

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Actualización y análisis de datos de las razas *Bos indicus* con certificado de registro
genealógico en Costa Rica.

Marilyn Tatiana Vásquez Loaiza

Proyecto de Graduación presentado para optar por el título en el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2018

TRIBUNAL

Este proyecto de graduación fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

Ing. Roger Molina Coto, M.Sc.

Director de Proyecto

Ing. Carlos Arroyo Oquendo, M.Sc.

Director Escuela de Zootecnia

Ing. Michael Jesús López Herrera, M.Sc.

Miembro del tribunal

Ing. Rodolfo WingChing Jones, M.Sc.

Miembro del tribunal

Ing. Ernesto Montero Sibaja, Lic.

Miembro del tribunal

Marilyn Tatiana Vásquez Loaiza, Bach.

Sustentante

DEDICATORIA

A Dios,

A mi madre Carmen, mi mayor inspiración.

A mi abuela Teresa, quien con su ejemplo me ha demostrado lo que realmente tiene valor en la vida; ella es equilibrio y amor.

A José Pablo mi compañero y apoyo; para mí un ejemplo de dedicación y esfuerzo.

A Mary, luz en nuestros corazones.

AGRADECIMIENTO

A mi tutor Ing. Roger Molina Coto, por todo su apoyo.

A cada uno de los miembros del tribunal, por su invaluable colaboración.

A José Pablo, por cada uno de sus consejos y valioso aporte.

A los Señores de la Junta Directiva de ASOCEBÚ y ganaderías participantes, por su confianza, sin su apoyo no habría sido posible el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
TRIBUNAL.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
1. INTRODUCCION.....	1
2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO.....	3
2.1. Origen y clasificación del <i>Bos indicus</i>	3
2.2. Origen, importancia y extensión de la raza Brahman.....	4
2.3. Importancia económica y social de la ganadería en Costa Rica.....	5
2.4. Razas <i>Bos indicus</i> en Costa Rica.....	6
2.5. Población de animales <i>Bos indicus</i> en Costa Rica.....	9
2.6. Estructura de hato nacional en ganadería de carne.....	12
2.7. Parámetros reproductivos.....	12
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. General.....	15
3.2. Específicos.....	15
4. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA.....	16
4.1. Determinación de la población activa de animales <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico para la actualización del Registro Nacional Ganadero de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica.....	16
4.2. Determinación de parámetros reproductivos mediante el análisis de registros de tres fincas dedicadas a la crianza de la raza Brahman.....	17
4.3. Definición de la estructura de hato de los animales registrados de la raza Brahman.....	20
4.4. Determinación de la frecuencia de uso de los machos reproductores predominantes en los sistemas de apareamiento utilizados en el país.....	20

Contenido	Página
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
5.1. Determinación de la población activa de animales <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico para la actualización del Registro Nacional Ganadero de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica	21
5.2. Análisis de registros de tres fincas dedicadas a la crianza de la raza Brahman para la determinación de parámetros reproductivos.....	36
5.3. Clasificación de los animales de la raza Brahman Gris de acuerdo con la edad y el sexo, con el fin de establecer la estructura de hato registrado del país.....	48
5.4. Determinación de la frecuencia de uso de los machos reproductores de la raza Brahman Gris predominantes en los sistemas de apareamiento utilizados en el país.....	51
5.4.1. Origen de los reproductores más utilizados	51
5.4.2. Descripción y análisis genealógico de los cinco reproductores más utilizados de la raza Brahman Gris.....	51
6. CONCLUSIONES	59
7. RECOMENDACIONES	61
8. LITERATURA CITADA.....	62
9. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Valores promedio en kilogramos (Kg) para peso al nacimiento en machos y hembras de la raza Brahman, durante el año 2015.	7
2.	Valores promedio en kilogramos (Kg) para las variables de peso al destete, peso al año y peso a los 18 meses, en machos y hembras de la raza Brahman, durante el año 2015.....	8
3.	Ganancia de peso diaria (GDP) en kilogramos (Kg) para las variables de peso al destete, peso al año y peso a los 18 meses, en machos y hembras de la raza Brahman según el sistema de alimentación.....	8
4.	Cantidad de fincas por actividad ganadera principal según región para el año 2012.	10
5.	Cantidad de animales por actividad ganadera principal según región para el año 2014.	11
6.	Cantidad de cabezas de ganado de acuerdo al sexo y rangos de edad para los animales catalogados como selección y pie de cría en Costa Rica para el año 2012.	12
7.	Población activa de animales <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico en Costa Rica, de acuerdo a su raza y sexo al mes de marzo de 2018.	22
8.	Total de criadores de <i>Bos indicus</i> inventariados en Costa Rica, según raza, al mes de marzo, 2018.....	23
9.	Cantidad de criadores, población activa y promedio de animales por criador de ganado puro <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico, según región al mes de marzo, 2018.....	24
10.	Cantidad de criadores y población activa de ganado puro <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico en Costa Rica, según provincia al mes de marzo, 2018.....	26
11.	Distribución de animales activos <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico en Costa Rica para el año 2018, según raza y región.....	28

Cuadro	Título	Página
12.	Distribución de animales activos <i>Bos indicus</i> con certificado de registro genealógico en Costa Rica al mes de marzo 2018, según raza y cantón.	29
13.	Distribución porcentual de la población activa <i>Bos indicus</i> de acuerdo al rango de edad al mes de marzo, 2018.	30
14.	Distribución porcentual de animales <i>Bos indicus</i> nacidos según técnica reproductiva inventariada al mes de marzo, 2018.....	32
15.	Distribución de criadores y población <i>Bos indicus</i> de acuerdo al número de cabezas de animales.	35
16.	Valores de edad a primer parto (EPP) obtenidos en hembras de la raza Brahman Gris en tres fincas de ganado con registro genealógico en Costa Rica. 2018.....	36
17.	Valores de intervalo entre parto obtenidos en hembras de la raza Brahman Gris en Costa Rica.	41
18.	Valores de IEP por número de parto en hembras de la raza Brahman Gris, según finca y promedio general. Costa Rica, 2018.	44
19.	Estructura del hato de hembras y machos de la raza Brahman Gris inventariados en Costa Rica para el año 2018.....	49
20.	Distribución porcentual de la progenie activa de toros de la raza Brahman Gris de acuerdo al registro de origen del padre.....	51
21.	Frecuencia de uso, tipo de reproducción y sexo de las crías de reproductores de la raza Brahman utilizados en Costa Rica.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1.	Distribución porcentual de la población activa de <i>Bos indicus</i> en Costa Rica.	21
2.	Distribución porcentual de la población activa de razas <i>Bos indicus</i> en Costa Rica, según región.....	25
3.	Distribución porcentual de la población activa de razas <i>Bos Indicus</i> en Costa Rica y número de criadores según provincia.	27
4.	Distribución porcentual de la población activa <i>Bos indicus</i> de acuerdo con el sexo y rango de edad.....	31
5.	Distribución porcentual de la población activa <i>Bos indicus</i> de acuerdo con el sexo y tipo de reproducción.	33
6.	Distribución porcentual de la población activa <i>Bos indicus</i> según raza y tipo de reproducción.....	34
7.	Distribución de la población de tres ganaderías de acuerdo con los rangos de edad para la variable EPP en hembras de la raza Brahman Gris.	37
8.	Distribución de la población de tres ganaderías de acuerdo con los rangos de edad para la variable IEP en hembras de la raza Brahman Gris.....	42
9.	Comportamiento de la variable EPP de acuerdo con el año de nacimiento en hembras de la raza Brahman Gris.	46
10.	Comportamiento de la variable IEP de acuerdo con el año de nacimiento en hembras de la raza Brahman Gris.	47
11.	Árbol genealógico del reproductor JDH Wellington Manso 527/1, registro número 864762 ABBA.	52
12.	Árbol genealógico del reproductor RS Volcán del Guachipelín 573/3 T.E. registro 01-37555.	53
13.	Árbol genealógico del reproductor RS Héroe del Guachipelín 23/3 T.E. registro 01-30486.	54
14.	Árbol genealógico del reproductor CR Ticaban 273/0 F.I.V registro número 01-42553.	55
15.	Árbol genealógico del reproductor y JDH Sir Alamo Manso 126/7 registro número 839795 ABBA.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1.	Fotografía del reproductor JDH Wellington Manso 527/1. Créditos de la imagen Bovine Elite.	73
2.	Fotografía del reproductor RS Volcán del Guachipelín 573/3 T.E. Créditos de la imagen Ganadera Guachipelín del Sur.	74
3.	Fotografía del reproductor RS Héroe del Guachipelín 23/3. Créditos de la imagen Ganadera Guachipelín del Sur S.A.	75

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo generar información reproductiva y de población de las razas *Bos indicus* con certificado de registro genealógico inscritas en Costa Rica. Se encuentran registradas y en inventario de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica (ASOCEBÚ), a fin de contar con datos de referencia para uso del sector ganadero nacional. Las razas *Bos indicus* y particularmente la raza Brahman representan un porcentaje importante de la población bovina nacional, tanto en cría de ganado puro como en ganadería comercial; debido a su capacidad para adaptarse y producir en condiciones tropicales. Ante este panorama, el desempeño y productividad de las razas cebuínas es fundamental para mejorar la rentabilidad de esta actividad económica; pese a ello, en el país se cuenta con poca información sobre parámetros zootécnicos y de población de las razas *Bos indicus* con certificado de registro, consideradas el pie de cría de las explotaciones comerciales. Para la determinación de la población *Bos indicus* se utilizaron los datos generados en el inventario físico nacional realizado por ASOCEBÚ, el cual consistió en el muestreo de 121 ganaderías y posterior análisis y actualización de la información recopilada en campo en la base de datos del Registro Nacional Ganadero. Los reproductores vendidos a ganaderías de cría comercial no fueron incluidos en el estudio. El análisis de la información se llevó a cabo utilizando estadística descriptiva en hojas de Microsoft Office Excel® para las variables de raza, sexo y edad. Dentro de los parámetros de interés zootécnico, se calculó la edad a primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) de la raza Brahman, se analizaron 8610 registros de nacimientos reportados en ASOCEBÚ correspondientes a tres ganaderías ubicadas en diferentes zonas geográficas del país. La información fue analizada a través de estadística descriptiva (porcentajes, promedios, desviación estándar) haciendo uso de tablas dinámicas en Microsoft Office Excel®. Para el desarrollo de la estructura de hato de la raza Brahman, se hizo uso de los datos de la población activa actualizada en el inventario nacional. Los datos fueron clasificados por sexo y edad, estimando la cantidad de animales en las categorías de terneras, novillas y vacas adultas en el caso de las hembras, y las categorías de terneros, toretes y toros adultos para los machos. Para la determinación de la frecuencia de uso de reproductores predominantes en la raza Brahman se analizaron 8191 registros de nacimientos correspondiente a la población activa e inscrita entre enero de 2003 a marzo de 2018, pertenecientes a 93 criadores, distribuidos en diferentes regiones del país, con el propósito de determinar los reproductores con mayor número de crías inscritas. El análisis estadístico de la base de datos se realizó mediante hojas de cálculo de Excel del paquete Microsoft Office®. En términos de población, al mes de marzo del año 2018 se

cuenta con 10 995 cabezas animales puros en inventario activo, pertenecientes a 121 criadores distribuidos a nivel nacional; la totalidad de animales corresponden a seis razas cebuínas, siendo la raza Brahman Gris predominante con un 74,5% de la población. La región Chorotega cuenta con la mayor cantidad de criadores y con un 49,5% de la población total de animales inscritos. El promedio general de EPP es de $1\ 258,9 \pm 300,8$ días. Por su parte, el promedio general de IEP es de $548,9 \pm 185,8$ días. Adicionalmente, se calculó el IEP de acuerdo con el número de parto, hallando que este intervalo es mayor entre el primer y segundo parto; aunque fue disminuyendo conforme aumentó el número del parto. Sobre la estructura de hato, el mayor porcentaje de la población en hembras corresponde a las vacas mayores a 3,5 años con un 57,7%. En el caso de los machos, los toretes de 1 a 3 años fueron el grupo de mayor distribución porcentual alcanzando el 52,1% de la población. Los datos generados en el análisis de la frecuencia de uso de machos reproductores demuestran que el total de población activa proviene de 738 progenitores, de los cuales el 66,7% son toros con registro nacional y un 33,3% son reproductores inscritos en el extranjero, principalmente en los Estados Unidos. El estudio realizado en la población *Bos indicus* con certificado de registro genealógico, demuestra la necesidad de generar información que permita evaluar la productividad de estas razas, con el fin de redirigir esfuerzos hacia la mejora de las características de interés zootécnico. El análisis de la genealogía evidencia la existencia de ancestros en común, por lo que se presume un grado importante de consanguinidad en los animales Brahman de Costa Rica. Se recomienda que la presente investigación sea tomada como punto de referencia para el desarrollo de futuros estudios dirigidos a la evaluación del desempeño productivo y reproductivo de estas razas en Costa Rica.

1. INTRODUCCION

En la actualidad, la disponibilidad de información sobre las razas *Bos indicus* con certificado de registro genealógico utilizadas en Costa Rica es escasa. En el área reproductiva no hay estudios dirigidos hacia la evaluación de los principales parámetros de interés zootécnico, tales como edad al primer parto, intervalo entre partos y tasas de preñez. Por otra parte, el Registro Nacional Ganadero fiscalizado por la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica (ASOCEBÚ) no cuenta con datos recientes sobre la cantidad de animales inscritos que conforman el hato de ganado puro nacional; por tanto, hay desconocimiento sobre el desempeño reproductivo y la población actual de las razas cebuínas en Costa Rica.

La raza Brahman es la raza de mayor crianza en el país, se estima que abarca cerca del 80% del total de población (ASOCEBÚ, 2017), con mayor número de animales registrados en ASOCEBÚ y la raza predominante en los sistemas de producción de carne a nivel comercial, siendo el 77,7% del total de razas presentes (CORFOGA, 2013). Una de las razones por las cuales existe una población importante de sangre cebuína en la ganadería de carne nacional se atribuye a las características raciales que le confieren mayor capacidad de adaptación al trópico en comparación con animales *Bos taurus* (Vélez, 2016). A nivel genético no se conoce la diversidad de las líneas más utilizadas en la raza Brahman; por ende, no se cuenta con información que permita evaluar el uso adecuado de las mismas para evitar la consanguinidad.

Los datos sobre población bovina en Costa Rica, han sido recopilados a través de los años. En 1973 el Censo Agropecuario reportó 1.693.000 cabezas de animales, mientras las encuestas ganaderas de 1982 y 1988 indicaron contar con 2.276.000 y 2.190.000 animales respectivamente (CORFOGA, 2000). Más recientemente se cuenta con los datos del Censo Ganadero realizado en el año 2000 de manera conjunta entre la Corporación Ganadera (CORFOGA), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Programa de Erradicación del Gusano Barrenador (PEGB). Además, CORFOGA realizó la Encuesta Ganadera en el año 2012 y el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) elaboró el VI Censo Nacional Agropecuario en el año 2014.

La información generada en estos censos o encuestas ha caracterizado los sistemas de producción de carne, leche y doble propósito en la ganadería de cría comercial, haciendo referencia a animales con algún porcentaje de sangre cebuína. En el caso de la encuesta

ganadera del año 2012, generó información sobre el componente racial, ya que se incluyó de manera específica la raza Brahman que se encontró presente en el 39,7% del total de fincas dedicadas a la actividad ganadera. Sin embargo, en estos estudios no se indica si los datos corresponden a animales puros y mucho menos se generó información que diferenciara animales con certificado de registro.

El registro genealógico es una herramienta fundamental para promover el mejoramiento genético de las razas puras, al contener información genealógica y de población de cada una de las razas. Países líderes en el desarrollo de las razas *Bos indicus* tales como Brasil, Colombia y Estados Unidos (en el caso de la raza Brahman para este último); generan parámetros en base a animales puros e inscritos, que ayudan para la toma de decisiones de los ganaderos y organizaciones.

2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

2.1. Origen y clasificación del *Bos indicus*

Las razas de ganado cebú evolucionadas naturalmente se pueden usar como recursos genéticos invaluablees que exhiben una mejor adaptación a condiciones climáticas extremas (Kumar *et al.* 2016). Se cree que India es el centro de origen del ganado *Bos indicus*, extendiéndose a África y al sureste de Asia. Evidencias arqueológicas muestran que hacia 2250-2000 A.C. había ganado cebú disperso por toda la India (Naik, 1978). De acuerdo con Nogueira (2004), existen varias teorías sobre el origen del ganado cebuino, la más aceptada es que los animales *Bos indicus* son descendientes del *Bos nomadicus*, los cuales eran animales salvajes encontrados en la India durante la era del Pleistoceno (Naik, 1978).

También se han encontrado marcadas diferencias en el registro arqueológico y las características genéticas entre los *Bos taurus* y *Bos indicus*, que confirman su origen independiente; estas diferencias fisiológicas y de comportamiento están relacionadas con la selección natural (en el caso del *Bos indicus*) y la selección humana, como resultado de una fuerte interacción genotipo-ambiente (Buntjer *et al.* 2002). Asimismo, en comparación con las razas europeas, los animales cebuinos muestran un alto grado de estructura social y variabilidad genética, debido a su manejo extensivo y un menor grado de interferencia humana.

El ganado cebú africano, del sudeste asiático y el indio son similares en morfología y en muchas de sus características genéticas, por lo que se cree podrían tener un origen común. Por su parte, el cebú del norte y del sur de la India, a pesar contar con evidencias que demuestran ser contemporáneos, difieren en algunas características morfológicas, lo que sugiere la existencia de diferentes centros de domesticación en la India (Naik, 1978).

Los animales *Bos indicus* se clasifican en 6 grupos, de acuerdo con sus características fenotípicas (Joshi y Phillips, 1953). El primer grupo está conformado por ganado de pelaje gris con cuernos en forma de lira y su raza más importante es la Kancrej. Un segundo grupo incluye animales de pelaje blanco o gris claro, perfil ligeramente convexo y cuernos cortos, donde destaca la raza Ongole. El tercer grupo incluye a animales de pelaje blanco con manchas rojas o marrón, frente prominente, orejas largas y cuernos laterales; siendo la raza Gyr la más conocida.

Un cuarto grupo denominado Mysore, lo conforman animales de tamaño medio con coloración gris que varía a blanco y a casi negro. Su característica más llamativa es la forma de la cabeza y los cuernos, los cuales emergen juntos en dirección hacia arriba y atrás en forma puntiaguda, estos animales son utilizados como animales de trabajo. El quinto grupo, es una mezcla heterogénea de diversas razas, caracterizada por ser animales pequeños de coloración negra, rojo con manchas blancas, y cuernos en forma de lira, propios de la India y Pakistán, particularmente del Himalaya y destacan las razas Lohani y Rojhan.

Finalmente, el sexto grupo incluye a animales de la parte norte del Punjab en Pakistán, de acuerdo con Joshi y Phillips (1953) es la única raza que es difícil de encajar en cualquiera de los grupos mencionados anteriormente, se caracterizan por ser animales medianos, compactos y activos, el pelaje varía de animales casi blancos con manchas uniformes de color negras o rojas hasta animales predominantemente negros o rojizos con manchas típicas visibles sólo en ciertas partes del cuerpo.

2.2. Origen, importancia y extensión de la raza Brahman

La raza Brahman tiene su origen en Norteamérica, propiamente en Texas, entre los ríos Mississippi y Rio Grande e inicia su desarrollo en el año 1885. Surge del cruzamiento de cuatro razas puras *Bos indicus* (Nelore, Guzerat, Gyr y Krishma Valley) traídas de la India y seleccionadas por importantes criadores de la época, entre ellos, destacan J.W. Sartwelle, Walter Hudgins y Edgar Hudgins de Hungerford. Los primeros animales cruzados recibieron el nombre de Ganado de Oreas Largas de Luisiana o "*Big Eared Luisiana Cattle*" (Vélez, 2008).

De acuerdo con la Asociación Americana de Criadores de Brahman (American Brahman Breeders Association, ABBA por sus siglas en inglés), Estados Unidos importó entre 1854 y 1926 un grupo de 266 toros y 22 hembras *Bos indicus*. En el año de 1924 se funda en Houston, Texas, la ABBA y es ahí donde el Sr. J.W. Sartwelle, quien fue el primer secretario de la Asociación propone la palabra "Brahman" para nombrar la nueva raza (ABBA, 2017).

El Brahman se seleccionó para la producción de carne, manteniendo las características de rusticidad de las razas *Bos indicus* (Veléz, 2008). Cuenta con los mecanismos adaptativos propios de las razas cebuínas, los cuales son la capacidad de los animales para ajustarse a

las condiciones de medio ambiente (Turner, 1980). Entre ellas la tolerancia a altas temperaturas y humedad (Cartwright, 1980), que les permite mantener equilibrio térmico, necesario para la función y rendimientos normales (Turner, 1980); resistencia a parásitos internos y externos; capacidad de aprovechamiento de forrajes fibrosos y de baja calidad (Rajaratne *et al.* 1983); así como la capacidad de recorrer largas distancias en busca de agua y alimento (ABBA, 2017); lo que le permiten mantener su producción en regiones tropicales y subtropicales. También se le atribuyen características productivas, como habilidad materna, fertilidad, buenas ganancias de peso y calidad de canal; principalmente en cruzamientos con razas *Bos taurus*, donde puede expresar el vigor híbrido en su progenie (ABBA, 2017).

Algunas de las principales líneas de sangre en la formación de la raza Brahman provienen de los toros Aristócrata, Imperator, Albacrata y Manso (Rueda, 2015). El toro Manso considerado el reproductor de mayor importancia del Brahman americano, fue hijo de un toro de raza Guzerat de nombre Aristócrata y de una vaca de raza Nelore de nombre Penélope (Vélez, 2008). En la actualidad, las líneas de mayor influencia son la Remington, Madison, Dakota, Datapack, Charley, Marri y Risoto (Rueda, 2015).

La raza Brahman es la primera raza cebuína desarrollada en los Estados Unidos y una de las razas más importantes en programas de cruzamiento (ABBA, 2017). Es por esto, que forma parte del origen de otras razas sintéticas desarrolladas por EE.UU. en el siglo pasado. La influencia del Brahman en la industria de carne bovina se extiende a nivel mundial y de acuerdo con la ABBA, esta raza se encuentra presente en todos los continentes.

2.3. Importancia económica y social de la ganadería en Costa Rica

Costa Rica cuenta con una extensión de 51.100 Km²; de la cual el 21% del territorio nacional se encuentra destinado a ganadería con 1.100.000 hectáreas de pasturas (Serna *et al.* 2017). La actividad ganadera es importante en el país no sólo a nivel de uso del suelo, sino desde el punto de vista económico y social. Según datos de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), al tercer trimestre del 2016 el sector agropecuario ocupó el segundo lugar como generador de empleo, con una participación de 11,7% de la población ocupada del país, lo que corresponde a 233.253 personas empleadas (SEPSA, 2017a). De manera específica, la actividad ganadera genera de manera directa e indirecta, cerca de 180 000 empleos (Serna *et al.* 2017).

De acuerdo con el informe de gestión del sector agropecuario y de desarrollo rural, emitido por SEPSA al mes de abril de 2017, el sector pecuario mostró un crecimiento de 0,3 puntos porcentuales respecto al año 2015 (SEPSA, 2017a). La cría de producción de ganado vacuno para carne aportó 221.342 millones de colones en el año 2016, representando un 14% de participación en el valor agregado de las actividades primarias del sector agropecuario (SEPSA, 2017b).

2.4. Razas *Bos indicus* en Costa Rica

La introducción de los primeros animales *Bos indicus* en Costa Rica se registra en el año 1911, importados por la empresa United Fruit Company como animales de trabajo, que utilizarían en las plantaciones bananeras y en la construcción del ferrocarril, los cuales pertenecían al grupo Mysore. En ese mismo año, el señor Fernando Castro Cervantes, importa animales de las razas Guzerat y Nelore para producción de carne en zonas bajas del país. La primera importación de la raza Brahman se realizó en el año 1952, cuando la Cámara de Ganaderos de Guanacaste en conjunto con el Gobierno de la República y el Banco Nacional, importan desde Texas, EE. UU., cerca de 200 animales, los cuales fueron adquiridos por ganaderos de los distritos de Liberia, Nicoya, Abangares y Tilarán, en la Provincia de Guanacaste (Quirós, 2006).

El registro genealógico de ganado en Costa Rica inicia desde el año de 1946 bajo la responsabilidad de la Secretaría de Agricultura (Quirós, 2006). En 1953 como resultado de la unión de los criadores de la época nace la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica (ASOCEBÚ), con el objetivo de promover el mejoramiento genético de las razas cebuínas en el país; es por esto que desde 1994 ASOCEBÚ asume la responsabilidad del registro genealógico de estas razas, reportando desde esta fecha un total de 68 052 animales inscritos de la raza Brahman Gris, 27 148 animales Indubrasil, 13 623 animales Nelore, 9 746 animales Gyr y 3 889 animales Brahman Rojo (ASOCEBÚ, 2017).

Actualmente, se carece de estudios sobre el desempeño reproductivo de estas razas, sin embargo, en el país se genera información de parámetros de interés económico en la raza Brahman, a través del Programa de Evaluación Genética de Bovinos de Carne Registrados en Costa Rica, el cual nace en el año 2002 como resultado de la unión de la Corporación

Ganadera (CORFOGA) en cooperación con la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), el Instituto de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Asociación de Criadores de Ganado Cebú (ASOCEBU). El programa realiza una evaluación genética para estimar la Diferencia Esperada en la Progenie (DEP) en las variables de peso al nacimiento, peso al destete, producción de leche, materno total (incluye el efecto genético sobre el peso al destete y los genes para la producción de leche), peso al año, circunferencia escrotal al año, peso a los 18 meses, circunferencia escrotal a los 18 meses y merito genético total (CORFOGA, 2017).

Según datos de CORFOGA-INTA para el 2016 participaron 15 fincas, recopilando un total de 10 228 animales en la base de datos del programa. Los Cuadros 1, 2 y 3 detallan los datos más recientes sobre peso al nacimiento, peso al destete, peso al año, peso a los 18 meses, así como datos de ganancia diaria de peso para machos y hembras, generados por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético en la raza Brahman.

Cuadro 1. Valores promedio en kilogramos (Kg) para peso al nacimiento en machos y hembras de la raza Brahman, durante el año 2015.

Sexo	Cantidad	Promedio (kg)	DE.	Mín	Máx
Hembras	4 900	34,5	4,06	20	53
Machos	5 328	36,5	4,41	21	62
Total	10 228	35,6	4,35	20	62

DE. Desviación Estándar

Fuente: Programa de Evaluación y Mejoramiento Genético, CORFOGA-INTA (2016).

Cuadro 2. Valores promedio en kilogramos (Kg) para las variables de peso al destete, peso al año y peso a los 18 meses, en machos y hembras de la raza Brahman, durante el año 2015.

Sexo	Peso al Destete (Kg)	DE.	Peso al año (Kg)	DE.	Peso a 18 meses (Kg)	DE.
Pastoreo	191,7	32,8	225,6	49,9	284,7	52,7
Hembra	185,9	31,1	215,4	41,3	277,6	46,1
Macho	197,3	33,4	237,0	55,8	294,0	59,1
Suplementación	246,3	33,9	342,5	79,7	421,5	116,5
Hembra	241,6	30,2	334,6	76,2	386,1	111,2
Machos	249,4	35,9	345,8	81,0	441,2	114,8

DE. Desviación Estándar

Fuente: Programa de Evaluación y Mejoramiento Genético, CORFOGA-INTA (2016).

De acuerdo con la información contenida en el Cuadro 2, la suplementación permite aumentar entre 36 y 50% los pesos a los 18 meses en hembras y machos, respectivamente, en comparación con los sistemas en pastoreo.

Cuadro 3. Ganancia de peso diaria (GPD) en kilogramos (Kg) para las variables de peso al destete, peso al año y peso a los 18 meses, en machos y hembras de la raza Brahman según el sistema de alimentación.

Sexo	GPD al Destete (Kg)	DE.	GPD al año (Kg)	DE.	GPD a 18 meses (Kg)	DE.
Pastoreo	0,76	0,16	0,23	0,26	0,28	0,13
Hembra	0,74	0,15	0,20	0,21	0,27	0,11
Macho	0,78	0,16	0,27	0,30	0,29	0,15
Suplementación	1,02	0,16	0,69	0,40	0,62	0,28
Hembra	1,01	0,14	0,61	0,39	0,52	0,25
Machos	1,03	0,17	0,73	0,40	0,68	0,28

DE. Desviación Estándar

Fuente: Programa de Evaluación y Mejoramiento Genético, CORFOGA-INTA (2016).

2.5. Población de animales *Bos indicus* en Costa Rica

El Censo Ganadero realizado en el año 2000 abarcó todo el territorio nacional, recolectando información sobre la población animal, tamaño de las fincas y tipo de sistema de producción (CORFOGA, 2000). Sobre la población bovina, se estimó el número de cabezas, unidades animales y grupos raciales predominantes en cada finca, incluyendo animales de tipo cebuino en general, no en específico a las diferentes razas del *Bos indicus*. Los datos obtenidos demostraron que para el año 2000, Costa Rica contaba con una población bovina de 1.358.209 cabezas, de los cuales 64,8% correspondieron a ganadería de carne, 22,3% a animales en sistemas de doble propósito y 12,7% a animales en producción de leche (CORFOGA, 2000). En este estudio, se identificó, que las razas cebuinas y particularmente la raza Brahman, fueron predominantes en los sistemas de producción de carne y doble propósito (CORFOGA, 2000). Adicionalmente, se identificó un total de 38 365 fincas ganaderas, donde el 60,8% corresponden a sistemas de producción de carne (CORFOGA, 2000).

Por su parte, la Encuesta Ganadera realizada por CORFOGA en el año 2012, se basó en un muestreo de 553 unidades productivas. Se estimó que el territorio nacional cuenta con un total de 45 780 fincas dedicadas a la actividad ganadera; de las cuales 38% corresponden a sistemas de producción de doble propósito, 34,1% se dedican a ganadería de carne y 20,9% a la ganadería de leche. De manera particular, esta encuesta incluyó los sistemas de producción dedicados a la actividad de selección y pie de cría, identificando 3 235 fincas, lo que significa un 7,1% del total de fincas ganaderas. La mayor cantidad de fincas dedicadas a selección y pie de cría se localizaron en la Región Brunca (25,6%), seguida por la Región Chorotega (6,8%) y en tercer lugar la Región Huetar Norte (5,8%) (Madrigal y Fallas, 2013). A pesar de lo anterior, no se define con exactitud la presencia de fincas que implementen la inscripción de hato puro con certificado de registro genealógico, ni mucho menos sus razas.

El detalle de cantidad de fincas por zona geográfica y por sistema de producción se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Cantidad de fincas por actividad ganadera principal según región para el año 2012.

Región	Doble Propósito	Carne	Leche	Selección y pie de cría	Total
Central	1 540	3 900	3 961	140	9 541
Chorotega	2 872	2 974	874	491	7 211
Pacífico Central	3 339	328	263	10	3 940
Brunca	1 484	3 219	803	1 897	7 403
Huetar Atlántica	856	4 304	469	2	5 631
Huetar Norte	7 308	865	3 188	695	12 056
Total	17 399	15 590	9 558	3 235	45 782

Adaptado de Madrigal y Fallas (2013). CORFOGA (2012).

Respecto a la población bovina, la encuesta ganadera del 2012 evidenció un incremento de 217 570 cabezas en relación con el Censo Ganadero del año 2000, con un total de 1 575 779 cabezas de ganado, donde 35,4% corresponden a animales en sistema de doble propósito, 31,8% a animales en sistemas dedicados a la ganadería de carne, 24,8% a animales de ganadería de leche y 8% se encuentran en sistemas de selección y pie de cría (Madrigal y Fallas, 2013).

Adicionalmente, la encuesta ganadera del 2012 encontró que la raza Brahman es la raza predominante en el país, presente en 39,7% del total de las fincas dedicadas a la actividad ganadera. El 77,7% de las razas presentes en sistemas de producción de carne corresponde a Brahman, el 18,6% en sistemas de doble propósito, el 3,6% de ganadería de leche y 76,9% de las razas que conforman los sistemas de selección y pie de cría (Madrigal y Fallas, 2013). Sin embargo, no se especifica si estos datos que hacen referencia a la raza Brahman corresponden a animales puros o en sistemas de cruzamiento.

En el Censo Nacional Agropecuario (INEC, 2015), se encontró una menor población bovina en el país en relación con los datos reportados por la Encuesta Ganadera realizada por CORFOGA en el año 2012. Para el año 2014 Costa Rica contaba con un total de 1 278 817 cabezas de animales, cerca de 300 000 animales menos que en el año 2012. A partir del

Censo Nacional Agropecuario (INEC, 2015) es posible generar información sobre la cantidad de animales por zona geográfica y por sistema de producción para el año 2014 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cantidad de animales por actividad ganadera principal según región para el año 2014.

Región	Doble Propósito	Carne	Leche	Trabajo	Total
Central	39 786	59 391	117 717	883	217 777
Chorotega	93 303	145 346	42 018	833	281 500
Pacífico Central	35 048	54 820	7 902	447	98 217
Brunca	65 916	73 101	14 810	561	154 388
Huetar Atlántica	40 447	66 677	13 336	127	120 587
Huetar Norte	135 389	139 258	131 347	354	406 348
Total	409 889	538 593	327 130	3 205	1 278 817

Adaptado de INEC (2015).

De acuerdo con datos del INEC (2015), del total de animales presentes en el país, 42,1% se encuentran en sistemas de producción de carne, 32% en sistemas de doble propósito y 25,5% en fincas dedicadas a la producción de leche. Sin embargo, en estos resultados no se reportan la cantidad de fincas por propósito. Se indica que el país cuenta con 37 171 fincas dedicadas a la actividad ganadera (INEC, 2015), lo que representa 8 609 fincas menos con relación a los datos reportados por la Encuesta Ganadera realizada por CORFOGA en el año 2012.

Por su parte, los datos del Sistema Integrado del Registro de Establecimientos Agropecuarios (SIREA) del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), indican que Costa Rica cuenta con 55.434 unidades de producción primaria, (definidas por el SENASA como cada una de las fincas y su grupo de ganado, dedicadas a la primera etapa de la cadena productiva). El 65,4% de estas unidades de producción corresponden a ganadería de carne, 18,1% en sistemas de doble propósito, 13,4% en ganadería de leche y 2,9% en sistemas de selección y pie de cría (SIREA, 2017).

A pesar de los estudios de población con los que se cuenta, los datos reportados por el SIREA tampoco evidencian información precisa sobre la población real de animales *Bos indicus* con certificado de registro genealógico que conforman el hatu puro del país; el cual es la base genética de la ganadería de carne nacional.

2.6. Estructura de hato nacional en ganadería de carne

En Costa Rica, la información disponible sobre la estructura de hato de los animales *Bos indicus* con certificado de registro a nivel nacional es nula. Sin embargo, se tiene una idea de la estructura con base en la Encuesta Ganadera realizada por CORFOGA en el año 2012 para los animales catalogados de selección y pie de cría, es importante mencionar que esta estructura de hato no distingue entre razas cebuínas o europeas.

La información recopilada por parte de CORFOGA para la estructura de hato en ganado de cría comercial se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Cantidad de cabezas de ganado de acuerdo al sexo y rangos de edad para los animales catalogados como selección y pie de cría en Costa Rica para el año 2012.

	Número de animales	Distribución Porcentual (%)
Terneritas menores de 1 año	21 068	16,7
Novillas de 1 a 2 años	20 958	16,6
Vacas de 2 años y más	55 910	44,3
Terneros menores a 1 año	15 331	12,2
Novillos de 1 a 2 años	6 931	5,5
Toros de más de 2 años	2 414	1,9
Sementales – Reproductores	3 547	2,8
Total	126 159	100

Fuente: Adaptado de Madrigal y Fallas (2013). CORFOGA (2012).

2.7. Parámetros reproductivos

El anestro es el principal factor responsable de la baja eficiencia reproductiva de los bovinos en regiones de clima tropical, donde los *Bos indicus* componen la mayor parte de la población (Baruselli *et al.* 2004). La disminución de la productividad y la precocidad en las razas *Bos indicus* es consecuencia de una mayor tolerancia a las presiones ambientales (Nogueira, 2004).

La edad al primer parto (EPP) consiste en el tiempo que tarda un animal en alcanzar su pubertad, madurez sexual y reproducirse por primera vez (Hare *et al.* 2006). La pubertad es

un período transicional entre el estado juvenil y el estado adulto; de acuerdo con Bastidas (1999), las novillas Brahman deben alcanzar la pubertad a una edad de 18 meses, entrar a servicio a los dos años con un peso de 320 a 340 kg. Por su parte, Nogueira (2004) afirma que en novillas *Bos indicus* el inicio tardío de la pubertad es genético y de origen ambiental y se refleja en la edad al primer parto que puede ser a los 40 meses de edad. Por su parte, los machos *Bos indicus* muestran un desarrollo testicular más lento y tienden a alcanzar la pubertad más tarde que *Bos taurus*, de la misma manera que ocurre la madurez sexual de vaquillas de este grupo racial.

El intervalo entre partos (IEP) es el número de días que transcurren entre un parto y su consecutivo (INTA, 2017). Constituye el carácter más importante en la evaluación de la eficiencia reproductiva individual de las vacas en el hato, se considera ideal un IEP de 365 días, por lo que una vaca debería producir un ternero por año (Ossa *et al.* 2007). Sin embargo, variables como el efecto del año de parto es una fuente de variación altamente significativa ($P < 0,01$) sobre el IEP; mientras que, la época de parto, sexo de la cría, número de parto y padre son fuentes de variación no significativa ($P > 0,05$) (Montes *et al.* 2015).

La edad al primer parto (EPP) y el intervalo entre partos (IEP) son dos indicadores del comportamiento y manejo reproductivo del hato, que se encuentran influidos significativamente por fuentes de variación no genéticas (Ossa *et al.* 2007). Por tanto, para obtener una mayor eficiencia y máxima rentabilidad en la producción de carne y leche es necesario conocer y mejorar los componentes de variación genéticos de estas características reproductivas (Mello *et al.* 2016).

Para aumentar la productividad del hato es necesario seleccionar como reproductores aquellos animales que poseen mayor vida productiva, alta eficiencia reproductiva, eficiencia en conversión de pasto a carne y pertenecer a grupos de padres capaces de transmitir a su descendencia una composición de canal deseable. La expresión de estas características es debida a dos factores: a la genética y a las condiciones ambientales (Faria *et al.* 2011).

Estudios realizados en Brasil por Pereira *et al.* (2002) en la raza Nelore, demuestran que la edad a primer parto puede ser utilizada como criterio de selección de precocidad sexual. De acuerdo con Mercadante *et al.* (2000), la característica de edad al primer parto presenta heredabilidad moderada y correlación positiva con otras características de reproducción

entre ellas primer intervalo de partos, eficiencia reproductiva y longevidad. De ahí la necesidad de prestar atención a la selección para precocidad sexual, esto traerá mayor eficiencia económica debido a una disminución del tiempo y el costo del levante de las novillas de remplazo y a un inicio temprano de la vida productiva de las hembras (Duitama *et al.* 2013)

Por su parte, en un estudio realizado por Estrada *et al.* (2008) en hembras Brahman en México, encontró una heredabilidad baja de 0,15 para la característica de intervalo entre parto, por lo que el autor presume que la respuesta a la selección directa para el intervalo entre partos será pobre. Esto concuerda con los datos reportados por Galeano y Manrique (2010) y Montes *et al.* (2015), en estudios realizados en hembras de doble propósito y hembras Brahman en Colombia; quienes encontraron valores de h^2 de 0,04 y 0,096 respectivamente, los datos generados demuestran una baja heredabilidad para el IEP, indicando que el mejoramiento de este carácter depende, básicamente, de mejores condiciones de alimentación, sanidad, manejo reproductivo y decisiones administrativas, con el objeto que las vacas se recuperen rápidamente del parto y de los primeros meses de lactancia.

Trabajos realizados por Ponce (2008) y Estrada *et al.* (2008) demuestran una correlación positiva entre EPP e IEP, encontrando valores de 0,55 y 0,32 respectivamente. Esta correlación indica que vacas que paren por primera vez a menor edad tendrán un mejor desempeño reproductivo subsecuente, o sea, menores intervalos entre partos. La existencia de esta correlación positiva entre la EPP e IEP, permite sugerir la utilización de la EPP como un criterio de selección para mejorar el desempeño reproductivo de las vacas Brahman (Estrada *et al.* 2008).

En Costa Rica no se ha realizado ningún estudio sobre la población *Bos indicus* con certificado de registro genealógico; por lo que esta investigación tiene como objetivo actualizar la base de datos del Registro Nacional Ganadero de ASOCEBÚ y analizar la información sobre ganado *Bos indicus* con certificado de registro genealógico para que instituciones públicas y privadas, así como ganaderos independientes puedan hacer uso de esta en beneficio del sector ganadero y seguridad alimentaria del país.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Generar información de la población activa de las razas *Bos indicus* con certificado de registro genealógico inscritos en Costa Rica y que se encuentran presentes en el inventario de las ganaderías que registran actualmente en ASOCEBÚ; para contar con datos de referencia para el sector ganadero costarricense.

3.2. Específicos

1. Contabilizar la población activa de animales *Bos indicus* con certificado de registro genealógico para la actualización del Registro Nacional Ganadero de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica.
2. Analizar los registros de tres fincas dedicadas a la crianza de la raza Brahman para la determinación de parámetros reproductivos (edad a primer servicio, edad a primer parto, intervalos entre partos, vida productiva, tipo de servicio y porcentaje de preñez de acuerdo con el tipo de servicio); tomando en cuenta los sistemas de alimentación utilizados en las ganaderías en estudio.
3. Clasificar los animales de la raza Brahman de acuerdo con el sexo y edad, con el fin de establecer la estructura de hato registrado del país.
4. Analizar la base de datos de la población actual de la raza Brahman para establecer frecuencias de uso de los machos reproductores predominantes en los sistemas de apareamiento utilizados en el país.

4. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA

4.1. Determinación de la población activa de animales *Bos indicus* con certificado de registro genealógico para la actualización del Registro Nacional Ganadero de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica

Se utilizaron los datos del inventario físico nacional realizado por la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica (ASOCEBÚ). Este inventario consiste en un muestreo de 121 fincas del total de 126 ganaderías activas que cuentan con animales puros con certificado de registro genealógico. Estas se definen como ganaderías que inscribieron ante la ASOCEBÚ al menos un animal durante el período de enero de 2010 a diciembre de 2017. Durante estas visitas se generó información sobre la cantidad de animales puros, inscritos y activos, así como la cantidad de animales por raza (Brahman Gris, Brahman Rojo, Nelore, Gyr, Guzerat e Indubrasil) presentes en el país. Posteriormente, en base a la información obtenida en campo se actualizó el inventario de animales de cada criador en la base de datos del Registro Nacional Ganadero, a través del cual se generó el informe final del total de población *Bos indicus* a nivel nacional.

La primera etapa consistió en la coordinación de las visitas a las fincas por zona geográfica y la posterior recolección de datos. Antes de cada inspección se generó un informe de animales inscritos por criador, el cual contenía información de la identificación del animal, raza, edad al día de la visita, sexo e identificación de la madre. Esta información permitió verificar que los animales presentados por el criador durante la visita coincidieran con los animales inscritos en ASOCEBÚ. Además, se actualizó la información de la ubicación geográfica tal como provincia, cantón y distrito.

La segunda etapa contempló la edición y análisis de la información recopilada en campo y la actualización de la base de datos del Registro Nacional Ganadero, mediante la digitación de los datos obtenidos en el muestreo. Esta actualización consistió en “*inactivar*” en el software cada uno de los animales ausentes al momento de la visita al criador, los mismos fueron definidos como “*fuera de inventario 2017-2018*”, por lo que se excluyeron del inventario de cada uno de los criadores en el Registro Nacional Ganadero.

En el caso específico de los animales que fueron vendidos, se realizó el seguimiento a través de los traspasos o cambios de propietario registrados en ASOCEBÚ y fueron inspeccionados

en las fincas de los nuevos propietarios. Cabe mencionar que en los casos donde los animales fueron inactivados por estar pendiente el trámite de traspaso, la inactivación fue revertida al momento del cambio de propietario, el cual obligatoriamente fue acompañado de una inspección física.

Una vez finalizada la actualización de la base de datos, se generó un informe final de la población activa a través del Registro Nacional Ganadero. El análisis de la información se llevó a cabo utilizando estadística descriptiva en hojas de Microsoft Office Excel® para las variables de raza, sexo y edad. Adicionalmente, se generó información sobre el total de animales por región, provincia y cantón; número de criadores por raza, cantidad de animales nacidos de acuerdo con el tipo de reproducción y distribución de la población activa de acuerdo con los rangos de edad.

4.2. Determinación de parámetros reproductivos mediante el análisis de registros de tres fincas dedicadas a la crianza de la raza Brahman.

El objetivo inicial pretendía determinar los parámetros reproductivos de edad a primer servicio, edad a primer parto, intervalos entre partos, vida productiva, tipo de servicio y porcentaje de preñez de acuerdo con el tipo de servicio. Para ello, era necesario contar con los registros reproductivos de finca, que incluyeran las fechas de inicio de servicio de las hembras, confirmación de preñez y fechas de salida por descarte; sin embargo, se encontró con la limitante de falta de información por parte de las ganaderías. Es por esto, que el análisis fue restringido a los registros reproductivos reportados a ASOCEBÚ, logrando generar promedios de edad a primer parto e intervalo entre partos.

La selección de las ganaderías se realizó con base en el número de animales presentes en finca, tomando como referencia los resultados del inventario nacional y los reportes de nacimiento presentados mensualmente en ASOCEBÚ. Adicionalmente, se utilizó como parámetros de selección ganaderías que contaran con el orden y adecuado control de sus registros, que realizaran trimestralmente la inspección fenotípica y corroboración de maternidad por parte de ASOCEBÚ, así como la disposición para brindar los datos para el desarrollo del proyecto. Fueron seleccionadas tres ganaderías dedicadas a la cría de la raza Brahman Gris, ubicadas en las regiones Huetar Atlántica, Brunca y Chorotega.

La ganadería identificada como Finca 1 se localiza en la región Huetar Atlántica, a 262 m.s.n.m. (La Gaceta, 2009). Su temperatura anual media es de 25°C y 3.844 mm de precipitación promedio anual (Solano, 1992). Se dedica a la crianza de cuatro razas *Bos indicus*, siendo mayoritariamente criadores de la raza Brahman Gris. Se caracteriza por contar con un importante número de nacimientos producto de fertilización *in vitro* y transferencia de embriones, así como monta continua, por lo que cuentan con pariciones durante todo el año. Esta finca contó con 2 547 datos desde enero del año 2007 hasta abril del año 2018. Para la estimación del intervalo entre partos (IEP) y edad al primer parto (EPP), se utilizaron 682 registros de nacimientos producto de monta natural e inseminación artificial.

La ganadería identificada como Finca 2 se ubica en la región Brunca, a 702 m.s.n.m. (La Gaceta, 2009). Su temperatura anual media es de 26°C y un promedio de precipitación de 3.416 mm anuales (IMN, 2018). Se dedica a la cría de la raza Brahman Gris y cuenta con nacimientos producto de monta natural continua, inseminación artificial y transferencia de embriones. Inicialmente se contó con 4 403 datos desde enero del año 1950 a abril del año 2018 y para el análisis del IEP y EPP se hizo uso de un total de 2 813 registros producto de monta natural e inseminación artificial.

La ganadería identificada como Finca 3 se localiza en la región Chorotega a 86 m.s.n.m. (La Gaceta, 2009). Su temperatura anual media es de 28 °C y una precipitación media de 1 626 mm anuales (IMN, 2018). Se dedica a la cría de la raza Brahman Gris y se caracteriza por contar con pariciones estacionales, las cuales son programadas a partir del mes de mayo debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la disponibilidad de alimento disminuye de manera importante durante el verano. Inicialmente se contó con 5 792 registros de nacimientos desde enero del año 1950 a febrero del año 2018, posterior al proceso de edición de información para el análisis del IEP y EPP se utilizó un total de 4 647 registros producto de monta natural e inseminación artificial desde el año de 1990.

Con el fin de tomar en cuenta la relación que existe entre la suplementación alimenticia y el desempeño reproductivo, se consultó los sistemas de alimentación implementados por cada una de las ganaderías, encontrando que, de modo general, las tres fincas en estudio basan su alimentación en pastoreo rotacional con suplementación de minerales. En casos específicos de animales élites dentro del hato, como el caso de donadoras de embriones o

animales participantes en exposiciones ganaderas, se brinda suplementación basada principalmente en alimento balanceado y/o silo de maíz.

La base de datos contempló el total de nacimientos registrados en ASOCEBÚ para las tres ganaderías en estudio. Esta base de datos incluyó animales inscritos en cada finca, progenie traspasada o vendida y crías de vacas vendidas en estado de preñez. Las fincas seleccionadas representan el 24,4% de la población *Bos indicus* inventariada y el 32,7% de la población de la raza Brahman a nivel nacional.

Inicialmente, se recopiló un total de 13 906 registros de nacimientos para las tres ganaderías. De manera individual, se realizó un proceso de edición de la información, donde se excluyeron animales de otras razas y se seleccionaron únicamente los nacimientos correspondientes a vacas de la raza Brahman Gris. Producto de la edición de los datos, se obtuvieron 8.610 registros de nacimientos de la raza Brahman Gris. Se clasificaron los nacimientos de acuerdo con el tipo de reproducción, en donde se estableció un primer grupo compuesto por animales nacidos por fertilización *in vitro* y transferencia de embrión y un segundo grupo formado por nacimientos producto de monta natural e inseminación artificial. Se descartaron los nacimientos de las vacas que tuvieron su primera cría antes de 1990, debido a la falta de datos en fechas de nacimiento. En los casos donde el IEP mostraba datos erróneos, se consultaron los reportes de nacimiento físicos para corroborar la información.

Se evaluaron los parámetros de EPP e IEP para nacimientos producto de monta natural e inseminación artificial. La información fue analizada a través de estadística descriptiva (porcentajes, promedios, desviación estándar e intervalos de confianza al 95%) haciendo uso de tablas dinámicas en Microsoft Office Excel® y del paquete estadístico SPSS v22 (IBM 2013). Adicionalmente, se realizó una distribución de la población de acuerdo con rangos de edad para las variables de EPP e IEP. Asimismo, se generó valores promedio para la variable de IEP de acuerdo con el número de parto.

4.3. Definición de la estructura de hato de los animales registrados de la raza Brahman.

Para el desarrollo de la estructura de hato de la raza Brahman, se hizo uso de los datos de la población activa actualizada en el inventario nacional. Los datos fueron clasificados por sexo y edad, estimando la cantidad de animales en las categorías de terneras, novillas y vacas adultas en el caso de las hembras, y las categorías de terneros, toretes y toros adultos para los machos. Las categorías que componen la estructura de hato se establecieron de acuerdo con la edad a primer parto obtenida en el análisis de este parámetro en tres fincas nacionales, con el fin de que la estructura de hato generada se apegue a la realidad de los ganaderos del país.

4.4. Determinación de la frecuencia de uso de los machos reproductores predominantes en los sistemas de apareamiento utilizados en el país.

La determinación de la frecuencia de uso de reproductores predominantes en la raza Brahman se realizó con base en los progenitores de la población activa. En este análisis se hizo uso de la base de datos del Registro Nacional Ganadero de ASOCEBÚ actualizada en el inventario nacional. Se analizaron 8 191 registros de nacimientos de la raza Brahman inscritos entre enero de 2003 a marzo de 2018, pertenecientes a 93 criadores distribuidos en las diferentes regiones del país. La información obtenida fue expresada en términos absolutos y relativos sobre el total de animales registrados y presentes en las ganaderías. El análisis estadístico de la base de datos se realizó mediante hojas de cálculo de Excel del paquete Microsoft Office®. Se analizó la genealogía de los primeros cinco animales más utilizados a nivel nacional con el fin de determinar sus líneas de sangre.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Determinación de la población activa de animales *Bos indicus* con certificado de registro genealógico para la actualización del Registro Nacional Ganadero de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica

El inventario nacional realizado en la población activa contabilizó 10 995 cabezas de animales puros *Bos indicus* inscritos y activos en ASOCEBÚ al mes de marzo del año 2018. Tomando como referencia datos publicados por el INEC (2015) el hato de ganado *Bos indicus* con certificado de registro genealógico representa el 0,85% de la población total de bovinos del país. La distribución porcentual de la población de animales de acuerdo con cada una de las razas se muestra en la figura 1.

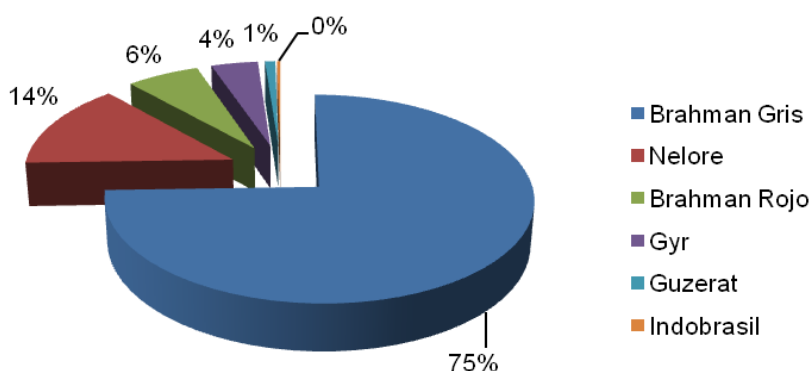


Figura 1. Distribución porcentual de la población activa de *Bos indicus* en Costa Rica.

La raza Brahman Gris es la raza predominante, representa el 74,5% de la población total de animales con registro genealógico, seguida por la raza Nelore la cual abarca el 13,8% de esta población; el tercer grupo con mayor número de animales corresponde a la raza Brahman Rojo con un 6,4%. Por su parte, la raza de menor población activa es la Indobrasil con 31 animales y 0,3% de la población total. Los resultados obtenidos concuerdan con el comportamiento actual de las inscripciones mensuales de animales puros en ASOCEBÚ, siendo además un indicativo de la predilección de razas por parte de los criadores. Estos parecen estarse inclinando hacia razas que presentan un mayor trabajo en el mejoramiento genético a nivel mundial en climas similares al nuestro, tal es el caso de la Raza Brahman Gris la cual predomina en Colombia y la raza Nelore predominante en Brasil, ambos países son modelos a seguir en el mejoramiento de la productividad de estas razas.

Los criadores costarricenses están disminuyendo la producción de razas más rústicas pero con menor rendimiento como lo es la raza Indobrasil. Por otra parte, a pesar de las diferentes poblaciones y metodologías aplicadas, estos resultados coinciden con el 77,7% reportado por Madrigal y Fallas (2013) para la raza Brahman en sistemas de producción de carne y el 76,9% de las razas que conforman los sistemas de selección y pie de cría.

La distribución porcentual de la población activa de acuerdo con las variables de raza (Brahman Gris, Nelore, Brahman Rojo, Gyr, Guzerat e Indobrasil) y sexo (machos y hembras) se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Población activa de animales *Bos indicus* con certificado de registro genealógico en Costa Rica, de acuerdo a su raza y sexo al mes de marzo de 2018.

Raza	Sexo	Número de animales	Distribución Porcentual
Brahman Gris		8 192	100,0
	Hembras	5 676	69,3
	Machos	2 516	30,7
Nelore		1 519	100,0
	Hembras	1 171	77,1
	Machos	348	22,9
Brahman Rojo		703	100,0
	Hembras	519	73,8
	Machos	184	26,2
Gyr		451	100,0
	Hembras	340	75,4
	Machos	111	24,6
Guzerat		99	100,0
	Hembras	79	79,8
	Machos	20	20,2
Indobrasil		31	100,0
	Hembras	26	83,9
	Machos	5	16,1

De acuerdo con los resultados del balance de machos y hembras activas, las hembras representan la mayor distribución porcentual de la población con 71,0% considerando todas las razas en estudio. Según el Censo Nacional Agropecuario 2014 (INEC, 2015) respecto a

la población bovina, a nivel nacional se cuenta con 882 887 hembras (69%), similar a lo encontrado en el presente estudio. La superioridad en la cantidad de hembras puras, podría atribuirse a varios factores, entre ellos, algunas ganaderías realizan una selección previa en los machos que son reportados a la ASOCEBÚ para adquirir certificado de registro genealógico. Por otra parte, un porcentaje importante de machos con certificado de registro en edad de pubertad son vendidos a ganaderías de cría comercial como reproductores, por tanto, no forman parte de la población que fue inventariada. Sin embargo, de manera general las frecuencias de nacimientos de machos y hembras inscritas son proporcionales, de acuerdo con datos de ASOCEBÚ en el periodo de enero a junio del 2018 la distribución porcentual de registros para la raza Brahman Gris fue de 49,6% en hembras y 50.4% en machos, para el total de razas inscritas fue de 54% y 46% en hembras y machos respectivamente.

Con respecto a las ganaderías incluídas en el estudio, se encontraron criadores que registran más de una raza. El resumen del total de criadores activos de ganado registrado en ASOCEBÚ por raza se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Total de criadores de *Bos indicus* inventariados en Costa Rica, según raza, al mes de marzo, 2018.

Raza	Total Criadores
Brahman Gris	93
Brahman Rojo	28
Nelore	21
Gyr	21
Guzerat	4
Indobrasil	3

De manera consecuente con los datos de población, la cantidad de criadores que registran Brahman Gris es mayor; los números demuestran que un 76,8% de las fincas que fueron inventariadas se dedican a la cría de la raza Brahman Gris de manera exclusiva o conjunta con otras razas. Así mismo, los datos permiten observar que a pesar de que la raza Gyr en número de animales alcanza el 4% de la población, en términos de cantidad de criadores cuenta con un porcentaje importante, siendo el mismo de la raza Nelore, estando presentes en el 17,3% de las fincas visitadas, lo que indica que un mayor número de criadores están mostrando interés en la crianza de esta raza, por lo que se podría esperar un aumento en su

población con el paso del tiempo. Por su parte, las razas Guzerat e Indobrasil mostraron el menor número de criadores.

Asimismo, se obtuvieron datos sobre la distribución porcentual de cabezas de ganado y cantidad de criadores tanto por región del país como por provincia. Estos resultados se muestran en los Cuadros 9 y 10 respectivamente.

Cuadro 9. Cantidad de criadores, población activa y promedio de animales por criador de ganado puro *Bos indicus* con certificado de registro genealógico, según región al mes de marzo, 2018.

Región	Total Criadores	Cabezas de animales	Promedio de animales por Criador
Chorotega	45	5 449	121
Huetar Atlántica	23	2 043	89
Brunca	15	1 347	90
Huetar Norte	15	1 140	76
Central	13	472	36
Pacífico Central	10	544	54
Total General	121	10 995	91

De acuerdo con los resultados la Región Chorotega es la región del país con mayor cantidad de criadores (45 en total) y el promedio de animales por criador más alto a nivel nacional, seguida por la región Huetar Atlántica con 23 criadores y un promedio de 89 animales por criador. Las regiones Brunca y Huetar Norte cuentan con la misma cantidad de criadores. La región con menor promedio de animales por criador es la Central, por su parte la región con el menor número de criadores es la Pacífico Central.

La Figura 2 muestra la distribución porcentual del número de cabezas de animales *Bos indicus* por región.

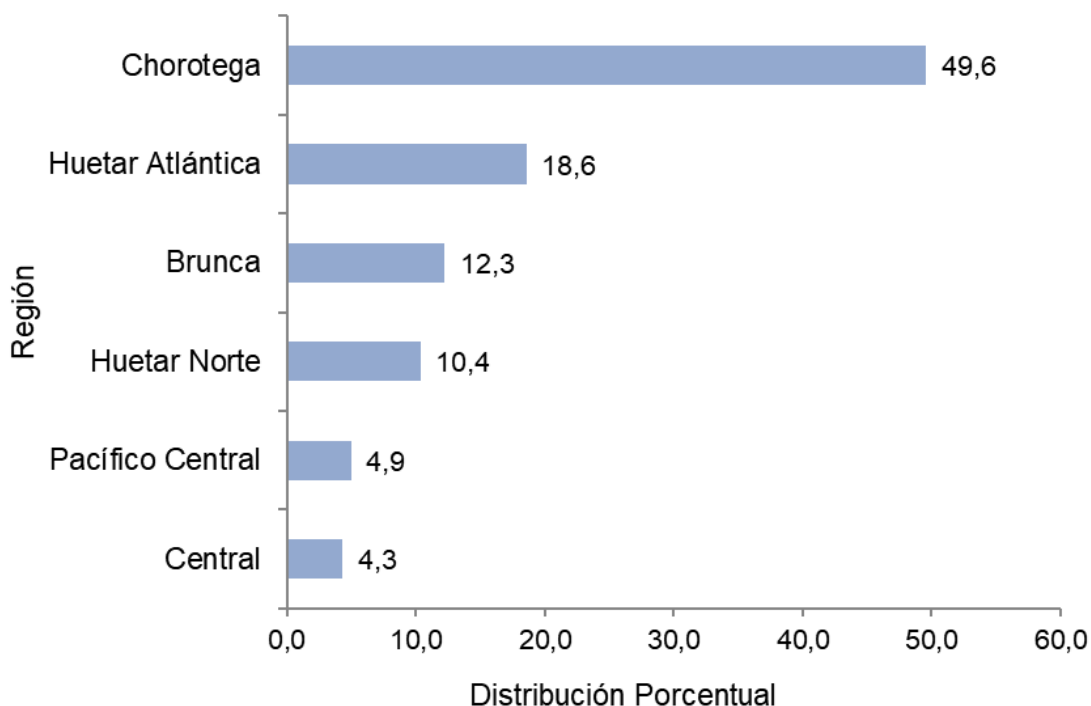


Figura 2. Distribución porcentual de la población activa de razas *Bos indicus* en Costa Rica, según región.

La Región Chorotega es la región con mayor número de cabezas de ganado *Bos indicus* inventariadas abarcando el 49,6% de la población total en estudio, seguida por la región Huetar Atlántica con un 18,6%. Las regiones Brunca y Huetar Norte cuentan con una población de animales muy cercana entre sí abarcando el 12,3% y 10,4% de la población respectivamente. Las regiones con menor población son la Central con un 4,9% y la Pacífico Central con un 4,3%.

Los datos encontrados sobre la distribución por región difiere con los datos reportados por Madrigal y Fallas (2013), donde se encontró que la mayor cantidad de ganaderías dedicadas a selección y pie de cría de ganado de carne se localizó en la Región Brunca (25,6%), seguida por la Región Chorotega (6,8%) y en tercer lugar la Región Huetar Norte (5,8%). La diferencia en los resultados podría atribuirse a que los datos generados por CORFOGA fueron producto de un muestreo realizado en base a 51 158 fincas ganaderas inscritas en el SIREA establecidas en el territorio nacional, donde no se realizó distinción entre ganadería

comercial y cría de ganado puro. De acuerdo con la metodología descrita el 59,6% del total de fincas ganaderas inscritas en el SIREA para el año 2012 no contenían sus datos actualizados. El estudio en la actividad principal de selección y pie de cría no contempló aptitud zootécnica ni razas puras, únicamente razas predominantes, siendo la raza Brahman la de mayor porcentaje con 76,9%, seguida por Pardo Suizo con 4,9%, Jersey con un 0,7% y Holstein con 0,6%, siendo estas últimas, razas de aptitud lechera; que por lo general, son utilizadas en regiones del país con mayor altitud.

Cuadro 10. Cantidad de criadores y población activa de ganado puro *Bos indicus* con certificado de registro genealógico en Costa Rica, según provincia al mes de marzo, 2018.

Provincia	Cantidad de Criadores	Cabezas de Ganado
Guanacaste	45	5 449
Limón	12	1 718
Alajuela	22	1 529
San José	16	1 204
Puntarenas	12	749
Heredia	11	325
Cartago	3	21
Total General	121	10 995

Dentro del análisis de cantidad de criadores por provincia, de manera consecuente con la región Chorotega la provincia de Guanacaste abarca la mayor cantidad de criadores del país, seguida por la provincia de Alajuela con 22. Las provincias de Limón, Puntarenas y Heredia muestran un número similar de criadores de *Bos indicus* registrando 12, 12 y 11 respectivamente. Por su parte, la provincia de menor número fue Cartago donde se registran únicamente 3 criadores, esto se atribuye principalmente al clima de la provincia, así como las actividades pecuarias de la zona, donde predomina la actividad lechera haciendo uso de razas *Bos taurus* tales como Holstein, Jersey y Pardo Suizo.

La distribución porcentual del total de criadores y número de cabezas de animales por provincia del país se muestra en la Figura 3.

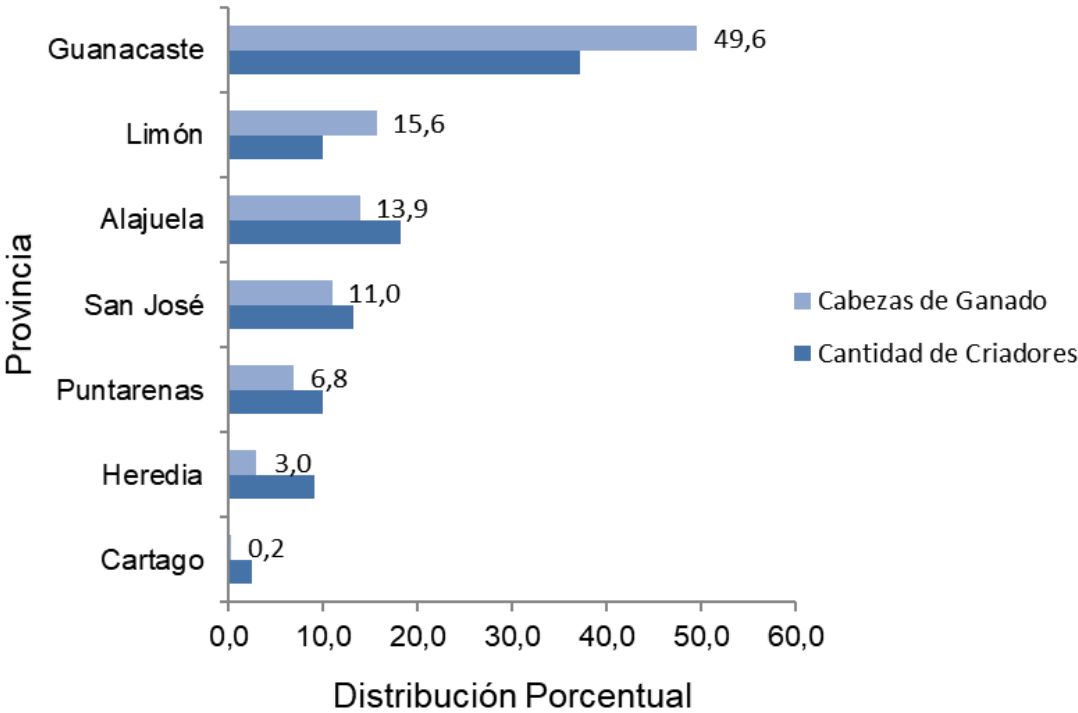


Figura 3. Distribución porcentual de la población activa de razas *Bos Indicus* en Costa Rica y número de criadores según provincia.

Tal y como se observa en la Figura 3, Limón a pesar de contar con un número moderado de criadores (12 en total) es la segunda provincia en la distribución porcentual de la población *Bos indicus*. Lo anterior se debe a que cuenta con una de las fincas de mayor número de animales inscritos en el país. Por su parte, la provincia de Alajuela es la segunda en número de criadores y la tercera en términos de población; por lo que el promedio de animales por criador es inferior si se compara con la provincia de Limón.

La distribución de animales *Bos indicus* según raza para cada región del país se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Distribución de animales activos *Bos indicus* con certificado de registro genealógico en Costa Rica para el año 2018, según raza y región.

Raza	Central	Chorotega	Pacífico Central	Brunca	Huetar Atlántica	Huetar Norte
Brahman Gris	268	3 883	476	1 229	1 581	755
Nelore	137	1 125	-	22	201	34
Brahman Rojo	49	249	14	96	56	239
Gyr	8	87	54	-	204	98
Guzerat	-	98	-	-	1	-
Indobrasil	10	7	-	-	-	14
Total	472	5 449	544	1 347	2 043	1 140

Los datos muestran que las razas Brahman Gris y Brahman Rojo se encuentran presentes en las cinco regiones del país. La raza Nelore se encuentra distribuida en las regiones Chorotega, Huetar Atlántica, Central, Huetar Norte y Brunca; la raza Gyr se encuentra en todas las regiones excepto en la Brunca. La raza Guzerat está presente principalmente en la región Chorotega; mientras que la raza Indobrasil se distribuye entre las regiones Central y Chorotega. La región Chorotega es la zona del país con mayor actividad ganadera, sin embargo, que en términos de condiciones climatológicas es la región con estación seca más prolongada, mayores temperaturas y menor disponibilidad de alimento, por lo que las razas *Bos indicus* se adaptan mejor en comparación con animales *Bos taurus*, razón por la cual es la zona donde predominan estas razas tal y como se observa en los resultados obtenidos.

Así mismo, se determinó la cantidad de animales *Bos indicus* por raza, de acuerdo con cada una de las provincias y sus respectivos cantones. Los resultados se observan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Distribución de animales activos *Bos indicus* con certificado de registro genealógico en Costa Rica al mes de marzo 2018, según raza y cantón.

Cantón	Total Criadores	Brahman Gris	Nelore	Brahman Rojo	Gyr	Guzerat	Indobrasil	Total Animales
Alajuela	3	195	1	118				314
Grecia	1	16						16
Los Chiles	1	5		3				8
Orotina	2	25		2				27
San Carlos	11	518	34	76	98		14	740
Upala	3	232		160				392
San Ramón	1	32						32
Total Alajuela	22	1 023	35	359	98	0	14	1 529
Cartago	1	3			2			5
Paraíso	1		3					3
Turrialba	1	13						13
Total Cartago	3	16	3	0	2	0	0	21
Abangares	12	449	718	14		57	7	1 245
Bagaces	2	51				38		89
Cañas	14	2 221	398	205	43			2 867
Carrillo	3	30	9					39
La Cruz	1	42						42
Liberia	8	899		30	34	3		966
Santa Cruz	5	191			10			201
Total Guanacaste	45	3 883	1 125	249	87	98	7	5 449
Sarapiquí	11	140	1	40	144			325
Total Heredia	11	140	1	40	144	0	0	325
Guácimo	1	11						11
Pococí	11	1 430	200	16	60	1		1 707
Total Limón	12	1 441	200	16	60	1	0	1 718
Coto Brus	2	160						160
Esparza	2	85			47			132
Golfito	1	20	20					40
Osa	1	32						32
Puntarenas	4	133		6	7			146
Parrita	2	233		6				239
Total Puntarenas	12	663	20	12	54	0	0	749
Acosta	1		10					10
Goicoechea	1	3						3
Mora	1				6		10	16
Pérez Zeledón	11	1 017	2	96				1 115
Puriscal	2	6	6	48				60
Total San José	16	1 026	18	144	6	0	10	1 204

De acuerdo con los resultados, los cantones de San Carlos, Abangares, Cañas, Liberia, Sarapiquí, Pococí, Parrita y Perez Zeledón son los de mayor número de población. De acuerdo con los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2014 (INEC, 2015), los cantones con mayor número de ganado bovino son San Carlos en la provincia de Alajuela, Sarapiquí en la provincia de Heredia, Pococí en la provincia de Limón, Puntarenas y Buenos Aires en la provincia de Puntarenas, Pérez Zeledón en la provincia de San José y Tilarán en la provincia de Guanacaste.

A continuación se muestra la estructura de hato general para las razas *Bos indicus* con certificado de registro genealogico del total de animales activos, agrupados de acuerdo a los rangos de edad y sexo, descrita en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Distribución porcentual de la población activa *Bos indicus* de acuerdo al rango de edad al mes de marzo, 2018.

Rango de Edad	Total animales	Distribución Porcentual (%)
Menores a 1 año	2 156	19,6
De 1 a < 2 años	2 092	19,0
De 2 a < 3 años	1 445	13,1
De 3 a < 4 años	972	8,8
De 4 a < 5 años	774	7,0
De 5 a < 6 años	647	5,9
Mayores a 6 años	2 909	26,5
Total General	10 995	100,0

De manera general, el 19,6% de la población *Bos indicus* activa corresponde a animales menores a 1 año, el 19,0% de los animales se encuentra entre los 1 y 2 años y el mayor porcentaje de la población pertenece a animales adultos mayores a 2 años con un 61,3%. Madrigal y Fallas (2013) reportaron rangos de edad para ganado bovino en sistemas de selección y pie de cría comercial a partir de la Encuesta Ganadera Nacional 2012, donde se observa que el mayor porcentaje de la población (49,0%) corresponde a animales mayores de 2 años, seguido por animales menores a 1 año (28,9%) y animales entre 1 a 2 años (22,1%). La mayor distribución de animales en sistemas de selección y pie de cría se presentan por lo general, en animales adultos, dado que el propósito de estos sistemas consiste en la producción de terneros para su venta al destete.

La distribución porcentual de machos y hembras de acuerdo con el rango de edad se muestra en la Figura 4.

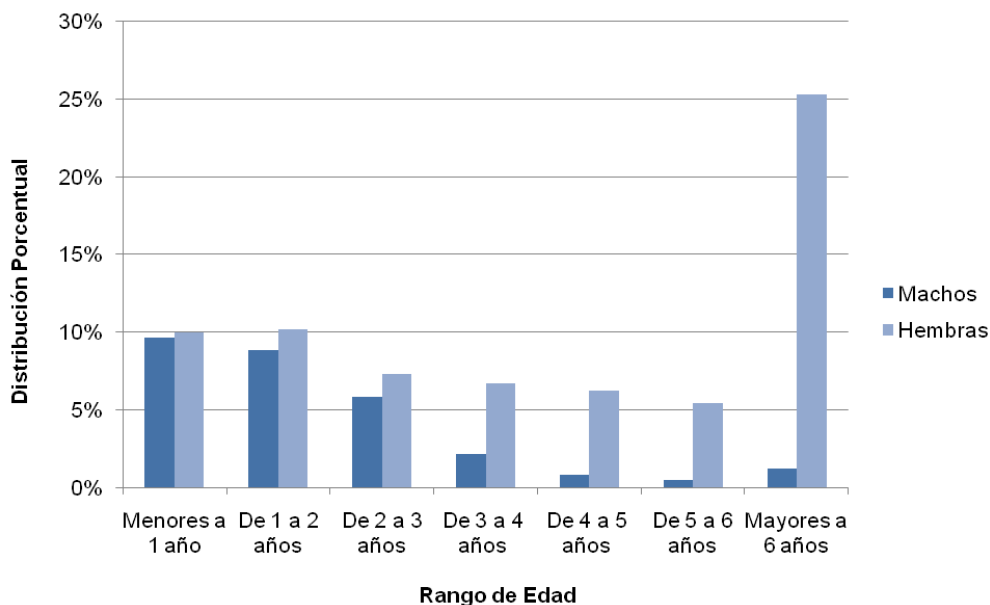


Figura 4. Distribución porcentual de la población activa *Bos indicus* de acuerdo con el sexo y rango de edad.

De acuerdo con los datos obtenidos, en todos los rangos de edad el mayor porcentaje de animales corresponde a hembras. Se observa que conforme avanza la edad de los animales, la proporción de machos disminuye progresivamente con respecto a las hembras, lo que podría atribuirse a la salida de machos para venta como reproductores y para producción de carne; mientras que las hembras, son seleccionadas como reemplazos, por lo que su permanencia en las fincas supera a los machos. Por otra parte, esta disminución progresiva de las hembras podría estar relacionada con la presión de selección que las ganaderías utilizan para elegir a sus reemplazos, los cuales, aunque no influyen de manera directa sobre los ingresos económicos, si repercuten sobre la eficiencia económica del sistema de producción (Estrada-León *et al.* 2008).

La distribución porcentual de animales nacidos según el tipo de reproducción se detalla en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Distribución porcentual de animales *Bos indicus* nacidos según técnica reproductiva inventariada al mes de marzo, 2018.

Tipo de Reproducción	Machos	Hembras	Total de animales	Distribución Porcentual
Monta Natural	1 849	4 501	6 350	57,8
Inseminación Artificial	768	2 086	2 854	26,0
Fertilización In Vitro	418	669	1 087	9,9
Transferencia de Embrión	149	555	704	6,4
Total General	3 184	7 811	10 995	100,0

De acuerdo con los datos obtenidos, la cría de ganado cebú registrado utiliza técnicas de reproducción como la monta natural (MN), inseminación artificial (IA), así como fertilización *in vitro* (FIV) y transferencia de embriones *in vivo* (TE). El tipo de reproducción más frecuente es la MN (57,8%), seguida por la IA (26,0%). Las técnicas de FIV y TE son las de menor uso y representan el 9,9 y 6,4%, respectivamente. Esto podría deberse a la mayor inversión que implican la implementación de estas técnicas reproductivas, considerando los costos por tratamientos de superovulación, sincronización de donadoras y receptoras, la inseminación, el lavado y la transferencia de los embriones; así como el cuidado de las donadoras y receptoras (Bolívar y Maldonado, 2008).

En la Figura 5 se muestra la distribución porcentual de la población activa de los animales de acuerdo con el sexo y tipo de reproducción.

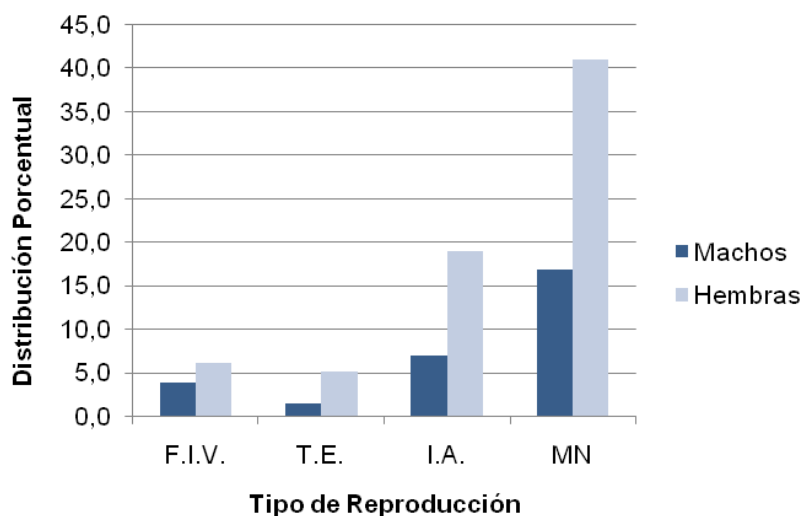


Figura 5. Distribución porcentual de la población activa *Bos indicus* de acuerdo con el sexo y tipo de reproducción.

De acuerdo con los resultados, en todos los tipos de reproducción, el mayor porcentaje de población corresponde a las hembras. Esta diferencia en la frecuencia de machos y hembras se puede atribuir a que en algunos casos los machos son vendidos a criadores comerciales, por lo tanto, se encuentran inactivos para efectos del inventario de ganado puro, ya que únicamente se incluyeron las ganaderías dedicadas a la cría e inscripción de ganado puro. Al respecto, Zamudio *et al.* (2004), evaluaron diversos factores que afectan la proporción del sexo en becerros producto de IA y TE, encontrando que la proporción de machos nacidos por TE es mayor que en hembras; mientras que cuando las crías provienen de IA, la proporción de machos y hembras es similar. Entre los factores estudiados en relación con el TE, sólo la época de recolección de los embriones influyó en la proporción de sexos, al observarse una mayor cantidad de machos (55,0%) cuando los embriones fueron recolectados en el verano y disminuyó en primavera. Esto podría estar relacionado con condiciones ambientales como las horas luz, la temperatura y la presencia de lluvias que alteran los mecanismos reproductivos de algunas especies (Lindsay 1996; Shea 1999).

El resumen de la cantidad de animales *Bos indicus* según raza y tipo de reproducción se muestra en la Figura 6.

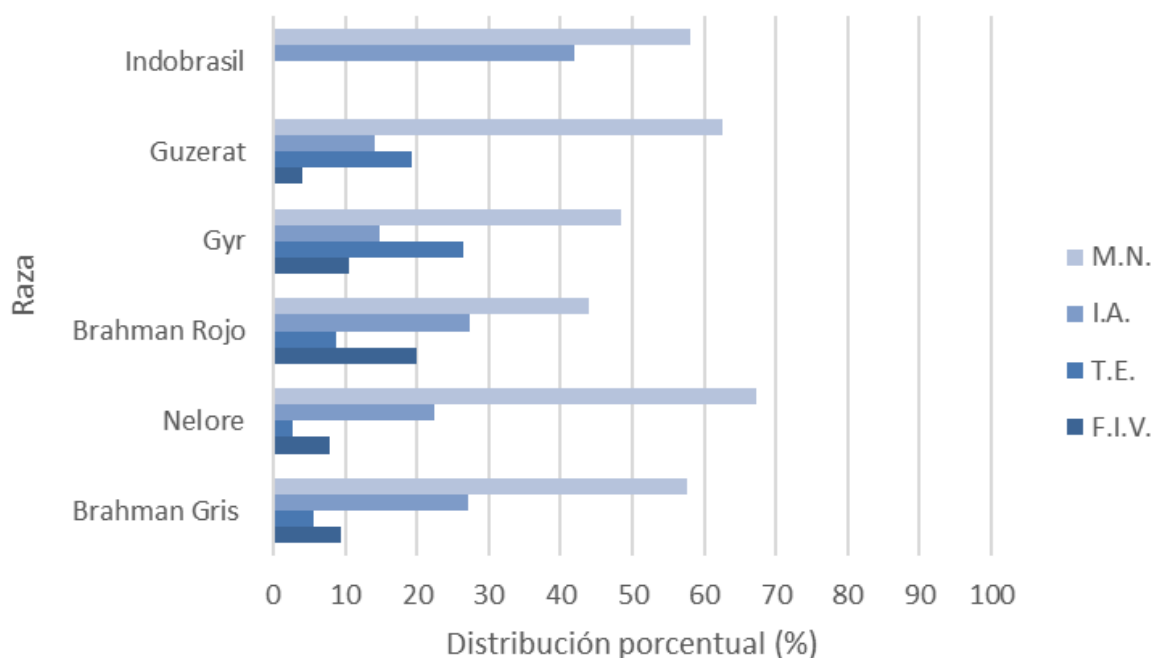


Figura 6. Distribución porcentual de la población activa *Bos indicus* según raza y tipo de reproducción.

En todas las razas, la técnica de reproducción por MN es la utilizada con mayor frecuencia, principalmente en las razas Nelore (67,1%) y Guzerat (62,6%). La raza Brahman Rojo es la que muestra un menor uso de esta técnica (44,0%). La raza Indobrasil presenta el menor número de animales, un porcentaje importante son nacidos por IA (41,9%). Las razas Gyr (14,9%) y Guzerat (14,1%) hacen menor uso de la IA; mientras que valores intermedios se presentaron en Brahman Rojo (27,3%), Brahman Gris (27,2%) y Nelore (22,3%). La técnica de TE se utiliza con mayor frecuencia en la raza Gyr (26,4%), seguido por la raza Guzerat (19,2%). Las razas Brahman Rojo (8,8%), Brahman Gris (5,7%) y Nelore (2,6%) hacen un menor uso de la técnica de TE. Respecto a la técnica de FIV, la mayor frecuencia se presentó en la raza Brahman Rojo (19,9%); un uso menor se mostró en las razas Gyr (10,4%), Brahman Gris (9,5%), Nelore (7,9%) y Guzerat (4,0%). En la raza Indobrasil, no se cuentan con registros de animales nacidos mediante las técnicas de TE ni FIV, lo que podría estar asociado a que representa la raza con menor número de criadores y animales inscritos. Las técnicas que implican mayor inversión económica como la FIV y TE (Bolívar y Maldonado, 2008) están siendo más utilizadas en razas cuya demanda va en aumento pero

que presentan una menor población, tal es el caso de las razas Gyr y Guzerat, con el fin de aumentar la cantidad de crías que pueden obtenerse de hembras genéticamente superiores y hacer uso de material genético desarrollado en otros países (Romo, 1993). De manera similar, Salgado *et al.* (2011), mencionan que la necesidad de satisfacer la demanda de animales de alto valor genético, principalmente en hatos o razas poco numerosos, conlleva a la utilización de técnicas reproductivas más avanzadas como la TE y FIV.

Los resultados de la distribución de criadores y población *Bos indicus* de acuerdo al número de cabezas de animales se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Distribución de criadores y población *Bos indicus* de acuerdo al número de cabezas de animales.

Rango del total animales	Total Criadores		Total animales	
	Cantidad	%	Cantidad	%
< 15	43	35,5	285	2,6
15 a 30	19	15,7	385	3,5
31 a 84	27	22,3	1 233	11,2
85 a 174	18	14,9	2 116	19,2
175 a 299	4	3,3	846	7,7
≥ 300	10	8,3	6 130	55,8
Total General	121	100,0	10 995	100,0

Según los datos, el 55,8% del total de animales de la población activa proviene de diez criadores y se ubican dentro del rango de ganaderías con más de 300 cabezas de animales; seguido por el 19,2% de la población, que pertenece a 18 criadores y se encuentra en el rango de 85 a 174 cabezas de animales. Se resalta que el menor porcentaje de la población (2,6%) corresponde al mayor número de criadores, ubicados en el rango de 1 a 15 cabezas de animales. En el caso de la encuesta ganadera realiza por CORFOGA en el año 2012, el mayor porcentaje del hato nacional con 28,4% de la población se encuentra distribuido en fincas de 30 a 84 cabezas de animales, sin embargo; un 16,7% de la población está concentrada en 556 fincas mayores a 300 cabezas de animales (Madrigal y Fallas, 2013). En el caso del Censo Nacional Agropecuario un 27,1% del hato nacional se encuentra en fincas mayores a 200 cabezas de animales (INEC, 2015).

5.2. Análisis de registros de tres fincas dedicadas a la crianza de la raza Brahman para la determinación de parámetros reproductivos

Los datos analizados para calcular los parámetros de EPP e IEP corresponden a la base de datos generada por el ingreso de los reportes de nacimientos de animales puros presentados por cada criador a ASOCEBÚ. Los nacimientos que no fueron reportados o que no correspondían a animales puros no se contemplaron dentro del estudio. Dentro del objetivo de parámetros reproductivos se pretendía analizar la edad a primer servicio, edad a primer parto, intervalos entre partos, vida productiva, tipo de servicio y porcentaje de preñez de acuerdo con el tipo de servicio. Sin embargo, se encontró que las ganaderías no disponían de todos los registros reproductivos necesarios para el análisis de ciertos parámetros. Ante esta limitante, se tomó la decisión de hacer uso de los registros de nacimientos reportados ante ASOCEBÚ para analizar la edad a primer parto y los intervalos entre partos.

5.2.1. Edad a primer parto (EPP)

Los parámetros de EPP para cada una de las fincas en estudio, así como el promedio general de todos los datos analizados se muestran en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Valores de edad a primer parto (EPP) obtenidos en hembras de la raza Brahman Gris en tres fincas de ganado con registro genealógico en Costa Rica. 2018

Finca ¹	n	EPP (días)	D.E.	- IC95%	+ IC 95%
1	332	1 246,0	378,5	1 205,2	1 286,9
2	690	1 181,4	282,9	1 160,3	1 202,6
3	1 384	1 300,6	279,9	1 285,8	1 315,3
Promedio	2 406	1 258,9	300,8	1 246,9	1 270,9

¹Ubicación de las fincas, Finca 1: Región Huetar Atlántica; Finca 2: Región Brunca; Finca 3: Región Chorotega

El promedio de la EPP en la Finca 1, Finca 2 y Finca 3 fue de 1 246,0 ± 378,5 días (40,9 meses); 1 181,4 ± 282,9 días (38,8 meses) y 1 300,6 ± 279,9 días (42,7 meses), respectivamente. El promedio general de EPP en base al total de datos de las tres fincas fue de 1 258,9 ± 300,8 días (41,3 meses). En Costa Rica, no se cuenta con estudios recientes sobre EPP en hembras *Bos indicus* con registro genealógico, pero sí se han desarrollado investigaciones en hembras *Bos taurus* x *Bos indicus* con predominio de la raza Brahman,

realizadas por WingChing-Jones (2017) quien reportó promedios de EPP de 31,2 meses en la zona sur del país. Asimismo, se han reportado resultados de EPP de 29,3 meses en la raza Jersey (Castillo *et al.* 2013) y de 29,8 a 30,7 meses para la raza Holstein (Cascante 2008; Salazar *et al.* 2013). Los resultados obtenidos, son similares a la EPP reportada por Bazán (1974) quien publicó valores promedio de 42 meses para hembras Brahman en la zona Pacífica de Costa Rica. Menores valores fueron reportados por Mora (2005) y Duitama *et al.* (2013) quienes realizaron estudios en Colombia, encontrando valores de $37 \pm 7,2$ meses y 40,2 meses, respectivamente. Asimismo, Estrada *et al.* (2008), reportaron valores de EPP de $1\ 091 \pm 147$ días (35 meses) en México. Datos aún menores fueron encontrados por Carrizales (2005), quien realizó un estudio en Colombia sobre la EPP en hembras Brahman participantes en juzgamiento, encontrando en promedio una edad de $33,4 \pm 0,72$ meses.

La distribución de la población general de acuerdo con los rangos de edad para la variable EPP se muestra en la Figura 7.

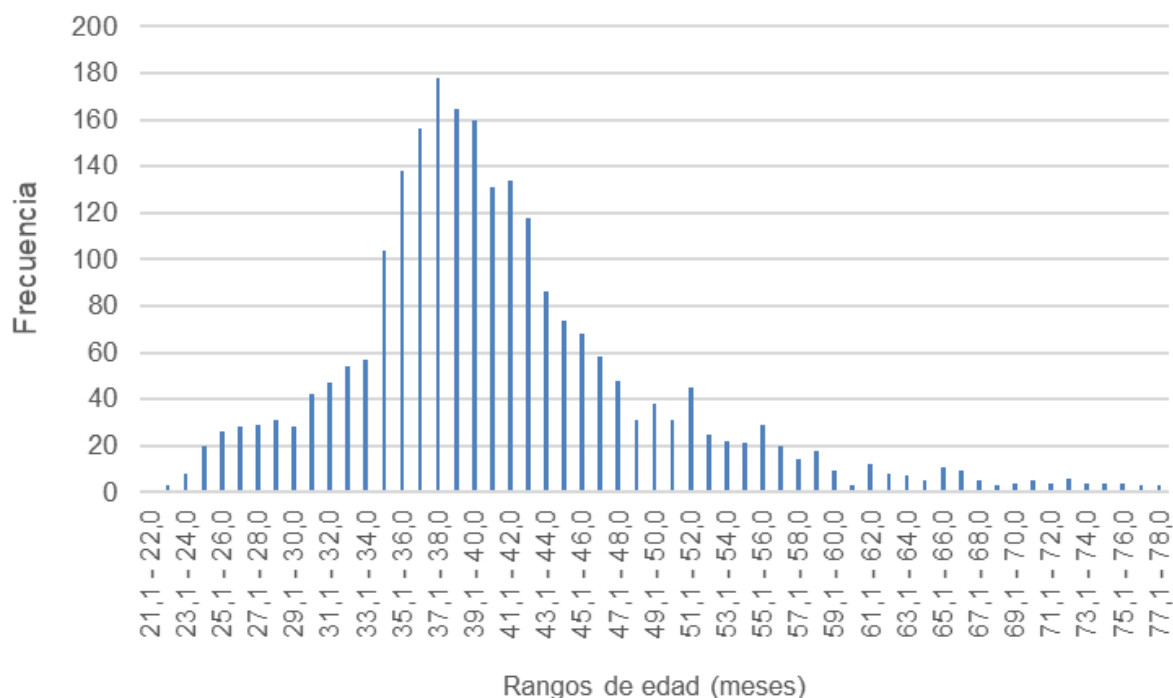


Figura 7. Distribución de la población de tres ganaderías de acuerdo con los rangos de edad para la variable EPP en hembras de la raza Brahman Gris.

Estos resultados muestran que el rango de EPP con la mayor frecuencia de animales se encuentra entre los 37,1 y 38 meses (7,4%). Asimismo, el 60,0% de la población bajo estudio mostró su primer parto entre los 34,1 y 45 meses de edad; sin embargo, se encontró una amplia dispersión de los datos, con valores mínimos y máximos de 21,1 y 80 meses, respectivamente. Existen diversos factores que afectan la EPP en las razas *Bos indicus*, entre los que destacan la genética, la nutrición, el manejo y el ambiente (Baca *et al.* 1998; Pereira, 2000; Nogueira, 2004).

Desde el punto de vista genético, se ha encontrado que las razas europeas (*Bos taurus*) son más precoces que las razas cebuínas (*Bos indicus*) (Silva *et al.* 2002), de ahí que la madurez sexual en las novillas Brahman es más tardía que en las novillas *Bos taurus* (Magaña y Segura, 2001; Carrizales, 2005). Esto se atribuye a que fisiológicamente existen diferencias en la dinámica folicular entre *Bos taurus* y *Bos indicus* (Baruselli *et al.* 2007). Estudios indican que las hembras *Bos indicus* poseen más folículos y más ondas foliculares durante el ciclo estral y ovulan a partir de folículos de menor tamaño en comparación a las hembras *Bos taurus* (Sartori y Barros, 2011). Así mismo, el diámetro máximo alcanzado por el folículo dominante en cada onda de crecimiento folicular es de menor tamaño (Baruselli *et al.* 2007). Al tener cuerpos lúteos de menor tamaño, la concentración de estradiol y progesterona es menor; aunque esta condición varía dependiendo del estado nutricional y las prácticas de manejo de los animales (Sartori y Barros, 2011).

Las prácticas de alimentación inadecuadas y la baja calidad nutricional de los forrajes en el trópico, representan un aspecto importante que afecta la EPP. Una adecuada nutrición postdestete permite lograr una disminución en la edad de la pubertad y en la EPP (Patterson *et al.* 1992) debido a que la ingesta de proteínas en niveles adecuados a los requerimientos nutricionales resulta en un mayor peso al momento de la pubertad (Oyedipe *et al.* 1982).

Estudios demuestran que novillas más pesadas al destete y que mantenían niveles altos de nutrición postdestete alcanzaban la pubertad a una edad más temprana (Greer *et al.* 1983). Autores sugieren que un aumento de 50 a 57% del peso corporal maduro en novillas al período de apareamiento, podría representar un mayor impacto económico (Endecott *et al.* 2013). Otros autores, mencionan que la tasa de crecimiento predestete y el peso de destete tienen un alto impacto sobre el momento de la pubertad (Wehrman *et al.* 1996, Roberts *et al.* 2009), el cual puede ser inducido suministrando dietas altas en energía en terneras de

aproximadamente 3 meses de edad (Gasser *et al.* 2006, Barcellos *et al.* 2014). Se debe tener en cuenta que en el trópico la ingesta dietética reducida da como resultado la incapacidad de ovular debido a que los niveles de hormona luteinizante (LH) circulante son insuficientes para estimular la maduración del folículo dominante (Nogueira, 2004).

Algunos autores han señalado la posibilidad de mejorar la fertilidad de las hembras, al seleccionar sementales por su circunferencia escrotal, lo cual puede tener asociaciones genéticas con algunas características que determinan la fertilidad de las hembras (Martínez *et al.* 2004) tales como edad al primer estro, tasa de preñez y vida productiva de la vaca (Morris *et al.* 1992); así como edad a primer servicio y edad a primer parto (Toelle y Robinson, 1985).

Aspectos propios de manejo también inciden en la EPP, la selección genética de hembras precoces (Nogueira, 2004) y la bioestimulación de las novillas con el fin de inducir una ovulación más temprana son prácticas que podrían disminuir la EPP (Bastidas, 1999). Por otra parte, otras prácticas de manejo que frecuentemente utilizan los ganaderos podrían tener un impacto negativo sobre la EPP, debido a que, por lo general, existe poco contacto con los animales entre la etapa de destete y la pubertad, y los animales asocian la interacción con los humanos a vacunaciones y otras experiencias no placenteras. Esto provoca que, al momento de realizar prácticas reproductivas como la inseminación artificial, los animales aumenten sus niveles de estrés y esto podría representar un bajo desempeño reproductivo (Neindre *et al.* 1996). Por tanto, las estrategias de manejo deberían enfocarse hacia la fase postdestete-apareamiento, lo cual implica la adecuación del genotipo y el ambiente a fin de asegurar un desempeño reproductivo aceptable (Bastidas, 1999).

Algunos estudios han hecho referencia a factores no genéticos asociados a la variación de la EPP, entre los que se mencionan principalmente el efecto del año y el mes de nacimiento de las crías (Bergmann *et al.* 1998, Gómez *et al.* 1996, Ossa *et al.* 2007). En un estudio realizado en México por Mejía *et al.* (2010) donde se comparó el comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces; se encontró que el año de nacimiento y la época de nacimiento tuvieron efectos significativos sobre la edad al primer parto. De acuerdo con los autores, el año de nacimiento o parto es una fuente de variación importante difícil de explicar ya que este factor está expuesto a la incorporación y salida de animales, a ambientes favorables o desfavorables de acuerdo con el año, cambios

administrativos, de personal, de manejo en el transcurso del tiempo. La época del año puede representar problemas con la crianza de reemplazos, principalmente debido a variaciones en la disponibilidad de forraje asociado a la precipitación y con ello fluctuaciones en el peso vivo (periodos de pérdida y ganancia) de los reemplazos desde el destete a los 7 meses de edad hasta los 24 meses de edad, lo cual puede afectar el crecimiento del animal y retrasar la pubertad.

Pese a una mejor adaptación por parte de las hembras *Bos indicus* a las condiciones tropicales, las altas temperaturas del clima tropical pueden provocar cambios en la dinámica folicular asociados a un aumento de la temperatura corporal. Estos pueden afectar subsecuentemente la funcionalidad del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona, resultando en un ambiente uterino y de oviducto inhóspito para el desarrollo embrionario (Gama *et al.* 2007). Por tanto, la actividad ovárica de vacas *Bos indicus* puede presentar modificaciones a lo largo del año, pudiendo encontrar variaciones en el número total de folículos y por tanto ovocitos viables de acuerdo con la época del año (Fernandes *et al.* 2001). Sin embargo, existen estudios que han demostrado que hembras de la raza Brahman presentaron un mejor desarrollo embrionario bajo condiciones de estrés calórico, en comparación con razas Holstein y Angus (Paula-Lopes *et al.* 2003). De acuerdo con Nogueira (2004), la EPP en ganado cebú sudamericano puede reducirse mejorando la alimentación, exponiendo las novillas en edad temprana al toro y seleccionando durante varias generaciones hembras precoces, ya que esta es una característica altamente heredable.

5.2.2. Intervalo entre partos (IEP)

El resumen de los resultados obtenidos para el parámetro de IEP para cada una de las fincas en estudio, así como el promedio general de todos los datos analizados se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Valores de intervalo entre parto obtenidos en hembras de la raza Brahman Gris en Costa Rica.

Finca ¹	n	IEP (días)	Desv.Est.	- IC 95%	+ IC 95%
1	349	542,8	261,1	515,3	570,3
2	2 123	566,8	196,2	558,4	575,1
3	3 263	537,9	167,5	532,2	543,7
Promedio	5 735	548,9	185,8	544,1	553,7

¹Ubicación de las fincas, Finca 1: Región Huetar Atlántica; Finca 2: Región Brunca; Finca 3: Región Chorotega

El promedio IEP fue de $542,8 \pm 261,1$ días (17,8 meses) para la Finca 1; $566,8 \pm 196,2$ días (18,6 meses) para la Finca 2 y $537,9 \pm 167,5$ días (17,6 meses) para la Finca 3. El promedio general de IEP con base en las tres fincas fue de $548,9 \pm 185,8$ días (18 meses). Este IEP es mayor a datos reportados en Colombia por Mora (2005) y Montes *et al.* (2015) quienes registraron valores de $452,4 \pm 69,8$ días y $447,8 \pm 82$ días, respectivamente; mientras que Estrada *et al.* (2008), encontraron valores de 456 ± 125 días en México.

En Costa Rica, la cantidad de estudios publicados acerca de parámetros reproductivos de la raza Brahman es escasa y en su mayoría, fueron publicados entre las décadas de 1970 y 1980. Datos más recientes encontrados por Castillo (2008) en la raza Brahman indican IEP de 482,8 días y 450,5 días en Brahman $\frac{1}{2}$ sangre en la provincia de Guanacaste. De acuerdo con WingChing-Jones (2017), las evaluaciones de IEP en la raza Brahman corresponden a siete trabajos de graduación realizados en la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, entre los años 1979 a 1994. Estudios reportaron valores de IEP de 15 meses (456,5 días) en la zona Atlántica y 16 meses (487 días) en la zona Pacífica en hembras Brahman (Bazán, 1974). Por su parte, WingChing-Jones (2017) encontró IEP de 454,6 ($\pm 91,9$) días en hembras *Bos taurus* X *Bos indicus*, en la zona sur del país.

La Figura 8 muestra la distribución de la población general de acuerdo con los rangos de edad para la variable IEP.

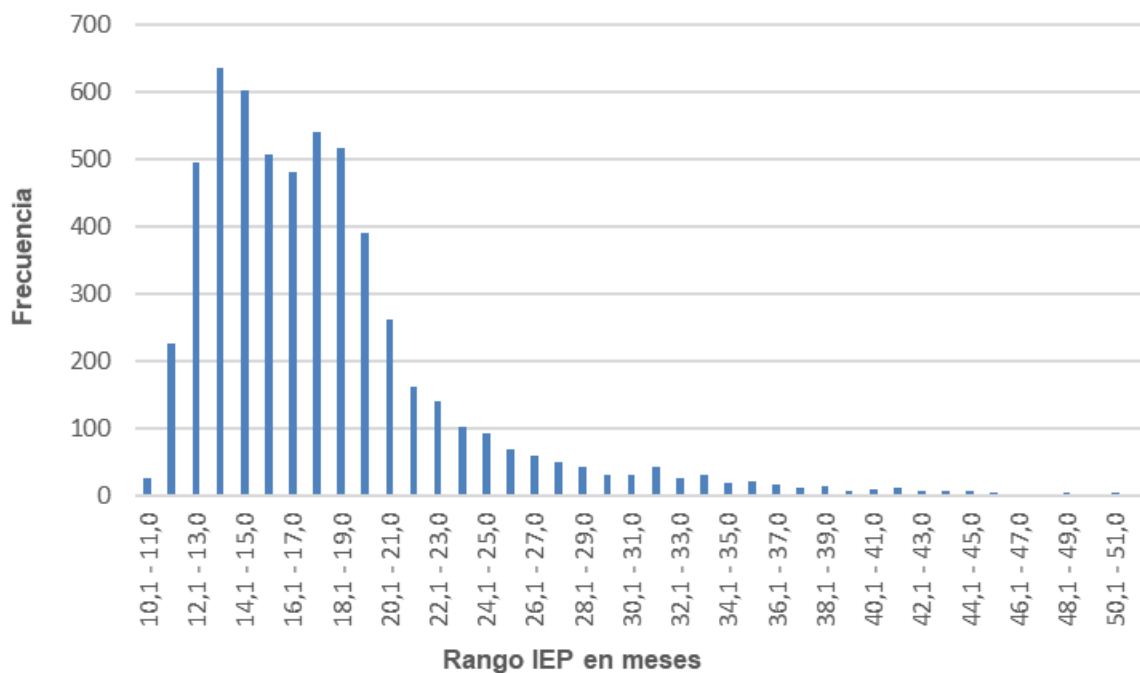


Figura 8. Distribución de la población de tres ganaderías de acuerdo con los rangos de edad para la variable IEP en hembras de la raza Brahman Gris.

De acuerdo con los resultados, el rango de IEP con la mayor frecuencia de animales se encuentra entre los 13,1 y 14,0 meses (11,1%). Asimismo, el 66% de la población bajo estudio mostró un IEP entre 12,1 y 19 meses. El 4,4% de la población presentó un IEP menor o igual a 12 meses de edad; sin embargo, se encontró una amplia dispersión de los datos, con valores mínimos y máximos de 10,1 y 51 meses, respectivamente. Una alta distribución del IEP fue también encontrada por WingChing-Jones (2017), quien reportó valores que van desde 0,8 hasta los 3 años en bovinos de carne en la zona sur de Costa Rica.

Entre los factores que han sido asociados a la variación en el IEP, están los relacionados con los factores ambientales, nutricionales, endocrinos, genéticos y de manejo (Carrizales, 2005). En el presente estudio, las biotecnologías reproductivas que utilizan las fincas 1 y 2, requieren de manejos específicos que en ocasiones tienden a aumentar los IEP, aunque conlleva a beneficios como mejora genética en plazos menores y sincronización en las mejores épocas de preñez o parición. Asimismo, se ha encontrado que factores como el

tamaño y peso de los animales inciden sobre el IEP. Amaya *et al.* (1994) argumentan que animales de tamaños pequeños o medianos tienen menor IEP en comparación con vacas de tamaños superiores. Estas diferencias podrían verse influenciadas debido a que los animales de mayor tamaño tienden a tener mayores requerimientos nutricionales (Gómez, 1998) y en ocasiones, las estrategias de alimentación que implementan las fincas no toman en cuenta estas consideraciones.

Los valores de IEP de acuerdo con el número de parto por finca y el promedio de IEP general para la población de animales en estudio, se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18. Valores de IEP por número de parto en hembras de la raza Brahman Gris, según finca y promedio general. Costa Rica, 2018.

Finca ¹	Parto	n	Media	DE ²	- IC95% ³	+ IC 95% ³
1	1-2	160	572,8	276,5	529,6	616,0
	2-3	85	506,1	215,6	459,6	552,6
	3-4	53	568,9	295,8	487,3	650,4
	4-5	28	461,5	194,7	386,0	537,0
	5-6	14	403,1	95,1	348,2	458,1
	6-7	6	700,5	376,5	305,3	1095,7
2	1-2	515	624,0	224,6	604,6	643,4
	2-3	413	565,4	180,7	547,9	582,9
	3-4	356	546,0	182,9	526,9	565,1
	4-5	284	555,2	212,3	530,4	580,0
	5-6	217	539,0	183,6	514,4	563,5
	6-7	143	549,3	185,1	518,7	579,9
	7-8	96	505,0	100,6	484,6	525,4
	8-9	51	539,4	172,8	490,8	588,0
	9-10	28	501,2	88,2	467,0	535,4
	10-11	14	562,1	107,1	500,3	624,0
3	1-2	995	578,2	177,0	567,2	589,2
	2-3	769	541,3	183,9	528,3	554,3
	3-4	572	522,3	159,4	509,2	535,3
	4-5	419	517,2	141,3	503,6	530,8
	5-6	276	493,1	119,9	478,8	507,3
	6-7	143	492,1	134,3	469,9	514,3
	7-8	52	471,7	115,4	439,6	503,8
	8-9	28	484,5	197,1	408,0	560,9
	9-10	9	432,7	108,5	349,2	516,1
	Promedio general	1-2	1 670	591,8	204,8	581,9
2-3		1 267	546,8	185,6	536,5	557,0
3-4		981	533,4	178,2	522,2	544,5
4-5		731	529,8	175,6	517,0	542,5
5-6		507	510,2	152,5	496,9	523,5
6-7		292	524,3	171,5	504,6	544,1
7-8		151	495,6	117,4	476,8	514,6
8-9		79	519,9	182,5	479,0	560,8
9-10		37	484,5	96,7	452,3	516,8
10-11		14	562,1	107,1	500,3	624,0

¹Ubicación de las fincas, Finca 1: Región Huetar Atlántica; Finca 2: Región Brunca; Finca 3: Región Chorotega

²DE: Desviación estándar

³±IC95%: Intervalo de confianza al 95%

Para todos los casos, el intervalo entre el primer y segundo parto fue mayor y disminuye conforme aumentó el número de partos. Un efecto similar fue visto por Martínez *et al.* (1994; citado por Carrizales, 2005) quien menciona que el IEP en el primer y segundo parto suele ser más largo que los demás y tiende a disminuir hacia el cuarto o quinto parto. En un estudio realizado en Colombia por Carrizales (2005), en hembras de la raza Brahman participantes en juzgamiento, se demostró que el IEP promedio entre el primer y segundo parto fue de 540,3 (\pm 226,6) días y entre segundo y tercer parto fue de 490,2 (\pm 193,9) días. Este autor indica que esta reducción en la duración del intervalo se mantuvo hasta el quinto parto, y se estabilizó en valores similares hasta el octavo parto; a partir de allí, se mostró un incremento hasta el último reportado (Carrizales, 2005). Resultados similares fueron reportados por Ossa *et al.* (2007) en la raza Romosinuano, donde el número de parto fue una causa importante de variación en la duración de los intervalos entre partos. Este comportamiento coincide con lo observado en la Finca 3, la cual tenía hembras con el mayor número de partos del presente estudio.

Esto podría atribuirse a que, dentro de los factores ambientales que afectan el IEP se encuentra el número de parto, este comportamiento fue analizado por Arellano *et al.* (2006) en México donde se evaluó el desempeño reproductivo de hembras doble propósito *Bos taurus X Bos indicus*, encontrando que vacas que dieron origen a un segundo parto tuvieron los IEP más largos en número de días, observándose una clara tendencia a disminuir a medida en que incrementó el número de parto, encontrando valores promedio de -10,3 días por cada parto que tenían. Esto indica que las vacas de primer y segundo parto todavía no tienen el desarrollo corporal completo lo cual disminuye su eficiencia reproductiva, además al encontrarse aún en crecimiento, la demanda de leche por parte de sus crías las somete a un estrés ambiental (Arellano *et al.* 2006).

Resultados similares fueron encontrados por Hernández *et al.* (2001), donde se evaluó el efecto de algunos factores genéticos y no genéticos sobre el IEP, la duración de la lactancia y la producción de leche en un hato de doble propósito en México. Se encontró que las vacas de primer y segundo parto tuvieron los IEP más largos, asimismo las vacas de primer parto produjeron menos leche por lactancia. De acuerdo con los autores, esto se explica, por el ajuste fisiológico y endocrinológico en las vacas de primer parto, los cambios del puerperio y su desarrollo corporal para alcanzar la talla adulta (Hernández *et al.* 2001).

En el caso específico de la finca 1, esta presentó un comportamiento atípico en cuanto al número de días del IEP a partir del sexto parto, lo que podría estar asociado primero a prácticas de manejo propias de la finca, ya que algunas hembras producen crías F1 para ganado comercial que no son registradas en la ASOCEBÚ. Por lo tanto dichas hembras no forman parte de los datos analizados y en segundo lugar, la finca 1 es la de menor cantidad de años en la cría de ganado puro, por tanto, cuenta con menor cantidad de datos en vacas de mayor número de partos. Específicamente en el sexto parto se analizaron 6 registros, de los cuales tres superaban los 900 días de IEP, lo mismo ocurre en el séptimo parto, en donde, se contó con 3 registros, de los cuales uno de ellos contabilizaba 1 095 días de IEP.

Como ya se mencionó, el año de nacimiento de las crías es un factor ambiental que puede generar variación tanto en la EPP como en el IEP. Con el fin de observar el comportamiento de estos parámetros reproductivos a través de los años en las tres fincas en estudio, se generó una gráfica, los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 9 y 10.

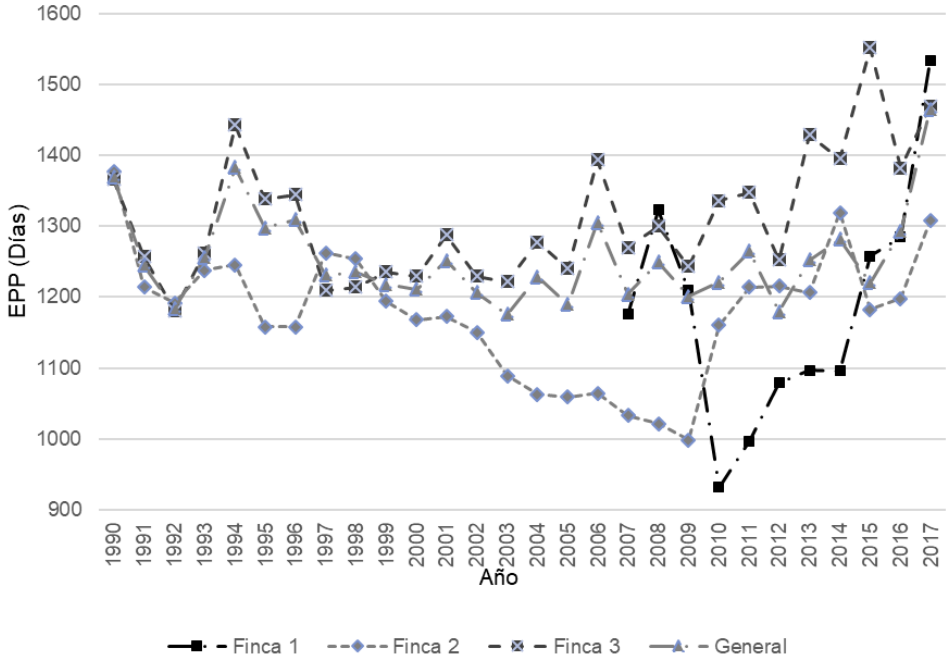


Figura 9. Comportamiento de la variable EPP de acuerdo con el año de nacimiento en hembras de la raza Brahman Gris.

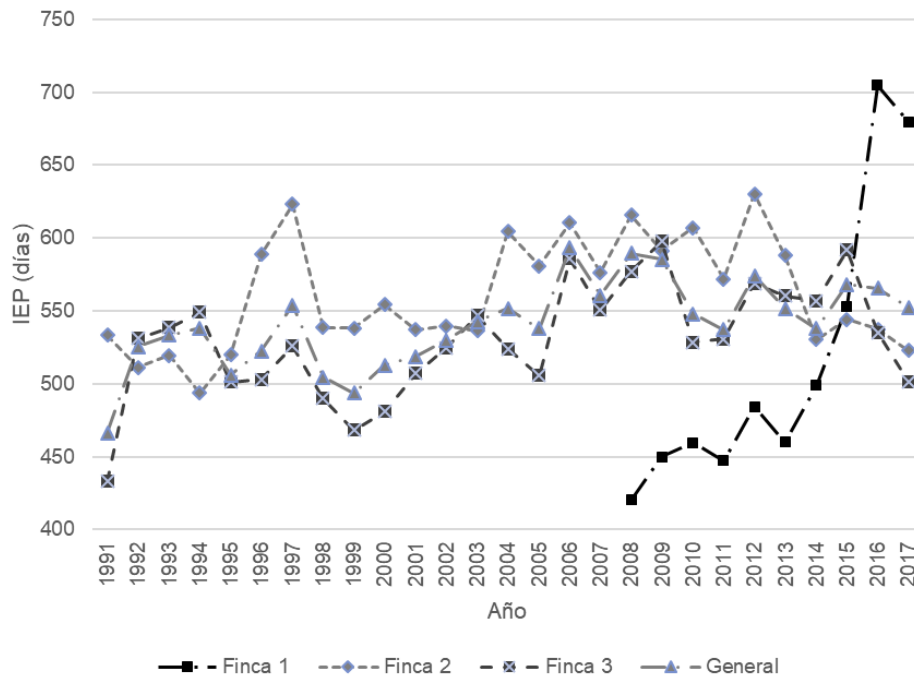


Figura 10. Comportamiento de la variable IEP de acuerdo con el año de nacimiento en hembras de la raza Brahman Gris.

Tal y como se observa en las Figuras 9 y 10, el año de nacimiento causó variación sobre el comportamiento de las variables EPP y IEP a lo largo de los años evaluados para las tres fincas en estudio. Según los datos, parece no existir una tendencia definida, sino que tanto el promedio de EPP como IEP aumenta o disminuye según el año. Es interesante señalar que los cambios ocurridos parecen mostrar un patrón de comportamiento similar en las tres fincas, a pesar de encontrarse ubicadas en diferentes regiones del país y contar con un manejo diferente, aunque esta afirmación requiere de mayores estudios. Un comportamiento similar fue observado por Castillo *et al.* (2015) quienes evaluaron el efecto del mes de nacimiento sobre el peso al nacimiento de crías de ganado bovino, encontrando un efecto significativo, lo cual fue asociado a la disponibilidad de alimento en la provincia de Guanacaste.

Es importante considerar que tanto la EPP como la IEP son índices que se generaron tomando como referencia los partos registrados en las bases de datos ocurridos por monta natural e inseminación artificial. Sin embargo, las fincas 1 y 2 del presente estudio, utilizan biotecnologías reproductivas como programas de FIV y TE, en donde las hembras cumplen la función de donadoras de óvulos o embriones que se implantan en hembras receptoras. Por tanto, estas hembras donadoras no registran partos cuando se utilizan estas técnicas

reproductivas, lo que podría representar una fuente de variación en los resultados obtenidos de EPP e IEP en estas fincas.

Esta situación se observó en la finca 1, donde el 51,7% del total de nacimientos registrados corresponden a técnicas de FIV y TE, proveniente del material genético aportado por 109 hembras donadoras que en términos de población representan el 22,6% del total de hembras que registraron partos. En el caso de la finca 2, el 12,5% de los nacimientos registrados corresponden a FIV y TE, los cuales son hijos e hijas de 55 donadoras que representan el 7,05% del total de hembras que registraron partos. En el caso de la finca 3, las condiciones de baja precipitación durante la estación seca prolongada, genera escasez de pasturas, lo que podría afectar el desempeño reproductivo de las hembras al no contar con la nutrición adecuada, además, las altas temperaturas que puede alcanzar la región podrían afectar el desempeño reproductivo.

Cabe mencionar, que dentro de los parámetros de selección que se utilizan para definir una hembra como donadora se encuentra su genealogía, datos de diferencia esperada de la progenie (DEP'S) de padres y abuelos (ya que se seleccionan hembras de alto valor genético), la conformación fenotípica de su progenie, el desempeño reproductivo y condición sanitaria (Vargas, 2018). Ya que se busca la selección de los mejores individuos según caracteres de importancia económica (Chaverri *et al.* 2015).

5.3. Clasificación de los animales de la raza Brahman Gris de acuerdo con la edad y el sexo, con el fin de establecer la estructura de hatos registrado del país.

El rango de 1 a 3,5 años de edad en hembras, se estableció con base en los resultados de EPP de las tres fincas evaluadas. Este dato, en conjunto con el IEP, se pueden utilizar como referentes para los calculos de proyección de hatos cebuínos, con el objetivo de que las proyecciones se apeguen a la realidad de la raza y no a los ideales zootécnicos.

La estructura de hato de hembras y machos de la raza Brahman con certificado de registro genealógico, con base en la población activa a marzo 2018, se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Estructura del hato de hembras y machos de la raza Brahman Gris inventariados en Costa Rica para el año 2018.

Rangos de Edad	Número de animales	Distribución por sexo,	Distribución total,
		%	%
Terneras < 1 año	755	13,3	9,2
Novillas 1 a 3,5 años	1 648	29,0	20,1
Vacas > 3,5 años	3 273	57,7	40,0
Total Hembras	5 676	100,0	69,3
Terneros < 1 año	765	30,4	9,3
Toretos 1 a 3 años	1 311	52,1	16,0
Toros adultos > 3 años	440	17,5	5,4
Total Machos	2 516	100,0	30,7
Total General	-	-	100,0

De acuerdo con los resultados, el mayor porcentaje de la población en hembras corresponde a las vacas > 3,5 años con 57,7%. Esto podría deberse a que este grupo corresponde a las vacas en edad reproductiva y representan el pie de cría de las ganaderías. En el caso de los machos, los toretes de 1 a 3 años de edad son el grupo de mayor porcentaje con 52,1% y representan los animales con edad de comercialización para venta como reproductores.

Asimismo, las vacas mayores a 3,5 años constituyen la población de animales predominantes dentro de la población total de animales de la raza Brahman, las cuales representan un 40,0%. Por otra parte, los machos adultos mayores a 3 años de edad forman parte de la categoría con menor cantidad de animales, debido a que conforman el grupo de reproductores de las ganaderías de cría de ganado puro. Cabe resaltar que, un número importante de reproductores son vendidos a ganaderías de cría comercial, las cuales no forman parte de las fincas de ASOCEBU visitadas en este proyecto.

En Costa Rica no se cuenta con estudios recientes sobre la estructura de hato en la raza Brahman que puedan ser utilizados como referencia para el análisis del comportamiento de la población a través de los años. Únicamente se cuenta con la estructura de hato para cría en ganadería de carne generada por CORFOGA a través de la encuesta nacional ganadera

realizada en el año 2012. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en el presente estudio se procuró adecuar las edades establecidas para las diferentes categorías a la realidad nacional, por lo que estas no fueron las mismas que las utilizadas por Madrigal y Fallas (2013), específicamente, la categoría de vacas fue establecida tomando como referencia el promedio general de EPP obtenido para la raza Brahman. La encuesta nacional ganadera reportó que las terneras menores a un año representaron el 21,5% del total de las hembras y el 16,7% del total de la población. Las novillas de uno a dos años corresponden al 21,4% del total de hembras y el 16,6% del total de animales. Asimismo, estos autores determinaron que las vacas mayores a dos años, representaron el mayor porcentaje de hembras (57,1%) y del total de la población (44,3%).

Con respecto a la estructura de hato de los machos, los resultados muestran que los machos menores a un año corresponden al 30,4% del total de machos puros y el 9,3% del total de la población de animales. En cría de ganado comercial, se ha encontrado que esta categoría representa el 54,3% del total de machos y el 12,2% del total de animales (Madrigal y Fallas, 2013), superior a los encontrados en el presente estudio. Esto podría deberse a que en ganadería de cría comercial, estos animales son destinados principalmente para desarrollo y engorde. También se evidencia que los machos puros entre uno y tres años representa la categoría con más animales (52,1%) entre el total de machos y el 16,0% del total de la población; mientras que en ganadería de cría comercial, los toros de más de dos años constituyen el 8,6% del total de machos y el 1,9% del total de animales. Esto puede atribuirse a que en cría de ganado puro estos animales son utilizados como reproductores y en ganado de cría comercial, la mayor parte de animales superiores a esta edad ya han sido sacrificados en las plantas de cosecha (Holmann *et al.* 2007). Sin embargo, los datos generados muestran una distribución porcentual similar a la estructura de hato reportada en la Encuesta Ganadera Nacional por Madrigal y Fallas (2013) para sistemas de cría en ganadería comercial.

5.4. Determinación de la frecuencia de uso de los machos reproductores de la raza Brahman Gris predominantes en los sistemas de apareamiento utilizados en el país.

5.4.1. Origen de los reproductores más utilizados

El Cuadro 20 muestra la distribución porcentual de la progenie según el origen del registro del padre.

Cuadro 20. Distribución porcentual de la progenie activa de toros de la raza Brahman Gris de acuerdo al registro de origen del padre.

	n	Distribución Porcentual Origen del padre	Progenie	Distribución Porcentual Progenie
Registro Nacional	492	66,7	4 977	60,8
Registro Extranjero	246	33,3	3 214	39,2
Total	738	100,0	8 191	100,0

Los datos generados demuestran que el total de población activa de la raza Brahman con certificado de registro genealógico proviene de 738 progenitores, de los cuales el 66,7% son toros con registro nacional y un 33,3% son reproductores inscritos en el extranjero, principalmente en los Estados Unidos y en menor proporción países como Brasil, Panamá, Guatemala y Canadá.

5.4.2. Descripción y análisis genealógico de los cinco reproductores más utilizados de la raza Brahman Gris

El análisis de la frecuencia de uso de reproductores dentro de la población activa de la raza Brahman Gris, demuestra que los cinco reproductores más utilizados son los toros JDH Wellington Manso 527/1 registro número 864762 ABBA; RS Volcán del Guachipelín 573/3 T.E. registro 01-37555; RS Héroe del Guachipelín 23/3 T.E. registro 01-30486; CR Ticaban 273/0 F.I.V registro número 01-42553 y JDH Sir Alamo Manso 126/7 registro número 839795 ABBA. La progenie de estos cinco reproductores corresponde al 8,94% de la población activa total con 732 animales inscritos, donde 466 son hembras y 266 son machos. Cabe mencionar que de acuerdo con datos publicados por la Corporación Ganadera, los toros

864762 ABBA, 01-37555, 01-30486, 839795 ABBA son progenitores de algunos toros incluidos en el listado de los 200 mejores sementales para el año 2015 (CORFOGA, 2015).

El toro con mayor descendencia a nivel nacional es JDH Wellington Manso 527/1 reproductor de origen estadounidense del criador Leslie W. Hudgins, inscrito en la Asociación Americana de Criadores de Brahman (ABBA). Este reproductor cuenta con un total de 194 hijos registrados y activos en ASOCEBÚ (correspondientes al 2,3% de la población total), los cuales se encuentran distribuidos en 23 ganaderías ubicadas en las cinco regiones del país. Su genealogía se muestra en la Figura 11.

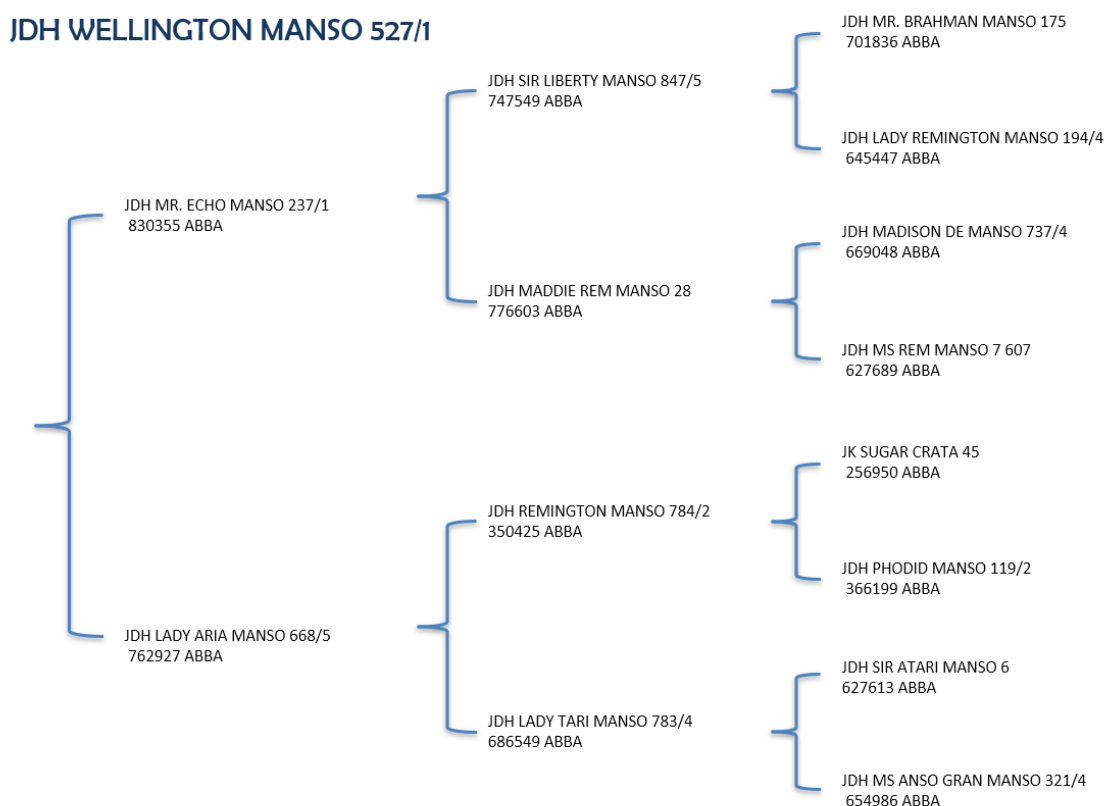


Figura 11. Árbol genealógico del reproductor JDH Wellington Manso 527/1, registro número 864762 ABBA.

De acuerdo con su genealogía, su línea es de sangre Dakota por parte del padre; el abuelo paterno es el toro JDH Liberty Manso 847/5 registro 747549 ABBA, destacado reproductor de la raza Brahman. Respecto a su línea materna, es línea de sangre Manso (descendencia del toro Aristocrat Manso), su abuelo materno es el toro JDH Remington 784/2 el cual es un

toro fuertemente consanguíneo sobre el toro Rex A Manso (Rueda, 2015); su tatarabuelo es el toro JDH IW`S Rexcrata 402 registro 221717 ABBA, hasta llegar en su árbol genealógico al toro Manso 162 considerado el toro más importante en la formación de la raza Brahman. Según un artículo publicado por The Brahman Journal, este reproductor se encuentra entre los toros que tuvieron mayor descendencia registrada en la ABBA entre el 1 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2016.

El segundo reproductor de acuerdo con el número de descendencia es el toro RS Volcán del Guachipelín 573/3 T.E., toro de origen nacional del criador Rubén Sánchez Chacón. Cuenta con 154 hijos registrados y activos (correspondiente al 1,9% de la población total), y se encuentran distribuidos en 10 ganaderías ubicadas en cuatro regiones del país. Su genealogía se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Árbol genealógico del reproductor RS Volcán del Guachipelín 573/3 T.E. registro 01-37555.

El toro RS Volcán del Guachipelín 573/3 es línea de sangre Marri por parte de su padre; su tatarabuelo es el toro JDH Domino Manso 42/4 registro 683995, hasta llegar en su árbol genealógico al toro Manso 162. Su genealogía materna corresponde a una vaca nacional de línea de sangre Manso (por el toro Aristocrat Manso), su tatarabuelo es el toro JDH Mr Union Manso 455/3.

El tercer reproductor en número de descendencia inscrita y activa con 141 hijos (1,7% de la población total) es el toro RS Heroé del Guachipelín 23/3 reproductor de origen nacional del Criador Rubén Sánchez Chacón. Este toro cuenta con hijos en 20 ganaderías, en las cinco regiones del país. Su genealogía se muestra en la Figura 13.

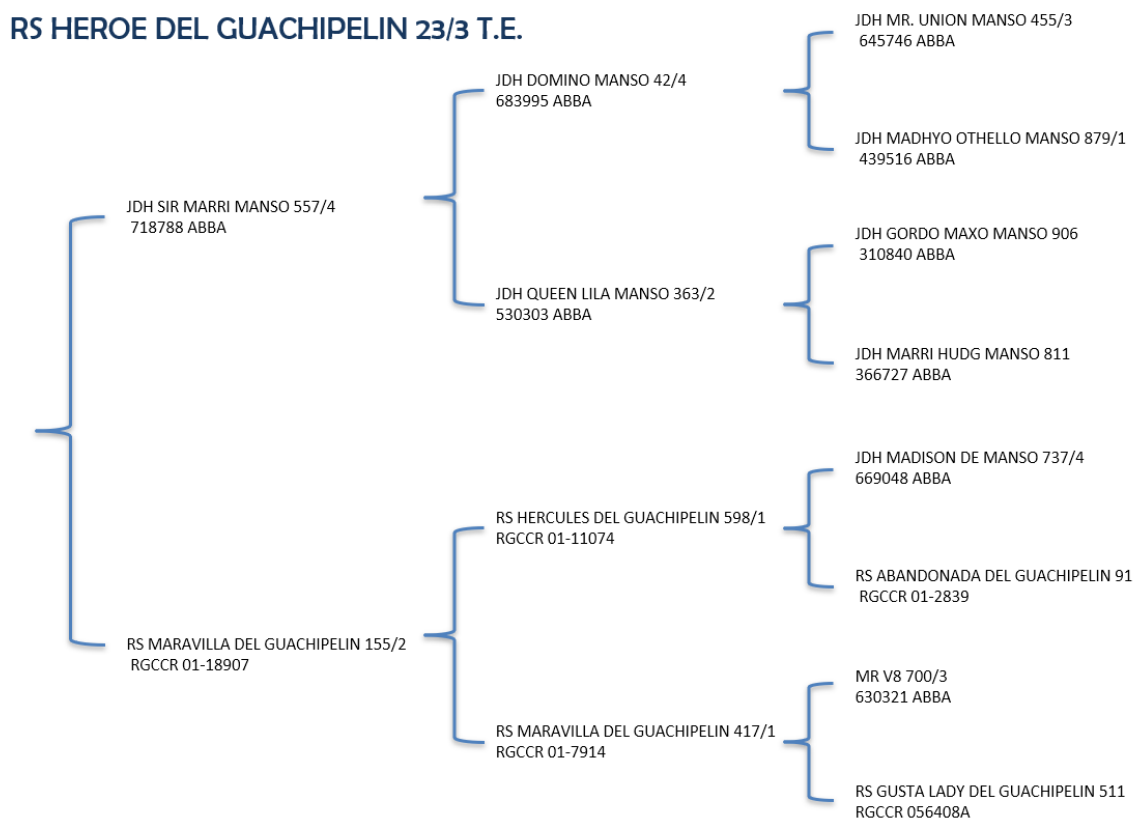


Figura 13. Árbol genealógico del reproductor RS Héroe del Guachipelín 23/3 T.E. registro 01-30486.

De acuerdo con su genealogía, su padre es proveniente de la línea de sangre Manso (por el toro Aristocrat Manso); su tatarabuelo es el toro JDH Odyssey Manso 479/2 registro 557739 ABBA. Su línea materna corresponde a una vaca nacional la cual, pese a que es hija de un toro nacional también es línea de sangre Manso (por el toro Aristocrat Manso), siendo su tatarabuelo el toro MR V8 202/3 registro 558653 ABBA.

El cuarto reproductor en número de descendencia inscrita y activa es el toro CR Ticaban 273/0 F.I.V. reproductor de origen nacional del Criador Ganadería Colono Real S.A. Cuenta con 128 hijos (correspondientes al 1,56% de la población total), procedentes de dos ganaderías, ubicadas en la región Chorotega. Su genealogía se muestra en la Figura 14.

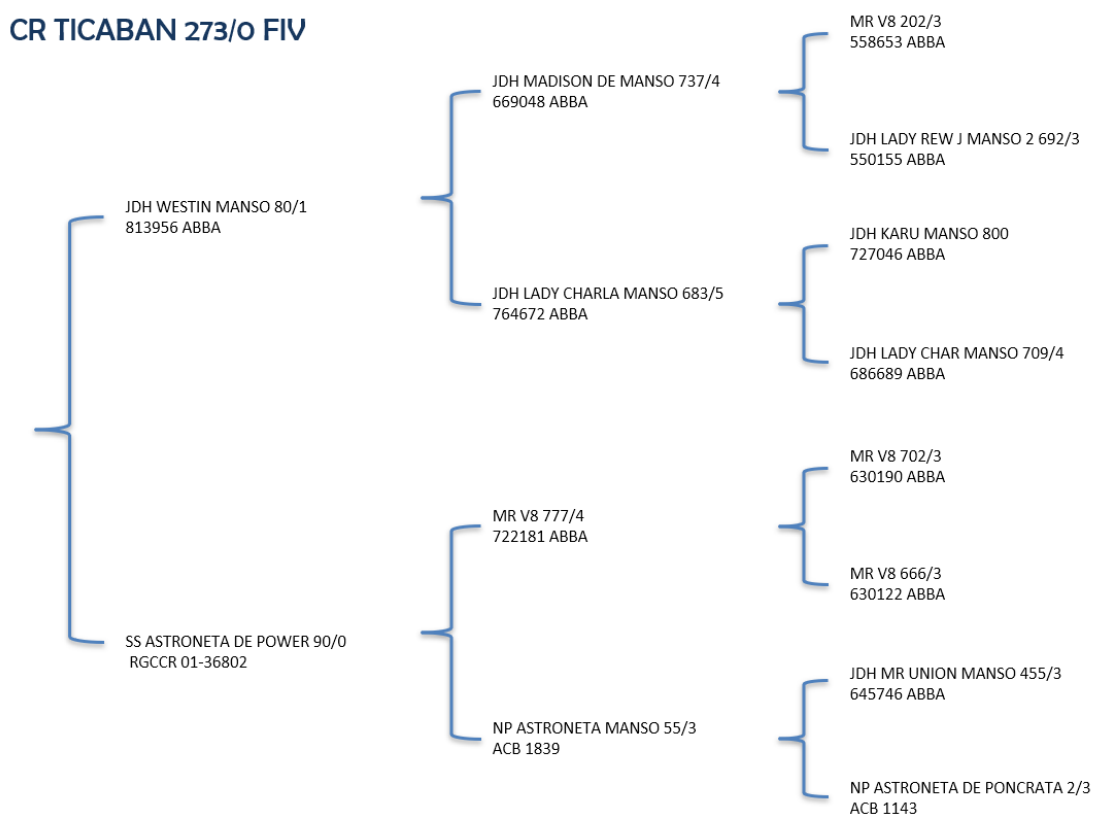


Figura 14. Árbol genealógico del reproductor CR Ticaban 273/0 F.I.V registro número 01-42553.

De acuerdo con su genealogía, su padre es línea de sangre es Madison que proviene a su vez de la línea de sangre Manso. Su tatarabuelo es el toro JDH Atari Manso 601/1 registro 359587 ABBA. Su línea materna es de origen guatemalteco proveniente de Rancho

Siguacan en Sevilla, cuenta con el registro nacionalizado número 01-36802. Esta vaca es de línea de sangre Manso (toro Aristocrat Manso); su tatarabuelo es el toro JDH Mr Rha Ely Manso 615/6 registro número 340806 ABBA.

El quinto reproductor en número de descendencia inscrita y activa con 115 hijos (correspondiente a 1,4% de la población total) es el toro JDH Sir Alamo Manso 126/7 reproductor de origen estadounidense del criador J.D. Hudgins Division registro 839795 ABBA. Las crías de este toro se distribuyen en 17 ganaderías, ubicadas en las cinco regiones del país. Su genealogía se muestra en la Figura 15.



Figura 15. Árbol genealógico del reproductor y JDH Sir Alamo Manso 126/7 registro número 839795 ABBA.

Según su genealogía, este toro es línea de sangre Madison por parte del padre, su tatarabuelo es el toro JDH Atari Manso 601/1 registro 359587 ABBA. Su línea materna es Manso, su tatarabuelo es el toro JDH Odyssey Manso 479/2 registro 557739 ABBA.

De acuerdo con la información genealógica, los cinco reproductores más utilizados cuentan con ancestros en común, por lo que se presume un grado importante de consanguinidad en la raza Brahman costarricense. Esto concuerda con los resultados reportados por Campos (2017), quien evaluó la diversidad genética en bovinos Brahman registrados en ASOCEBÚ Costa Rica, quien encontró valores de coeficiente de consanguinidad (F_{IS}) promedio de 0,004, los cuales de acuerdo con el autor son valores relativamente altos, confirmado con el déficit de heterocigotos y por tanto, una tendencia hacia la homocigosidad. El autor atribuye estos resultados principalmente a prácticas de manejo como el uso excesivo de sementales, selección de reemplazos de un mismo padre y poco control en los apareamientos. Martínez *et al.* (2015), realizaron el primer estudio de variabilidad genética entre subpoblaciones raciales bovinas en Costa Rica, incluyendo animales tanto puros como comerciales de la raza Brahman. Al igual que en el estudio anterior, se encontró un déficit de heterocigotos interpretado por los autores como una desviación de los apareamientos aleatorios por un efecto marcado de la selección artificial y el control de los apareamientos realizado por los criadores.

A nivel de criadores existe cierta relación de parentesco entre los animales. Los ganaderos comerciales pueden comprar en diferentes fincas de ganado puro animales que están emparentados, al final, a nivel de finca comercial, se supone que el grado de consanguinidad aumenta. Esto invita a un mejor control genético en el país. En Colombia, la raza Brahman de origen americano se encuentra desde hace poco más de cien años. Durante este tiempo ha estado bajo un proceso continuo de selección artificial dirigida, reproducción endogámica, efectos de deriva genética causados por eventos fundadores, migración de ejemplares entre fincas del país y animales importados desde otros países (Novoa y Usaquén, 2006). Un estudio de caracterización genética del Brahman Colombiano, realizado por Gómez *et al.* (2013) demuestra que este proceso de selección al que ha sido sometido la raza en busca de un genotipo y fenotipo óptimos para las condiciones ambientales y de comercialización, ha favorecido al aumento del grado de consanguinidad por el apareamiento dirigido de los animales. Este estudio demostró que en Colombia no existe variabilidad genética entre subpoblaciones por ubicación geográfica, por tanto, la estructura genética de los animales analizados evidencia una única población. De acuerdo con Bejarano *et al.* (2012) valores moderados de homocigosidad dentro de poblaciones indican que es necesario dar más relevancia al flujo genético para reducir la consanguinidad, definiendo nuevos planes de apareamiento y selección asistida. En este proceso, la información precisa del pedigrí del ganado es esencial para el desarrollo óptimo de los programas de selección y raza, así como mejorar la productividad en la industria animal (Cervini *et al.* 2006). Del total de población activa, el 36,8% proviene de 40 toros.

El detalle de la frecuencia de uso de estos reproductores, así como el tipo de reproducción y sexo de las crías se muestra en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Frecuencia de uso, tipo de reproducción y sexo de las crías de reproductores de la raza Brahman Gris utilizados en Costa Rica.

Reg.Padre	FIV*			TE*			IA*			MN*			Total general		% Total Población
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M	
864762	53	52	105	37	24	61	15	13	28	-	-	-	105	89	2,37%
01-37555	-	-	-	11	5	16	2	2	4	76	58	134	89	65	1,88%
01-30486	-	-	-	2	-	2	24	5	29	82	28	110	108	33	1,72%
01-42553	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	42	128	86	42	1,56%
839795	-	-	-	5	7	12	73	30	103	-	-	-	78	37	1,40%
839863	38	26	64	13	8	21	19	7	26	-	-	-	70	41	1,35%
877888	-	-	-	-	-	-	54	56	110	-	-	-	54	56	1,34%
837246	37	41	78	3	6	9	13	8	21	-	-	-	53	55	1,32%
803613	21	33	54	16	3	19	22	5	27	1	-	1	60	41	1,23%
846561	35	17	52	26	4	30	10	4	14	2	-	2	73	25	1,20%
863835	-	-	-	-	-	-	4	10	14	44	21	65	48	31	0,96%
830355	17	7	24	11	-	11	35	8	43	-	-	-	63	15	0,95%
01-40901	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	27	77	50	27	0,94%
854004	12	11	23	13	8	21	23	9	32	-	-	-	48	28	0,93%
780619	4	2	6	15	2	17	40	11	51	1	-	1	60	15	0,92%
873262	-	-	-	-	-	-	18	8	26	31	17	48	49	25	0,90%
01-42022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	33	71	38	33	0,87%
01-40280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	22	66	44	22	0,81%
01-24104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	21	65	44	21	0,79%
01-24324	9	-	9	11	4	15	28	4	32	9	-	9	57	8	0,79%
813956	17	8	25	-	3	3	28	3	31	3	-	3	48	14	0,76%
718788	30	22	52	4	2	6	2	-	2	1	-	1	37	24	0,74%
727046	21	14	35	7	2	9	10	2	12	2	1	3	40	19	0,72%
01-28645	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	28	58	30	28	0,71%
01-46197	-	-	-	-	-	-	1	5	6	24	28	52	25	33	0,71%
01-39952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	27	57	30	27	0,70%
747549	23	19	42	8	1	9	2	1	3	3	-	3	36	21	0,70%
01-42335	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	17	53	36	17	0,65%
907467	8	11	19	-	2	2	14	18	32	-	-	-	22	31	0,65%
01-40637	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	25	51	26	25	0,62%
01-46692	-	-	-	-	-	-	-	1	1	24	26	50	24	27	0,62%
809260	2	3	5	2	1	3	25	16	41	1	-	1	30	20	0,61%
855430	2	5	7	21	8	29	9	5	14	-	-	0	32	18	0,61%
01-33678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	19	48	29	19	0,59%
01-45659	-	-	-	-	-	-	2	4	6	18	24	42	20	28	0,59%
01-35665	-	-	-	-	-	-	1	1	2	26	18	44	27	19	0,56%
01-22169	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	7	44	37	7	0,54%
01-42417	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	12	44	32	12	0,54%

* FIV: Fertilización in vitro; TE: Transplante de embriones; IA: Inseminación artificial; MN: Monta natural.

6. CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio evidenció que no se cuenta con investigaciones recientes que generen datos sobre la caracterización y desempeño de las razas *Bos indicus* en Costa Rica.

Los datos generados a través del muestreo en 121 fincas activas dedicadas a la crianza de animales puros contabilizan al mes de marzo del año 2018, un total de 10 995 cabezas de animales de las razas *Bos indicus*, siendo la raza Brahman predominante con un 74,5% de la población total activa en inscrita en la Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica. Por lo que este trabajo contribuye a generar información de esta raza a nivel nacional.

Las fincas dedicadas a la crianza de animales puros *Bos indicus* se encuentran distribuidas en todo el territorio nacional, siendo la región Chorotega y consecuentemente la provincia de Guanacaste la zona del país con mayor número de animales. Por otra parte, el 55,8% de la población total de animales activos se encuentra distribuida en 10 ganaderías, las cuales fueron clasificadas como sistemas productivos de más de 300 cabezas de animales; estos datos podrían ser indicadores de mayor posibilidad de endogamia, al tratarse de un número pequeño de criadores lo que disminuye la diversidad genética.

El desarrollo de la estructura de hato de la raza Brahman demostró que, de las 5 676 hembras activas en fincas dedicadas a la crianza de esta raza, el 57,7% de la población corresponde a vacas mayores a 3,5 años. En el caso de los machos, se contabilizó 2 516 cabezas, de las cuales el 52,1% son toretes de 1 a 3 años. Cabe mencionar, que un número importante de reproductores con certificado de registro genealógico son vendidos a ganaderías de cría comercial, las cuales no forman parte de las fincas visitadas por ASOCEBÚ para efectos del inventario.

Se encontró que el promedio general de EPP en las tres fincas en estudio fue de 1 258,9 (\pm 300,8) días, este dato es indicador de la necesidad de redirigir la selección de hembras de reemplazo hacia la precocidad. Para el caso del IEP, el promedio general fue de 548,9 (\pm 185,8) días, valor que evidencia cierto grado de deficiencia reproductiva por parte de las hembras. En todos los casos, el intervalo entre el primer y segundo parto fue mayor en número de días y disminuyó conforme aumentó el número del parto, observándose variación en los resultados entre fincas.

De acuerdo con el análisis de la frecuencia de uso de reproductores de la raza Brahman, se encontró que el total de población inscrita y activa proviene de 738 progenitores, de los cuales el 66,7% son toros con registro nacional y un 33,3% son reproductores inscritos en el extranjero, principalmente en los Estados Unidos y en menor proporción países como Brasil, Panamá, Guatemala y Canadá, factor que podría contribuir a la endogamia.

El análisis de la información genealógica y líneas de sangre de los cinco reproductores más utilizados (origen nacionales y extranjeros) evidencia la existencia de ancestros en común en la línea de sangre Manso, la cual desciende del toro Aristocrat Manso, por lo que se presume un grado importante de consanguinidad en la raza Brahman costarricense.

Actualmente las asociaciones de criadores de ganado puro carecen de proyectos que permitan generar información sobre tendencias genéticas, parámetros productivos y reproductivos que sirvan como base para la mejora de los hatos. Esto podría atribuirse a la falta de políticas a nivel gubernamental que brinden el apoyo necesario para el desarrollo de estudios.

7. RECOMENDACIONES

Debido a la importancia de las razas *Bos indicus* en la ganadería nacional, se recomienda que la presente investigación sea tomada como punto de referencia para el desarrollo de futuros estudios dirigidos a la evaluación del desempeño productivo y reproductivo de estas razas en Costa Rica. Por tanto, es indispensable generar políticas que fomenten en los asociados el compromiso de brindar la información del desempeño de las diferentes razas *Bos indicus* de sus fincas con el objetivo de mejorar las mismas.

Se recomienda a las instituciones tanto estatales como privadas, centrar esfuerzos para que los animales puros con certificado de registro genealógico sean incluidos como un grupo específico dentro de futuros censos agropecuarios que se desarrollen en Costa Rica. Lo anterior con el fin de generar información de manera periódica que permita realizar el debido seguimiento en el comportamiento de esta población en el país.

En futuros trabajos donde se realice la caracterización de la estructura de hato de la raza Brahman, se sugiere se incluya los reproductores puros con certificado de registro genealógico presentes en ganaderías dedicadas a la cría comercial, con el fin de contar con un dato más representativo del total de machos adultos, y a la vez, poder cuantificar el uso de reproductores en cría comercial.

Se recomienda la implementación de la información generada sobre las frecuencias de uso de reproductores en la raza Brahman por parte de los criadores de la raza, con el fin de que esta sea una herramienta para redireccionar los apareamientos dirigidos, incorporando nuevas líneas de sangre que permitan reducir el grado de consanguinidad en el Brahman nacional.

Futuras investigaciones podrían estar enfocadas hacia la evaluación de las principales variables productivas y reproductivas de interés zootécnico en las razas *Bos indicus* con certificado de registro genealógico, tales como edad a la pubertad, índices de preñez y parto por técnica reproductiva, vida productiva de la vaca, habilidad materna y ganancias de peso.

8. LITERATURA CITADA

- ABBA (American Brahman Breeders Association). 2017. About ABBA (en línea, sitio web). Consultado en línea el 25 de setiembre del 2017. Disponible en: <https://www.Brahman.org/>
- Amaya, E; Sndino, R; Martínez, N. 1994. Relación de la talla de la vaca (Altura Al Sacro) con el intervalo entre partos en un hato Brahman puro. Revista El Cebú 278.
- Arellano, S; Martínez, J; Romero, E; Briones, F; Domínguez, M; De la Garza, F. 2006. Factores genético – ambientales que afectan el intervalo entre partos y días a primer parto en ganado doble propósito en el norte de Veracruz (en línea). Rev. Avances en investigación agropecuaria 10(1):43-45. Consultado el 4 de setiembre del 2018. Disponible en: <http://ww.ucoi.mx/revaia/portal/pdf/2006/enero/4.pdf>
- ASOCEBÚ (Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica). 2015. Creación del Registro Genealógico (en línea, sitio web). Consultado el 16 de setiembre del 2017. Disponible en: <http://asocebucr.com>
- ASOCEBÚ (Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica). 2017. Raza Brahman (en línea, sitio web). Consultado el 16 de setiembre del 2017. Disponible en: <http://asocebucr.com>
- Baca, J; Enrique, P; Galina, C. 1998. Reproductive performance of *Bos taurus* x *Bos indicus* heifers following artificial insemination after spontaneous estrus in the dry tropics of Costa Rica. Veterinaria (Mexico) 29, 57–66.
- Barcellos, J; Pereira, G; Dias, E; McManus, C; Canellas, L; Bernardi, M; Tarouco, A; Prates, E. 2014. Higher feeding diets effects on age and live weight gain at puberty in crossbred Nelore x Hereford heifers (en línea). Tropical Animal Health Production 46:953-960. Consultado el 01 de setiembre del 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/261802068_Higher_feeding_diets_effects_on_age_and_liveweight_gain_at_puberty_in_crossbred_Nelore_Hereford_heifers
- Baruselli, P; Gimenes, L; Sousa, J. 2007. Fisiología reproductiva de fêmeas taurinas e zebuínas (en línea). Rev Bras Reprod Anim, Belo Horizonte 31(2):205-211. Consultado

el 01 de setiembre del 2018. Disponible en:
<http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/205.pdf>

Baruselli, P; Reis, E; Marques, M; Nasser, L; Bó, G. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, 82: 479-486.

Bastidas, P. 1999. Pubertad en Novillas y Toros Brahman (en línea). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16:690-707. Consultado el 13 de junio del 2018. Disponible en:
<http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/viewFile/11845/11834>

Bazán, O. 1974. Diagnóstico del comportamiento reproductivo del ganado de carne en fincas de Costa Rica. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 47p.

Bejarano, D; Pedraza, A; Rocha, J; Martínez, R. 2012. Variabilidad genética en subpoblaciones comerciales de la raza criolla colombiana Romosinuano. *Revista Corpoica* 13(1):97-107. Consultado el 10 de julio del 2018. Disponible en:
<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/RevistaCientificaCorpoicaCapitulo12.pdf>

Bergmann, G; Gressler, L; Pereira, S; Pereira, C. 1998. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estacão de monta restrita. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 50(5): 633 - 645.

Bolívar, P; Maldonado, J. 2008. Análisis de costos de esquemas de transferencia de embriones bovinos utilizados en Colombia. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 21:351-364.

Buntjer, J; Otsen, M; Nijman, I; Kuiper, M; Lenstra, J. 2002. Phylogeny of bovine species based on AFLP fingerprinting. *Heredity* 88, 46–51.

Campos, J. 2017. Uso de marcadores genéticos para análisis de diversidad genética y pruebas de verificación de identidad y paternidad en bovinos Brahman registrados de Costa Rica. Tesis M.Sc., Heredia, Costa Rica, Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropical, Universidad Nacional. 81 p.

- Carrizales, J. 2005. Relación entre la edad, el peso y la eficiencia reproductiva en hembras Brahman de competencia. Tesis para optar por el título de Zootecnista. Bogotá, Colombia. Universidad de la Salle. 73p.
- Cartwright, T. 1980. Prognosis of Zebu cattle: research and application. *J. Anim. Sci.* 50, 1221–1226.
- Cascante, A. 2008. Efecto de la edad a primer parto sobre algunas variables productivas, primer intervalo entre partos y características de la curva de lactancia de vacas lecheras en la zona norte de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. San José, Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. 127 p.
- Castillo, G; Salazar, M; Murillo, J; Romero, J. 2013. Efecto de la edad al primer parto sobre parámetros productivos en vacas Jersey en Costa Rica (en línea). *Revista Agronomía Mesoamericana* 24(1):177-187. Consultado el 13 de junio del 2018. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v24n01_177.pdf
- Castillo, M. 2008. Propuesta para el manejo reproductivo y genético de la finca de ganado bovino de cría “El Laberinto” en el cantón de Cañas, Guanacaste. Tesis de Licenciatura. San José, Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. 110 p.
- Castillo, M; López, M; Montero, A; Soto, Henry. 2015. Características pre-destete de cruces genéticos de bovinos de carne en el trópico seco costarricense. *Nutrición Animal Tropical*. 9(2): 105-123.
- Cervini, M; Henrique, F; Mortari, N; Matheucci, E. 2006. Genetic variability of 10 microsatellite markers in the characterization of Brazilian Nellore cattle (*Bos indicus*). *Genetics and Molecular Biology* 29(3):486-490
- Chaverri, L; Jiménez, E; Camacho, I. 2015. Proyecto de mejoramiento genético mediante reproducción asistida de rumiantes menores (en línea). *Rev. Perspectivas Rurales Nueva época* 14(27):149-157. Consultado el 04 de setiembre del 2018.
- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2000. Análisis del Censo Ganadero 2000. San Jose, Costa Rica. Consultado el 16 de setiembre del 2017. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/censo-ganadero-2000.pdf

- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2013. Informe encuesta ganadera 2012. Madrigal, J. y Fallas, M. San José, Costa Rica. 72 p. Consultado el 16 de setiembre del 2017. Disponible en: <http://www.corfoga.org/estadisticas/poblacion-animal/>
- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2015. 200 mejores sementales. Programa de Evaluación y Mejoramiento Genético de la raza Brahman. Programas y proyectos: Mejoramiento genético (en línea, sitio web). Consultado el 15 de octubre del 2018. Disponible en: <http://www.corfoga.org/mejoramiento-genetico/>
- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2017. Programas y proyectos: Mejoramiento genético (en línea, sitio web). Consultado el 15 de octubre del 2017. Disponible en: <http://www.corfoga.org/mejoramiento-genetico/>
- Cruz, A; Camacho, J; Ramírez, S. 2016. Programa de Evaluación Genética de Carne Bovinos Registrados en Costa Rica. Corporación Ganadera - Instituto de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica.
- Duitama, O; González, L; García, D; Farah, M; da Fonseca, R. 2013. Productividad acumulada y su relación genética con características reproductivas en hembras Brahman (en línea). Revista MVZ Córdoba, 18:3658-3664. Consultado el 15 de octubre del 2017. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v18s1/v18supla09.pdf>
- Endecott, R; Funston, R; Mulliniks, J; Roberts, A. 2013. Implications of beef heifer development systems and lifetime productivity (en línea). J. Anim. Sci. 91:1329-1335. Consultado el 01 de setiembre del 2018. Disponible en: <http://www.bifconference.com/bif2014/documents/proceedings/56-62-Funston.pdf>
- Estrada-León, R; Magaña, J; Segura, J. 2008. Parámetros genéticos para caracteres reproductivos de vacas Brahman en un hato del sureste de México (en línea). Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems 8(3):259-263. Consultado el 15 de octubre del 2017 disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93911235005.pdf>
- Faria, L; Queiroz, S; Vozzi, P; Lôbo, R; Bezerra, L; Magnabosco, C; Oliveira, E. 2011. Estudio genético cuantitativo de características de crecimiento de bovinos da raça Brahman no Brasil (en línea). ARS Veterinaria 27(1):030-035. Consultado el 11 de junio del 2018. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47914/1/S1463-Magnabosco.pdf>

- Fernandes, C; Dode, M; Godoy, K; Rodvalho, N. 2001. Efeito estacional sobre características ovarianas e produção de oócitos em vacas *Bos indicus* no Mato Grosso do Sul (en línea). Rev. Braz. J. vet. Res. anim. Sci. 38(3):131-135. Consultado el 01 de setiembre del 2018. Disponible en: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/5897/7428>
- Galeano, A; Manrique, C. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano (en línea). Rev. Med. Vet. Zoot. 57:119-131. Consultado el 15 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n2/v57n2a04.pdf>
- Gama, R; Fonseca, F; Ueno, V; Fontes, R; Quirino, C; Ramos, J. 2007. Sazonalidade na dinâmica folicular ovariana e produção embrionária em novilhas da raça Guzera (en línea). Rev. Braz. J. vet. Res. anim. Sci. 44(6):422-427. Consultado el 01 de setiembre del 2018. Disponible en: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26607>
- Gasser, C; Behlke, E; Grum, D; Day, M. 2006. Effect of timing of feeding a high-concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers (en línea). J. Anim. Sci. 84:3118–3122. Consultado el 01 de setiembre. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/168e/f7b776aeee2f74ceba8b6b64892a61c7b6e3.pdf>
- Gómez, MP. 1998. Influencia del tamaño en la eficiencia reproductiva de vacas Brahman en el trópico. Revista El Cebú. 304 Septiembre-Octubre.
- Gómez, S.J., H.F. González, Y.C. Tobón y C.G. Martínez. 1996. Influencias ambientales que afectan el comportamiento productivo del ganado Sanmartinero en la altillanura colombiana: edad al primer parto e intervalo entre partos. En: Memorias 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Bogotá. pp. 511-512.
- Gómez, Y; Fernández, M; Rivera, D.; Gómez, G; Bernal, JE. 2013. Genetic characterization of colombian Brahman cattle using microsatellites markers. Russian Journal of Genetics 49(7):737-745.
- Greer, R; Whitman, R; Staigminler, R; Anderson, D. 1983. Estimating the impact of management decisions on the occurrence of puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 56, 30-39.

- Hare, E; Norman, H; Wright, J. 2006. Trends in calving age and calving intervals for Dairy cattle breeds in the United States. *J. Dairy Sci.* 89(1):365-370.
- Hernández, E; Segura, V; Segura, J; Osorio, A. 2001. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México (en línea). *Rev Agrocencia* 34(6):699-705. Consultado el 04 de setiembre. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30234604.pdf>
- Holmann, F; Rivas, L; Pérez, E; Castro, C; Schuetz, P; Rodríguez, J. 2007. *La Cadena de Carne Bovina en Costa Rica: Identificación de Temas Críticos para Impulsar su Modernización, Eficiencia y Competitividad*. Cali, Colombia, CIAT-ILRI. 68 p.
- IBM Corp. Released 2013. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2018. Datos climáticos. Consultado el 15 jun. De 2018. Disponible en <https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio>.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. *VI Censo Nacional Agropecuario San José, Costa Rica: Actividades Pecuarias, Prácticas y Servicios Agropecuarios* (en línea). 281 p. Consultado el 16 de setiembre del 2017. Disponible en: <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/agropecuario/publicaciones/reagrop eccenagro2014-tiii-008.pdf>
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria). 2017. *Manual de manejo: Sistemas intensivos sostenibles de ganadería de leche*. Pérez, E. San José, Costa Rica. 54p.
- Joshi, N.; Phillips, R. 1953. *Zebu Cattle of India and Pakistan*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. March, 1953.
- Kumar, A; Waiz, S; Sridhar, T; Tonk, R; Grewal, A; Singh, S; YadaV, B; Upadhyay, R. 2016. Assessment of adaptability of zebu cattle (*Bos indicus*) breeds in two different climatic conditions: using cytogenetic techniques on genome integrity (en línea). *International Journal of Biometeorology*. 60(6):873-882. Consultado el 18 de Julio del 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283005089_Assessment_of_adaptability_of_z

ebu_cattle_Bos_indicus_breeds_in_two_different_climatic_conditions_using_cytogenetic_techniques_on_genome_integrity

La Gaceta. (2009). División territorial administrativa de Costa Rica. Decreto N° 35213-MG, publicado en La Gaceta N°85 del 5 de mayo de 2009. Costa Rica.

Lindsay, D. 1996. Environment and reproductive behaviour. Anim Reprod. Sci. 42: 1-12.

Madrigal, J. y Fallas, M. 2013. Informe Encuesta Ganadera 2012. Corporación Ganadera. San José, Costa Rica.

Magaña, J; Segura, J. 2001. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Zebu and Brown Swiss in southeastern Mexico (en línea). Livestock Research for Rural Development 13(5). Consultado el 01 de setiembre del 2018. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd13/5/maga135.htm>

Martínez, G; Edward, K; Lee, G; Van, L. 2004. Parámetros genéticos para circunferencia escrotal, edad a la pubertad en vaquillas y tasa de destete en varias razas de bovinos productores de carne. Téc Pecu Méx 42(2):159-170.

Martínez, M; Vargas, B; Cordero, JM; Chacón, I; León, B. 2015. Diversidad genética entre subpoblaciones raciales bovinas de Costa Rica. Agronomía Costarricense 39(2):33-46.

Mejía, G; Magaña, J; Segura, J; Delgado, R; Estrada, R. 2010. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán, México (en línea). Tropical and Subtropical Agroecosystems, 12(2):289-301. Consultado el 01 de setiembre del 2018. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/939/93913070010.pdf>

Mello, R; Ferreira, J; Souza, S; Mello, M; Palhano, H. 2016. Parâmetros genéticos de características reprodutivas em bovinos de corte e leite (en línea). Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte, 40(2):65-72. Consultado el 11 de junio del 2018. Disponible en: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n2/p65-72%20\(RB603\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n2/p65-72%20(RB603).pdf)

Mercadante, M; Lôbo, R; Oliveira, H. 2000. Estimativas de (Co)Variâncias entre Características de Reprodução e de Crescimento em Fêmeas de um Rebanho Nelore (en línea). Rev. bras. zootec., 29(4):997-1004. Consultado el 11 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n4/5611.pdf>

- Montes, D; Vergara, O; Prieto, E. 2015. Una nota sobre la estimación de la heredabilidad del intervalo entre partos en hembras bovinas de ganado Brahman (en línea). *Livestock Research for Rural Development* 21(1) Consultado el 11 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd21/1/mont21002.htm>
- Mora, C. 2005. Evaluación de la edad al primer parto y su incidencia en la vida productiva y reproductiva de las novillas Brahman. Tesis. Bogotá, Colombia, Universidad de la Salle. 65 p.
- Morris, C; Baker, R; Cullen, N. 1992. Genetic correlations between pubertal traits in bulls and heifers. *Livest Prod Sci.* 31: 221-233.
- Naik, S.N., 1978. Origin and domestication of Zebu cattle (*Bos indicus*). *J. Hum. Evolut.* 7, 23–30.
- Neindre, P; Boivin, X; Boissy, A. 1996. Handling of extensively kept animals. *Appl. Anim. Behav.* 49, 73–81.
- Nogueira, G. 2004. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. *Animal Reproduction Science* 82-83, 361-372.
- Novoa, M; Usaquén, W. 2006. Diversidad Genética de la población Colombiana de Ganado Cebú Brahman Americano *Bos indicus* (*Bovidae*). *Acta Biológica Colombiana* 11(2):112. Consultado el 10 de julio del 2018. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/27635/27872>
- Ossa, G; Suárez, M; Pérez, J. 2007. Factores ambientales y genéticos que influyen la edad al primer parto y el intervalo entre partos en hembras de la raza criolla Romosinuano (en línea). *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 8(2):74-80. Consultado el 12 de junio de 2018. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/4499/449945023010/>
- Oyedipe, E; Osori, D; Akerejola, O; Saror, D., 1982. Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of Zebu heifers. *Theriogenology* 18, 525–539.
- Patterson, D; Perry, R; Kiracofe, G; Bellows, R; Staigmiller, R; Corah, L.R., 1992. Management considerations in heifers development and puberty. *J. Anim. Sci.* 70, 4018–4035.

- Paula-Lopes, F; Al-Katanani, C; R. Rivera, S. Tekin, A.C. Majewski, O.M. Ocon, T.A. Olson, y P.J. Hansen. 2003. Genetic divergence in cellular resistance to heat shock in cattle: differences between breeds developed in temperate versus hot climates in responses of preimplantation embryos, reproductive tract tissues and lymphocytes to increased culture temperatures. *Reproduction* 125(2): 285–294.
- Pereira, E; Pereira, J; Sterman, J. 2002. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore (en línea). *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(5):703-708. Consultada el 12 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n5/9540.pdf>
- Pereira, J.C.C., 2000. Contribuição genética do Zebu na pecuária bovina do Brasil. *Informe Agropecuário* 21,30–38.
- Ponce J. 2008. Determinación del intervalo entre partos en un hato puro Brahman, en San Marcos de Colón, Departamento de Choluteca, República de Honduras. Tesis Médico Veterinario. Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. 43p.
- Quirós, E. 2006. Historia de la Ganadería Bovina en Costa Rica. CORFOGA.
- Rajaratne, A.A.J., Ranawana, S.S.E., Thilakaratne, N., Srikanthakumar, A., 1983. Comparative tolerance of hot-humid climatic conditions by three species (*Bos taurus*, *Bos indicus* and *Bubalus bubalis*) of Bovidae. *Sri Lanka Vet. J.* 31, 21–26.
- Roberts, A; Geary, T; Grings, E; Waterman, R; MacNeil, M. 2009. Reproductive performance of heifers offered ad libitum or restricted access to feed for a one hundred forty-day period after weaning (en línea). *J. Anim. Sci.* 87:3043-3052. Consultado el 01 de setiembre. Disponible en: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30300000/publications/robertsjas-87-3043-3052.pdf>
- Romo, S. 1993. Biotecnología reproductiva: Avances en ganado bovino. *Rev. Veto Méx.* 24(3): 177-184.
- Rueda, J. 2015. Historia y líneas de sangre de la raza Brahman. *In Seminario técnicas de selección y juzgamiento* (San José, Costa Rica). Memoria. San José, Costa Rica, ASOCEBÚ.

- Salazar, M; Castillo, G; Murillo, J; Hueckmann, F; Romero, J. 2013. Edad al primer parto en vacas Holstein de Lechería especializada en Costa Rica (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 24(2):233-243. Consultado el 13 de junio del 2018. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v24n02_233.pdf
- Salgado, R; Mejía, A. y Suárez, P. 2011. Eficiencia de la respuesta superovulatoria del ganado Brahman al protocolo P-24. Rev. MVZ Córdoba. 16(2): 2521-2527.
- Sartori, R; Barros, C. 2011. Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle (en línea). Animal reproduction science. 124(4):244-250.
- SENASA. 2011. Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Ganado Bovino de Carne. Consultado en línea el 01 de octubre del 2017. Disponible en: <http://www.senasa.go.cr/informacion/manuales-de-buenas-practicas>
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2017a. Informe de gestión del sector agropecuario y de desarrollo Rural (mayo 2016 – abril 2017).
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2017b. Indicadores Macroeconómicos 2017.
- Serna, L., Escobar, D., Tapasco, J., Arango, J., Chirinda, N., Chacón, M., Segura, J., Villanueva, C. 2017. Retos y oportunidades para el desarrollo de la NAMA ganadería en Colombia y Costa Rica. CCAFS Info Note. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen (Denmark).
- Shea, B. 1999. Determining the sex of bovine embryos using polymerase chain reaction results: a six-year retrospective study. Theriogenology 51: 841-854.
- Silva, C; Aké, R; Valle, R. 2002. Edad y crecimiento a la pubertad em toros Suizo Pardo en condiciones tropicales (en línea). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 36(3):205-210. Consultada el 13 de junio. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193018103002.pdf>
- Sistema Integrado de Registro de Establecimientos Agropecuarios (SIREA). 2017. Consultado en línea el 16 de setiembre del 2017. Disponible en: http://registrosenasa2.addax.cc/zf_Reports/Index/sumatoriaestablecimientosregion

- Solano, J. 1992. Características básicas del período seco en la Vertiente del Pacífico de Costa Rica. Tesis para optar por el título de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Toelle, V; Robinson, O. 1985. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. *J Anim Sci.* 60: 89-100.
- Turner, J. 1980. Genetic and Biological Aspects of zebu adaptability. *Journal of animal science.* 50(6):1201-1205.
- Vargas, A. Selección de hembras donadoras en la raza Brahman. Comunicación personal. Limón, Costa Rica.
- Vélez, G. 2008. Manual de selección y juzgamiento de Ganado Brahman. 1era ed. Bogotá, Colombia. 114 p.
- Vélez, G. 2016. ¿Por qué utilizar ganado Cebú en el trópico?. 1era ed. Bogotá, Colombia. 120p
- Wehrman, M; Kojima, F; Sanchez, T; Mariscal, D; Kinder, J. 1996. Incidence of precocious puberty in developing beef heifers (en línea). *J. Anim. Sci.* 74:2462–2467. Consultado el 01 de setiembre. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/4295/a4e0e238d9bbcf4fe223a88e3d72ae07899c.pdf>
- WingChing-Jones, R. 2017. Índices productivos y reproductivos de fincas de cría de ganado bovino de carne en la zona sur de Costa Rica (en línea). *Cuadernos de Investigación UNED*, 9(2):247-256. Consultado el 13 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n2/1659-4266-cinn-9-02-00247.pdf>
- Zamudio, A; Herrera, J; García, M; Gallegos, J; Sánchez, A; Valencia, J. 2004. Factores que afectan la proporción de sexos en becerros provenientes de transferencia de embriones (en línea). *Agrociencia* 38:405-412. Consultado el 12 de octubre del 2018. Disponible en: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/jul-ago/art-3.pdf>

9. ANEXOS



Anexo 1. Fotografía del reproductor JDH Wellington Manso 527/1. Créditos de la imagen Bovine Elite.



Anexo 2. Fotografía del reproductor RS Volcán del Guachipelín 573/3 T.E. Créditos de la imagen Ganadera Guachipelín del Sur.



Anexo 3. Fotografía del reproductor RS Héroe del Guachipelín 23/3. Créditos de la imagen Ganadera Guachipelín del Sur S.A.