento de aislamiento y ocultamiento post parto, la totalidad de las vacas mostraron placentofagia.

Uno de los atributos maternales estudiados en hembras criollas es la gran facilidad de parto, favorecida por la labor en pie. La expulsión del feto ocurre en aproximadamente 5 minutos en el 86% de los casos (Velásquez, 1999, como se cita en Martínez Correal et al., 2020), estrechamente relacionado con el pequeño tamaño de la cría al nacimiento. A su vez, la facilidad de parto se asocia con la rápida

recuperación posparto, y permite un retorno a la ciclicidad más rápido que en razas comerciales (Martínez, 1999).

Otra característica fundamental de los bovinos criollos asociado a la facilidad de parto es la estructura anatómica de la raza, la implantación alta de la cola, orientación de la articulación sacro ilíaca y posicionamiento levemente ventral de la pelvis (a la inversa de otras razas bovinas). Esta conformación posibilita la formación de un canal de parto amplio, explicando que los casos de distocia sean muy raros (Andreani, 1993, como se cita en Rabasa, 2002).

La vaquillona de Criollo Argentino servida a los 15 meses manifiesta una total facilidad de parto, incluso cuando su desarrollo corporal no ha finalizado. Sin embargo, esta precocidad puede influir negativamente en la ganancia de peso del ternero, ya que la aptitud lechera puede no ser óptima (Holgado et al., 2017)

Se ha experimentado cruzando vaquillonas Hereford con toros Criollo Argentino, obteniendo una evidente reducción de partos distócicos y de mortalidad perinatal de terneros (Martínez et al., 2000).

El sistema mamario es poco profundo, con ubre bien implantada; medida en cm tiene en promedio 30 de altura, 25 de longitud, 33 de ancho y 17 de profundidad. Los pezones delanteros, de 6.5 cm, son más largos que los posteriores, de 4.7 cm. En forma similar, el perímetro de 9.5 cm de los pezones anteriores superan los 8.2 cm de los posteriores (Martínez Correal et al., 2020). Se menciona por Williams et al., (1991) citado en Chenoweth (1997) que los pezones muy anchos, como los de las razas cebuinas, dificultan el amamantamiento, pudiendo ser causa de pérdidas productivas.

La producción de leche en la raza Criollo Argentino puede alcanzar una producción de 957 litros por lactancia, lo que se traduce a unos 4 litros/día. En este sentido, la lactancia en destetes a 210 días de vida del ternero, alcanzaría un valor de 840 litros (Rabasa et al., 2005).

El peso vivo al destete promedio registrado por Ferrando (2006) en La Rioja, Argentina, es de 152,3 kg en los criollos, significativamente mayor al de los Aberdeen Angus del mismo estudio, 139,9 kg ($p < 0,05$). La ganancia de peso diaria pre destete fue 0,696 kg contra 0,634 kg ($p < 0,05$). Para Holgado et al., (2017), la ganancia media general pre destete en Criollo Argentino fue $0,407 \pm 0,107$ kg/d, en campos de la provincia de Tucumán.

En el trabajo de Bodisco & Abreu (2007) se recopila información acerca del rendimiento lechero de distintas razas criollas, abriendo un abanico que va desde

lactancias en vacas Caracú de 3386 kg hasta el extremo opuesto, con reportes de lactancias de 221 kg en ganado BON.

Torres Aburto et al., (2022), reportan un porcentaje promedio de terneros destetados de $75,40\% \pm 39,30\%$ en Criollos Nunkiní (México), resultado que difiere al reportado en otros grupos genéticos criollos, por ejemplo, el Criollo Patagónico, donde el destete fue del 91% (Aracena & Mujica, 2011).

En ensayos en Argentina, Carrazzoni (1998) compara a los criollos locales con razas comerciales. Si bien el Criollo Argentino no presentó altos porcentajes de parición (74% Criollo Argentino, 79% Hereford, 76% Angus, 81% Nelore), compensa con uno de los más altos porcentajes de destetes (73% Criollo Argentino, 69% de Hereford, 67% Angus, 76% Nelore).

En términos de productividad, los criollos demostraron un mejor rendimiento por hectárea, produciendo 93,5 kg/há/año, comparado a los Hereford (68,5 kg/há/año y Nelore 89,5 kg/há/año). Dichos valores dejan en evidencia los beneficios de contar con animales con buena habilidad materna (Sal Paz, 1986, como se cita en Carrazzoni, 1998).

Namur et al., (2008), obtienen que el índice de destete de animales cruce de Criollo Argentino x Aberdeen Angus fue 87%, 7% mayor al de los vientres puros (Criollo Argentino 82 %, Aberdeen Angus 81,2 %). Además, las vacas cruza produjeron, en promedio, un 15 % más de kilogramos de ternero por vientre en comparación con las vacas puras. Estos resultados indican que introducir ejemplares criollos a rodeos comerciales, puede llevar a mejorar de manera considerable los índices productivos de un rodeo.

En estudios realizados por Ferrando et al., (2006), en los cuales se recopilan datos de 11 años de cría de Aberdeen Angus y Criollo Argentino, se observa que bajo condiciones de manejo extensivas y escasa infraestructura, los índices de preñez, parición y destete fueron similares en ambas razas. Sin embargo, el peso al nacimiento, el peso al destete, la ganancia diaria de peso pre-destete de los terneros y la producción de carne por vientre fueron superiores en la raza Criollo Argentino (27,1 kg; 152,3 kg; 0,696 kg/día y 119,2 kg/vientre, respectivamente) frente a la raza Aberdeen Angus (25,7 kg; 139,9 kg; 0,634 kg/día y 109 kg/vientre, respectivamente).

En la reserva de bovinos Criollo Uruguayo del Parque San Miguel, los índices de preñez rondan el 62% (A. Isaurralde, com. personal.), una cifra muy similar al promedio nacional en rodeos a campo. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que estos índices se obtienen en campos pobres y con cargas de más de 1,5 animales por hectárea.

Otra característica favorable de las hembras criollas es su longevidad. Según Holgado et al., (2021) pueden llegar a permanecer en el rodeo de cría hasta edades avanzadas (16-20 años). Tomando el desgaste de las piezas dentarias como criterio de permanencia, se puede estimar que una vaca de 12 años conserva el 54 % de su longitud de corona inicial y 14 años con un 29 % (Holgado et al., 2016). Esta ventaja puede explicarse por una mayor dureza del esmalte dental (Fernández et al., 2011, como se cita en Holgado, 2021).

4. Fisiología y reproducción en el macho de razas bovinas criollas.

4.1. Circunferencia escrotal

La circunferencia escrotal (CE) medida en testículos con conformación fisiológica normal es un óptimo indicador para predecir el potencial productor de células espermáticas en toros. Está altamente correlacionada con el peso del parénquima testicular y se relaciona directamente con la producción potencial de espermatozoides (Godfrey, et al., 1988).

En *Bos taurus* se ha calculado que los testículos promedio son de un aproximado de 460 gramos, contenidos en un escroto cuya circunferencia ronda en 35 cm. En un trabajo evaluando diferentes razas, Glauber, Acosta & Repetto (1990), determinan que hay un valor de CE mínimo para cada raza, y que, por lo tanto, es importante contar con valores de referencia específicos para cada raza. Esto permite realizar evaluaciones reproductivas más precisas, teniendo en consideración la influencia genética particular de cada población.

Holgado (2015) realizó mediciones de CE en toros Criollo Argentino, obteniendo un valor de $37,5 \pm 2,0$ en promedio. En este trabajo se citaron valores de la misma raza obtenidos por otros autores: 37,0 cm (Ballester & Cornejo, 2004), 37,05 cm (Crudelli et al., 2004), 33,3 cm para toros de 34 meses (Canosa, 1995). En este mismo estudio, tomaron valores de peso corporal y alzada a la cruz, llegando a determinar una relación positiva entre el tamaño, desarrollo corporal y la CE. El tamaño racial de los criollos responde a un animal de frame medio, lo cual es un aspecto favorable en función de los ambientes donde debe actuar.

Vera et al., (2004), realizaron mediciones en toros de 24 meses Aberdeen Angus y Criollo Argentino, obteniendo CE de 32,06 cm y 27,88 cm respectivamente, siendo una diferencia significativa ($p < 0,05$). Siguiendo con la tendencia, Quezada-Cazasola et al., (2016), obtiene valores que demuestran que la circunferencia escrotal fue mayor en los toros de razas europeas (Aberdeen Angus, Hereford y Limousin) que en los toros Criollo Corriente de México durante todo el año ($p < 0,01$). Los valores promedio son 38,25 vs 27,83 cm respectivamente.

En toros Sanmartinero de Colombia, los testículos se describen firmes y bien proporcionados con una CE media de 38 cm en animales adultos. Martínez Correal et al., (2020). En toros Criollos Lageano los valores de CE fueron $26,9 \pm 2,8$ cm (14 meses de edad), $27,6 \pm 3,3$ cm (16 meses) y $28,1 \pm 3,4$ cm (18 meses). El volumen testicular promedio fue de 1,363 cm³, longitud de 9 cm, ancho testicular de aproximadamente 4,8 cm (Souto et al., 2017).

En toros BON, la circunferencia escrotal varia de $26,4 \pm 0,2$ a $35,9 \pm 0,4$ cm, en los grupos de edad más baja y más alta respectivamente. El valor medio fue de 31,25 cm. (Urrea et al., 2001).

En Criollos Limonero el valor promedio de circunferencia escrotal fue de $34,40 \pm 0,43$ cm (Crespo & Quintero-Moreno, 2014).

A lo largo del trabajo permanente realizado en Uruguay desde 2018, realizando más de 50 exámenes andrológicos en los toros BCU, tanto de la reserva San Miguel, como los que se han trasladado a Santa Teresa, se puede destacar que el rango de CE es de 32 a 36 cm (34,8 cm promedio) para los animales boca llena y un rango de CE de 26 a 29 cm (27,5 cm promedio) para los animales de 2 dientes (Fila, D; datos no publicados, 2025). La inclusión de esta comunicación personal se fundamenta en la relevancia que tiene para el contexto nacional, si bien no constituye evidencia definitiva ni arbitrada, su aporte resulta valioso para complementar la información disponible en la literatura y para reflejar el estado actual de las investigaciones en Uruguay.

De acuerdo con los conocimientos adquiridos, se sugiere que el hecho de que los machos criollos tienen un tamaño testicular menor en comparación a razas convencionales, se atribuye a su menor talla y peso vivo promedio, y a la adaptación funcional al ambiente en el que evolucionaron. En sistemas extensivos, de vegetación cerrada o terreno accidentado, una menor masa escrotal expuesta reduce el riesgo de traumatismos o lesiones. Además, como en varias características que se han tratado en esta revisión, es necesario considerar que la gran mayoría de las razas criollas no han estado sometidas a programas de selección de reproductores con fines de mejoramiento genético a diferencia de las razas comerciales, lo cual también influye en su tamaño testicular promedio.

Tabla 7. Resumen de las medidas de circunferencia escrotal (CE), expresadas en centímetros según distintos autores.

Autor	Raza	País	CE (cm)
Quezada et al (2016)	Criollo Corriente	México	27,83
		Europeas*	38,25
Vera (2004)	Criollo argentino	Argentina	27,88
	Aberdeen Angus		32,06
Martines Correal et al (2020)	Sanmartinero	Colombia	38
Holgado (2015)	Criollo Argentino	Argentina	37.5 ± 2.0
Souto et al (2017)	Criollo Lageano	Brasil	28,1 ± 3,4
Urrea et al., (2001)	BON	Colombia	31,25
Crespo & Quintero-Moreno (2014)	Limonero	Venezuela	34,4 ± 0,43

Nota: * Aberdeen Angus, Hereford y Limousin

4.2. Composición y calidad del semen

La evaluación *in vitro* de la calidad seminal constituye una herramienta clave para estimar el potencial fértil de los machos, permitiendo identificar alteraciones que podrían comprometer la capacidad reproductiva. Proporciona información valiosa sobre la funcionalidad espermática y es fundamental en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los reproductores (Amann & Hammerstedt, 1993).

Crespo & Quintero-Moreno (2014) obtuvieron en Criollo Limonero de Venezuela mediante extracción con vagina artificial un volumen eyaculado promedio de 4,43 ± 0,25 ml. En cuanto a motilidad masal se clasificó con 3,2 ± 0,08, y la motilidad

individual $70,50 \pm 0,81\%$. La concentración espermática fue $839,50 \pm 35,32 \times 10^6$ esp/mL.

Mejía Gutierrez (2017) obtuvo los siguientes valores en toros Criollos de Ecuador mediante el mismo método de extracción: concentración $1059,9 \pm 54,16 \times 10^6$ esp/ml, motilidad masal 4,6, porcentaje de vivos $86,5\% \pm 1,22$, anormalidades totales $10,3\% \pm 0,80$. En la extracción con electroeyaculador estos valores disminuyen significativamente.

Quezada Cazasola et al. (2016) determinó valores promedio de concentración espermática de $1129,3 \pm 420,9 \times 10^6$ esp/ml, volumen $3,25 \pm 0,71$ ml, porcentaje de vivos $92,9\% \pm 3,48$. En dicho estudio se comparó al Criollo Corriente de México con toros de razas europeas, obteniendo que el volumen eyaculado fue similar en ambas razas durante todo el año (3,5 ml en promedio). La concentración de espermatozoides también fue similar en ambas razas, pero los toros de razas europeas del estudio tendieron a ser más sensibles al estrés por calor y mostraron una concentración de espermatozoides menor durante el verano y el otoño. En los toros de razas europeas la motilidad fue significativamente menor durante el verano y el otoño ($p < 0,01$): verano 62,3%, otoño 58,4%, primavera 83,9%, invierno 85,1%. Para los criollos los valores fueron constantes todo el año ($p = 0,58$), en verano 82,9%, otoño 83,6%, primavera 80,7% e invierno 84,9%. El porcentaje de espermatozoides vivos por eyaculado fue similar durante todo el año en los criollos ($p = 0,57$), pero fue significativamente menor para los toros de raza europea durante el verano y el otoño ($p = <0,01$). Este trabajo arroja conclusiones y tendencias que nos indican que los toros Criollo Corriente mexicanos tienen una mayor adaptación al estrés calórico, reflejándose en su calidad seminal constante durante todas las épocas del año.

Las características del semen de toros Blanco Orejinegro (16 a 27 meses de edad) fueron: color blanco (50%) amarillento (47,6%), aspecto predominantemente acuoso (95,2%), pH 6,8, concentración promedio de $120,7 \pm 9,4 \times 10^6$ esperm/ml, volumen eyaculado $3,6 \pm 0,4$ ml. Más del 60% de las muestras fueron de motilidad en masa “muy buena” (Urrea et al., 2001).

En 2018 la Facultad de Veterinaria (UDELAR) obtuvo financiación de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) para comenzar estudios sistemáticos sobre calidad de semen y su conservación. A partir de ese momento se construyó un banco de semen con finalidad de experimentación, donde se han estudiado diferentes protocolos de crio-preservación seminal. Se realizó la colecta de semen a 34 toros BCU, con diferentes frecuencia y repeticiones, donde el 64,7% de las muestras evaluadas tenían una calidad de semen satisfactoria como para ser crio preservadas. Se llegaron a obtener más de 2500 pajuelas de 22 toros diferentes, cuyos destinos fueron diferentes proyectos de investigación (Fila D.; datos no publicados, 2025).

En las muestras de semen obtenidas para el banco de semen con finalidad experimental, todas las colectas se realizaron mediante la técnica de electro eyaculación, con un volumen eyaculado promedio de $7,33 \pm 1,75$ ml, una motilidad individual promedio de $72,54 \pm 2,24\%$, una concentración espermática promedio de $941,50 \pm 45,37 \times 10^6$ esp/mL, con un porcentaje promedio de espermatozoides vivos de $76,5\% \pm 1,37$, y de anomalías totales promedio de $16,8\% \pm 1,24$ (Fila D.; datos no publicados, 2025).

En 2024 se obtuvo financiación de un nuevo proyecto CSIC. Con la finalidad de dar un salto de calidad, y que se pueda transferir el material genético a criadores particulares de BCU, se contrató una empresa particular (GENSUR), que colectó semen de 18 toros y se obtuvieron 888 pajuelas de 9 toros diferentes, alojadas en el momento en su banco de semen (Armstrong E. & Fila D.; datos no publicados, 2025).

En cuanto al comportamiento del semen de BCU ante la crio preservación, Filipiak Neumark (2021) compara el efecto de dos diluyentes (con y sin yema de huevo) sobre la calidad final de las muestras. Desde el punto de vista morfológico no sufrieron diferencias significativas, en general se hallaron menos de 30 % de anomalías totales y menos de 20 % de alteraciones mayores. En cuanto a la eficiencia de fecundación *in vitro*, tampoco hubo diferencias significativas entre las muestras tratadas con ambos diluyentes, el desarrollo embrionario promedio, evaluado al día 7 post-fecundación, fue del 33,9 %. No existió una diferencia significativa apreciable en cuanto a la motilidad y cinética espermática, aunque fue levemente mejor cuando se usó diluyente con yema de huevo.

La mayoría de las muestras resultaron aptas para su uso en biotecnologías reproductivas. Los resultados demuestran que el banco de semen de BCU cuenta con material genético con capacidad fecundante adecuada, constituyendo un recurso valioso para programas de conservación y fortaleciendo los esfuerzos destinados a la preservación de la raza.

4.3. Comportamiento sexual

Otra de las ventajas del toro criollo sobre *Bos indicus* y otros *Bos taurus* de origen europeo, es la mayor capacidad de cubrimiento de hembras y longevidad reproductiva, producto de su adaptación natural (Martínez y González, 2000, como se cita en Martínez Correal et al., 2020). Se describe que es posible asignar mas hembras para un toro Criollo Sanmartinero que las que se consideran como normales para un reproductor de otra raza, ya que son más resistentes al agotamiento sexual

y más vigorosos en cuanto a comportamiento de búsqueda y monta de la hembra. Su longevidad sexual es estimada en al menos 10 años (Martínez & Chaves, 2001).

La concentración sérica de testosterona en toros Criollo Corriente de México se mantiene similar a lo largo de todo el año, promediando $3,95 \pm 0,81$ ng/ml. En las razas europeas pudo observarse que disminuye significativamente durante el verano y el otoño ($p < 0,01$). Este hallazgo puede sugerir que los toros criollos son capaces de mantener un patrón estable de secreción de testosterona. Esto puede atribuirse a que no sufren del estrés calórico gracias a su adaptación al medio en el que se desarrollaron, y que las razas comerciales si demuestran los efectos del estrés tanto en la calidad seminal como en la secreción de testosterona (Quezada Cazasola et al., 2016).

5. Perspectivas y retos en la reproducción del ganado criollo

5.1. Innovaciones tecnológicas aplicadas a la reproducción

En el ganado criollo se han llevado a cabo estudios para establecer programas reproductivos, tales como la evaluación de tratamientos hormonales y técnicas de sincronización de celo y ovulación, inseminación artificial, transferencia de embriones y fecundación *in vitro*. Estas herramientas han permitido mantener su acervo genético, especialmente en poblaciones pequeñas.

La sincronización de celos ha demostrado buenos resultados en varias razas criollas, facilitando el uso de la inseminación artificial en rodeos manejados extensivamente. Si bien algunas respuestas fisiológicas pueden diferir respecto a razas comerciales, los protocolos se han podido adaptar en muchos casos, respetando las particularidades de cada raza (Mareco et al., 2005).

Por otro lado, la transferencia de embriones ha sido reportada, principalmente de manera experimental y con intereses en investigación. Si bien su aplicación es limitada por factores económicos y logísticos, estas biotecnologías representan una herramienta clave para asegurar la supervivencia y preservar razas criollas en el largo plazo.

5.2. Aplicación de inseminación artificial y sincronización de celo

En términos generales, las vacas criollas no responden favorablemente a los protocolos hormonales de sincronización del estro utilizados comúnmente (Ramírez-Godínez et al., 1998, como se cita en Quezada Casasola, 2013).

Zárate-Martínez et al., (2006), citado por Quezada Casasola (2013), estudiaron la sincronización de celos y la tasa de fertilidad después de la IATF en vacas Criollo Corriente mexicano. Encontraron que el porcentaje de preñez en las vacas criollas fue menor (18%) en comparación con las vacas de razas europeas especializadas (42.9%) (Martínez et al., 2002). Además, se observó que los animales que resultaron gestantes a la IATF (progestinas + GnRH + PGF2 α) del experimento fueron los que presentaron conducta estral en las últimas 43 h del período de detección de estros.

Esto sugiere que la técnica de IATF en el ganado criollo debe ser ajustada de acuerdo a sus tiempos de ovulación específicos, ya que, según los resultados obtenidos por Zárate (2008), el tiempo de manifestación del estro no necesariamente coincide con la etapa de maduración del folículo dominante presente, lo que puede resultar en la presentación de un estro sin una ovulación posterior, lo cual reduce la eficiencia reproductiva.

La menor tasa de crecimiento folicular determina que el folículo dominante requiere más tiempo para alcanzar la capacidad ovulatoria en las criollas que en otras razas. Este hecho nos puede indicar que para optimizar los resultados de IA e IATF obtenidos en las vacas criollas, los tiempos de inseminación pueden diferir a los utilizados en otras razas. En el estudio se sugiere inseminar 28 horas después del inicio del estro (Quezada Casasola, 2013).

La detección de celos puede tener consideraciones especiales. En hembras Criollo BON el celo se manifiesta más sutilmente que en otros *Bos taurus*. El reflejo de inmovilidad y aceptación de monta se manifiesta 24 horas después que los demás signos de celo, a diferencia de otros *Bos taurus*, donde la máxima manifestación de este reflejo es a las 18 horas. En este experimento se inseminó inmediatamente después de terminar el reflejo de inmovilidad, obteniendo una tasa de preñez del 100% al primer servicio (Henao et al., 2004).

Mareco et al., (2005) afirman que los signos de estro son más atenuados en las criollas, mostrando menos peladuras por efecto de las montas y solo 20% muestran flujo estral. En este experimento se obtuvo un porcentaje de preñez de 40% mediante IATF (Protocolo DIB + BE + PGF + eCG).

Torres-Simental et al., (1997) citado en Quesada Cazasola (2013), detectó presencia de folículos ováricos persistentes al usar protocolos con progestágenos (norgestomet), aspecto desfavorable al compararlas contra las Hereford que no sufren esta consecuencia.

Ponce et al., (2017) compararon protocolos de IATF en vacas Criollo Lechero Tropical con vacas mestizas (cruzas de Holando, Pardo Suizo y cebuinas). Los porcentajes de gestación global no tuvieron diferencias estadísticas, siendo 72,2% y 80% respectivamente. En este caso no hubo diferencias con las razas comerciales en protocolos de sincronización.

En Uruguay, en 2022, se realizó una IATF en vacas cruza británicas con semen de seis toros BCU con un porcentaje de preñez en el rodeo de 85,5% (76 preñadas/90 totales). Dado que se empleó semen de un número reducido de toros, no fue posible detectar diferencias significativas entre ellos durante el proceso de inseminación. Fue el primer registro de IA con semen congelado de BCU en el mundo (Aragunde et al, 2023).

Actualmente, existen varios productores de BCU que han utilizado protocolos de IATF en hembras BCU con semen probado, de calidad comercial, con resultados variables,

dentro de los rangos esperables, que oscilan entre 43% y 78% de porcentaje de preñez (Fila, D., datos no publicados, 2025).

5.3. Transferencia de embriones y OPU-FIV

En un estudio realizado por Naranjo-Chacón et al. (2016), se compararon las transferencias de embriones por curva lenta y vitrificación en vacas Criollo Lechero Tropical y mestizas (Pardo Suizo x cebú). Del total de hembras Criollo Lechero Tropical, el 28.6 % resultó preñada, y para las mestizas sólo el 5.6 %. Sin embargo, se menciona que dichos porcentajes de preñez son inferiores a lo esperado en otras razas comerciales (González et al., 1997; Bényei et al., 2006; Chase et al., 2009; Youngs, 2011, como se citan en Naranjo-Chacón, 2016).

En su tesis, Huaman (2024) realizada en provincia de La Convención, Perú, obtuvo 25% de gestación por transferencia de embriones crio-preservados *in vivo* en vacas criollas con protocolo de sincronización a tiempo fijo (día 0 CIDR + Benzoato de estradiol, día 7 PGF2a + ECG y día 8 benzoato de estradiol, transferencia de embriones al día 16). Resultaron preñadas aquellas con cuerpos lúteos de mayor tamaño (15,80 mm) y una condición corporal de 2 (escala 1-5).

En cuanto a la recuperación de ovocitos en vacas criollas peruanas, Sulca Ñaupas (2017) obtuvo por aspiración de folículos provenientes de ovarios de matadero, $1,85 \pm 1,25$ ovocitos por ovario ($3,69 \pm 2,49$ por animal). Al evaluarlos post criopreservación, los valores de calidad promedios fueron 13,7% excelente, 39,4 % bueno, 31,1 % regular y 15,7 % malo. La viabilidad post descongelación fue mayor en diámetros ≥ 1 y < 5 mm. Siguiendo con la línea de investigación, la viabilidad de ovocitos conservados por vitrificación fue de 68.9%. En cuanto a la tasa de maduración *in vitro* fue de 58.8% (Espinoza Sulca, 2019)

Para protocolos de superovulación con FSH en vacas Criollo Coreño en México, el 44 % produjo al menos un embrión transferible. Un 33 % de las vacas produjeron embriones transferibles durante dos periodos distintos, el 50 % sólo produjeron embriones transferibles en un periodo. El 8 % no produjeron ningún embrión transferible durante los tres periodos de la fase experimental (Villaseñor González et al., 2017)

Gordillo Lema (2015) obtuvo en vacas criollas en Ecuador un promedio de $3,11 \pm 0,80$ embriones por vaca donadora, de los cuales el 64, 3% fueron calificados de excelente calidad. Demostró que existe una correlación moderada ($r = 0,400$) significativa ($p < 0,05$) entre el diámetro del folículo preovulatorio con la calidad de los embriones.

En Venezuela, de 31 vacas Criollo Limonero se lograron obtener 330 embriones transferibles, lo que sería un promedio de 10.64 embriones/vaca. Tras 12 años de

criopreservación, se han transferido en 40 vaquillonas mestizas, obteniendo 16 terneros, lo que significa un 40% de éxito en la transferencia de embriones. (Contreras & Chirinos 2012)

En 2024 se llevó a cabo el primer ensayo de obtención de embriones en el bovino Criollo Uruguayo. Se extrajeron 85 ovocitos de 7 vacas mediante aspiración folicular (promedio: 12 ovocitos por vaca; promedio de edad de las vacas: 9 años). Fueron inseminados *in vitro* con semen de toros Criollo Uruguayo, y finalmente se logró criopreservar 12 embriones viables (Armstrong et al., 2024).

El uso de biotecnologías para la reproducción es un pilar fundamental para la conservación de las razas criollas. En razas locales, la implementación de biotecnologías suele estar limitada por factores económicos, falta de infraestructura, baja disponibilidad de personal capacitado y ausencia de programas nacionales estables de conservación (FAO, 2013; FAO, 2015). Sumado a estas limitantes, queda demostrado en varios estudios, existen variables fisiológicas que pueden limitar el éxito y desarrollo de estas técnicas. A pesar de estas limitantes, no cabe duda de que es imprescindible adoptar programas y ajustar protocolos para fortalecer la conservación de estas líneas genéticas ancestrales. Un enfoque eficiente combina protocolos adaptados, capacitación local, fortalecimiento institucional y bancos de germoplasma que permitan integrar a los criollos en programas de mejoramiento y conservación con impacto real.

Estrategias para la conservación y valorización de razas criollas

La conservación y el uso sustentable de los recursos zoogenéticos criollos o locales son fundamentales para la protección de la diversidad biológica y el desarrollo sostenible de la ganadería de un país. Al preservar un acervo genético acumulado a lo largo de extensos procesos de selección natural y evolución, se resguardan intereses económicos, científicos y culturales, tanto presentes como futuros (Chirinos, 2012).

Las estrategias planteadas para mantener los recursos genéticos se basan en conservación y preservación (*in situ*, *ex situ* e *in vitro*), monitoreo del stock, especificar criterios y razones de conservación, biotecnologías, bancos de datos y genes entre otros (Segura-Correa & Montes-Pérez, 2001). De acuerdo con los autores mencionados y citando a Steane (1997), las principales acciones a tomar son las mencionadas a continuación:

- *Determinación de la población de animales a conservar*: se requiere un extenso programa nacional o regional, para evaluar el stock animal de la raza a conservar. Las estrategias de conservación se adaptan al número de hembras reproductoras (menos de 1000 hembras significa entrar en clasificación “en peligro”).
- *Caracterización fenotípica y genotípica*: la caracterización fenotípica y genotípica permite la evaluación de la diversidad genética, los niveles de endogamia y la comparación con otras poblaciones.
- *Implementación de biotecnologías*: hay tres maneras de preservar material genético: conservando y reproduciendo una población en el lugar de origen (*in situ*), en un lugar diferente (*ex situ*), o congelando gametos y embriones (conservación *in vitro*).

Para la conservación *in situ* es indispensable contar con una población relativamente grande de animales para reducir los problemas de consanguinidad normalmente asociados a poblaciones pequeñas. Es recomendable llevar a cabo un sistema de reproducción de núcleos abiertos *ex situ*, combinado con intercambio de reproductores entre las diferentes poblaciones o núcleos.

En cuanto a la conservación *in vitro*, la crio-preservación de semen y embriones es de gran valor y eficiencia para conservar la diversidad genética a lo largo del tiempo. La inseminación artificial es un método eficaz para la conexión genética entre poblaciones. Se reducen los costos y los riesgos sanitarios de trasladar animales en pie. La generación de embriones mediante recuperación de ovocitos (ya sea por superovulación o de animales sacrificados) y la fecundación *in vitro* son opciones viables, aunque más costosas para contribuir a la conservación de la raza y su acervo genético.

- *Banco de datos:* los bancos de datos pueden ser utilizados para planear la utilización de los recursos genéticos, para monitorear los cambios de "status" genéticos, definir programas apropiados de cruzamientos y estrategias de utilización de los recursos.
- *Costos de la Conservación:* la identificación y caracterización de ejemplares, el mantenimiento de poblaciones vivas, la recolección y preservación de gametos y embriones y la administración de los programas de conservación constituyen algunos de los costos principales de la conservación.

El objetivo primordial planteado por Segura-Correa & Montes-Pérez (2001) no es sólo evitar la extinción, sino la evaluación y utilización de las razas criollas basándose en características de adaptación, resistencia y elevada heterosis al cruzarse con otras razas. Esto implica incrementar la productividad y eficiencia bajo las condiciones de manejo existentes en las regiones donde se producen.

La competencia frente a razas comerciales y la desinformación de la importancia de su preservación, son presumiblemente los aspectos en contra de invertir en conservación de razas criollas. Sin embargo, ofrecen posibilidades muy concretas de desarrollo en situaciones de recursos limitados, y al ser razas locales permiten la generación de productos *gourmet* con marca propia y denominación de origen, lo que aumenta considerablemente el rédito económico.

Parra-Cortés, Martínez Correal & Valderrama-Rodas (2021) sostienen que a pesar de que existen incontables evidencias científicas que respaldan las bondades que poseen los bovinos criollos, la información sobre sus parámetros zootécnicos no se ha difundido de manera eficaz. La generación de mayor información técnica y de interés económico es clave para que se promueva la conservación de las razas criollas a través de la introducción de toros en rodeos de razas comerciales, para superar la fase de preservación y consolidar la multiplicación de los núcleos genéticos criollos.

Siguiendo con la línea, Anzola Vásquez (2005) coincide en que es necesario fomentar el uso de los bovinos criollos en sistemas de producción, generando conciencia en la población y en los productores acerca de la conservación de este recurso. Para ello es fundamental el desarrollo de programas Nacionales de conservación y utilización de las razas criollas.

Conclusiones

Las razas de bovinos criollos presentan un desempeño reproductivo comparable y en ocasiones superior al de muchas razas comerciales, especialmente en condiciones de manejo extensivo y ambientes adversos. Su precocidad sexual, intervalos interparto reducidos, altos porcentajes de preñez, baja cantidad de servicios por concepción, facilidad de parto y habilidad materna son características consistentes a lo largo de distintas regiones y estudios.

Desde el punto de vista fisiológico, se observaron particularidades en parámetros como la dinámica folicular, el tamaño del folículo ovulatorio y las concentraciones de progesterona, lo que sugiere ajustar los tiempos de inseminación y de detección de celo, ya que estas particularidades se manifiestan con signos de celo más sutiles y una ovulación tardía.

En toros criollos, se observa una notable capacidad reproductiva y adaptabilidad sexual, reflejada en la calidad seminal estable a lo largo del año, su resistencia al estrés térmico y la alta capacidad de servicio. Estos rasgos los posicionan como reproductores eficientes, incluso en entornos de baja tecnificación.

La transferencia de embriones en vacas Criollas ha mostrado resultados mixtos, los estudios indican que los protocolos de sincronización adecuados pueden mejorar la viabilidad. La recuperación de ovocitos ha generado resultados satisfactorios. La transferencia de embriones crio-preservados también ha demostrado ser viable, con una tasa de éxito aceptable en muchos de los estudios consultados.

A pesar de su potencial, las razas criollas siguen estando muy subvaloradas en la práctica ganadera. Esto limita su conservación, su mejoramiento y su aprovechamiento como recurso estratégico. Representan una alternativa viable frente a los desafíos derivados del cambio climático, la degradación ambiental y la intensificación productiva. Debido a su menor tamaño corporal, han evidenciado una eficiencia adaptativa en condiciones de alimentación limitadas, alcanzando la pubertad y una función reproductiva óptima en condiciones donde otras razas verían comprometido su desempeño.

Incorporar estos biotipos en programas de mejoramiento y conservación no solo es una acción que protege la diversidad genética, sino que también puede mejorar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos actuales.

Tabla 8. Resumen comparativo general de diferentes parámetros reproductivos en base a los datos analizados.

Parámetro	Razas criollas	Razas comerciales
<i>Edad a la pubertad (hembras)</i>	12 – 15 meses (media 13.5)	Holstein: 12-14. Angus: 14-16 Brahman: >18
<i>Peso a la pubertad (hembras)</i>	213 – 260 kg	>280 kg en promedio
<i>Edad al primer parto</i>	30 – 36 meses	Holstein: 24. Brahman: >50
<i>Intervalo interparto (IIP)</i>	Media 416 días (óptimo en varios estudios). Rango 346 a 577 días	365 – hasta 400 días (<i>Bos indicus</i>)
<i>Servicios por concepción</i>	1.1 – 1.6	2.5 – 3.5
<i>Circunferencia escrotal (adulto)</i>	28 – 38 cm	>35 cm, hasta 40 en razas Británicas
<i>Volumen y calidad seminal</i>	Volumen promedio 3.2 ml Alta motilidad anual	Mayor volumen en europeos. Fluctuaciones de motilidad por época
<i>Tasa de preñez</i>	70 – 85%	Variable según raza y clima
<i>Longevidad reproductiva</i>	Larga. Toros >10 años, vacas >12 años	Media, especialmente en sistemas intensivos
<i>Tolerancia al calor y rusticidad</i>	Muy adaptados	Poca tolerancia. Impacta en fertilidad y producción
<i>Concentración de progesterona</i>	Hasta 20 ng/ml	<10 ng/ml en Holstein

<i>Facilidad de parto</i>	Muy alta, bajo porcentaje de distocia	Variable entre razas y categorías.
<i>Adaptabilidad ambiental</i>	Excelente – clima, suelos pobres, resistencia al parasitismo	Baja a media, reflejada en pérdidas de producción
<i>Valor productivo en sistemas mixtos</i>	Usados en sistemas doble propósito	Especializados en carne o leche

Nota: los valores presentados en este cuadro corresponden a una síntesis general elaborada a partir de múltiples estudios citados a lo largo del trabajo. Los mismos representan rangos aproximados y tendencias generales reportadas en la literatura, y no derivan de una única fuente específica. Las referencias originales de cada parámetro se detallan y discuten en las secciones correspondientes.

Consideraciones finales

A lo largo de esta revisión surgieron diversos aspectos que merecen ser tenidos en cuenta al reflexionar sobre la reproducción en razas Criollas de América. En primer lugar, la amplia diversidad fenotípica y fisiológica de estos bovinos, sumado a la enorme heterogeneidad ambiental a la que están expuestos, plantea desafíos para su caracterización uniforme, pero a la vez constituye su gran fortaleza desde el punto de vista adaptativo y genético.

Otra consideración que surge es la necesidad de revisar los criterios de evaluación reproductiva, ya que su aplicación directa a los criollos puede resultar inadecuada. Las diferencias fisiológicas evidenciadas en el ciclo estral o la circunferencia escrotal, por ejemplo, no deberían interpretarse como desventajas, sino como particularidades propias.

La disparidad de la información disponible entre razas y regiones limita al momento de generar comparaciones precisas, y dificulta la formulación de estrategias de manejo específicas. En muchos casos, los datos disponibles corresponden a experiencias aisladas, poblaciones pequeñas o en condiciones poco controladas. Esta variabilidad también complejiza la comparación con razas comerciales, cuyos datos provienen de sistemas estandarizados. Por lo tanto, sería recomendable avanzar en más estudios y experiencias, especialmente bajo condiciones controladas y con metodologías comparables, que permitan caracterizar con mayor precisión las particularidades reproductivas de los bovinos criollos.

En definitiva, los datos analizados no sólo describen un grupo de animales; revelan una historia de adaptación biológica, social y productiva que debería ocupar un lugar más central en los debates sobre sostenibilidad, soberanía alimentaria y conservación de recursos genéticos en América Latina.

Es necesario continuar generando conocimiento sistemático y específico sobre estas razas, promoviendo investigaciones comparativas, aplicando tecnologías reproductivas adaptadas y fortaleciendo los programas de conservación genética. Invertir en su estudio y visibilización es clave para integrar a los criollos en modelos ganaderos más diversos, eficientes y sustentables.

Bibliografía citada

- Adams, G. P., Jaiswal, R., Singh, J., & Malhi, P. (2008). Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, 69(1), 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.09.026>
- Adam, C. L., & Robinson, J. J. (1994). The role of nutrition and photoperiod in the timing of puberty. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53(1), 89-102.
- Agrosavia. (s.f.). *Plataforma de información genómica para animales de la raza Blanco Orejinegro (BON)* [Fotografía]. <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-pecuaria/ganader%C3%ADa-y-especies-menores/servicios-tecnol%C3%B3gicos/562-plataforma-de-informaci%C3%B3n-gen%C3%B3mica-para-animales-de-la-raza-blanco-orejinegro-bon>
- Alfaro-Astorima, M. I., Ormachea-Sánchez, H. H., & Alvarado-Malca, A. E. (2020). Ovarian follicular dynamics of a Creole cattle under grazing conditions in high Andean areas of Peru. *Science and Agropecuaria*, 11(4), 621-628. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.18>
- Amann, R. P., & Hammerstedt, R. H. (1993). In vitro evaluation of sperm quality: An opinion. *Journal of Andrology*, 14(6), 397–406. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8294222>
- Anzola Vásquez, H. J. (2005). Conservación y utilización de las razas bovinas criollas y colombianas para el desarrollo rural sostenible. *Archivos de Zootecnia*, 54(200), 141-144.
- Aracena, M., & Mujica, F. (2011). Caracterización del bovino criollo patagónico chileno: Un estudio de caso. *Agro Sur*, 39(2), 106–114. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2011.v39n2-05>
- Aragunde, R., Lanfranco, F., Fila, D., Boggio, J.C., Crespi, D., & Armstrong, E. (2023). *Primer registro de inseminación artificial con semen congelado de BCU*. XXV Congreso Brasileiro de Reproducción Animal, Bello Horizonte, Brasil.
- Arce, C. E., & Monge, D. C. (1990). Edad al primer parto para ganado lechero. *Tecnología en Marcha*, 8(2-3), 3–7.
- Arce Recinos, C., Aranda Ibáñez, E. M., Osorio Arce, M. M., González Garduño, R., Díaz Rivera, P., & Hinojosa Cuellar, J. A. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 83-91. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347>
- Armstrong, E., Boggio Devincenzi, J. C., Filipiak, Y., Nolla, M., Aristov, S., Isaurralde, A., Lanfranco, F., & Fila, D. (2024). *Al rescate de una raza en peligro de extinción / To*

the rescue of an endangered breed. Actas del XXVII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (pp. 95–96), Montevideo, Uruguay.

Armstrong, E., Fila, D., Boggio, J. C., Aragunde, R., Saravia, F., Isaurralde, A., Artigas, R., Vila, F., Brito, G., Luzardo, S., Evia, G., & Dattele, G. (2021). Análisis preliminar de crecimiento, calidad de la canal y de la carne de novillos Criollo Uruguayo en comparación con novillos Hereford. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(3–4), 181–190. www.doi.org/10.53588/alpa.293410

Armstrong, E., & Postiglioni, A. (2010). Bovinos y ovinos Criollos del Uruguay: Estudios y perspectivas. *Agrociencia Uruguay*, 14(3), 33–41.

Armstrong Reborati, E. M., Abad Njers, G., Naya Monteverde, H. M., & Jara Tellechea, E. (2022). *Informe final publicable de proyecto: Genotipado de alta densidad en bovinos Criollo Uruguayo como herramienta para el manejo genético de los rodeos*. Universidad de la República, Facultad de Veterinaria; Instituto Pasteur de Montevideo.

Arosemena, E., Villalobos-Cortés, A., Jaén, M., & Franco-Schafer, S. (2024). Comportamiento reproductivo del bovino criollo guaymí bajo diferentes condiciones de manejo. *Ciencia Agropecuaria*, (38), 39-55. <https://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/626>

Asociación de Criadores de Bovino Criollo Argentino. (s. f.). *Galería – fotografía de bovino Criollo Argentino* [Fotografía]. <https://www.bovinocriollo.com.ar/galeria/>

Ayala Guanga, L. E., Pesántez Pacheco, J. L., Rodas Carpio, E. R., Dután Sanango, J. B., Calle Ortiz, G. R., Vázquez Mosquera, J. M., Nieto Escandón, P. E., Ortega Herrera, V. V., & Samaniego Campoverde, J. X. (2019). *Dinámica folicular de vaquillas criollas al pastoreo en el altiplano ecuatoriano*. *Archivos de Zootecnia*, 68(262), 184–190. <https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4135>

Ballester, M. A., & Cornejo, M. A. (2004). *Resultados de cruzamientos de vaquillonas británicas con toros de raza Criolla en primer servicio a los 15 meses de edad*. En *Ganado Criollo* (Tomo 5). Asociación Argentina de Criadores de Ganado Bovino Criollo y Orientación Gráfica SRL.

Blanc, J. E., Ferraris, A., & Moraes, J. (2002). Pérdidas reproductivas desde el servicio al destete en un rodeo de cría en la zona litoral del Uruguay. En *X Congreso Latinoamericano de Buiatría & XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 259–263). Centro Médico Veterinario de Paysandú.

Bleach, E. C. L., Glencross, R. G., & Knight, P. G. (2004). Association between ovarian follicle development and pregnancy rates in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. *Reproduction*, 127(5), 621-629. <https://doi.org/10.1530/rep.1.00085>

- Bodisco, V., & Abreu, O. (2007). *Producción de leche por vacas criollas puras*. Departamento de Agricultura, FAO. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/33-leche.pdf
- Brody, S. (1964). *Bioenergetics and growth: with special reference to efficiency complex in domestic animals*. New York, Hafner XII, 1023 pp.
- Buitrago Sanín, F., & Lotero Tangarife, A. M. (2007). *Caracterización reproductiva y productiva del ganado blanco orejinegro (BON) en las haciendas Azufra, Bohemia, Castilla y Hato Viejo del departamento de Risaralda*. Engormix. https://www.engormix.com/ganaderia/ganado-carne-tropico/caracterizacion-reproductiva-productiva-ganado_a27351/
- Bustillo Parrado, J. C., & Melo Colina, J. A. (2020). *Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino* [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/17465>
- Canosa, M. R. (1995). *Revisación de toros para servicio natural a campo*. En *Ganado Bovino Criollo* (Tomo 4). Asociación Argentina de Criadores de Ganado Bovino Criollo y Orientación Gráfica SRL.
- Cardoso, R. C., West, S. M., Maia, T. S., Alves, B. R. C., & Williams, G. L. (2020). Nutritional control of puberty in the bovine female: Prenatal and early postnatal regulation of the neuroendocrine system. *Domestic Animal Endocrinology*, 74, 106434. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106434>
- Carou, N. E., Gardón, J. C., De Loof, E., & De Luca, L. (2001). *Caracterización del ciclo estral de vacas de raza Bovina Criolla Argentina de origen Patagónico*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/01-ciclo_estral_criolla_patagonica.pdf
- Carrazzoni, J. A. (1998). El bovino criollo argentino: Ayer y hoy. *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, 52(16), 1-52. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/15-el_bovino_criollo.pdf
- Castillo-Badilla, G., Salazar-Carranza, M., Murillo-Herrera, J., & Romero-Zúñiga, J. J. (2013). Efecto de la edad al primer parto sobre parámetros productivos en vacas Jersey de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 177–187. <https://doi.org/10.15517/am.v24i1.9796>
- Chenoweth, P. J. (1997). Comportamiento reproductivo y manejo de bovinos. En *XXV Jornadas Uruguayas de Buiatría & IX Congreso Latinoamericano de Buiatría* (pp. 33–37). Centro Médico Veterinario de Paysandú.

- Chirinos, Z. (2012). Razas locales: alternativa genética en la ganadería de doble propósito. En G. Fuentes-Mascorro (Coord.), *Etnozoología de recursos zoogenéticos. Oaxaca y Zulia 2012* (pp. 57–64). Armadillo Ediciones.
- Contreras, G., & Chirinos, Z. (2012). Experiencias en Venezuela de mejoramiento, preservación y difusión del ganado criollo-limonero: Evaluación genética, productiva y reproductiva. En G. Fuentes-Mascorro (Ed.), *Etnozoología de recursos zoogenéticos: Oaxaca y Zulia* (pp. 67-87). Laboratorio de Investigación en Reproducción Animal (LIRA), Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
- Crespo, E., & Quintero-Moreno, A. (2014). Calidad seminal de toros Criollo Limonero. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 24(6), 518–524.
- Crudeli, G. A., Brem, J. J., Pochon, D. O., & Roig, C. (2004). Aspectos reproductivos del ganado bovino Criollo. En *Ganado Criollo* (Tomo 5). Asociación Argentina de Criadores de Ganado Bovino Criollo y Orientación Gráfica SRL.
- De la Torre, R. (2007). La reproducción de las Razas Criollas. *Sitio Argentino de Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/36-reproduccion.pdf
- Espinoza Sullca, J. R. (2019). *Efecto de la vitrificación sobre la viabilidad y maduración de ovocitos bovinos criollos. Ayacucho 2750 m.s.n.m. – 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/ec09f4e9-3094-4e04-915a-0b513bdab7d3>
- Espitia, A., Prieto, E., & Cardozo, J. (2006). Pubertad y circunferencia escrotal en toros Holstein × Cebú, Cebú y Romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1), 744–750.
- FAO. (s. f.). *Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/dad-is/es/>
- Ferrando, C. A., Paloma, E., Namur, P., & Leguiza, D. (2006). *Ganado bovino criollo argentino y Aberdeen Angus en los Llanos de La Rioja: Resultados de 11 años de evaluación en sistemas de cría*. INTA.
- Filipiak Neumark, Y. (2021). *Calidad y capacidad fertilizante in vitro de semen de toros Criollo Uruguayo criopreservado en dos diluyentes comerciales y análisis de variabilidad genética* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Colibrí. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/28703>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *In vivo conservation of animal genetic resources*. FAO. <https://www.fao.org/4/i3327e/i3327e.pdf>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. FAO. <https://www.fao.org/3/i4787e/i4787e.pdf>
- Foster, D. L., & Nagatani, S. (1999). Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: role in timing puberty. *Biology of Reproduction*, 60(2), 205–215. <https://doi.org/10.1095/biolreprod60.2.205>
- Garriz, C. A. (2005). *La raza criolla norteamericana, tesoro bovino de Texas*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/14-criollo_de_texas.pdf
- Garriz, C. A. (2012). *¿Producir carne con la raza Criolla Argentina?* Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/65-criollo_Garriz.pdf
- Ginja, C., Gama, L. T., Cortés, O., et al. (2019). *The genetic ancestry of American Creole cattle inferred from uniparental and autosomal genetic markers*. *Scientific Reports*, 9, 11486. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47636-0>
- Ginther, O. J., Kastelic, J. P., & Knopf, L. (1989). Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Animal Reproduction Science*, 20(3), 187–200. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(89\)90084-5](https://doi.org/10.1016/0378-4320(89)90084-5)
- Glauber, CE, Acosta, AP G, Repetto, IMA (1990). Circunferencia escrotal en toros Bos indicus y derivados. *Veterinaria Argentina*, 7 (67), 466–472. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19910152957>
- Godfrey, R. W., Randel, R. D., Long, C. R., Lunstra, D. D., Jenkins, T. G., & Berardinelli, J. (1988). Effect of Season and Relocation on Reproductive Competence in Brahman and Hereford Bulls. *DigitalCommons@University of Nebraska*. <https://digitalcommons.unl.edu/hruskareports/80>
- Gonella, Á., Grajales, H., & Hernández, A. (2010). Ambiente receptivo uterino: control materno, control embrionario, muerte embrionaria. *Revista MVZ Córdoba*, 15(1), 1976-1984.
- Gordillo Lema, N. A. (2015). *Superovulación en vacas criollas: Relación de folículos preovulatorios, cuerpos lúteos y producción de embriones* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22896>
- Grajales, H., & Hernández, A. (2008). Niveles séricos de progesterona durante los días 0, 5, 10, 15 y 20 del ciclo estral en novillas Simmental x Cebú, Holstein x Cebú, Romosinuano y Cebú, bajo las condiciones del trópico cálido-húmedo colombiano.

Livestock Research for Rural Development, 20, 39.
<http://www.lrrd.org/lrrd20/3/graj20039.htm>

Grajales, H., Hernández, A., & Prieto, E. (2006a). Determinación de parámetros reproductivos basado en los niveles de progesterona en novillas doble propósito en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 18, 144.
<http://www.lrrd.org/lrrd18/10/graj18144.htm>

Grajales, H., Hernández, A., & Prieto, E. (2006b). Edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 18(10), 139.
<http://www.lrrd.org/lrrd18/10/graj18139.htm>

Gasque Gómez, R. (2016). *Reproducción bovina*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/245-Reproduccion_bovina.pdf

Henao, D., Carrillo, L. M., & Olivera Ángel, M. (2004). Comportamiento durante el calor y dinámica folicular interestrual en vacas BON (Blanco Orejinegro). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 17(1), 39-44.

Holgado, F. D., Fernández, J. L., & Ortega, M. F. (2017). Influencia del peso de servicio a los 15 meses sobre el peso al nacer y ganancia predestete de las crías en el Criollo Argentino. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal*, 10, 57–62.
https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/102-Trabajo010.pdf

Holgado, F. D., Martínez, B., Díaz, A., & Soraire, J. (2016). Desgaste dentario en función de la edad en bovino Criollo Argentino. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 8, 1–4.
https://s59b6fdfe9e4460e7.jimcontent.com/download/version/1482254531/module/14929859925/name/AICA2016ARG_Trabajo001.pdf

Holgado, F. D., & Ortega, M. F. (2015). Caracterización de toros adultos de la raza Criollo Argentino: peso corporal, alzada y circunferencia escrotal. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 6, 172–177. <https://www.produccion-animal.com.ar>

- Holgado, F. D., & Ortega, M. F. (2019). *Caracterización productiva del bovino criollo argentino: Período 2006-2016*. Ediciones INTA
- Holgado, F. D., Rabasa, A. E., & Ortega, M. F. (2021). El bovino Criollo Argentino: principales características de la raza. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(3–4), 135–146.
- Huamán Condori, L. N. (2024). *Porcentaje de gestación en transferencia de embriones congelados in vivo en vacunos criollos y Brown Swiss en la cuenca de Vilcabamba del distrito de Vilcabamba-La Convención-Cusco* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia]. UNSAAC. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8402>
- Instituto Nacional de Carnes. (2011). La historia de la ganadería uruguaya. *Notinac*, (sup. 3). <https://www.inac.uy/innovaportal/file/6103/1/suplemento-escolar-numero-3.pdf>
- Laster, D. B., Glimp, H. A., & Gregory, K. E. (1972). Age and weight at puberty and conception in different breeds and breed-crosses of beef heifers. *Journal of Animal Science*, 34(6), 1031–1036. <https://doi.org/10.2527/jas1972.3461031x>
- López, A., Saldarriaga, O. A., Arango, A. E., Rugeles, M. T., Zuluaga, F. N., Olivera, M., Bermúdez, N., Bedoya, G., & Ossa, J. E. (2001). Ganado Blanco Orejinegro (BON): Una alternativa para la producción en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(2), 121–128.
- López Martínez, J. L., Quijano Bernal, J. H., Garcés Blanquiceth, J. L., & Ossa Saraz, G. A. (2020). Efecto de caracteres propios e inherentes al animal sobre la edad al primer parto en la hembra bovina de la raza Romosinuano. *Revista de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*, 9(2), 6–22. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n2.79322>
- López-Rojas, R., Celis-Parra, G., Tovar-Claros, G., García-Gasca, A., & García-Bustos, J. (2019). Ovarian follicular dynamics in Caqueteño Creole cattle breed at the Colombian Amazon Piedmont. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 14(2), 101–110. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2019.101.110>
- Mann, G. E. (2009). Corpus luteum size and plasma progesterone concentration in cows. *Animal Reproduction Science*, 115(1-4), 296–299. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009>
- Mareco, G., Martínez, R., & Paramidani, E. (2005). Inseminación a tiempo fijo de vacas criollas argentinas de origen patagónico. En *XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 171-172). Centro Médico Veterinario Paysandu.

- Marini, P. R., & Di Masso, R. J. (2019). Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productiva en sistemas a pastoreo. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 84–93. <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.07>
- Martínez-Correal, G. C., & Chaves Martínez, G. (2001). *Ganado criollo Sanmartinero: alternativa genética sustentable para la producción bovina en la Orinoquía* (47 p.). ICA – PRONATTA CORPOICA & UNILLANOS. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17095>
- Martínez Correal, G. (1992). El ganado criollo Blanco Orejinegro (BON). *Animal Genetic Resources Information*, 9, 33. <https://www.asocriollanos.com/blanco-orejinegro-bon/>
- Martínez, Correal. G. (1999). Potencial genético del ganado SM en sistemas de carne y doble propósito. En *Memorias: Seminario Internacional Caracterización Genética y Potencial Productivo del Ganado SM* (pp. 31–42). Villavicencio, Colombia.
- Martínez Correal, G. (s.f.). *La renovación de las razas criollas*. Asocriollanos. <https://www.asocriollanos.com/wp-content/uploads/2022/09/La-renovacion-de-las-razas-criollas.doc.pdf>
- Martínez Correal, G., Flórez Díaz, H., & Villate G., M. C. (Eds.). (2020). El ganado criollo colombiano Sanmartinero, su conservación y aporte sostenible a la producción bovina en la Orinoquia colombiana. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 28(3-4), 69-86.
- Martínez, F. M., Kastelic, J. P., Adams, G. P., Cook, B., Olson, W. O., & Mapletoft, R. J. (2002). The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*, 57(3), 1049–1059. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00682-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00682-3)
- Martínez, J. C., & Castillo, S. P. (2019). El bovino Criollo, un recurso genético olvidado. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6, 132–136.
- Martínez, R. D. (1998). Las vacas de la región pampeana. *Revista Sociedad Rural de Jesús María*, 107, 34–40. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/43-vacas_region_pampeana.pdf
- Martínez, R. D., Fernández, E. N., Género, E. R., & Rumiano, F. J. L. (2000). El ganado bovino criollo en Argentina. *Archivos de Zootecnia*, 49, 353–361.
- Martínez, R. D., Fernández, E. N., Costas, A. M., Género, E. R., & Rumiano, F. J. L. (2007). Intervalo entre partos y su relación con tamaño adulto en bovinos criollos y Aberdeen Angus colorado. *Veterinaria*, 42(165–166), 29–33.

- McIntosh, M., Gonzalez, A., Cibils, A., Estell, R., Nyamuryekung'e, S., Rodríguez Almeida, F. A., & Spiegel, S. (2021). A phenotypic characterization of Rarámuri Criollo cattle introduced into the Southwestern United States. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 28(3–4), 111–119. <https://doi.org/10.53588/alpa283406>
- Meldau, D. C. (s. f.). *Ganado Caracú*. InfoEscola. <https://www.infoescola.com/pecuaria/gado-caracu/>
- Mejía Gutiérrez, J. E. (2017). *Evaluación pre y post congelación del semen obtenido con vagina artificial y electroeyaculador en el ganado criollo* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1e73976c-d363-4297-8f77-48f2808620bd/content>
- Mourits, M. C. M., Galligan, D. T., Dijkhuizen, A. A., & Huirne, R. B. M. (2000). Optimization of dairy heifer management decisions based on production conditions of Pennsylvania. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 1989–1997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75076-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75076-4)
- Murphy, M. G., Boland, M. P., & Roche, J. F. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum beef suckler cows. *Reproduction*, 90(2), 523–533. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0900523>
- Namur, P., Ferrando, C., Vera, T., & Saleme, A. (2008). Resultados de cría de vientres puros Criollo Argentino, Aberdeen Angus y sus cruces (La Rioja, Argentina). En *IX Simposio Iberoamericano sobre Recursos Zoogenéticos*. INTA EEA La Rioja.
- Naranjo-Chacón, F., Becerril-Pérez, C. M., Canseco-Sedano, R., Zárate-Guevara, O. E., Soto-Estrada, A., Rosales Martínez, F., & Rosendo-Ponce, A. (2016). Comparación de dos métodos de transferencia de embriones en el ganado Criollo Lechero Tropical. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(7), 113-120.
- Noakes, D. E., Parkinson, T. J., & England, G. C. W. (2001). *Arthur's veterinary reproduction and obstetrics* (8^a ed.). Saunders Ltd.
- Osorio-Arce, M. M., & Segura-Correa, J. C. (2010). Efectos raciales y ambientales sobre edad al primer parto e intervalo entre partos de vacas Brahman y sus cruces en el trópico-húmedo de México. *Livestock Research for Rural Development*, 22(8). https://www.researchgate.net/profile/Jose-Segura-Correa/publication/287304656_Breed_and_environmental_effects_on_age_at_first_calving_and_calving_interval_of_Brahman_cows_and_their_crosses_in_the_humid_tropics_of_Mexico/links/56b9fcfc08ae9d9ac67f437b/Breed-and-environmental-effects-on-age-at-first-calving-and-calving-interval-of-Brahman-cows-and-their-crosses-in-the-humid-tropics-of-Mexico.pdf

- Ossa, G. A., Suárez, M. A., & Pérez, J. E. (2007). Factores ambientales y genéticos que influyen la edad al primer parto y el intervalo entre partos en hembras de la raza criolla Romosinuano. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(2), 74–80. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/97>
- Parra-Cortés, R. I., & Magaña-Magaña, M. Á. (2019). Características técnico-económicas de los sistemas de producción bovina basados en razas criollas introducidas en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18), 535-547. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2160>
- Parra-Cortés, R. I., Martínez Correal, G., & Valderrama-Rodas, M. (2021). Situación actual y perspectivas de la ganadería de bovinos criollos en América Latina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(3–4), 79–90. <https://doi.org/10.53588/alpa.293401>
- Pérez-Ruiz, E., Quezada-Casasola, A., Carrera-Chávez, J. M., Álvarez-Holguín, A., Ochoa-Rivero, J. M., Chávez-Ruiz, M. G., & Roman-Ponce, S. I. (2022). Función ovárica y respuesta a la sincronización del estro en ganado Criollo en México. Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 13(2), 422–451. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.6032>
- Pires, R. M. L., Lara, M. A. C., Alvarez, R. H., & Kasahara, S. (2004). Caracterización cromosómica de bovinos de la raza Junqueira. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 12(Supl. 1), 42–44.
- Ponce, A. R., Rosales Martínez, F., Cruz Reyes, L., Canseco Sedano, R., Gallegos Sánchez, J., & Becerril Pérez, C. M. (2017). Sincronización de estro en vaquillas criollas Lechero Tropical puras y mestizas. *Zootecnia Tropical*, 35(1-2), 35–44.
- Primo, A. T. (1992). El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. *Archivos de Zootecnia*, 41(extra 154), 421–432.
- Quezada Casasola, A. (2013). *Parámetros reproductivos, características fisiológicas del ciclo estral y efecto de eCG en la sincronización del estro de bovinos criollos del estado de Chihuahua* [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Baja California]. RIUABC. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/entities/publication/740de7d0-1799-441a-90e6-686000299495>
- Quezada-Casasola, A., Avendaño-Reyes, L., Macías-Cruz, U., Ramírez-Godínez, J. A., & Correa-Calderón, A. (2014). Estrus behavior, ovarian dynamics, and progesterone secretion in Criollo cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. *Tropical Animal Health and Production*, 46(4), 675–684. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0562-0>

- Quezada-Casasola, A., Martínez-Armendáriz, K. E., Carrera-Chávez, J. M., Pérez-Eguía, E., Rodríguez-Alarcón, C. A., & Avendaño-Reyes, L. (2016). Efecto de la estación sobre la circunferencia escrotal, las características del semen y la concentración sérica de testosterona en toros mexicanos de raza Corriente y otras razas de carne. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 14(4), 787–794.
- Quispe Coaquira, J., Apaza Zúñiga, E., Chambilla Carreón, P., & Sapaná Valdivia, R. (2015). Índices reproductivos en vacunos criollos de la Estación Experimental Illpa – Puno. *Spermova*, 5(1), 102-105. <https://doi.org/10.18548/aspe/0002.23>
- Rabasa, C. E. (1993). Comportamiento comparativo del ganado criollo. En *Ganado bovino criollo* (Vol. 3, pp. 14–17). Orientación Gráfica E.B.B.A.
- Rabasa, C. (2002). *El valor de una raza bovina: la Criolla*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/62-valor_raza_criolla.pdf
- Rabasa, A. E., Holgado, F. D., & Poli, M. A. (2005). Bovino criollo de Argentina: Diferentes aspectos en sus avances en la caracterización. *Agrociencia*, 9(2-3), 473-477.
- Rodríguez, M., Fernández, G., & Silveira, C. (2004). Caracterización morfológica de los bovinos criollos uruguayos del Parque de San Miguel. *Veterinaria*, 39(155-156). https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/22-caracterizacion_morfologica.pdf
- Rojas Espinoza, R., & Gómez Urviola, N. (2005). Índices productivos y reproductivos del bovino criollo en el departamento de puno. *Archivos de Zootecnia*, 54 (206-207), 571-574.
- Rosendo-Ponce, A., & Becerril-Pérez, C. M. (2002, agosto 19-23). *Productive performance and genetic parameters in the tropical milking Criollo cattle in Mexico*. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/114618684/productive-performance-and-genetic-parameters-tropical-milking-criollo-cattle-mexico-libre.pdf?1715879252=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DProductive_performance_and_genetic_param.pdf&Expires=1758831414&Signature=BESFbl1OkhIkHCEm3b8UtWNX6tiEpegZxhW~J-Qwd1Qbh9-CedqlhN5XCMruRee54DrF-YNXSvkX4zt40N-iA5e8wAmrgbH73-iRjK45ljinswr6kqpWS-u4XBvdvjlw-3Cnr~gR8GMF6OBMheidS7G5GncGlwr8f5CzBKTDzJtx~2lbYOFW7ditQILYdFC7IBgYcfprm2soBfI5ILNxgb7H6hIBmzrtYSrvmsvCYCI7rfIW2q~mFOARP2XwkZCVsZBt3MpLmabLKn7OAqhy7ht4IOHqUcnLDZ73w3AELSTWB6SIUynWFPpKg95ZtRycGOqQog5Ei-FxSIBThAhd9Q_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- Roy J.H.B. 1974. El ternero: nutrición y patología. Editorial Organismos, Tomo II. La Habana, 13-26 pp.
- Salisbury, G. W., VanDemark, N. L., & Lodge, J. R. (1982). Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. Acribia, S.A.
- Sartori, R., & Barros, C. M. (2011). Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 244–250. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011>
- Segura-Correa, J. C., & Montes-Pérez, R. C. (2001). Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. *Revista Biomédica*, 12, 196-206. <http://www.uady.mx/~biomedic/rb011237.pdf>
- Souto, P. L. G., McManus, C., Zago, F. C., Martins, E., Fonteque, J. H., do Egito, A. A., & Ramos, A. F. (2017). Reproductive characteristics of Crioulo Lageano breed bulls (*Bos taurus*) at puberty. *Animal Reproduction*, 14(4), 1034–1042. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR839>
- Spiegel, S. A., Estell, R. E., Cibils, A., Armstrong, E., Blanco, L., & Bestelmeyer, B. T. (2023). Can heritage Criollo cattle promote sustainability in a changing world? *Journal of Arid Environments*, 216, 104980. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2023.104980>
<https://investigadores.anid.cl/+7ars.usda.gov+7biblio.ugent.be+7>
- Steane, D. E. (1992). Note on the FAO Expert Consultation on management of global animal genetic resources. *Animal Genetic Resources Information*, 9, 3–6. <https://doi.org/10.1017/S1014233900004260>
- Sulca Ñaupas, L. V. (2017). *Viabilidad post descongelación de ovocitos en bovinos criollos según diámetro folicular Ayacucho 2750 m.s.n.m-2016* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2644>
- Torres Aburto, V. F., López Reyes, L. Y., Perezgrovas Garza, R. A., Espinosa Ortiz, V. E., Peralta Torres, J. A., & Severino Lendecky, V. H. (2022). Evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas productivos con ganado criollo en Campeche, México. *Acta Universitaria*, 32, e3501. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3501>
- Tewolde, A. (1997). Los Criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5(4), 13–19. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/219
- Townson, D. H., Tsang, P. C. W., Butler, W. R., Frajblat, M., Griel, L. C. Jr., Johnson, C. J., Milvae, R. A., Niksic, G. M., & Pate, J. L. (2002). Relationship of fertility to ovarian

follicular waves before breeding in dairy cows. *Journal of Animal Science*, 80(4), 1053-1058. <https://doi.org/10.2527/2002.8041053x>

Urrea, G., Córdoba, S. L., Neira, J. A., & Maldonado-Estrada, J. (2001). Body and testicular traits, libido testing and semen analysis of young males from the Blanco Orejinegro (*Bos taurus*) herd of University of Antioquia, throughout puberty onset. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(1), 54-67.

Valverde-Saenz, S. I., Walsh, J. D., Gardner, C. M., Mullinix, J. T., Schilling, S. B., Hallford, D. M., Fredrickson, E. L., & Hawkins, D. E. (2008). Edad de pubertad en novillas de carne: ganado Criollo versus ganado mezclado Británico. *Actas, Sección Occidental, Sociedad Estadounidense de Ciencia Animal*, 59.

Velázquez P., J. G., Góngora, A., Ariztizábal R., J., & Mesa, R. (s.f.). Etología durante el parto y posparto en bovinos criollos Sanmartinero bajo condiciones del trópico. En *Memorias del Curso de Producción Bovina* (pp. 147–148). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17645>

Vera, T., Berone, G., & Ferrando, C. (2004). *Circunferencia escrotal y su relación con la edad y el peso en toritos Criollo Argentino y Aberdeen Angus*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/16-circunferencia_escrotal_y_su_relacion_con_edad.pdf

Villaseñor González, F., de la Torre Sánchez, J. F., Martínez Velázquez, G., Álvarez Gallardo, H., Pérez Reynoso, S., Palacios Fránquez, J. A., Polanco Sojo, R., & Montaña Bermúdez, M. (2017). Caracterización de la respuesta ovárica a la superovulación en bovino Criollo Coreño utilizando dosis reducidas de FSH. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3), 321-335. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4498>

Zárate, J. P. (2008). *Alternativas de manejo y uso de CIDR, progesterona, β -estradiol y PGF₂ α para la sincronización del estro en vacas criollas de rodeo* [Tesis de Doctorado inédita]. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Zárate-Martínez, J. P., Ramírez-Godínez, J. A., & Rodríguez-Almeida, F. A. (2010). Comportamiento reproductivo de vacas criollas con amamantamiento restringido y sincronización del estro. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 121-130. <https://doi.org/10.15517/am.v21i1.4918>